



Материалы XI Всероссийской научно-практической  
конференции-выставки инновационных экологических  
проектов с международным участием

# АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ И БИОДИАГНОСТИКА ЖИВЫХ СИСТЕМ

Киров  
2013

**Правительство Кировской области**  
**Администрация г. Кирова**  
**ФГБОУ ВПО «Вятский государственный гуманитарный университет»**  
**ФГБУН Институт биологии Коми научного центра УрО РАН**  
**МБУ «Центр инноваций» г. Киров**  
**ЗАО «ИНТЕРА»**

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ И  
БИОДИАГНОСТИКА ЖИВЫХ СИСТЕМ**

**Материалы**  
**XI Всероссийской научно-практической**  
**конференции-выставки инновационных экологических**  
**проектов с международным участием**  
**26–28 ноября 2013 г.**

**Киров 2013**

ББК 20.1+74.200.57

А 98

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Вятский государственный гуманитарный университет»

**Редакционная коллегия:**

Т. Я. Ашихмина, профессор, д. т. н., Л. И. Домрачева, профессор, д. б. н.,  
И. Г. Широких, с. н. с., д. б. н., Н. М. Алалыкина, доцент, к. б. н.,  
А. М. Слободчиков, профессор, к. х. н., Е. В. Дабах, доцент, к. б. н., Е. А. Дом-  
нина, доцент, к. б. н., Л. В. Кондакова, доцент, д. б. н., Г. Я. Кантор, с. н. с.,  
к. т. н., С. Ю. Огородникова, доцент, к. б. н., А. А. Хохлов, доцент, к. п. н., А. С.  
Олькова, ст. преподаватель, к. т. н., В. А. Титова, с. н. с., Т. А. Адамович,  
ст. преподаватель, к. г. н., А. А. Ананьев, В. М. Бочкарев

А 98 Актуальные проблемы региональной экологии и биодиагностика  
живых систем: Материалы XI Всероссийской научно-практической конферен-  
ции-выставки инновационных экологических проектов с международным  
участием. (г. Киров, 26–28 ноября 2013 г.). Киров: Изд-во ООО «Веси», 2013.  
587 с.

ISBN 978-5-4338-0133-2

В сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конфе-  
ренции-выставки инновационных экологических проектов с международным  
участием «Актуальные проблемы региональной экологии и биодиагностика  
живых систем» вошли материалы исследований, которые посвящены актуаль-  
ным вопросам региональной экологии и современным методам биодиагностики  
состояния окружающей среды.

Особое внимание уделено использованию традиционных методов и инно-  
вационных технологий в мониторинговых исследованиях природных и природ-  
но-техногенных систем. Обсуждены региональные аспекты развития экологи-  
ческой культуры, образования, просвещения и здоровья населения.

ISBN 978-5-4338-0133-2

ББК 20.1+74.200.57

© ФГБОУ ВПО «Вятский государственный гуманитарный университет», 2013  
© ФГБУН Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, 2013

# СОДЕРЖАНИЕ

## СЕКЦИЯ 1

### ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ

<b>Кувичкина Т. Н., Полякова А. В., Капаруллина Е. Н., Доронина Н. В., Троценко Ю. А., Решетиллов А. Н.</b> Биосенсорный метод определения метиламина, диметиламина и триметиламина в водной среде .....	14
<b>Карасева Н. А., Фарафонова О. В., Попова М. В., Ермолаева Т. Н.</b> Пьезокварцевый иммуносенсор для определения рактопамина в мясе .....	18
<b>Емельянова Е. В.</b> Биосенсор для определения 2,4-динитрофенола: замена фосфатов на дистиллированную воду.....	20
<b>Зайцева А. С., Юдина Н. Ю., Арляпов В. А.</b> Разработка медиаторного БПК-биосенсора на основе дрожжевого штамма <i>Debaryomyces hansenii</i> .....	24
<b>Бурмистрова Т. В., Каманина О. А., Рогова Т. В.</b> Микробный биосенсор для определения этанола в модельных образцах бродильных масс .....	25
<b>Шорохов М. В., Понаморёва О. Н.</b> Оценка степени утилизации капролактама бактериями – деструкторами рода <i>Pseudomonas</i> методом газовой хроматографии.....	28
<b>Гончарова Е. А., Егоров А. М.</b> Получение комплексных соединений никеля в процессе утилизации растворов бромбензола в диметилацетамиде..	29
<b>Павлюк Т. С., Понаморёва О. Н.</b> Оценка степени утилизации ε – капролактама методом спектрофотометрии.....	31
<b>Ефимова М. А., Егоров А. М.</b> Разработка способов утилизации растворов бромбензола в диметилацетамиде .....	33
<b>Григорьева О. В., Егоров А. М.</b> Новый метод утилизации иодбензола в диметилацетамиде .....	35
<b>Кириллов И. М., Минайчева П. Р., Алферов С. В.</b> Субстратная специфичность и мощностные характеристики мембранной фракции бактерий <i>Glucanobacter ohydans</i> в биотопливном элементе .....	36
<b>Афонина Е. Л., Соколова О. А., Каманина О. А.</b> Изучение процесса формирования кремнийорганических золь-гель матриц методом ИК-спектроскопии .....	40
<b>Козлова Т. Н., Юдина Н. Ю., Арляпов В. А.</b> Влияние pH, солёности среды и ионов тяжелых металлов на окислительную активность ассоциации дрожжей <i>Arxula adeninovorans</i> , <i>Pichia angusta</i> , <i>Debaryomyces hansenii</i> , иммобилизованных в модифицированный поливиниловый спирт .....	43
<b>Боровлев А. Ю., Новаковский А. Б., Елсаков В. В.</b> Анализ отклонений температурных показателей от средних значений при помощи среды разработки R .....	46
<b>Огородникова С. Ю., Домрачева Л. И., Горностаева Е. А., Фокина А. И.</b> Методические подходы к количественному определению формаза в клетках цианобактерий .....	48

<i>Лялина Е. И., Фокина А. И., Гудина А. Н., Потапов С. В.</i> Некоторые особенности аналитического сигнала глутатиона, получаемого методом инверсионной вольтамперометрии.....	51
<i>Горностаева Е. А.</i> Глутатион как фактор детоксикации поллютантов в клетках про- и эукариотических организмов .....	56
<i>Лялина Е. И., Горностаева Е. А., Черезова К. О., Кузнецова Е. О., Фокина А. И.</i> Особенности накопления ионов никеля (II) и меди (II) в различных фракциях клеток цианобактерии <i>Nostoc linckia</i> .....	58
<i>Шарапова И. Э., Гарабаджиу А. В.</i> Разработка нативных и иммобилизованных форм комплексных нефтедеструктивных биопрепаратов для очистки загрязненных водных сред.....	63
<i>Камаева О. А., Рогова Т. В.</i> Количественные характеристики сорбции меди на гуминовых веществах бурых углей шахты Бельковская и продуктов их направленной модификации .....	66
<i>Яусюк А. А., Ярмоленко А. С.</i> Исследование миграции органических соединений из натуральной кожи.....	68
<i>Захарищева Н. Е., Мошкова М. А., Резник Е. Н., Зяблицев В. Е.</i> Некоторые показатели зоны электрохимической реакции при нестационарном процессе электролиза .....	71
<i>Гырдымова Ю. В., Ельшина Е. П., Захарищева Н. Е., Зяблицев В. Е.</i> Использование стеклянных электродов для контроля кислотности солевых растворов .....	73
<i>Баскин З. Л.</i> Промышленный токсикологический газохроматографический контроль газовыделений из веществ, материалов и изделий .....	75
<i>Баскин З. Л.</i> От искусственного к электронному носу.....	77
<i>Баскин З. Л.</i> Организация современного промышленного экоаналитического контроля.....	78

## СЕКЦИЯ 2

### МЕТОДЫ БИОДИАГНОСТИКИ В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

<i>Дворников М. Г.</i> Значение методологии и геохимических параметров в биодиагностике таежных экосистем Вятско-Камской возвышенности.....	81
<i>Дворников М. Г., Овечкина Н. Н., Дворникова И. Н., Гарюгин Ю. А., Стреляный С. Ф.</i> К процессам углеродного цикла в природных комплексах Вятско-Камского междуречья.....	85
<i>Зейферт Д. В., Овсянникова И. В.</i> Использование методов биотестирования в экологическом мониторинге и экологическом контроле. Переход от принципа «батареи тестов» к принципу «единства измерения»....	88
<i>Суходольская Р. А.</i> Инновационные методы в оценке экологической информации.....	92
<i>Олькова А. С.</i> Особенности биотестирования компонентов окружающей среды .....	96

<b>Некрасова Ю. Н., Дабах Е. В.</b> Изучение процессов комплексообразования в системе алюминий – фтор и их влияния на токсичность модельных растворов.....	98
<b>Чарыева С. Б., Каманин С. С., Арлянов В. А.</b> Влияние глутарового альдегида на субстратную специфичность бактерий <i>Glucanobacter oxydans</i> .	102
<b>Шихова Т. Г.</b> Особенности ведения гидробиологического мониторинга в условиях европейского Севера .....	104
<b>Климова Н. Б.</b> Перспективное решение проблемы качества культивационной воды в биотестировании.....	107
<b>Сынзыныс Б. И., Шошина Р. Р., Лаврентьева Г. В., Мордвинова Е. А., Рассказова М. М., Гремченко П. И., Пяткова С. В., Удалова А. А.</b> Референтные организмы и информативные показатели их жизнедеятельности в технологии оценки экологического риска для малой реки или/и наземной экосистемы.....	111
<b>Сенькина С. Н.</b> Физиолого-экологические исследования транспирации <i>Pinus sylvestris</i> L. и <i>Picea obovata</i> L. в хвойных фитоценозах средней подзоны тайги.....	114
<b>Кузин С. Н.</b> Углекислотный газообмен ствола ели сибирской в зависимости от температуры .....	118
<b>Завьялов К. Е.</b> Состояние опытных культур ( <i>Pinus sylvestris</i> L., <i>Betula pendula</i> Roth, <i>Larix sukaczewii</i> Dyl.) в условиях загрязнения магнетитовой пылью .....	119
<b>Иванова А. С., Солдатова У. А., Семенова И. И.</b> Оценка качества среды г. Чебоксары на основе анализа флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой ( <i>Betula pendula</i> Roth) .....	124
<b>Карагузова О. А., Казакова Е. А., Горшкова Т. А.</b> Анализ зависимости флуктуирующей асимметрии у растений травянистого яруса от величины радиоактивного загрязнения территории .....	126
<b>Ермакова М. В.</b> Частота встречаемости морфологических нарушений ствола у деревьев сосны в молодняках сосны I класса возраста в условиях Зауралья.....	129
<b>Гайфутдинова А. Р., Трефилова Л. В., Ковина А. Л., Шестакова М. В., Домрачева Л. И.</b> Изменения морфометрических показателей подсолнечника сорта Медвежонок под влиянием различных препаратов при искусственном инфицировании семян .....	132
<b>Ковалева А. А., Якорева А. Е., Пяткова С. В.</b> Использование ряски малой для оценки качества природных вод вблизи радиационно-опасных объектов.....	135
<b>Архипова Я. С., Колесова Т. М.</b> Клевер ползучий ( <i>Trifolium repens</i> ) как биоиндикатор состояния урбанизированных экосистем .....	137
<b>Михайлова К. Б.</b> Использование макрофитной растительности в биомониторинге Псковского озера .....	140
<b>Герасимов Ю. Л., Фролова В. А.</b> Исследование пруда Советского района г. Самара.....	142

<b>Долгих А. А., Савинцева Л. С.</b> Оценка экологического состояния урбаноcреды Нижнего Новгорода на основе показателя флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой <i>Betula pendula</i> Roth .....	146
<b>Казакова Е. А., Карагузова О. А., Горшкова Т. А.</b> Закономерности реакции растений на радиоактивное загрязнение на начальных этапах развития .....	148
<b>Пристова Т. А.</b> Характеристика снежного покрова в лиственных насаждениях средней тайги Республики Коми .....	152
<b>Колесникова А. А., Таскаева А. А., Конакова Т. Н., Кудрин А. А.</b> Состав и численность почвенной фауны в районе с повышенным уровнем естественной радиоактивности (Республика Коми, пос. Водный) .....	154
<b>Юшкова Е. А., Зайнуллин В. Г., Пунегов В. В.</b> Механизмы фотогенотоксичности гиперидина, определяемые у дрозофилы методом «ДНК-комет», в тестировании <i>in vivo</i> .....	158
<b>Юфев Г. И.</b> Изменения в аграрном ландшафте и волны жизни насекомых.....	161
<b>Раскоша О. В., Ермакова О. В.</b> Индукция двунитевых разрывов ДНК в клетках щитовидной железы полевок, обитающих в условиях повышенного уровня радиоактивности и их потомков .....	163
<b>Букина Л. А., Игитова Д. М.</b> Гидробионты как диссеminatоpы личинок трихинелл в пресноводных экосистемах .....	165
<b>Гацалова И. Т., Цховребова А. И.</b> Скорость прохождения ранних стадий эмбриогенеза озёрной лягушки ( <i>Rana ridibunda</i> Pall) в разных экологических условиях.....	169

### СЕКЦИЯ 3

#### ЭКОЛОГИЯ ОРГАНИЗМОВ И МЕХАНИЗМЫ ИХ АДАПТАЦИИ К СРЕДЕ ОБИТАНИЯ

<b>Журавлёва И. А.</b> Пластичность <i>Solanum dulcamara</i> L. с позиций модульной организации .....	171
<b>Шишкина Н. И., Савиных Н. П.</b> Онтоморфогенез и фитоценоотические стратегии <i>Centaurea sumensis</i> Kalen. ....	175
<b>Дружкова М. П., Черемисинов М. В., Попыванова И. Б.</b> Регуляторы роста как инструменты вывода из состояния покоя клубней картофеля .....	177
<b>Черемисинов М. В.</b> Влияние протравителей семян на рост и развитие ячменя сорта Нур в первом поколении .....	180
<b>Гайнутдинов И. А., Абдуллин Ш. Р.</b> Цианобактерии, водоросли и высшие растения пещеры Игнатъевская.....	183
<b>Розина С. А., Макурина О. Н.</b> Динамика каталазной активности под воздействием ионов свинца, катионных синтетических поверхностно-активных веществ и их сочетания в тканях высшего водного растения <i>Ceratophyllum demersum</i> .....	184
<b>Свинолунова Л. С., Чиванова С. В., Огородникова С. Ю.</b> Применение показателей жизнедеятельности семян и линейного роста проростков в оценке токсичности метилфосфоновой кислоты и фторида натрия.....	187

<b>Коваль Е. В., Огородникова С. Ю.</b> Влияние цианобактерий <i>Nostoc linckia</i> на фитотоксичность метилфосфоновой кислоты.....	191
<b>Товстик Е. В., Широких И. Г.</b> Реакция актиномицетов на пирофосфат натрия .....	195
<b>Широких И. Г., Рябова О. В., Баталова Г. А.</b> Воздействие штамма-антагониста <i>Streptomyces hygroscopicus A4</i> на микромицеты в ризосфере овса .....	198
<b>Соловьёва Е. С., Широких И. Г.</b> Реакция стрептомицетов на токсические дозы тяжелых металлов .....	201
<b>Широких И. Г., Огородникова С. Ю., Абубакирова Р. И.</b> Результаты оценки фенотипических свойств растений картофеля, трансгенных по гену Fe-SOD.....	205
<b>Кротова Н. В., Баталова Г. А., Русакова И. И., Лисицын Е. М.</b> Эдафический стресс и кормовая продуктивность ярового овса .....	208
<b>Вологжанина Е. Н., Баталова Г. А., Русакова И. И.</b> Влияние эдафического стресса на зерновую продуктивность овса и элементы ее составляющие .....	212
<b>Фаизова Л. И., Зайцев Г. А.</b> Строение микориз сосны обыкновенной на отвалах Учалинского горно-обогатительного комбината .....	216
<b>Бакулина А. Э., Курашов Е. А., Крылова Ю. В.</b> Оценка пространственных неоднородностей в распределении фитопланктона в оз. Суури (Карельский перешеек) в связи с влиянием макрофитов .....	218
<b>Кудяшева А. Г.</b> Клеточные механизмы адаптационных процессов у мышевидных грызунов к техногенному загрязнению среды обитания .....	222
<b>Майорова А. И., Баталова Г. А.</b> Влияние биопрепаратов на фотосинтетический аппарат и структуру продуктивности голозерного овса ..	226
<b>Кондакова Л. В., Домрачева Л. И., Зыкова Ю. Н., Кондакова И. А.</b> Диатомовое «цветение» городских почв .....	230
<b>Домрачева Л. И., Трефилова Л. В.</b> Микробиологический контроль за развитием фузариозных инфекций.....	233
<b>Елькина Т. С.</b> Влияние отходов производства фторопластов на динамику численности почвенных водорослей.....	239
<b>Загирова С. В., Плюснина С. Н.</b> Структура фотосинтетического аппарата <i>Betula nana</i> на Приполярном Урале .....	242
<b>Масленникова О. В., Бякова О. В., Ермолина С. А.</b> К экологии возбудителей дирофиляриоза – нового зооноза на территории Кировской области.....	245
<b>Масленникова О. В.</b> Паразиты бурого медведя, опасные для человека.....	248
<b>Пирогова О. С., Кондакова Л. В.</b> Качественные и количественные показатели альгогруппировок пойменных биоценозов ГПЗ «Нургуш» .....	252
<b>Зимонина Н. М.</b> Альгоиндикация в диагностике северных торфяных почв, нарушенных в процессе нефтедобычи.....	255
<b>Савиных Н. П., Михайлова Е. А.</b> Побегообразование таволги вязолистной ( <i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.).....	259

## СЕКЦИЯ 4

### ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ

<b>Винокуров И. Ю., Ильин А. Л.</b> Применение системного подхода к агроэкосистемам .....	263
<b>Копысов И. Я., Овечкин П. Г.</b> Морфологическая диагностика дерново-подзолистых почв .....	264
<b>Добрынин А. Е., Пастухов А. В., Каверин Д. А., Лаптева Е. М.</b> Географическая характеристика почвенного покрова типичных северных тундр на примере бассейна р. Черная (Европейский Северо-Восток России) .....	268
<b>Лукашева М. В., Мигловец М. Н.</b> Суточный ход эмиссии метана в сообществах растений <i>Carex</i> и <i>Scheuchzeria</i> на мезо-олиготрофном болоте .	271
<b>Мязин В. А.</b> Изменение ферментативной активности почвы при её загрязнении нефтепродуктами.....	275
<b>Елькина Г. Я., Лаптева Е. М., Лиханова И. А., Холопов Ю. В.</b> Особенности сукцессионных изменений растительности и почв на залежных землях средней тайги .....	279
<b>Шамрикова Е. В., Кубик О. С.</b> Химические методы определения водорастворимых органических соединений почв .....	282
<b>Бондаренко Н. Н., Лаптева Е. М.</b> Влияние антропогенного воздействия на аминокислотный состав гумусовых кислот подзолистых почв .....	284
<b>Соломина Н. А., Щербакова Л. Ф.</b> Мониторинг тяжелых металлов в почвах г. Саратова .....	287
<b>Кочкина Н. Н., Полуэктова Е. А.</b> Оценка изменений агрохимических показателей земель сельскохозяйственного назначения в ООО «Петровское» Уржумского района Кировской области.....	289
<b>Горностаева Е. А., Калинин А. А., Кудряшов Н. А.</b> Влияние цианобактерий <i>Fischerella muscicola</i> на уровень поступления ионов меди (II) в вегетативную массу и семена <i>Sinapis alba</i> .....	293
<b>Лаптева Е. М., Виноградова Ю. А., Шергина Н. Н., Холопов Ю. В.</b> Влияние гидроморфизма на параметры биологической активности крайнесеверотаежных почв Республики Коми .....	296
<b>Березин Г. И., Злобин С. С., Домрачева Л. И., Кондакова Л. В.</b> Микробные комплексы при техногенном загрязнении почвы .....	300
<b>Лаптева Е. М., Перминова Е. М., Никифорова О. А., Бондаренко Н. Н.</b> Влияние сплошнолесосечных рубок на изменение ферментативной активности среднетаежных подзолистых почв Республики Коми.....	304
<b>Максимовских С. Ю., Плотникова О. М., Рыкова А. И., Митрохина Ю. Д.</b> Ферментативная активность почв в районе расположения объекта по уничтожению химического оружия в Курганской области .....	306
<b>Сметанина И. С., Тюлькин А. В.</b> Перспективность биодиагностических методов при оценке состояния почв и почвенного покрова.....	309
<b>Булдакова О. В., Семенов А. В.</b> Почвенно-экологический мониторинг дерново-подзолистых почв Чепецко-Кильмезского водораздела.....	311

<b>Прокашев А. М., Мокрушин С. Л., Соболева Е. С., Чепурнов Р. Р., Козош А. И., Парфенов М. И.</b> Пространственно-временные особенности долины средней Вятки в районе заповедника «Нургуш» .....	314
<b>Куликов Я. К., Гаевский Е. Е.</b> Экологические особенности окультуривания дерново-подзолистой песчаной почвы на основе торфования и землевания.....	319
<b>Кислицына А. П., Кузнецова С. А.</b> Влияние длительного внесения бесподстильного навоза на агрохимические свойства дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы .....	321

## СЕКЦИЯ 5

### МОНИТОРИНГ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

<b>Артамонова В. С.</b> Современные подходы к диагностике жизнеспособности неоландшафтов посттехногенного периода .....	325
<b>Турубанова Л. П., Лиханова И. А., Железнова Г. В., Пыстина Т. Н.</b> Сукцессионные изменения растительности на посттехногенных территориях крайнесеверной тайги при посеве разных видов многолетних трав .....	328
<b>Ашихмина Т. Я.</b> Экологические проблемы региона, пути решения.....	332
<b>Кузнецов М. А., Осипов А. Ф., Бобкова К. С.</b> Динамика содержания углерода фитомассы древостоев в заболоченных хвойных насаждениях подзоны средней тайги .....	335
<b>Медведева Н. В., Козаченко М. А.</b> Оценка состояния лесных насаждений, располагающихся в зоне распространения вредных выбросов Саратовского нефтеперерабатывающего завода.....	337
<b>Робакидзе Е. А., Торлопова Н. В.</b> Динамика химического состава хвои ели в условиях действия целлюлозно-бумажного производства .....	341
<b>Власова Н. В., Кавеленова Л. М., Блащенко К. В., Манжос М. В.</b> Некоторые итоги начального этапа палиноэкологического мониторинга атмосферного воздуха г. Самары .....	344
<b>Ашихмина Т. Я., Домрачева Л. И., Широких И. Г., Дабах Е. В., Домнина Е. А., Кантор Г. Я.</b> Состояние урбоэкосистем подзоны южной тайги (на примере г. Кирова и Кировской области) .....	348
<b>Кабалоев З. В.</b> Выявление локальных участков почв г. Владикавказа, загрязненных тяжелыми металлами.....	356
<b>Новикова Е. А.</b> Ранжирование лесной территории санитарно-защитной зоны объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский» по степени устойчивости к атмосферному загрязнению .....	358
<b>Ашихмина Т. Я., Домнина Е. А., Кондакова Л. В., Огородникова С. Ю., Новикова Е. А.</b> Использование биологических методов оценки атмосферного загрязнения в районе объекта хранения и уничтожения химического оружия .....	364
<b>Новыйдарский Ю. В., Ашихмина Т. Я.</b> Мониторинг поверхностных вод в районе объекта хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский» .....	366

<b>Кочурова Т. И.</b> Динамика структурных характеристик макрозообентоса р. Вятки в зоне защитных мероприятий объекта хранения и уничтожения химического оружия пос. Мирный.....	370
<b>Плотникова О. М., Матвеев Н. Н., Шингаренко Т. А.</b> Экологический мониторинг поверхностных вод в районе расположения объекта по уничтожению химического оружия в Курганской области.....	373
<b>Сунцова Е. С., Домнина Е. А., Ашихмина Т. Я.</b> Изучение содержания радионуклидов в растительности, преобладающей на участках мониторинга в районе Кирово-Чепецкого химического комбината.....	375
<b>Рачкова Н. Г., Шуктомова И. И.</b> Физико-химические формы радионуклидов уранового и ториевого рядов распада в водоемах зоны влияния бывших объектов радиевого промысла .....	378
<b>Перминова Л. Н., Майстренко Т. А.</b> Влияние хронического радиационного воздействия на показатели репродуктивной способности травянистых растений из природных популяций .....	381
<b>Кутявина Т. И., Домнина Е. А., Ашихмина Т. Я.</b> Изменение химического состава Омутнинского пруда под действием процессов эвтрофикации .....	384
<b>Пяткова С. В., Шевченко Ю. С.</b> Оценка токсичности природных вод методом Allium-теста.....	386
<b>Зотов А. В., Кавеленова Л. М.</b> К возможностям оценки генотоксической активности листового опада с использованием Allium-теста.....	389
<b>Бактыбаева З. Б., Кадырова В. А., Габидуллина Г. Ф.</b> Изучение водорослей и цианопрокариот в условиях техногенных экосистем (на примере Баймакского района Республики Башкортостан) .....	393
<b>Менялин С. А., Домнина Е. А., Панфилова И. В., Ашихмина Т. Я.</b> Экологический контроль и мониторинг в районе объекта хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский».....	395
<b>Ельшина Е. П., Петухова Е. С., Сунцова Е. С., Ашихмина Т. Я.</b> Сравнительная характеристика содержания железа, марганца, никеля, кадмия, меди, свинца и цинка в растительных объектах .....	397

## СЕКЦИЯ 6

### ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ И ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

<b>Бурков Н. А.</b> О государственной экологической политике в Кировской области.....	401
<b>Хохлов А. А.</b> Из истории изучения памятников природы геолого-ботанического комплекса на р. Немда Советского района.....	406
<b>Соловьев А. Н.</b> К истории охраны флоры и фауны Кировской области.....	409
<b>Ахмеров А. С.</b> Эколого-географические проблемы лесовосстановления в Кировской области .....	413
<b>Белозерцева И. А., Абалаков А. Д., Дроков В. В.</b> Современное состояние ландшафтов в окрестностях р. Сарма на побережье Байкала.....	418

<b>Харрасова Э. Н., Гарипова С. Р., Гарипова С. Т.</b> Гора Байрам-Тау как возможный памятник природы и историко-культурного наследия, связанного с именем С. Т. Аксакова .....	421
<b>Галлямова Л. Р., Гарипова С. Р.</b> Экологический аудит территории близ пос. Алкино Чишминского района Республики Башкортостан с целью придания ему природоохранного статуса.....	425
<b>Гудовских Ю. В., Егорова Н. Ю., Егояшина Т. Л., Катаргина Н. И., Ковригина Т. А., Лугинина Е. А., Ляпунов А. Н., Оботнин С. И., Пережогина М. С., Сулейманова В. Н., Тужаров Е. С.</b> Экологическое обследование территорий, планируемых для присоединения к национальному парку «Югыд ва» .....	429
<b>Пересторонина О. Н., Домнина Е. А., Шабалкина С. В., Савиных Н. П., Охорзин Н. Д.</b> Оценка состояния некоторых ООПТ Кировской области на основании материалов инвентаризационной ревизии.....	433
<b>Гончарова Н. Н., Дёгтева С. В., Дубровский Ю. А., Железнова Г. В., Канев В. А.</b> Ценотическая структура и видовое разнообразие растительного покрова окрестностей межгорных озер (Приполярный Урал, национальный парк «Югыд ва»).....	437
<b>Чермных Л. Н., Савиных Н. П.</b> Состояние ценопопуляций лапчатки распростертой на ООПТ «Медведский бор».....	441
<b>Канев В. А.</b> Флора лесного заказника «Ёртомский» (Удорский район, Республика Коми) .....	444
<b>Рябов В. М.</b> Некоторые аспекты мониторинга позвоночных животных на территории ГПЗ «Былина» .....	447
<b>Стрельников Д. П., Масленникова О. В.</b> Акклиматизация и распространение американской норки в антропогенных ландшафтах Кировской области.....	450
<b>Пестов С. В.</b> Редкие и малоизвестные двукрылые Республики Коми. ....	453
<b>Ковригина Т. А., Мусихина Е. Д., Оботнин С. И., Тужаров Е. С.</b> Материалы по мониторингу урожайности клюквы болотной ( <i>Oxycoccus palustris</i> L.) в условиях южных тундр Пуровского района Ямало-Ненецкого автономного округа за 2011–2013 гг. ....	456
<b>Тимушева О. К.</b> Подбор сортов смородины черной для подзоны средней тайги Республики Коми .....	460
<b>Лачоха Е. П.</b> Находка <i>Veronica urticifolia</i> Jacq. на участке «Тулашор» заповедника «Нургуш» .....	464
<b>Соловьев А. Н.</b> Находки на территории Кировской области грибов и животных, занесенных в Красную книгу .....	466
<b>Канев В. А.</b> Флора комплексного заказника «Косчовча» (Удорский район, Республика Коми) .....	471
<b>Фомина М. Г., Портнягина Н. В., Пунегов В. В.</b> Опыт выращивания редкого вида <i>Hedysarum alpinum</i> в среднетаежной подзоне Республики Коми .....	474

<b>Капустина Н. В., Егорова Н. Ю., Егошина Т. Л., Рябова Е. В.</b> Состояние ценопопуляций некоторых представителей семейства <i>Orchidaceae</i> на территории ГПЗ «Былина» .....	478
<b>Мартынов А. П., Антипов В. В.</b> Запасы травянистой растительности в бобровых поселениях на р. Большой Кинель Самарской области.....	482
<b>Тарасова Е. М., Целищева Л. Г., Лачоха Е. П., Кондрухова С. В., Шубин С. Е.</b> Федеральные особо охраняемые природные территории – гаранты сохранения биологического разнообразия регионов и России .....	484
<b>Шубин С. Е.</b> О находках желтогорлых мышей на территории заповедника «Нургуш».....	489
<b>Целищева Л. Г.</b> Результаты использования ловушек Мёрике в эколого-фаунистических исследованиях насекомых .....	490
<b>Кулакова О. И., Татаринов А. Г.</b> Массовое размножение и новые виды чешуекрылых (Insecta, Lepidoptera) на территории Республики Коми в 2009–2013 гг. ....	495
<b>Плюснин С. Н., Бобров Ю. А.</b> Разработка программы экологического мониторинга особо охраняемых природных территорий южных районов Республики Коми и участие в ее реализации студентов Сыктывкарского государственного университета.....	497

## СЕКЦИЯ 7

### РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ, ОБРАЗОВАНИЯ И ПРОСВЕЩЕНИЯ

<b>Артемова Р. А., Макаренко З. П., Белозор Т. А., Головизнина Н. Л., Соловьева М. Ф.</b> Деятельность общественных организаций по формированию экологической культуры в Год защиты окружающей среды .....	501
<b>Чемоданова Е. А.</b> Региональные электронные экологические ресурсы на странице центра экологической информации и культуры КОУНБ им. А. И. Герцена .....	505
<b>Димитриева К. С., Дружакина О. П.</b> Развитие экологической культуры населения как обязательное условие селективного сбора отдельных видов твердых бытовых отходов в России .....	508
<b>Семенов Ю. В., Раманахан М.</b> Научная поддержка экологического образования .....	512
<b>Неверова Т. В.</b> Обеспечение высокого качества организации образовательного процесса по экологии на основе эффективного использования современных образовательных технологий .....	515
<b>Куклина Г. Л.</b> Формирование экологической компетентности через исследовательскую деятельность учащихся на уроках и во внеурочное время .....	517
<b>Демидов В. А.</b> Авторская программа курса «Экологические проблемы своей местности».....	520
<b>Шишкин Е. А.</b> Экологическая направленность изучения химии в учреждениях среднего (полного) общего образования.....	524

<b>Михайлова К. В.</b> Экологические аспекты в опыте школьных экскурсий по ландшафтоведению .....	526
<b>Снытко В. А., Широкова В. А., Низовцев В. А.</b> Экологические исследования экспедиции по изучению исторических водных путей .....	529
<b>Четверикова Д. А., Черемисинов М. В., Попыванова И. Б.</b> Создание альпийской горки и благоустройство внутреннего двора .....	533

## СЕКЦИЯ 8

### ЭКОЛОГИЯ СРЕД ОБИТАНИЯ И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

<b>Широких И. Г.</b> Агробиотехнологии как одно из условий интенсификации производства продовольствия при улучшении качества окружающей среды .....	537
<b>Пересторонин К. И.</b> Органическое сельское хозяйство – новое направление в экономике российского села.....	540
<b>Бяков Д. Ю.</b> Внедрение современной инновационной технологии производства продукции для общественного питания на российском рынке .....	544
<b>Ильницкий В. Г.</b> Эко рынок «Вятский базар».....	546
<b>Чекмак О. Д.</b> Внедрение системы производства и реализации органических продуктов питания в Кировской области.....	548
<b>Лаптева Н. К.</b> Продукты из ржи для здорового питания .....	553
<b>Брандорф А. З.</b> Апипродукты – источники биологически активных веществ для рационального питания человека .....	556
<b>Григорович М. С., Носкова О. Ю.</b> Биоряженка «Бифидум Вятская Неженка» и биопростокваша «Бифидум Вятская Снежинка» – продукты профилактического пробиотического питания для детей раннего возраста ..	560
<b>Куприянова М. Ю., Егорова Л. Д.</b> Влияние факторов среды обитания на функциональное состояние организма детей и подростков .....	563
<b>Ефремова Р. И., Воронина Г. А., Карих Т. М., Лебедева С. В.</b> Время двигательных реакций у юных лыжников с исходным нормотоническим типом вегетативной регуляции.....	566
<b>Боднарь И. С., Зайнуллин В. Г., Кондратёнок Б. М.</b> Микроэлементный статус детского населения Республики Коми .....	569
<b>Касьянов В. Н.</b> Оценка умственной работоспособности учащихся в современном образовательном пространстве .....	571
<b>Лыбенко Е. С.</b> Изучение влияния ржаной сухой послеспиртовой барды на реологические свойства пшеничного теста .....	574
<b>Куликова Л. Е., Лундовских И. А., Чичерин И. Ю., Погорельский И. П.</b> Космическая одиссея микробиоты человека начинается с Земли .....	576
<b>Марьина А. В., Шушканова Е. Г.</b> Особенности проявления синдрома дефицита внимания с гиперактивностью у студентов .....	578
<b>Власова О. В.</b> Формирование культуры здорового питания школьников в образовательных учреждениях .....	581
<b>Попыванов Д. В.</b> Оценка индивидуального экологического риска для жителей Кировской области при поступлении загрязняющих веществ с питьевой водой .....	584

# СЕКЦИЯ 1

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ

### БИОСЕНСОРНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТИЛАМИНА, ДИМЕТИЛАМИНА И ТРИМЕТИЛАМИНА В ВОДНОЙ СРЕДЕ

Т. Н. Кувичкина<sup>1</sup>, А. В. Полякова<sup>2</sup>, Е. Н. Капаруллина<sup>1</sup>, Н. В. Доронина<sup>1</sup>,  
Ю. А. Троценко<sup>1</sup>, А. Н. Решетилов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрыбина РАН,  
<sup>2</sup> Тульский государственный университет, kuv@ibpm.pushchino.ru

Метилированные амины как общие предшественники в органическом синтезе применяются в производстве инсектицидов, лекарственных средств, растворителей. Так, метиламин (МА) используется в производстве фунгицидов, дубильных веществ, красителей, ракетных топлив. Диметиламин (ДМА) – гербицидов и моющих средств. Триметиламин (ТМА) – бактерицидов, кормовых добавок, реагентов для флотационных процессов. Промышленное производство МА составляет  $1,0 \times 10^6$  т/год, ДМА –  $2,7 \times 10^5$  т/год, ТМА –  $3,5 \times 10^4$  т/год. Известно, что попадание и накопление метилированных аминов в грунтовых водах приводит к ухудшению качества питьевой воды. Предельно допустимая концентрация МА в воде составляет 1 мг/л (33 мкМ). Метилированные амины могут находиться в водоёмах, промышленных стоках и служить предшественниками канцерогенных и мутагенных соединений. Поэтому закономерен интерес исследователей к их мониторингу в водной среде. Известен хроматографический метод определения метилированных аминов (МА, ДМА, ТМА) в газовой фазе (Egure et al., 2010). Метилированные амины можно определять в водных растворах методом титрования. Однако, методика титрования предусматривает использование для анализа сотни мг вещества (Сиггиа, Ханна, 1983).

Целью данной работы являлось разработка биосенсорного метода для определения МА (ДМА и ТМА) в водной среде на основе иммобилизованных клеток штамма *Methylophila musalis* ВКМ В-2646 в качестве биорецептора и кислородного электрода Кларка в качестве преобразователя.

**Методика. Объект исследования.** В работе использовали штамм аэробных метиловых бактерий *Methylophila musalis* ВКМ В-2646, хранящийся во Всероссийской коллекции микроорганизмов (ВКМ).

**Среда и условия культивирования.** Метилотрихобактерии выращивали на среде «К», которая содержала (г/л):  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  – 2,0;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 0,125;  $\text{NaCl}$  – 0,5;  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 0,002; значение pH 7,2 устанавливали 3М NaOH. Для приготовления всех растворов и буферов использовали дистиллированную или деионизованную воду.

Культивирование проводили в колбах объёмом 750 мл, содержащих 200 мл среды. После стерилизации (1 атм.; 30 мин) в среду добавляли 1 мл 30%

(об/об) метиламина и 20 мл жидкой посевной культуры или заседали смывом стерильной средой с агаризованной скошенной культуры. Метилробактерии инкубировали на качалке (140 об/мин) при температуре 29°C до начала стационарной фазы роста (2–5 сут.). Штамм поддерживали пересевом на агаризованной (2% агара «Difco») среде «К» с метанолом. Биомассу (конец экспоненциальной фазы роста) отделяли центрифугированием при 5000 g в течение 30 мин, +4 °С. Клеточную суспензию хранили в холодильнике при +4 °С.

**Иммобилизация клеток.** Для иммобилизации аликвоту клеточной суспензии центрифугировали при 10 000 g в течение 3 мин при комнатной температуре. Клетки отмывали дважды 50 мМ К-фосфатным буфером, рН 7,5. Иммобилизацию клеток *M. musalis* ВКМ В-2646 осуществляли методом физической адсорбции. Для этого клеточную суспензию, содержащую 10 мкл 50 мМ К-фосфатного буфера (рН 7,5) с 1 мг сырой биомассы, наносили на полоску носителя, формируя пятно диаметром 5 мм. Пятно подсушивали при комнатной температуре в течение 20 мин. Подготовленный таким образом биорецептор фиксировали на измерительной поверхности кислородного электрода типа Кларка («Кронас», Россия) с помощью нейлоновой сетки.

**Условия измерений.** Измерения проводили в открытой кювете объёмом 2 мл в 50 мМ К-фосфатном буфере (рН 7,5), насыщенном кислородом, при комнатной температуре. Для управления прибором и регистрации измерений использовался потенциостат РС-Micro («Кронас» (Россия) и персональный компьютер. Потенциостат РС-Micro управлялся программой, позволяющей регистрировать ответ биосенсора. Регистрируемым параметром при фиксированном потенциале (-700 мВ) являлась максимальная скорость изменения выходного сигнала  $dI/dt$  (нА/с), связанная пропорциональной зависимостью со скоростью изменения концентрации потреблённого кислорода (ответ сенсора). После установления постоянного уровня тока в ячейку микропипеткой вводили 100 мкл пробы субстрата. После каждого добавления субстрата производили промывку ячейки фосфатным буфером. Для обработки полученных результатов использовали компьютерную программу для нелинейной регрессии (Программа Sigma Plot 11).

**Долговременная стабильность биосенсора.** Её определяли путём ежедневного измерения величины ответа сенсора на одну и ту же концентрацию метиламина (0,12 мМ) в течение 5 дней.

*Результаты и их обсуждение.* В таблице приведены данные об ответе биосенсора на основе клеток *M. musalis* ВКМ В-2646, иммобилизованных на различные носители, при введении в кювету МА.

Показана принципиальная возможность использования мембран «Владипор» с фиксированным размером пор (50, 100, 220 нм) в качестве носителей для иммобилизации микробных клеток при создании биорецептора для определения МА (ДМА и ТМА). Однако самые большие ответы получены при использовании в качестве носителя хроматографической бумаги «Whatman GF/A» (Великобритания). Этот носитель и был использован в дальнейших исследованиях.

**Сравнение носителей для биорецептора  
на основе ИмК *M. musalis* ВКМ В-2646**

№ п/п	Название носителя, производитель	Ответ сенсора, %
1.	Хроматографическая бумага «Whatman GF/A» (Великобритания)	100,0
2.	Нетканый материал микроволокнистый МВ 1 (Россия, Серпухов)	Клетки смылись
3.	Мембраны «Владипор» п. 612 регенерированная целлюлоза на полипропилене (размер пор 50 нм) (Россия, Владимир)	27,4
4.	Мембраны «Владипор» п. 22 полисульфонамид на лавсане (размер пор 100 нм) (Россия, Владимир)	65,5
5.	Мембраны «Владипор» п. 213 полиэфирсульфон на лавсане (размер пор 220 нм) (Россия, Владимир)	74,5
6.	Мембраны «Владипор» п. 240 ацетат целлюлоза на тканевом лавсане (размер 100 нм) (Россия, Владимир)	97,4

На рис. 1 представлена градуировочная кривая зависимости ответа сенсора от концентрации МА.

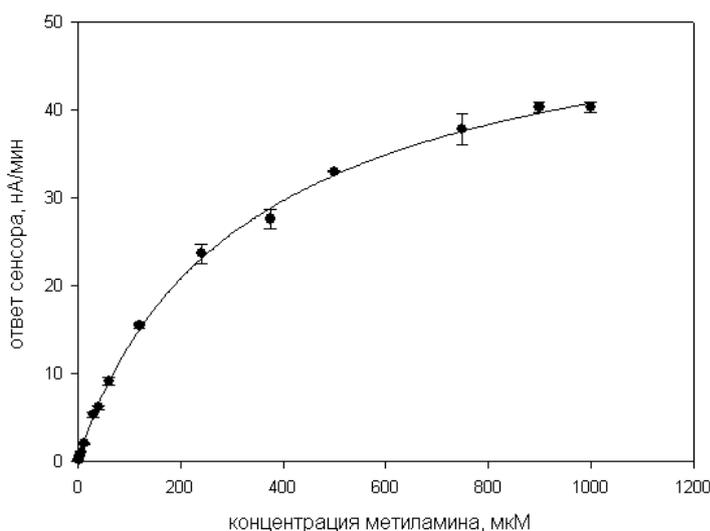


Рис. 1. Градуировочная кривая зависимости ответа биосенсора на основе ИмК штамма *M. musalis* ВКМ В-2646 от концентрации МА

Скорость окисления МА повышалась по мере увеличения его концентрации. Следует отметить, что градуировочный график включает в себя концентрацию, равную ПДК для метиламина в воде (ПДК=1 мг/л или 33 мкМ).

Длительность одного измерения, включающая время отклика и время регенерации, составила 10 минут. Долговременная стабильность штамма *M. musalis* ВКМ В-2646 составила 5 дней при хранении электрода с рецептором в 50 мМ К-фосфатном буферном растворе pH 7,5 при +4° С.

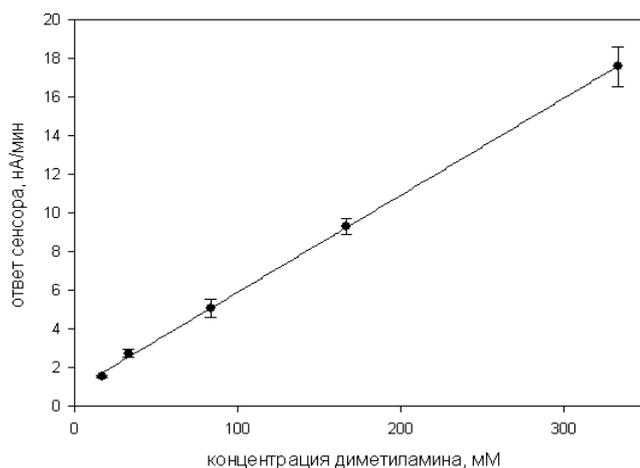


Рис. 2. Градуировочная кривая зависимости ответа биосенсора на основе ИмК штамма *M. musalis* ВКМ В-2646 от концентрации ДМА

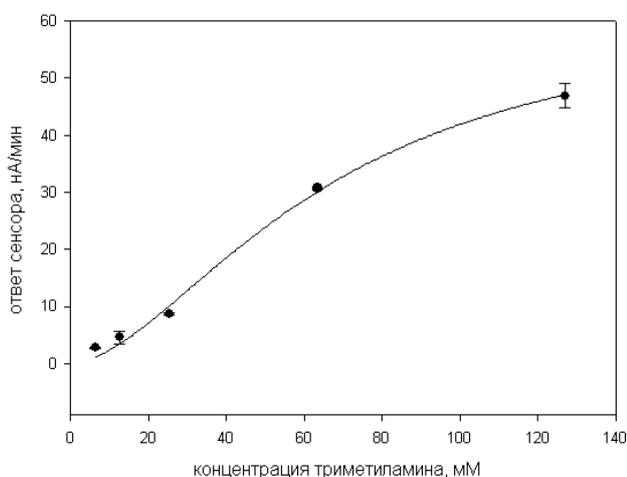


Рис. 3. Градуировочная кривая зависимости ответа биосенсора на основе ИмК штамма *M. musalis* ВКМ В-2646 от концентрации ТМА

Таким образом, разработан биосенсорный метод для определения МА (ДМА и ТМА) в водной среде на основе ИмК клеток штамма *Methylophila musalis* ВКМ В-2646 в качестве биорецептора и кислородного электрода Кларка в качестве преобразователя.

### Литература

Сиггиа С., Ханна Дж. Г. Количественный органический анализ по функциональным группам. М.: Химия, 1983. 672 с.

Erupe M. E., Liberman-Martin A., Silva P. J., Malloy Q. G., Yonis Y., Cocker Iii D. R., Purvis-Roberts K. Determination of Methylamines and Trimethylamine-N-oxide in Particulate Matter by Non-suppressed Ion Chromatography // Journal of Chromatography. 2010. V. 1217. № 13. P. 2070–2073.

## ПЬЕЗОКВАРЦЕВЫЙ ИММУНОСЕНСОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАКТОПАМИНА В МЯСЕ

*Н. А. Карасева, О. В. Фарафонова, М. В. Попова, Т. Н. Ермолаева*  
*Липецкий государственный технический университет,*  
*karaseva\_nadia@mail.ru*

Рактопамин, относящийся к стимуляторам роста –  $\beta$ -агонистам, используется в ряде стран в качестве кормовой добавки, стимулирующей повышение эффективности использования кормов, наращивание мышечной массы и сокращение жировой прослойки. Однако, употребление в пищу продукции, содержащей рактопамин, может привести к тахикардии и прогрессированию сердечной недостаточности. По этой причине рядом стран (страны Евросоюза, Китай, Россия др.) запрещено применение рактопамина в животноводстве. Однако возможен ввоз на территорию страны мясной продукции государствами (Бразилия, США, Канада, Австралия, Аргентина и др.), где он продолжает использоваться.

В настоящее время для определения рактопамина применяются методы иммуноферментного анализа и высокоэффективной жидкостной хроматографии (Lehner, 2004; Du W, 2013). Высокая стоимость оборудования и продолжительность анализа, включающего дополнительные стадии пробоподготовки, ограничивает применение данных методов для рутинного анализа. Поэтому существует потребность в разработке более простых и экспрессных способов определения рактопамина, например, с использованием иммуносенсоров (Karaseva, 2012, 2013).

Целью настоящей работы является разработка методики определения рактопамина в пищевой продукции с помощью пьезокварцевого иммуносенсора. Для формирования рецепторного слоя сенсора применяли ковалентной способ иммобилизации: на предварительно сформированную подложку на основе  $\gamma$ -аминопропилтриэтоксисилана с помощью бифункционального реагента – глутарового альдегида пришивали молекулы рактопамин-белкового конъюгата.

Рактопамин-белковый конъюгат синтезировали по методу активированных эфиров. Реакция конъюгирования проходила в несколько стадий. На первой стадии осуществлялась активация карбоксильных групп белковой молекулы с помощью N,N-дициклогексилкарбодиимида, затем к активированным карбоксильным группам присоединялся гаптен за счет образования прочных ковалентных связей.

Для определения аффинности антител, применяемых в анализе, проводили кинетические исследования иммунохимической реакции, протекающей на поверхности электрода сенсора, и рассчитывали значение константы аффинности ( $K_{\text{аф}}$ ) по отношению констант скорости прямой ( $k_p$ ) и обратной реакций ( $k_o$ ). Полученные значения ( $k_o=5,61 \cdot 10^6$  моль<sup>-1</sup>·л·с<sup>-1</sup>,  $k_p=5,52 \cdot 10^{-3}$  с<sup>-1</sup>,  $K_{\text{аф}}=1,02 \cdot 10^9$  М<sup>-1</sup>) свидетельствуют о практически мгновенном образовании иммунокомплекса, его высокой прочности и возможности применения иммунореагентов для определения следовых концентраций рактопамина.

Поскольку рактопамин относится к низкомолекулярным соединениям, его определение проводили в конкурентном формате анализа. Для этого к анализируемой пробе добавляли фиксированное количество антител к рактопамину, соответствующее 50%-ному связыванию, выдерживали в течение 5–10 мин до завершения реакции образования гомогенного комплекса антитело-антиген, а затем отбирали пробу в виде капли и наносили на поверхность сенсора. Антитела, не связавшиеся в гомогенный комплекс, взаимодействовали с конъюгатом, иммобилизованным на поверхности электрода, после чего поверхность сенсора промывали, высушивали до постоянной массы и регистрировали аналитический сигнал сенсора ( $\Delta f$ ) на воздухе.

Концентрацию антител, соответствующую 50%-ному связыванию (2,7 мкг/мл), определяли на линейном участке зависимости  $\Delta f$  от концентрации антител.

Определение рактопамина осуществляли методом градуировочного графика. Для построения графика использовали растворы рактопамина с концентрацией 1,0, 0,5, 0,25, 0,1 (мкг/мл), которые разбавляли фосфатным буферным раствором, добавляли фиксированное количество антител. Градуировочный график линейен в диапазоне концентраций рактопамина 0,1–1,0 нг/мл, предел обнаружения  $\beta$ -агониста составляет 0,05 нг/мл. Оценено мешающее влияние компонентов белковой природы и показано, что с помощью пьезокварцевого сенсора возможно селективное определение рактопамина в присутствии таких молекул. Иммуносенсор апробирован при определении рактопамина в свинине.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (грант №13-03-97505 «Селективность и эффективность молекулярного распознавания и определения гормонов и бэта-агонистов с помощью пьезокварцевого иммуно- и биомиметического сенсора»).

#### Литература

Du W, Zhang S, Fu Q and all. Combined solid-phase microextraction and high-performance liquid chromatography with ultraviolet detection for simultaneous analysis of clenbuterol, salbutamol and ractopamine in pig samples // *Biomed Chromatogr.* 2013.

Karaseva N. A. Ermolaeva T. N. A piezoelectric immunosensor for chloramphenicol detection // *Talanta.* 2012. V. 93. P. 44–48.

Karaseva N. A., Ermolaeva T. N. Piezoelectric immunosensors for toxins' detection in foodstuffs // *Key Engineering Materials.* 2013. Vol. 543. P. 515–518.

Lehner AF, Hughes CG, Lehner AF Detection and confirmation of ractopamine and its metabolites in horse urine after Paylean administration // *J. Anal Toxicol.* 2004. 28(4). P. 226–38.

## БИОСЕНСОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ 2,4-ДИНИТРОФЕНОЛА: ЗАМЕНА ФОСФАТОВ НА ДИСТИЛЛИРОВАННУЮ ВОДУ

*Е. В. Емельянова*

*Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрыбина РАН,  
elenvem@ibpm.pushchino.ru*

Одна из актуальных проблем современности – загрязнение окружающей среды опасными для здоровья человека устойчивыми токсичными соединениями. В результате промышленной деятельности человека в окружающую среду поступают ароматические углеводороды и их производные. Фенол и его производные присутствуют в сточных водах производств пластика и синтетических масел, нефтеперерабатывающих, газо- и угледобывающих производств. Нитрофенолы, обладающие токсичными и мутагенными свойствами (Harter, 1985; Zimmermann, 1985), широко используются при производстве красителей, пестицидов и взрывчатых веществ. Предельно допустимые концентрации содержания нитроароматических соединений в воде составляют порядка сотых долей миллиграмма в литре, для 2,4-динитрофенола (2,4-ДНФ) эта концентрация не превышает 0,03 мг/л ( $1,6 \times 10^{-7}$  М). Поэтому необходимы эффективные способы контроля содержания этих веществ в окружающей среде.

Традиционно для определения содержания 2,4-ДНФ применяют спектрофотометрический метод и ВЭЖХ (Сингирцев, 1994; Lenke, 1992). В последнее время для определения токсичных соединений всё большее применение находят биосенсорные системы анализа. К числу несомненных преимуществ биосенсоров, по сравнению с физико-химическими методами анализа, следует отнести возможность производить количественное определение химических веществ в смесях без их предварительного разделения. Биосенсоры также отличаются простотой, экономичностью и позволяют ускорить процедуру анализа по сравнению с традиционными методами. Кроме того, они обладают достаточно высокой чувствительностью и селективностью.

Впервые в работе (Emelyanova, 2001) была показана возможность создания микробного сенсора для определения 2,4-ДНФ. Затем нами была предложена лабораторная модель амперометрического биосенсора мембранного типа для определения 2,4-ДНФ. Биорецептором в нём служили клетки *Rhodococcus erythropolis* HL PM-1, иммобилизованные методом физической сорбции на хроматографической стеклобумаге, а преобразователем – кислородный электрод типа Кларка в комплекте с усилительной системой Ingold 5313/10. Все измерения проводили в 50 мМ К-Na-фосфатном буферном растворе (рН 7,4), насыщенном кислородом воздуха, в открытой кювете с рабочим объёмом 5 мл при постоянном перемешивании и температуре 20–22 °С. Измеряемым параметром являлась максимальная скорость изменения выходного сигнала  $dI/dt$  (рА/с) в ответ на внесение 2,4-ДНФ в измерительную кювету (ответ сенсора). Ответ сенсора регистрировали с помощью двухкоординатного самописца XY Recorder-4103. Этот параметр был связан пропорциональной зависимостью со скоростью изменения концентрации кислорода, который потреблялся иммоби-

лизованными клетками культуры-рецептора *R. erythropolis* HL PM-1 в ответ на внесение 2,4-ДНФ в измерительную кювету.

Созданная лабораторная модель биосенсора на основе клеток *Rhodococcus erythropolis* позволяла обнаруживать 2,4-ДНФ в широком диапазоне концентраций от  $10^{-12}$  до  $10^{-3}$  М.

Биосенсор был чувствителен к динитрофенолу в диапазоне концентраций от  $1 \times 10^{-5}$  до  $1,5 \times 10^{-3}$  М. Между ответом биосенсора и концентрацией динитрофенола существовала линейная зависимость в диапазоне от  $2 \times 10^{-5}$  до  $20 \times 10^{-5}$  М, что позволяло определять концентрацию 2,4-ДНФ.

С помощью предлагаемого биосенсора можно было определять и низкие концентрации 2,4-динитрофенола (от  $1 \times 10^{-5}$  до  $1 \times 10^{-12}$  М), используя открытый «эффект соокисления» (Emelyanova, 2001): при внесении дополнительного субстрата дыхания – этанола.

Как уже отмечалось выше, одно из преимуществ биосенсоров в том, что они требуют небольших количеств химических реагентов, утилизация которых не создаёт дополнительных трудностей и не наносит ущерб окружающей среде. Поэтому для биосенсора на 2,4-ДНФ, чтобы снизить загрязнение среды фосфатами, была изучена возможность замены фосфатного буфера на дистиллированную воду.

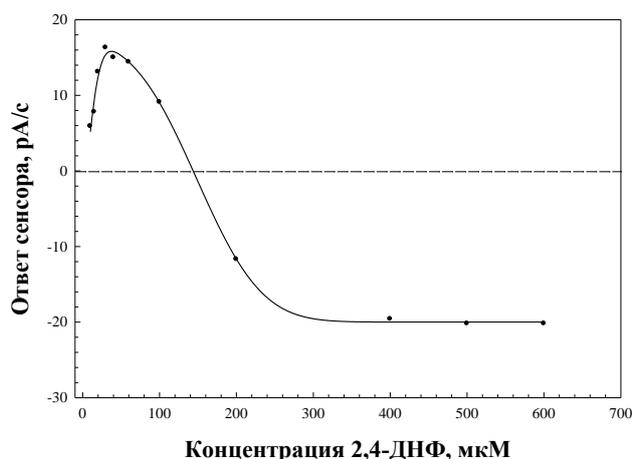


Рис. 1. Калибровочная зависимость сенсора при использовании дистиллированной воды (рН 4,3-4,6) качестве измерительного раствора

Для этого при исследовании зависимости ответа биосенсора от концентрации 2,4-ДНФ измерительная кювета содержала не фосфатный буфер, а дистиллированную воду, которую использовали без доведения рН. Была получена нехарактерная зависимость ответа биосенсора от концентрации определяемого вещества (рис. 1). Наблюдали два типа откликов биосенсора. В первом диапазоне концентраций динитрофенола происходила активация дыхания культуры-рецептора при внесении в измерительный раствор 2,4-ДНФ (ответ биосенсора со знаком +). В следующем диапазоне концентраций наблюдали ингибирование дыхания культуры в ответ на динитрофенол (ответ биосенсора со знаком -).

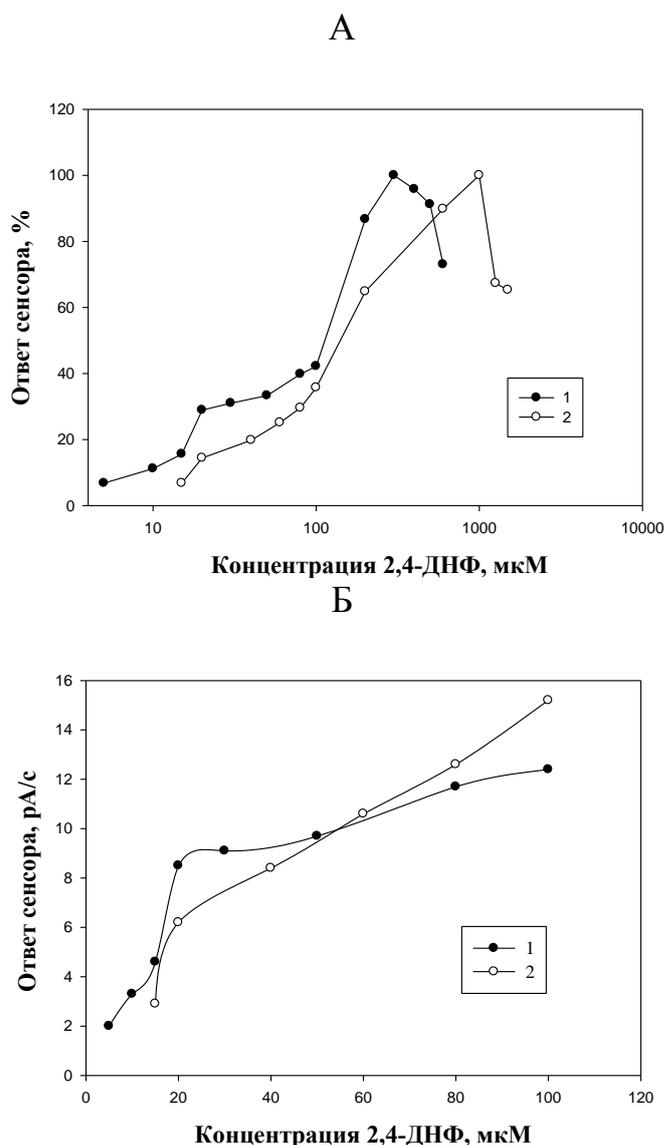


Рис. 2. Калибровочная зависимость сенсора при использовании различных растворов в качестве измерительного раствора: 1 – дистиллированной воды (рН 7,4; NaOH); 2 – калий-натрий-фосфатного буфера (рН 7,4; 50 мМ).  
 А – реакция сенсора дана в процентах от максимальной для данного раствора;  
 Б – реакция сенсора дана в pA/c

Для диапазона 100-200 мкМ 2,4-ДНФ (рис. 1) было рассчитано уравнение линейной зависимости  $R=f(C)$ , где  $R$  – ответ сенсора в pA/c, а  $C$  – концентрация 2,4-ДНФ:  $R=26,7-0,188C$ . На основании полученного уравнения определена концентрация динитрофенола, при которой ответ сенсора менял знак на противоположный: около 140 мкМ. В этой области активация дыхания клеток культуры-рецептора в ответ на введение 2,4-ДНФ (ответ биосенсора при концентрации динитрофенола ниже 140 мкМ) сменялась ингибированием дыхания (ответ сенсора при концентрации 2,4-ДНФ выше 140 мкМ).

*Rhodococcus erythropolis* – некислотоустойчивые бактерии. Необычный характер калибровочного графика при замене буфера дистиллированной водой (рН=4,3-4,6) был связан, очевидно, с ингибирующим действием на дыхание

клеток культуры-рецептора кислоты, которая образуется в биорецепторе при метаболизме 2,4-ДНФ.

При замене буферной системы (рН 7,4) на дистиллированную воду с тем же рН (рН 7,7; с помощью NaOH) ингибирующее действие кислоты нейтрализовалось, кривая приобретала характерный вид (рис. 2А – кривая 1). Однако, по сравнению с раствором, обладающим буферной ёмкостью, при использовании воды расширялась область ингибирующих концентраций динитрофенола, при которых наблюдали снижение интенсивности дыхания клеток культуры-рецептора. При использовании дистиллированной воды снижение интенсивности дыхания наступало значительно раньше по сравнению с буферной системой: при концентрации 2,4-ДНФ 300 мкМ вместо 1000 мкМ (рис. 2А). Это, однако, не оказывало влияния на проведение анализа.

В области концентраций 1–100 мкМ 2,4-ДНФ при замене буфера на дистиллированную воду значимых изменений не было отмечено (рис. 2Б). В диапазоне от  $2 \times 10^{-5}$  до  $20 \times 10^{-5}$  М, который использовали для построения калибровочных прямых, несущественные различия были отмечены в угле наклона прямых.

Таким образом, возможна замена буферного раствора, содержащего фосфаты, на дистиллированную воду, что снижает стоимость анализа и загрязнение окружающей среды реагентами. При использовании в качестве измерительного раствора дистиллированной воды без доведения рН (рН=4,3-4,6) по знаку реакции сенсора можно дать грубую оценку концентрации динитрофенола в анализируемом растворе: больше или меньше 140 мкМ. Область для построения калибровочной прямой при этом остаётся той же:  $2 \times 10^{-5}$ – $20 \times 10^{-5}$  М 2,4-ДНФ.

### Литература

Сингирцев И. Н., Крестьянинов В. Ю., Корженевич В. И. Биологическая деструкция 2,4-динитрофенола // Прикл. биохимия и микробиология. 1994. Т. 30. № 2. С. 250–254.

Emelyanova E. V., Reshetilov A. N. *Rhodococcus erythropolis* as the receptor of cell-based sensor for 2,4-dinitrophenol detection: effect of 'co-oxidation' // Process Biochem. 2001. V. 37. P. 683–692.

Harter D. The importance of nitroaromatic chemicals in the chemical industry // Toxicity of nitroaromatic chemicals. Chemical industry institute of toxicology series / Ed. Ricket D.E. New York: Hemisphere Publishing Corp., 1985. P 1–14.

Lenke H., Pieper D.H., Bruhn C., Knackmuss H.-J. Degradation of 2,4-dinitrophenol by two *Rhodococcus erythropolis* strains, HL 24-1 and HL 24-2 // Appl. Environ. Microbiol. 1992. V. 58. P. 2928–2932.

Zimmermann F, Taylor-Mayer R. Mutagenicity Testing in Environmental Pollution Control. New York: John Wiley and Sons, 1985.

# РАЗРАБОТКА МЕДИАТОРНОГО БПК-БИОСЕНСОРА НА ОСНОВЕ ДРОЖЖЕВОГО ШТАММА *DEBARYOMYCES HANSENI*

А. С. Зайцева, Н. Ю. Юдина, В. А. Арлянов

Тульский государственный университет, Anyuta\_Zaytseva@mail.ru

Индекс биохимического потребления кислорода (БПК) характеризует степень загрязнения воды органическими веществами. Стандартный метод определения БПК (ПНДФ 14. 1:2:3:4, 123-97) основан на тестах продолжительностью минимум 5 суток. Также разрабатываются анализаторы, основанные на применении микроорганизмов с широкой субстратной специфичностью. Использование таких биосенсоров сокращает время анализа до 10–20 минут.

В данной работе представлены результаты разработки прибора, предназначенного для экспресс-оценки индекса БПК – медиаторного биосенсора на основе дрожжей *Debaryomyces hansenii*.

Дрожжевой штамм *D. hansenii* ВКМ-У-2482 способен окислять многие спирты, углеводы, аминокислоты и другие органические вещества (Арлянов, 2013), что является перспективным с точки зрения определения БПК.

Электрохимические измерения проводили по двухэлектродной схеме. В качестве рабочего электрода использовали углеродо-пастовый электрод, модифицированный медиатором ферроценом, с иммобилизованными клетками *D. hansenii*. Электродом сравнения служил насыщенный хлорсеребряный электрод. Все измерения проводились при рабочем потенциале медиатора, в качестве которого использовали ферроцен (250 мВ).

С использованием модельной системы на основе глюкозо-глутаматной смеси (ГГС) определены аналитические и метрологические характеристики рецепторного элемента. Результаты исследования приведены в табл. 1.

Таблица 1

## Характеристики разработанного медиаторного БПК-биосенсора

Аналитические характеристики	
Долговременная стабильность, сутки	39
Длительность одного измерения, мин	8–20
Метрологические характеристики	
Операционная стабильность, %	2,1
Коэффициент чувствительности, мкА·мг·дм <sup>-3</sup>	$5 \cdot 10^{-4} \pm 1 \cdot 10^{-4}$
Предел обнаружения БПК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	8,0
Диапазон определяемых концентраций БПК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	25–320

Разработанный биосенсор уступает известным аналогам лишь по значению нижней границы определяемых значений БПК, а по экспрессности и долговременной стабильности превосходит другие модели.

В работе показано, что при использовании медиатора ферроцена изменяется субстратная специфичность рецепторного элемента: метаболизм спиртов происходит менее эффективно. Вероятно, взаимодействие медиатора с ферментативными системами окисления спиртов дрожжей затруднено.

Также проведено сравнительно определение БПК<sub>5</sub> полупродуктов брожения стандартным методом и с применением разработанного биосенсора. Результаты анализа приведены в табл. 2.

Коэффициент корреляции со стандартной методикой составил 0,99.

Таблица 2

**Результаты измерения БПК, полученные с использованием биосенсора и стандартным методом**

Анализируемые образцы полупродуктов брожения	БПК, измеренное с помощью биосенсора, мг/дм <sup>3</sup>	БПК <sub>5</sub> , измеренное стандартным методом, мг/дм <sup>3</sup>
Образец №1	16200±100	16000±1000
Образец №2	21600±200	20000±1000
Образец №3	31900±300	32000±2000
Образец №4	28800±100	30000±2000

В данной работе впервые показано использование дрожжевых клеток *D. hansenii* в качестве основы рецепторного элемента медиаторных биосенсоров. Применение ферроцена позволило снизить рабочий потенциал, а следовательно, исключило протекание побочных реакции с участием электроактивных примесей. Однако данный прибор не лишен недостатков (сенсор нечувствителен к спиртам, что отразилось на нижней границе определяемых концентраций), устранение которых планируется введением в систему растворимого медиатора. Последний будет проникать в эукариотические клетки дрожжей посредством активного транспорта через мембрану и тем самым сделает доступным ферментативные системы окисления спиртов *D. hansenii*.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы, соглашение № 14.В37.21.0561.

**Литература**

ПНДФ 14. 1:2:3:4. 123-97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений биохимической потребности в кислороде после n-дней инкубации (БПК<sub>полн</sub>) в поверхностных пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных сточных водах. М., 1997. 25 с.

Arlyapov V. A., Yudina N. Yu., Asulyan L. D., Alferov S. V., Alferov V. A., Reshetilov A. N.. BOD biosensor based on the yeast *Debaryomyces hansenii* immobilized in poly(vinyl alcohol) modified by N-vinylpyrrolidone: *Enzyme and Microbial Technology*, 2013. P. 257–262.

**МИКРОБНЫЙ БИОСЕНСОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭТАНОЛА В МОДЕЛЬНЫХ ОБРАЗЦАХ БРОДИЛЬНЫХ МАСС**

*Т. В. Бурмистрова, О. А. Каманина, Т. В. Рогова*

*Тульский государственный университет, tatyana.burmistrova.94@mail.ru*

В настоящее время остро стоит проблема по разработке экспресс-методов определения этанола в бродильных средах при контроле качества биотехноло-

гических производств. Пикнометрический и ареометрический методы определения содержания спиртов являются не точными методами, так как наличие в растворе различных солей, углеводов и других примесей искажают результаты анализа. Газовая хроматография, представляющая стандартный метод оценки содержания спиртов, является довольно дорогостоящим методом. Отсутствие оперативного контроля протекания процессов брожения влечет за собой увеличение временных и материальных затрат на данном этапе технологического цикла. Таким образом, разработка метода анализа, который позволил уменьшить время анализа до нескольких минут и обеспечить высокую точность и воспроизводимость и позволить контролировать выбросы легкоокисляемых органических веществ, является актуальным направлением исследований.

Одним из путей решения проблемы контроля качества производства является использование в анализе передовых достижений: биосенсоров на основе гибридных органо-неорганических матриц с иммобилизованными целыми клетками микроорганизмов, отличающихся невысокой стоимостью. К преимуществам таких биосенсоров можно отнести короткое время ответа, портативность, удобство в работе, а также отсутствие специальных требований к приготовлению исследуемого образца (Handbook ..., 2007). Использование бактериальных клеток в качестве биокатализатора в биосенсорах устраняет необходимость выделения индивидуальных ферментов и позволяет активному биоматериалу работать в условиях, близких к их естественной среде, а, следовательно, с более высокой эффективностью. Иммобилизация биоматериала при разработке таких систем является важным этапом исследований, поскольку определяет аналитические и метрологические характеристики биосенсоров. Для иммобилизации целых клеток предложено множество подходов и методов, каждый из которых имеет свои преимущества и ограничения. Среди различных методов иммобилизации биоматериала в последние 20 лет включение в бимодальные кремнийорганические золь-гель матрицы привлекает особый интерес. Преимущества таких матриц заключаются в их механической прочности, стабильности, инертности и благоприятном для большинства микроорганизмов химическом окружении. В процессе формирования матрицы на основе силановых прекурсоров образуется этанол, который является токсичным для клеток бактерий. Использование метилотрофных дрожжей, характеризующихся эффективной ферментативной системой окисления спиртов, как биоматериала для иммобилизации, позволит получать стабильные и механически прочные биокатализаторы без потери активности клеток под действием образующегося в процессе конденсации спирта. Таким образом, разработка стабильного биокатализатора на основе иммобилизованных в кремнийорганические матрицы метилотрофных дрожжей, который можно использовать как биораспознающий элемент биосенсора, является актуальной задачей для биотехнологических производств и обеспечения их аналитического контроля.

В настоящей работе метилотрофные дрожжи *Pichia angusta* ВКМ У-2559 были инкапсулированы в бимодальную кремнийорганическую золь-гель матрицу с целью получения стабильных биораспознающих элементов для амперометрических биосенсоров для анализа модельных образцов бродильных

масс. Для иммобилизации биоматериала была использована золь-гель матрица, полученная на основе тетраэтоксисилана (ТЭОС) и полиэтиленгликоля 3000 (ПЭГ) при добавлении расчетного количества метилтриэтоксисилана (МТЭС) в качестве гидрофобной добавки. Полученный рецепторный элемент использовали на поверхности кислородного электрода Кларка в амперометрическом биосенсоре.

Ранее (Соколова и др., 2013) было получено десять рецепторных элементов с различным содержанием гидрофобной добавки МТЭС. Было показано, что максимальной чувствительностью характеризуется рецепторный элемент на основе дрожжей *Pichia angusta* ВКМ У-2559 с содержанием гидрофобной добавки 85% об. (коэффициент чувствительности  $185 \pm 6 \text{ нА} \cdot \text{дм}^3 \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{ммоль}^{-1}$ ). Таким образом, этот рецепторный элемент был выбран для анализа модельных образцов бродильных масс. В качестве референтного метода использовали газовую хроматографию (ГХ). Полученные результаты представлены в табл.

Таблица

**Содержания этанола (моль/дм<sup>3</sup>) в модельных образцах брожения при получении этилового спирта**

Время брожения, ч	Способ измерения	
	с помощью биосенсора	ГХ
0	0,02±0,01	0,020±0,003
24	0,05±0,01	0,043±0,001
48	0,17±0,01	0,168±0,001
72	0,21±0,02	0,205±0,003

Статистический анализ результатов определения этанола показал, что выборки, полученные двумя методами, неоднородны по воспроизводимости, при этом значения концентрации этанола, определяемые с помощью биосенсора на основе выбранного гетерогенного биокатализатора и ГХ, незначимо отличаются между собой, поэтому биосенсор с разработанным биокатализатором может быть использован для мониторинга этанола в бродильных средах.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ соглашение № 13-03-97514/13.

**Литература**

Соколова О. А., Бурмистрова Т. В., Каманина О. А. Иммобилизация метилотрофных дрожжей в гибридную кремнийорганическую золь-гель матрицу как основа биосенсора // Экотоксикология-2013: Матер. Всерос. конф. с элементами научной школы для молодежи. 2013. С. 57.

Handbook of Biosensors and Biochips. / Edited by Marks R. S., Cullen D. C., Karube I., Lowe C. R., Weetall H. 2007 P. 356.

# ОЦЕНКА СТЕПЕНИ УТИЛИЗАЦИИ КАПРОЛАКТАМА БАКТЕРИЯМИ – ДЕСТРУКТОРАМИ РОДА *PSEUDOMONAS* МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

**М. В. Шорохов, О. Н. Пономорёва**

*Тулский государственный университет, месрес@yandex.ru*

В работе исследовали возможность использования бактерий, содержащих CAP-плазмиды, в качестве биокатализаторов деградации капролактама в водных средах. К настоящему времени выделен целый ряд бактерий, способных утилизировать капролактама. Такие бактерии представлены преимущественно видами рода *Pseudomonas* (Есикова, 1990), в нашей работе использовались бактерии-деструкторы штамма *Pseudomonas KT2442*, содержащих CAP-плазмиды *pBS268*.

Для определения степени утилизации капролактама в водных средах бактериями деструкторами был выбран метод газовой хроматографии. Измерения концентраций  $\epsilon$ -капролактама проводили на капиллярном газовом хроматографе «Хроматек Кристалл 5000.2», колонка – SGE Analytical Science forte GC Capillary Column BP1 J08 60м\*0,3мм\*0,53мкм с пламенно-ионизационным детектированием при данных условиях.

Таблица 1

### Газохроматографические параметры

Температура колонки	150°C
Температура испарителя	310°C
Температура детектора	250°C
Расход газа-носителя (азота), см <sup>3</sup> /мин;	5,2
Деление потока в испарителе	1:1
Время удерживания $\epsilon$ -капролактама	43 мин 43 с.
Размер пробы	10 мм <sup>3</sup>

Также была оценена эффективность хроматографической системы. Основные параметры эффективности газохроматографического анализа были определены хроматографированием стандартного образца ГСО Капролактама № 9111-2008 фирмы ЭАА «ЭКОАНАЛИТИКА» с содержанием капролактама 1 мг/см<sup>3</sup>.

Таблица 2

### Параметры эффективности газохроматографического анализа

Кoeff. удерживания	Фактор емкости	N	H	Воспроизводимость %	Ошибка %
0,09	10,5	$63 \times 10^6$	$9,5 \times 10^{-7}$	1,5	2,0

Число теоретических тарелок (N) нашей колонки обеспечивает высокую эффективность анализа при заданных параметрах хроматографирования, что позволяет определять содержание  $\epsilon$ -капролактама в водных средах.

Для этой цели использовался метод абсолютной градуировки. Для построения градуировочной зависимости готовили серию из 8 растворов с различным содержанием капролактама. Каждый раствор измеряли по три раза. На основе полученных данных была построена градуировочная зависимость.

Для определения степени утилизации капролактама бактерии-деструкторы выращивали в бедной среде, содержащей капролактама как единственный источник углерода и энергии, затем измеряли содержание капролактама в начале экспоненциальной фазы роста (13 ч.), когда бактериальный штамм обладает наибольшей биокаталитической активностью (Наумова и др., 1963), и спустя 1 час (14 ч.).

Степень утилизации рассчитывали как:

$$CU = \left(1 - \frac{C_{14}}{C_{13}}\right) \times 100\%$$

где  $C_{13}$  и  $C_{14}$  содержание капролактама в начале экспоненциальной фазы роста и через 1 час.

Таблица 3

### Оценка степени утилизации капролактама

<i>Pseudomonas KT2442 (pBS268)</i>		
Время роста, ч	Содержание капролактама, мг/см <sup>3</sup>	Степень утилизации %
13	0,9	34
14	0,6	

Таким образом, клетки штамма *Pseudomonas KT2442*, содержащие САР-плазмиду *pBS268*, могут быть использованы в качестве биокатализаторов для деструкции капролактама в сточных водах, а метод газовой хроматографии можно использовать для оценки содержания капролактама в водных средах.

### Литература

Есикова Т. З. Плазмиды биодegradации  $\epsilon$ -капролактама бактерий рода *Pseudomonas*: Дисс. канд. биол. наук. Пушино, 1990. 133 с.

Наумова Р. П., Голованова Э. В., Губернаторова В. А., Волков Б. В. Контроль биохимической очистки стоков производства капролактама // Вест. техн. и экон. информации. 1963. № 8. С. 30.

## ПОЛУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НИКЕЛЯ В ПРОЦЕССЕ УТИЛИЗАЦИИ РАСТВОРОВ БРОМБЕНЗОЛА В ДИМЕТИЛАЦЕТАМИДЕ

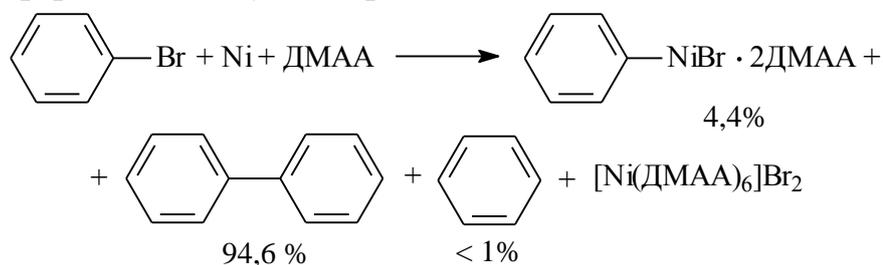
*Е. А. Гончарова, А. М. Егоров*

*Тульский государственный университет,  
helena0893@rambler.ru, Yegrov\_am@mail.ru*

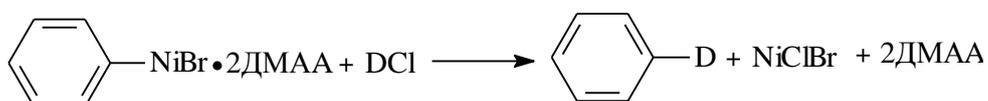
В настоящее время в промышленности присутствуют отходы растворов различных галогенидов в диметилацетамиде (ДМАА), которые требуют утилизации.

Комплексные соединения никеля с органическими лигандами являются эффективными катализаторами различных химических процессов, поэтому разработка методов их получения с учётом утилизации растворов органических галогенидов в ДМАА является актуальной задачей.

Мы исследовали реакцию бромбензола с активным никелем в ДМАА при 20 °С в атмосфере чистого сухого аргона:



Анализ органических продуктов реакции проводили методом хромато-масс-спектрометрии, после обработки реакционной смеси раствором DCl в D<sub>2</sub>O:



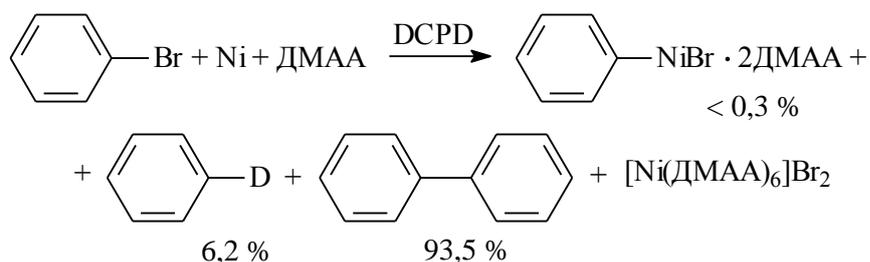
Анализ газовой фазы показал, что водород и его дейтероаналоги при этом не образуются. В водных растворах методом ионной хроматографии были обнаружены катионы Ni<sup>2+</sup> и анионы Br<sup>-</sup> и Cl<sup>-</sup>.

Для идентификации интермедиатов реакции снимали спектры ЭПР при 77 К в пленках соконденсатов никеля с бромбензолом (соотношение никель: бромбензол составляло 1:50). Никель испаряли из корундового тигля в вакууме (1650–1700 К, 10<sup>-4</sup> мм рт. ст.) и в режиме молекулярных пучков соконденсировали с парами бромбензола на кварцевый палец, охлаждаемый до 77 К [1]. В спектре ЭПР соконденсата атомарного никеля с бромбензолом (1:50) при 77 К обнаружены сигналы ЭПР, которые в работе были идентифицированы как спектр ЭПР фенильного радикала. Интенсивность сигналов ЭПР уменьшается при замене атомарного никеля пленкой компактного металла. Обнаружение дейтеробензола после обработки прореагировавших смесей газообразным DCl при 77 К свидетельствует об образовании никельорганического соединения.

Образование дифенила протекает как при распаде никельорганического соединения, так и при рекомбинации фенильного радикала на поверхности никеля. Анализ газовой фазы показал, что водород и его дейтероаналоги при этом не образуются.

Спектр ЭПР смеси никель – бромбензол – диметилформамид – ТМПО в соотношении 1:5:8:0,2 соответствует спектру нитроксильного радикала. Во всех случаях при проведении процессов происходит небольшое уменьшение интенсивности сигналов ЭПР ТМПО, что может быть связано с его взаимодействием со следами образующегося галогеноводорода или с исходным органическим галогенидом. Обработка реакционных смесей H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> в щелочной среде непосредственно в ампуле, помещенной в резонатор радиоспектрометра, не приводит к восстановлению сигнала ЭПР, что свидетельствует о существовании в растворе радикальных интермедиатов.

При проведении реакции в присутствии эффективной ловушки радикалов (дициклогексилдейтерофосфина), наряду с бифенилом, бензолом и металлорганическими соединениями, был обнаружен дейтеробензол:



Сравнение выходов продуктов реакции свидетельствует, что в присутствии пятикратного избытка DCPD выходы бифенила и никельорганических соединений уменьшаются, а количество образовавшегося дейтеробензола значительно превышает количество бензола, образовавшегося в результате отрыва водорода от растворителя. Это свидетельствует, о том что фенильный радикал практически не выходит в раствор, а бифенил и никельорганические соединения – продукты превращения фенильного радикала на поверхности металла.

Обсуждается механизм реакции.

## ОЦЕНКА СТЕПЕНИ УТИЛИЗАЦИИ $\epsilon$ – КАПРОЛАКТАМА МЕТОДОМ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ

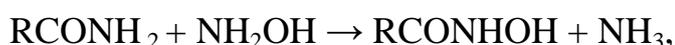
*Т. С. Павлюк, О. Н. Пономорёва*

*Тулский государственный университет, chem@tsu.tula.ru*

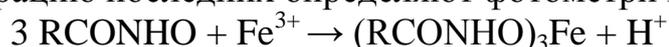
$\epsilon$ -Капролактама является сырьем для получения полимерных материалов, применяемых в различных областях промышленности. Производство  $\epsilon$ -капролактама и его переработка вследствие несовершенства технологического процесса сопряжены с выбросом в окружающую среду отходов, основным компонентом которых является как сам мономер, так и продукты его превращений. Загрязнение водной среды  $\epsilon$ -капролактамом, обусловленное недостаточной очисткой сточных вод, служит причиной поступления ксенобиотика в живые организмы. Поэтому определение капролактама в сточных водах является актуальной задачей.

Существует несколько методов определения капролактама: спектрофотометрический, рефрактометрический, тонкослойной хроматографии (ТСХ) и метод газожидкостной хроматографии. Одним из экономичных методов определения  $\epsilon$ -капролактама является спектрофотометрический метод.

Метод основан на разложении амидов кислот нагреванием их с гидроксиламином:



и на реакции образующихся гидроксамовых кислот с ионами железа (III), в результате которой получают окрашенные в красно-коричневый цвет соединения; концентрацию последних определяют фотометрически:



Определению мешают вещества, образующие в этих условиях гидроксидные кислоты, и вещества, реагирующие с ионами железа (III) с образованием окрашенных соединений, например, фенолы и их производные, роданиды. Не мешают циклогексан, нитроциклогексан, нитроциклогексанол, бензол, нитробензол, циклогексаноноксим, адипиновая кислота.

В ходе исследовательской работы была проведена адаптация методики спектрофотометрического метода определения капролактама в водных средах. Для этого был проведен анализ шести растворов различной концентрации и построен график зависимости оптической плотности от концентрации раствора (рис.).

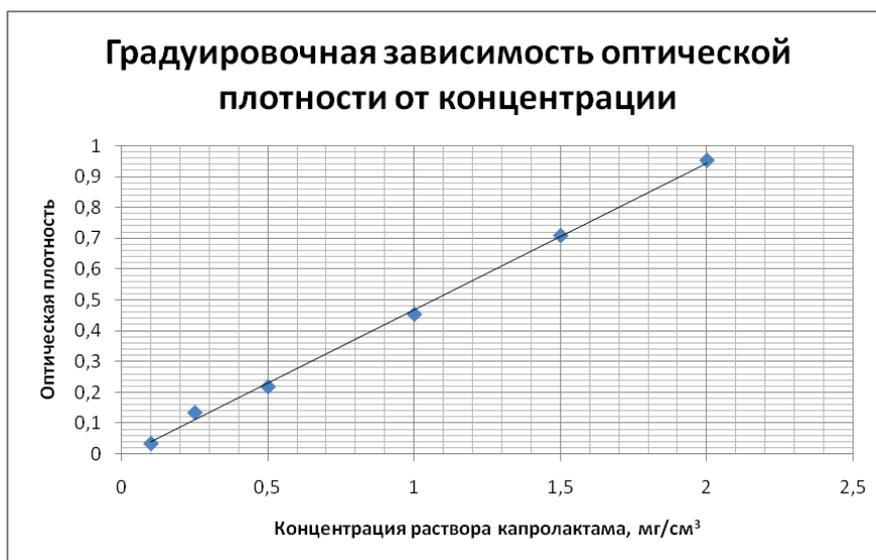


Рис. График зависимости оптической плотности от концентрации раствора ( $y = 0,477x - 0,090$   $R^2 = 0,9984$ )

В работе исследовали возможность использования бактерий, содержащих CAP-плазмиды, в качестве биокатализаторов деградации капролактама. Для этого определяли степень утилизации капролактама в процессе культивирования бактерий. Бактерии выращивали до экспоненциальной стадии роста, инкубировали в бедной среде, содержащей капролактама как единственный источник углерода и энергии. Культивирование проводили в течении 1 часа и оценивали содержание капролактама до и после культивации. Экспериментальные данные приведены в таблице.

Таблица

**Pseudomonas KT2442 (pBS262)**

Время роста, ч	Содержание капролактама, мг/см <sup>3</sup>	Степень утилизации, %
15	0,7	17
16	0,6	

**Pseudomonas KT2442 (pBS268)**

Время роста, ч	Содержание капролактама, мг/см <sup>3</sup>	Степень утилизации, %
13	0,8	34
14	0,6	

Из полученных экспериментальных данных можно сделать вывод, что бактерии рода *Pseudomonas* могут быть использованы в качестве биокатализаторов для утилизации капролактама в сточных водах. Наибольшей активностью обладают клетки штамма *Pseudomonas KT2442*, содержащие CAP-плазмиду pBS268.

#### Литература

Боронин А. М., Грищенко В. Г., Кулаков Л. А., Наумова Р. П. Характеристика плазмиды pBS271, контролирующей деградацию  $\epsilon$ -капролактама бактериями рода *Pseudomonas* // Микробиология. 1986. Т. 55. Вып. 2. С. 231–236.

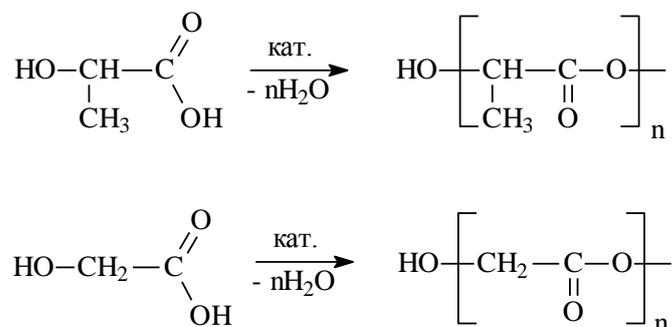
Есикова Т. З. Плазмиды биodeградации  $\epsilon$ -капролактама бактерий рода *Pseudomonas*: Дисс. канд. биол. наук. Пущино, 1990. 133 с.

### РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ УТИЛИЗАЦИИ РАСТВОРОВ БРОМБЕНЗОЛА В ДИМЕТИЛАЦЕТАМИДЕ

*М. А. Ефимова, А. М. Егоров*

*Тульский государственный университет,  
efimova.maria92@list.ru, Yegrov\_am@mail.ru*

В настоящее время в мире очень остро стоит проблема утилизации отработанной упаковки. Наиболее перспективным методом изготовления упаковочных материалов является их производство из полимеров на основе полилактидов и полигликолидов, которые легко подвергаются биоразложению до углекислого газа и воды. Получение этих биодеструктурируемых материалов протекает по схеме:

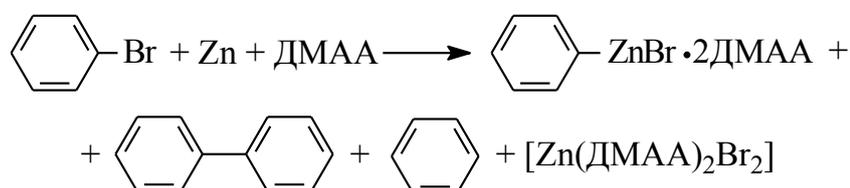


В качестве эффективных катализаторов при получении полилактидов и полигликолидов применяются цинкоорганические и комплексные соединения цинка с органическими лигандами. Одним из методов их синтеза является взаимодействие цинка с органическими галогенидами в диполярных апротонных растворителях без или в присутствии других органических лигандов. Как правило, процесс протекает с высокой селективностью, в мягких условиях и дает возможность также синтезировать цинкоорганические соединения, необходимые для получения различных ценных продуктов металлоорганического синтеза.

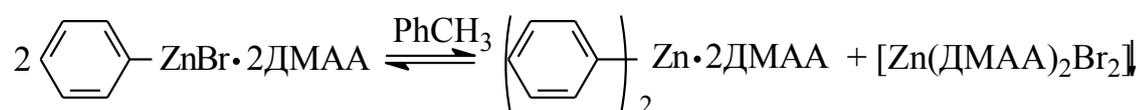
В настоящее время, в промышленности существует значительное количество растворов бромбензола в диметилацетамиде и в других диполярных апро-

тонных растворителях, которые необходимо утилизировать с образованием применяемых в промышленности соединений.

Взаимодействие цинка с бромбензолом в диметилацетамиде (ДМАА) в инертной атмосфере приводит к образованию комплексных соединений Zn (II), цинкорганических соединений, кроме того, в реакционной смеси были обнаружены дифенил и небольшие количества бензола:



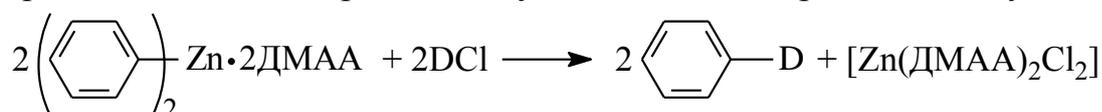
После того, как весь цинк прореагировал, в реакционную смесь добавили толуол. В растворе образовались белые кристаллы комплексных соединений Zn



(II) (~50%), а также дифенилцинк:

Полученные комплексные соединения цинка  $[\text{Zn}(\text{ДМАА})_2\text{Br}_2]$  отделяли, а реакционные смеси обрабатывали газообразным хлоридом дейтерия. Выход цинкорганических соединений равен количеству образующегося дейтеробензола:

Водород и его дейтероаналоги при этом не были обнаружены. Наличие в реакционных смесях дифенила и небольших количеств бензола позволяет сделать предположение, что реакция осуществляется по радикальному механизму



через образование радикальной пары. Так как константа отрыва водорода фенильным радикалом от растворителя очень велика, то процесс, возможно, идет на поверхности цинка.

Спектр ЭПР смеси цинк – бромбензол – ДМАА – 2,2,6,6-тетраметилпиперидин-1-оксил (ТМПО) с соотношением 1:5:8:0,2 были отнесены к спектру нитроксильного радикала. В процессе реакции цинка с бромбензолом в ДМАА происходит уменьшение интенсивности сигналов ЭПР введенного стабильного радикала ТМПО. Обработка реакционных смесей пероксидом водорода в щелочной среде не привела к восстановлению сигнала ЭПР, что свидетельствует о наличии небольших количеств радикальных интермедиатов в растворе.

Анализ продуктов реакции без и в присутствии дициклогексилдейтерофосфина свидетельствует, что фенильный радикал хорошо адсорбируется на поверхности цинка и практически не выходит в раствор, а бифенил и цинкорганические соединения – продукты превращения фенильного радикала на поверхности металла.

Таким образом, исследуемая реакция протекает по радикальному механизму, причем рекомбинация фенильного радикала происходит на поверхности цинка.

## НОВЫЙ МЕТОД УТИЛИЗАЦИИ ИОДБЕНЗОЛА В ДИМЕТИЛАЦЕТАМИДЕ

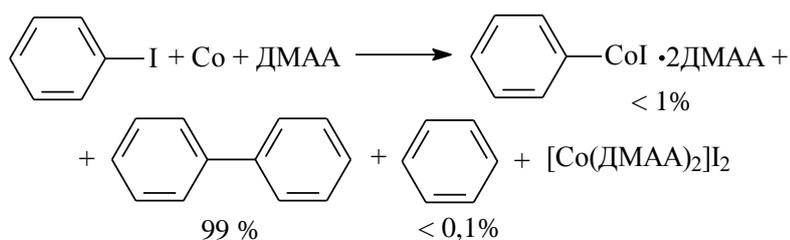
*О. В. Григорьева, А. М. Егоров*

*Тульский государственный университет,  
grigoryeva0110@gmail.com, Yegrov\_am@mail.ru*

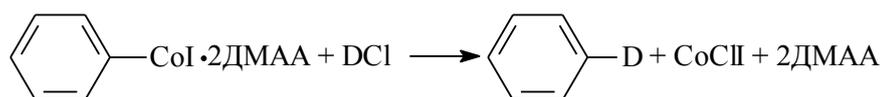
Комплексные соединения кобальта с различными лигандами часто применяются в промышленности в качестве эффективных катализаторов различных химических процессов. Как правило, их синтез осуществляется в несколько стадий с применением различных агрессивных сред, таких, как жидкий бром, газообразный хлор, концентрированный раствор хлороводородной кислоты и др.

В настоящее время в промышленности существует большое количество отходов растворов ароматических галогенидов в диполярных апротонных растворителях. Поэтому представляется перспективной разработка метода, в котором утилизация галогенопроизводных осуществляется совместно с образованием комплексных соединений кобальта и производных дифенила, которые применяются в качестве эффективных теплоносителей и полупродуктов в синтезе жидких кристаллов.

Мы исследовали реакцию иодбензола с кобальтом в ДМАА при 20 °С в атмосфере чистого сухого аргона:



Анализ органических продуктов реакции проводили методом хромато-масс-спектрометрии. Чтобы определить выход кобальторганических соединений, реакционную смесь обработали раствором DCl в D<sub>2</sub>O:



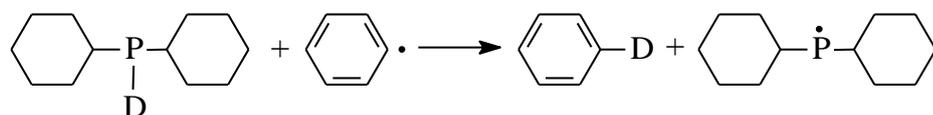
Анализ газовой фазы показал, что водород и его дейтероаналоги при этом не образуются. В водных растворах методом ионной хроматографии были обнаружены катионы Co<sup>2+</sup> и анионы I<sup>-</sup> и Cl<sup>-</sup>. Такой состав продуктов реакции позволяет предположить радикальную природу механизма реакции.

Для обнаружения радикалов в растворе можно применять спиновые ловушки радикалов. В качестве такой ловушки мы применили 2,2,6,6-

тетраметилпиперидин-1-оксил (ТМПО), который легко реагирует с различными радикальными интермедиатами, устойчив на воздухе и не реагирует с кобальтом.

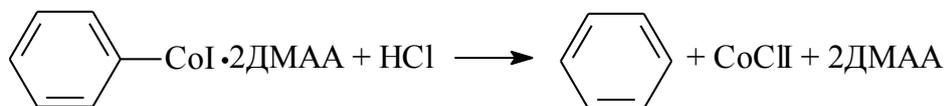
Спектр ЭПР смеси кобальт – иодбензол – диметилацетамид – ТМПО в соотношении 1:5:8:0,2 соответствует спектру нитроксильного радикала. Во всех случаях при проведении процессов происходит небольшое уменьшение интенсивности сигналов ЭПР ТМПО, что может быть связано с его взаимодействием со следами образующегося галогеноводорода или с исходным органическим галогенидом. Обработка реакционных смесей  $H_2O_2$  в щелочной среде непосредственно в ампуле, помещенной в резонатор радиоспектрометра, не приводит к восстановлению сигнала ЭПР, что свидетельствует о существовании в растворе радикальных интермедиатов.

Анализ продуктов реакции в присутствии дициклогексилдейтерофосфина (эффективной ловушки радикалов) показал, что наряду с бифенилом, бензолом и металлоорганическими соединениями образуется дейтеробензол.



Для количественного определения кобальтоорганических соединений реакционные смеси обрабатывали 20% раствором хлороводородной кислоты. Выход кобальтоорганического соединения соответствует количеству образующегося бензола:

В присутствии пятикратного избытка DCPD выходы бифенила и кобальтоорганических



соединений уменьшаются, а количество образовавшегося дейтеробензола значительно превышает количество бензола, образовавшегося в результате отрыва водорода от растворителя. Это свидетельствует, что фенильный радикал хорошо адсорбируется на поверхности кобальта и практически не выходит в раствор, а бифенил и кобальтоорганические соединения – продукты превращения фенильного радикала на поверхности металла.

Обсуждается механизм реакции.

## СУБСТРАТНАЯ СПЕЦИФИЧНОСТЬ И МОЩНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕМБРАННОЙ ФРАКЦИИ БАКТЕРИЙ *GLUCONOBACTER OXYDANS* В БИОТОПЛИВНОМ ЭЛЕМЕНТЕ

*И. М. Кириллов, П. Р. Минайчева, С. В. Алферов*  
Тульский государственный университет, 20kirilvan@gmail.com

На протяжении XX века мировой расход энергии существенно возрос, что привело энергетику в несбалансированное состояние. В настоящее время новым витком в развитии электрохимической энергетики является создание биологических топливных элементов (БТЭ), представляющих собой устройства, которые используют биологические компоненты как катализаторы для генера-

ции электричества. Одними из перспективных микроорганизмов, на основе которых возможно создание БТЭ, являются бактерии *Gluconobacter oxydans* subsp. *industrius*. Данные микроорганизмы обладают уникальной организацией метаболической системы, характеризующейся мембранной локализацией основных ферментов клеточного метаболизма – дегидрогеназ, осуществляющих неполное окисление углеродных субстратов, что обеспечивает легкий доступ медиатора к активным центрам фермента. Кроме того, в отличие от химических топливных элементов, использующих водород, этанол и метанол как топливо, БТЭ в качестве топлива могут использовать энергетически ёмкие, но электрохимически пассивные вещества (углеводы, органические кислоты и спирты), а также многие органические отходы. Это открывает возможность одновременного решения энергетической и экологической проблем (Bullen, 2006; Frank Davis, 2007).

Индивидуальные ферменты и целые клетки микроорганизмов являются конкурирующими видами биокатализаторов для использования в БТЭ. Известно, что ферменты обладают значительно более высокой каталитической активностью по сравнению с целыми клетками. Однако процесс выделения индивидуальных ферментов может заметно увеличить конечную стоимость используемого биокатализатора. Мембранная локализация ферментов бактерий *Gluconobacter oxydans* позволяет использовать их мембранную фракцию в качестве биокатализатора, что может служить альтернативой применения ферментов (Park, Zeikus, 2000).

Целью данной работы является: 1) получение мембранной фракции бактерий *G. oxydans*;

2) сравнение профиля субстратной специфичности мембранной фракции и суспензии клеток в условиях работы БТЭ;

3) оценка мощностных характеристик макета БТЭ на основе мембранной фракции бактерий *G. oxydans*.

Ферментные препараты, содержащие мембранлокализованные и цитоплазматические дегидрогеназы бактерий *G. oxydans*, получали из разрушенной ультразвуком биомассы бактерий путем последовательного центрифугирования.

Абсолютные значения генерируемых потенциалов в макете БТЭ при использовании мембранной фракции *G. oxydans* представлены на рисунке 1.

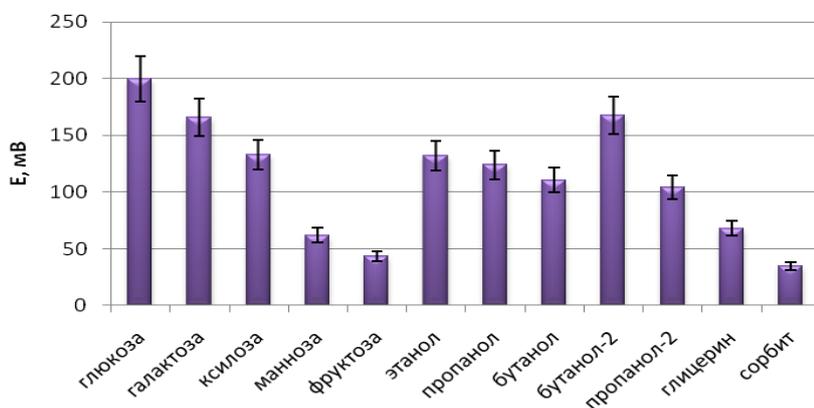


Рис. 1. Абсолютные значения генерируемых потенциалов в макете БТЭ при использовании мембранной фракции *G. oxydans* в анолите

Установлено, что максимальные значения генерируемого потенциала наблюдались при использовании в качестве субстратов глюкозы ( $200 \pm 10$  мВ), галактозы ( $160 \pm 10$  мВ) и бутанола-2 ( $170 \pm 10$  мВ).

Так, относительная величина разности потенциалов при ответе на галактозу составила 83%, на другие моносахариды – от 22 до 70%. При ответе на спирты относительные значения генерируемого потенциала лежат в интервале от 35 до 84% относительно глюкозы.

На рисунке 2 приведены абсолютные значения генерируемых потенциалов в макете БТЭ при использовании в качестве биокатализатора мембранной фракции и суспензии бактерий *G. Oxydans*.

При изучении профиля субстратной специфичности мембранной фракции в условиях работы БТЭ максимальный ответ наблюдается при окислении глюкозы, галактозы и бутанола-2. Генерируемый потенциал в макете БТЭ на основе мембранной фракции превышает в 2 раза аналогичные значения генерируемого потенциала для суспензии клеток (Алферов и др., 2011). Так, установлено, что для глюкозы значение генерируемого потенциала для мембранной фракции выше на 40%, чем значение генерируемого потенциала для суспензии клеток, для галактозы на 35%, а для бутанола-2 на 45%. Необходимо отметить, что биокатализатор на основе мембранной фракции, в отличие от суспензии клеток, был способен окислять маннозу. Такое поведение, по-видимому, связано с большей доступностью окислительно-восстановительных ферментов в составе мембранных фракций бактерий *Gluconobacter oxydans* для медиатора электронного транспорта.

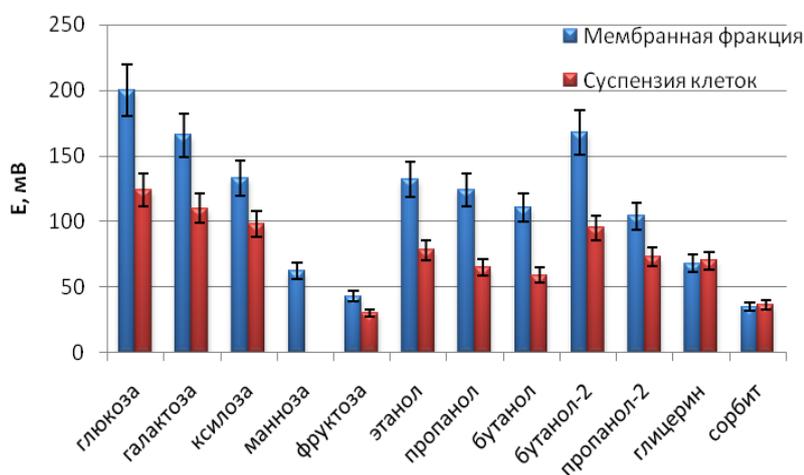


Рис. 2. Абсолютные значения генерируемых потенциалов в макете БТЭ при использовании мембранной фракции и суспензии бактерий *G. oxydans* в анолите

Как было показано ранее, величина генерируемой ЭДС при использовании в качестве биокатализатора в БТЭ мембранной фракции возрастает в 2 раза по сравнению с использованием суспензии клеток *G. oxydans*, поэтому представлялось важным провести оценку мощностных характеристик макета БТЭ на основе мембранной фракции бактерий *G. oxydans*. Для этого исследовали зависимость мощности БТЭ от приложенного внешнего сопротивления в интервале

от 1 до 510 кОм при использовании в качестве субстрата глюкозы, данные представлены на рисунке 3.

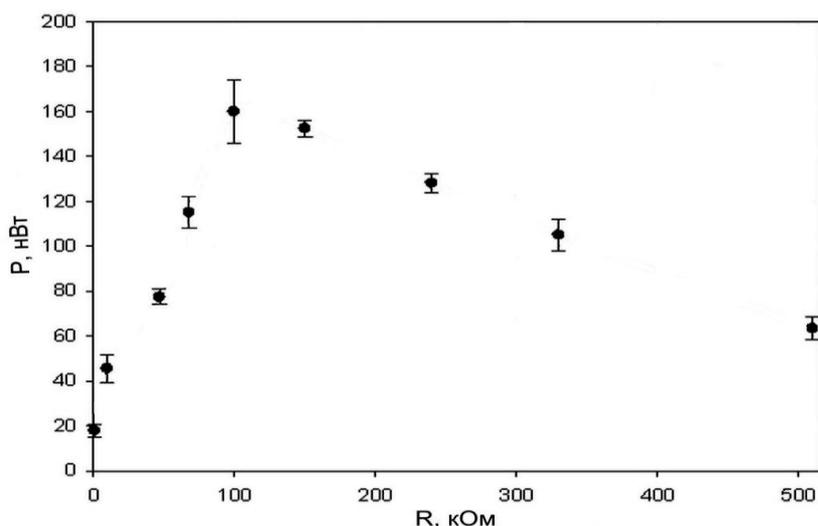


Рис. 3. Зависимость мощности БТЭ от внешнего сопротивления при использовании мембранной фракции *G. oxydans* и субстрата глюкозы в анолите

Ранее для макета биотопливного элемента на основе суспензии *G. oxydans* были получены значения мощностных характеристик. Сравнительная оценка мощностных характеристик для макетов БТЭ на основе различных биокатализаторов приведена в таблице. Субстратом биоокисления являлась глюкоза, концентрация 10 мМ.

Таблица

**Мощностные характеристики макетов БТЭ с биокатализаторами на основе *G. oxydans***

Тип биокатализатора	E, мВ	R внеш., кОм	R внут., кОм	P, нВт	P удел., мкВт/м <sup>2</sup>
Суспензия клеток бактерий (Минайчева и др., 2013)	120±10	240	300	52±3	7
Мембранная фракция	200±10	100	120	160±10	20

Таким образом, применение биокатализатора на основе мембранной фракции позволяет практически в 2 раза увеличить генерируемый потенциал по сравнению с суспензией клеток, при этом в 2,5 раза снизить значение внутреннего сопротивления элемента, а удельную мощность увеличить в 3 раза.

Выводы: 1) Методом ультразвукового разрушения клеток получена мембранная фракция бактерий *G. oxydans*;

2) Изучен профиль субстратной специфичности мембранной фракции в условиях работы БТЭ. Максимальный ответ наблюдается при окислении глюкозы, галактозы и изобутанола. Установлено, что для глюкозы значение генерируемого потенциала для мембранной фракции выше на 40%, чем значение генерируемого потенциала для суспензии клеток, для галактозы на 35%, а для бутанола-2 на 45%;

3) Оценка мощностных характеристик макета БТЭ на основе мембранной фракции бактерий *G. oxydans* показала, что биокатализатор на основе мембранной фракции позволяет практически в 2 раза увеличить генерируемый потенциал по сравнению с суспензией клеток, при этом в 2,5 раза снизить значение внутреннего сопротивления элемента, а удельную мощность увеличить в 3 раза.

#### Литература

Frank Davis, Seamus P.J. Higon. Biofuel cells – Recent advances and applications // Biosensors and Bioelectronics, 22 (2007) P. 1224–1235.

Park D. H. and G. Zeikus. Electricity Generation in Microbial Fuel Cells Using Neutral Red as an Electronophore // Applied and environmental microbiology, 2000. 66: 3. 1292-1297.

Bullen R. A., Arnot T. C., Lakeman J. B., Walsh F. C. Biofuel cells and their development // Biosensors and Bioelectronics, 21 (2006) P. 2015–2045.

Алферов С. В. и др. Уксуснокислые бактерии *Gluconobacter oxydans* как биокатализаторы в медиаторном биотопливном элементе // Сенсорные системы, 2011. Т. 25. № 4. С. 346–351.

Минайчева П. Р., Алферов С. В., Арляпов В. А., Алферов В. А., Решетилов А. Н. Имобилизация бактерий *Gluconobacter oxydans* на аноде биотопливного элемента // Вода: химия и экология, 2013. № 2 С. 44–51.

### ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МАТРИЦ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

*Е. Л. Афонина, О. А. Соколова, О. А. Каманина*  
*Тульский государственный университет, Still\_elive@mail.ru*

Одним из путей решения проблемы по разработке экспресс-методов определения этанола в бродильных средах при контроле качества биотехнологических производств, а также оценки биохимического потребления отработанной барды, является использование в анализе передовых достижений – биосенсоров. Имобилизация биоматериала при разработке таких систем является важным этапом исследований, поскольку определяет аналитические и метрологические характеристики биосенсоров. Для имобилизации целых клеток предложено множество подходов и методов, каждый из которых имеет свои преимущества и ограничения. Среди различных методов имобилизации биоматериала в последние 20 лет включение в бимодальные кремнийорганические золь-гель матрицы привлекает особый интерес. Благодаря своим свойствам данные матрицы могут применяться для имобилизации ферментов и целых клеток для создания биосенсоров.

Принципиальным вопросом при создании гетерогенных биокатализаторов на основе целых клеток микроорганизмов является разработка стабильной матрицы, способной эффективно удерживать биоматериал. В последнее десятилетие для имобилизации биомассы все чаще используются кремнийорганические золь-гель матрицы. К преимуществам данного метода относятся простота исполнения, высокая экспрессность, нетоксичность, сохранение биологической активности биоматериала, низкая стоимость и доступность прекурсоров. В

связи с этим подробное изучение кинетики формирования таких матриц представляет собой крайне важную задачу, поскольку позволяет установить влияние состава прекурсоров на скорость формирования матрицы.

В работе определяли время формирования бимодальной кремнийорганической золь-гель матрицы на основе тетраэтоксисилана (ТЭОС), метилтриэтоксисилана (МТЭС) и полиэтиленгликоля 3000 (ПЭГ) методом ИК-спектроскопии, используя зависимость нормированных интенсивностей полос поглощения воды от времени. Для оценки скорости поликонденсации использовали тангенс угла наклона касательной на начальном участке кривой.

Формирование золь-гель матрицы на основе силиановых прекурсоров ТЭОС и МТЭС включает процессы гидролиза и поликонденсации с образованием оксоалкоксoproизводных. Кинетику формирования золь-гель матриц на основе кремнийорганических соединений изучали методом ИК-спектроскопии (рис. 1).

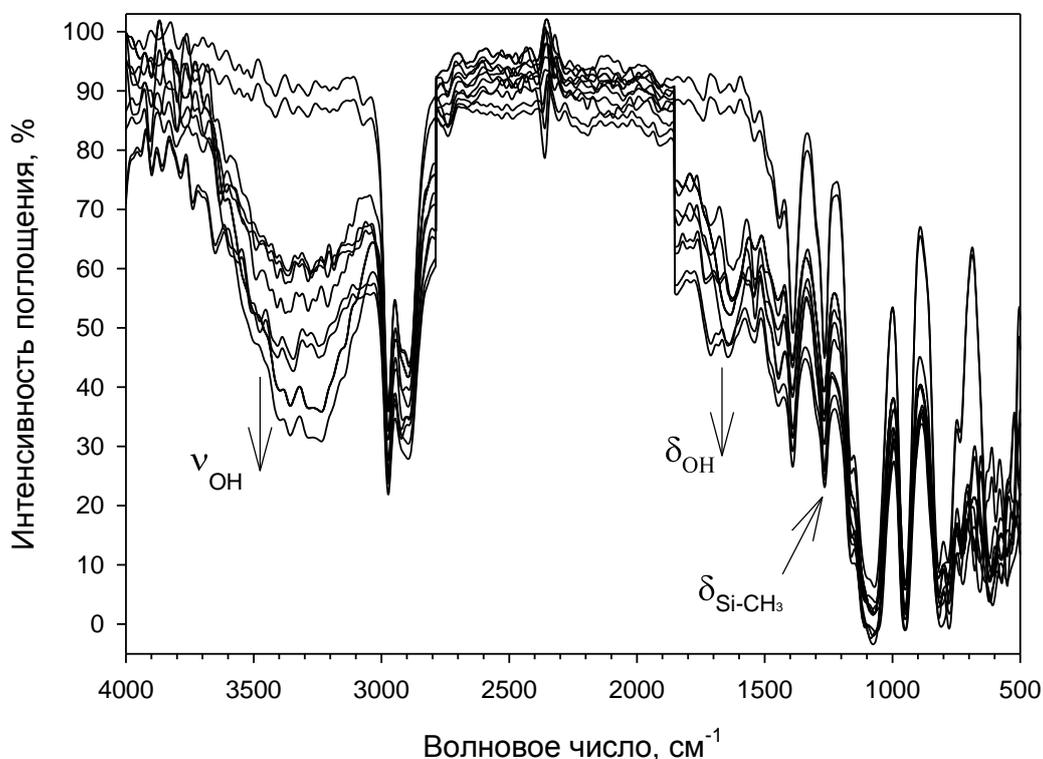


Рис. 1. ИК-спектры реакции получения золь-гель матрицы от начала протекания гидролиза силиановых прекурсоров (катализатор NaF – 0,01% по массе) во времени (65 мин) с интервалом в 5 мин

При протекании реакций поликонденсации в ИК-спектрах наблюдается увеличение интенсивностей полос поглощения 3400 и 1640 см<sup>-1</sup>, относящихся к  $\nu_{OH}$  и  $\delta_{OH}$  колебаниям OH-групп, что сопровождается увеличением интенсивности полос поглощения в области 600–800 см<sup>-1</sup>, относящихся к валентным колебаниям Si-O-Si-групп. В ИК-спектрах МТЭС содержится интенсивная полоса поглощения 1270 см<sup>-1</sup>, которая соответствует деформационным колебаниям Si-CH<sub>3</sub>-групп, не подвергающихся гидролизу. Это позволяет нормировать интенсивности полос поглощения OH-групп (3400 и 1640 см<sup>-1</sup>) по интенсивно-

сти полосы  $1270 \text{ см}^{-1}$ . Анализ зависимостей нормированных интенсивностей полос поглощения  $\nu\text{OH}$  и  $\delta\text{OH}$  от времени позволяет сделать выводы о степени конденсации в золь-гель матрицах и о времени их формирования.

Максимальным временем окончания процесса полимеризации (20 мин) характеризуется матрица на основе силановых прекурсоров в отсутствие порообразователя – органического полимера ПЭГ. При введении в систему ПЭГ и каталитических количеств фторида натрия наблюдалось увеличение скорости поликонденсации в 1,25 раза и сокращение времени формирования матрицы до 15 мин.

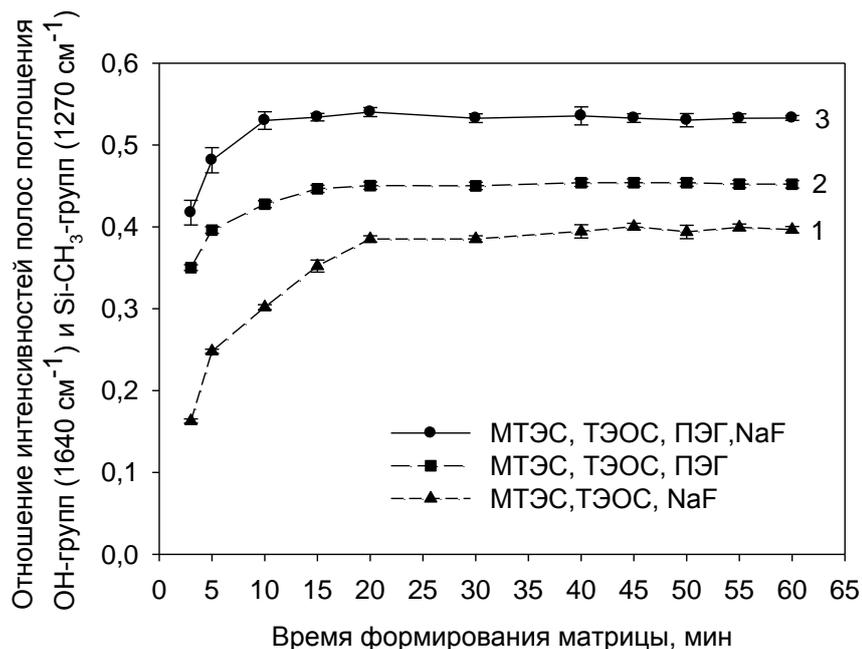


Рис. 2. Кинетические кривые формирования золь-гель матриц на основе MTЭС, TЭОС в условиях основного катализа (содержание 85% об. MTЭС и 15% об. TЭОС)

Таким образом, полученная матрица на основе MTЭС, TЭОС и ПЭГ при катализе фторидом натрия, характеризуется максимальной скоростью формирования и может быть использована при иммобилизации биоматериала. Введение биоматериала на стадии формирования золь-гель структуры позволяет инкапсулировать целые клетки микроорганизмов или ферменты с сохранением их активности. Полученные таким методом иммобилизации микроорганизмов рецепторные элементы биосенсоров могут быть использованы для разработки экспресс-методов определения этанола в бродильных средах при контроле качества биотехнологических производств, а также для оценки биохимического потребления отработанной барды.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ соглашение № 13-03-97514/13.

**ВЛИЯНИЕ pH, СОЛЕННОСТИ СРЕДЫ И ИОНОВ  
ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ОКИСЛИТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ  
АССОЦИАЦИИ ДРОЖЖЕЙ *ARXULA ADENINOVORANS*,  
*PICHIA ANGUSTA*, *DEBARYOMYCES HANSENI*,  
ИММОБИЛИЗОВАННЫХ В МОДИФИЦИРОВАННЫЙ  
ПОЛИВИНИЛОВЫЙ СПИРТ**

*Т. Н. Козлова, Н. Ю. Юдина, В. А. Арляпов*

*Тулский государственный университет, kozlovatatyana\_1993@mail.ru*

Альтернативным способом определения биохимического потребления кислорода (БПК) является применение биосенсорных технологий. Использование ассоциаций микроорганизмов для создания рецепторных элементов БПК-биосенсоров позволяет существенно повысить спектр окисляемых субстратов и, соответственно, правильность определения БПК.

Для создания биораспознающих элементов БПК-сенсоров используют либо чистые культуры, обладающие определенными свойствами (широкий спектр окисляемых субстратов, устойчивость к воздействию негативных факторов окружающей среды), либо смесь идентифицированных микроорганизмов (искусственные ассоциации), либо активный ил (Пономарева и др., 2011). Использование ассоциаций микроорганизмов позволяет существенно повысить спектр окисляемых субстратов и, соответственно, правильность определения БПК (Arlyarov et al., 2012). В то же время БПК-биосенсоры на основе ассоциаций микроорганизмов могут иметь недостаточную стабильность, причиной которой является изменение состава ассоциации с течением времени.

На окислительную способность микроорганизмов, применяемых в качестве биорецепторного элемента БПК-биосенсора, может влиять состав исследуемых проб (наличие ионов тяжелых металлов, pH среды, ионная сила раствора). Так, ионы тяжелых металлов обладают как бактериостатическим, так и бактерицидным действием. Механизмы их взаимодействия с ферментами различны: замещение физиологически важных катионов и неметаллсодержащих оксианионов в активных центрах ферментов, связывание функциональных сульфидгидрильных групп и др. Ионная сила раствора, прежде всего, влияет на давление внутри клетки, а зависимость ответа сенсора от солёности раствора отражает способность клеток к окислению в средах с высоким осмотическим давлением. Целью данной работы явилась разработка БПК-биосенсора кюветного типа на основе ассоциации дрожжей *Arxula adeninovorans*, *Pichia angusta*, *Debaryomyces hansenii*, иммобилизованных в модифицированный поливиниловый спирт (ПВС) и изучение влияния pH, солёности среды и ионов тяжелых металлов на окислительную активность ассоциации дрожжей.

Биосенсорные измерения проводились с помощью преобразователя – многофункционального анализатора Эксперт-001, используя кислородный электрод Кларка, на поверхности которого расположен рецепторный элемент. В качестве биорецепторного элемента использовали ассоциацию микроорганизмов *Arxula adeninovorans*, *Pichia angusta*, *Debaryomyces hansenii*. Иммобилиза-

ция дрожжей в пленку на основе ПВС, модифицированного N-винилпирролидоном, обеспечивает длительное время непрерывного функционирования анализатора (Арляпов и др., 2012).

Преимуществом при создании БПК биосенсоров является широкая субстратная специфичность рецепторного элемента, т.к. это приводит к повышению правильности результатов. Ассоциация микроорганизмов *Arxula adeninovorans*, *Pichia angusta*, *Debaryomyces hansenii* окисляет все основные классы органических соединений: углеводы, спирты, карбоновые кислоты, аминокислоты, нитрофенолы и поверхностно активные вещества, которые могут быть обнаружены в сточных водах. Это является перспективным с точки зрения возможности использования данной ассоциации для оценки БПК.

Аналитические и метрологические характеристики определяли с использованием глюкозо-глутаматной смеси (ГГС). Смесь ГГС была выбрана, так как её применение как стандарта при анализе БПК определено в ПНДФ (ПНД Ф 14.1:2:3:4. 123-97). Теоретическая зависимость БПК от концентрации ГГС имеет вид:  $БПК=0,687 \times C$  (ГГС). Основные характеристики рецепторного элемента представлены в таблице.

Таблица

**Характеристики биосенсора на основе ассоциации дрожжей  
*Arxula adeninovorans*, *Pichia angusta*, *Debaryomyces hansenii***

Характеристики	Значения
Коэффициент чувствительности, $\cdot 10^{-5}$	$10 \pm 2 \text{ с}^{-1}$
Время работы сенсора без замены рецепторного элемента	26 дней
Время единичного измерения	3–5 минут
Операционная стабильность	8,9 %
Диапазон определения БПК	2,41–80 мг/дм <sup>3</sup>

В работе исследован характер изменения откликов биосенсоров при концентрации NaCl от 0,5 до 20%. Зависимость окислительной активности клеток от солености среды принимает вид убывающей прямой. При увеличении солености среды до 20% ответ сенсора снижается на 72%.

Изучен характер изменения откликов биосенсора при изменении pH от 5,4 до 8,0; нижней и верхней границами возможных pH буферной системы  $\text{KH}_2\text{PO}_4/\text{Na}_2\text{HPO}_4$ . Показано, что максимальный ответ биосенсора на основе ассоциации дрожжей *A. adeninovorans*, *P. angusta*, *D. hansenii* наблюдается в интервале pH 6,8–7,2.

Промышленная деятельность нашего региона оказывает влияние на уровень загрязнения водоемов ионами тяжелых металлов. Для изучения ингибирующего действия соединений тяжелых металлов была исследована зависимость окислительной способности ассоциации от присутствия в растворе ионов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , в диапазоне концентраций, превышающих предельно допустимые концентрации (ПДК) от 0 до 100 раз, определенные для водоемов рыбохозяйственного назначения.

Наибольшее влияние на дыхательную активность иммобилизованной ассоциации оказывает присутствие в кювете ионов  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  и  $\text{Zn}^{2+}$ , снижение отве-

тов при повышении ПДК в 100 раз составило 73 и 62% соответственно. Присутствие в системе солей  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Pb}^{2+}$  вызывает снижение ответов сенсора в 2 раза. При превышении ПДК в 10 раз для ионов  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Bi}^{3+}$  снижение ответов составляет не более 20%, что может свидетельствовать о стрессоустойчивости ассоциации *Arxula adeninovorans* ВКМ Y-2677, *Pichia angusta* ВКМ Y-1397, *Debaryomyces hansenii* ВКМ Y-2482 к этим тяжёлым металлам.

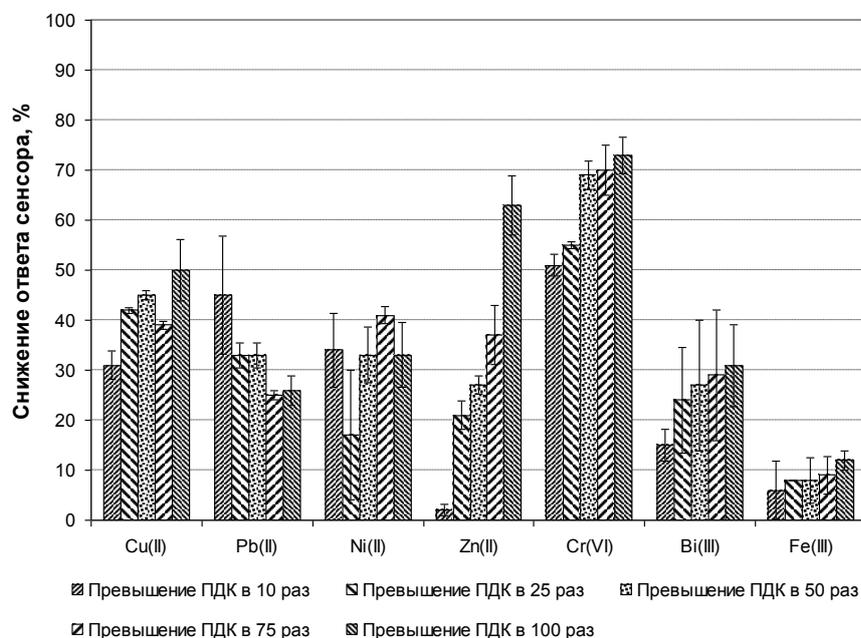


Рис. Влияние ионов тяжелых металлов на окислительную активность ассоциации дрожжей *A. adeninovorans*, *P. angusta*, *D. hansenii*

Таким образом, ассоциация дрожжей *Arxula adeninovorans*, *Pichia angusta*, *Debaryomyces hansenii*, иммобилизованных в модифицированный поливиниловый спирт (ПВС) подходит для создания рецепторного элемента БПК-биосенсора и обладает хорошими потребительскими свойствами.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ №13-05-97513.

#### Литература

Арляпов В. А., Юдина Н. Ю., Алферов С. В., Асулян Л. Д., Алферов В. А. Решетиллов А.Н. БПК-биосенсор на основе дрожжей *Debaryomyces hansenii*, иммобилизованных в поливиниловый спирт, модифицированный N-винилпирролидоном // Сенсорные системы, 2012. Т. 26. № 3. С. 246–255.

ПНД Ф 14. 1:2:3:4. 123-97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений биохимической потребности в кислороде после n-дней инкубации (БПКполн) в поверхностных пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных сточных водах. М., 1997. 25 с.

Понаморёва О. Н., Арляпов В. А., Алферов В. А., Решетиллов А. Н. Микробные биосенсоры для определения биологического потребления кислорода // Прикладная биохимия и микробиология. 2011. Т. 47. № 1. С. 5–15.

Arlyapov V., Kamanin S., Ponomoreva O., Reshetilov A. Biosensor analyzer for BOD index express control on the basis of the yeast microorganisms *Candida maltosa*, *Candida blankii*, and *Debaryomyces hansenii* // *Enz. Microb. Technol.* 2012. V. 50. I. 4–5. P. 215–220.

Suriyawattanakul L., Surareungchai W., Sritongkam P., Tanticharoen M., Kirtikara K. The use of co-immobilization of *Trichosporon cutaneum* and *Bacillus licheniformis* for a BOD sensor // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2002. V. 59. N 1. P. 40–44.

## АНАЛИЗ ОТКЛОНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОТ СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ R

*А. Ю. Боровлев*<sup>1</sup>, *А. Б. Новаковский*<sup>2</sup>, *В. В. Елсаков*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Сыктывкарский государственный университет, sano.bor@yandex.ru,*

<sup>2</sup> *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

Актуальность темы изменения климата бесспорна, так как в настоящее время колебания метеорологических параметров влияют на все отрасли деятельности человека. Вопросы изменения климата стоят на повестке дня многих международных конференций, крупнейшие мировые организации берут во внимание климатические изменения и учитывают их в своей политике.

Цель данной работы – сделать анализ отклонений температурных показателей от средних значений при помощи среды разработки R. Период, взятый для анализа, составляет 61 год (с 1950 по 2011 гг.). Исследованный регион – данные 21ой метеостанции, находящихся в северной части России. Объектом исследования стали климатические явления на Севере России. Предмет – процесс отклонения температурных показателей от средних значений за 61 год.

Для реализации поставленной цели исследования были поставлены следующие задачи:

1. Исследовать отклонения температурных показателей от средних значений с применением пакета R.

2. Проанализировать полученные в виде графических изображений результаты.

Статистический пакет R – это свободно распространяемая программная среда с открытым кодом, а также язык программирования для статистической обработки данных и работы с графикой. С его помощью можно анализировать данные, строить математические модели любой степени сложности. На сегодняшний день данный пакет используют многие западноевропейские и американские университеты, применяя его в статистике, медицине, экологии, финансовом анализе и многих других областях.

Метеорологические параметры представляли средние температуры по декадам за период в 61 год. В качестве примера рассмотрим отклонение температурных показателей от средних значений декад метеостанции Туруханск.

Изначально возникла необходимость рассчитать среднее температурное значение декады и сравнить его со значением за определенный год. Для этого из второго вычиталось первое. Сделав необходимые преобразования с таблицей, содержащей температурные данные, можно приступить к их графическому отображению. Совместно с сотрудником Института Биологии Коми НЦ УрО РАН к.б.н. А. Б. Новаковским был написан скрипт, позволяющий осуществить эту операцию. Его общий вид выглядит так:

```
f<-read.csv(file="D:/Turukhahsk.csv", sep=";", header=T, dec=",")
ff=data.matrix(f)
y=1:ncol(ff)
x=1:nrow(ff)
library(colorRamps)
a_min=min(f[,],na.rm=T)
a_max=max(f[,],na.rm=T)
a=max(abs(a_min), abs(a_max))
tt=image(x,y,ff, col = blue2red(30), axes=F, xlab=" ", ylab=" ", zlim=c(-a,a))
axis(1, at = 1:36, hadj=0, labels = Decads)
axis(2, at = 1:62, labels = t(Years))
title(main = NULL, sub = NULL, xlab = "декады", ylab = "годы").
```

Загрузив таблицу и выполнив данный скрипт, на выходе можно получить цветовую диаграмму, где области желтого, оранжевого и красного цвета – это те температурные показатели, которые получились выше средних. А синий и голубой – температурные показатели ниже среднего значения. Данная методика также была применена для расчета отклонений суммы осадков от средних значений, по тем же метеостанциям и за тот же период.

В перспективе планируется обработка данного скрипта до самостоятельной утилиты, позволяющей обычному пользователю загрузить массив данных и на выходе получить готовую диаграмму, не выполняя действий по работе с языками программирования. Также, в дальнейшем, хочется адаптировать данный пакет под расчет междусуточной изменчивости. И последней задачей на будущее является привязка уже готовых диаграмм, отражающих отклонения температур и сумм осадков от средних на карту изменения растительного покрова.

### Литература

Буховец П. В., Москалев П. В., Богатова В. П., Бирючинская Т. Я. Статистический анализ данных в системе R. Учебное пособие / Под ред. проф. А.Г. Буховца. Воронеж: ВГАУ, 2010. 124 с.

Гинзбург Э. И., Гуляев В. Т., Жалковская Л. В. Динамические модели свободной атмосферы. Новосибирск: Наука, 1987, 290 с.

Зарядов И. С. Введение в статистический пакет R: типы переменных, структуры данных, чтение и запись информации, графика. М.: Издательство РУДН, 2010. 207 с.

Незлин М. В., Снежкин Е. Н. Вихри Россби и спиральные структуры. М.: Наука, 1990. 237 с.

Gray, W. M. Tropical cyclone genesis / W. M. Gray // Atmos. Sci. Paper, Colo. St. Univer. 1975. N 234.

Susan G. Conard – Influence of large-scale circumpolar atmospheric circulation patterns on distribution of severe fire outbreaks in Eurasia // В кн.: NASA Science Meeting, COFC-GOLD and NEESPI Workshop and Regional Conference Impacts of extreme weather on natural, socio-economics, and land-use systems: Focus on the 2010 summer anomaly in Volga region, Йошкар-Ола, 2012, материалы. Йошкар-Ола, ПГТУ, 2012, С. 31–35.

The R Project for Statistical Computing [Электронный ресурс] //URL: <http://www.rproject>.

# МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К КОЛИЧЕСТВЕННОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ ФОРМАЗАНА В КЛЕТКАХ ЦИАНОБАКТЕРИЙ

С. Ю. Огородникова<sup>1,2</sup>, Л. И. Домрачева<sup>2,3</sup>, Е. А. Горностаева<sup>3</sup>,  
А. И. Фокина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Вятский государственный гуманитарный университет,

<sup>2</sup> Лаборатория биомониторинга Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН и ВятГУ,

<sup>3</sup> Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
ecolab2@gmail.com

При оценке состояния окружающей среды широко используют тест-организмы различной систематической принадлежности. Исследования, проведенные в последние годы в лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГУ, показали, что наиболее адекватную реакцию на степень токсичности поллютантов минеральной и органической природы дают цианобактерии (ЦБ). В качестве маркерных признаков жизнеспособности клеток ЦБ был выбран показатель образования в их клетках кристаллов формаза красного цвета из бесцветного 2,3,5-трифенилтетразолий хлорида. Образование формаза индуцируется деятельностью фермента дегидрогеназы, который работает в живых клетках и инактивируется в клетках погибших.

В серии опытов было установлено, что чувствительность ЦБ к токсикантам напрямую коррелирует с их титром: чем ниже плотность клеток в популяции ЦБ, тем выше количество погибших клеток и наоборот (Домрачева и др., 2008). Это вполне объяснимо тем, что плотность популяции бактерий – существенный фактор, обеспечивающий её устойчивость во внешней среде, в первую очередь, за счёт увеличения экссудации слизистых метаболитов. Именно экзометаболиты являются первым защитным барьером клеток, способным удерживать и обезвреживать токсиканты. Поэтому в целях повышения чувствительности ЦБ в качестве тест-организмов необходимо, чтобы плотность популяции в жидкой культуре была в пределах 1–2 млн. клеток/мл (табл. 1). В дальнейшем микроскопическим методом на мазках определяют количество живых (с кристаллами малиново-красного цвета внутри) и мертвых (без кристаллов) клеток и делают вывод о степени токсичности испытуемого вещества.

Таблица 1

## Влияние титра цианобактерии *Nostoc paludosum* на выживаемость популяции в растворе метилфосфоновой кислоты, %

Титр <i>Nostoc paludosum</i> , кл./мл	Клетки	
	жизнеспособные	нежизнеспособные
$2,2 \cdot 10^8$	98,39	1,61
$2,2 \cdot 10^7$	92,75	7,25
$4,4 \cdot 10^6$	88,41	11,59
$2,2 \cdot 10^6$	70,04	29,96

Тетразольно-топографический метод определения дегидрогеназной активности клеток различных видов ЦБ использовали для определения уровня токсичности таких соединений, как соли свинца, мышьяка, меди и никеля, метилфосфоновая кислота и пирофосфат натрия, азид натрия, группы пестицидов старого и нового поколений, а также была проведена работа с почвенными вытяжками, полученными из образцов почв урбанизированных территорий и таких экологически опасных объектов Кировской области, как Кирово-Чепецкий химический комбинат и Кильмезский полигон захоронения ядохимикатов (Домрачева и др., 2012; Кондакова, 2012; Зыкова, 2013).

С помощью данного метода удается оперативно выявить наиболее загрязненные участки на изучаемых объектах и установить первоочередность проведения химического анализа на этих участках для выявления конкретных загрязнителей и их концентрации в почве.

Однако тетразольно-топографический метод, давая представление о соотношении живых и мертвых клеток в популяции ЦБ при действии тех или иных веществ, не дает количественной оценки содержания формазана, который накапливается в живых клетках после проведенных реакций. В то же время именно концентрация формазана, вероятно, будет являться наиболее объективной характеристикой устойчивости тест-организма к внешнему воздействию.

При отработке количественного метода определения формазана предварительно необходимо решить следующие задачи.

1. Провести скрининг штаммов ЦБ, наиболее пригодных в данном случае. Например, при отработке тетразольно-топографического метода определения жизнеспособности клеток ЦБ из испытанных штаммов ЦБ наиболее чувствительными оказались три вида ностока: *N. linckia*, *N. paludosum* и *N. muscorum*, причем были определены и наиболее подходящие тест-организмы из испытанных штаммов к действию определенного поллютанта.

2. Разработать приемы разрушения клеточной стенки ЦБ для максимально полного высвобождения формазана из клеток.

3. Подобрать оптимальную плотность популяции ЦБ, обеспечивающую максимальную точность метода.

4. Провести сравнение точности обоих методов при биотестировании загрязненных сред.

Первым штаммом для количественного определения формазана был выбран *N. linckia*, который, как показали наши исследования, наиболее чувствителен к действию тяжелых металлов (ТМ) (Огородникова и др., 2010). В качестве токсикантов были выбраны сульфаты меди и никеля с концентрациями ионов ТМ 2 и 20 мг/л. Титр ностока в ходе проведения опыта составлял  $1,6 \cdot 10^8$  кл./мл. При определении жизнеспособности клеток тетразольно-топографическим методом было установлено, что возрастание концентрации ТМ практически не влияет на жизнеспособность клеток, при этом ионы меди более токсичны для *N. linckia* по сравнению с ионами никеля (табл. 2).

**Влияние ионов никеля и меди на жизнеспособность клеток  
*Nostoc linckia* (%)**

Вариант	Живые клетки	Мертвые клетки
1. Контроль (вода)	76,3±4,9	23,7
2. Cu <sup>2+</sup> (2 мг/л)	47,7±7,2	52,3
3. Cu <sup>2+</sup> (20 мг/л)	47,2±11,6	52,7
4. Ni <sup>2+</sup> (2 мг/л)	62,6±3,3	37,4
5. Ni <sup>2+</sup> (20 мг/л)	64,6±3,6	35,4

Одновременно с оценкой жизнеспособности клеток ностока в присутствии ТМ тетразольно-топографическим методом было определено количественное накопление формазана в культуре ЦБ. Содержание формазана было проведено в соответствии с методикой (Методические указания ..., 1981), которую мы модифицировали для ЦБ. К культуре ЦБ, в клетках которых образовались кристаллы формазана, добавляли ледяную уксусную кислоту для разрушения клеточных стенок. Данная методика, рекомендованная для гетеротрофных бактерий, оказалась пригодной и для ЦБ. Поэтому мы не стали испытывать другие химические реагенты для дезинтеграции цианобактериальных клеток. Далее формазан экстрагировали ацетоном, надосадочную жидкость отделяли от клеток путем центрифугирования. Оптическую плотность надосадочной жидкости, содержащей формазан, определяли на спектрофотометре при длине волны 490 нм.

Установлено, что под влиянием ТМ происходило снижение содержание формазана в культуре ностока. Причем, данные по количественному определению формазана спектрометрическим методом согласуются с результатами по оценке жизнеспособности клеток, полученными тетразольно-топографическим методом (рис.). Выявлена тесная корреляция между результатами по оценке токсичности ТМ для ЦБ, полученными разными методами ( $r=0,82$ ).

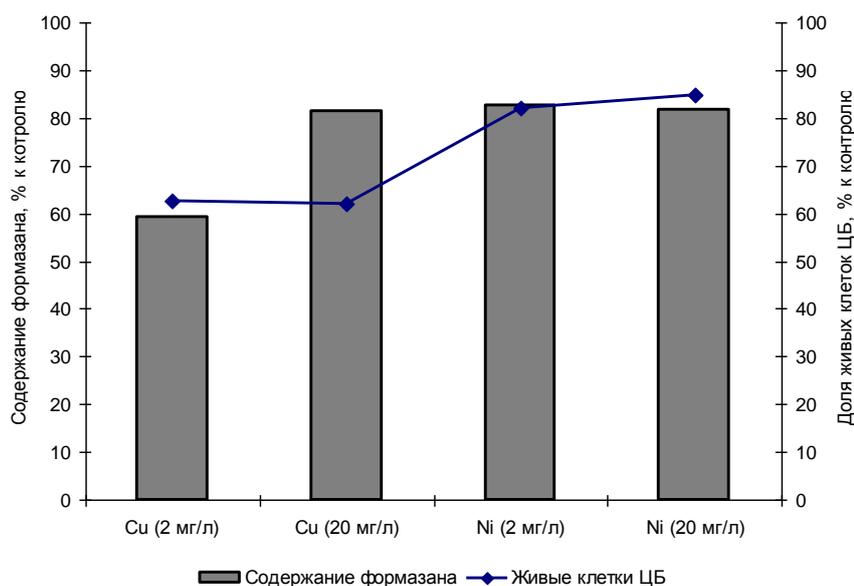


Рис. Влияние ионов никеля и меди на жизнеспособность клеток *Nostoc linckia* и накопление формазана

Следовательно, при использовании ЦБ в качестве тест-организмов для оценки степени загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами правомочно применение обоих методов: определение жизнеспособности клеток тетразольно-топографическим методом и количественное определение формазана.

### Литература

Домрачева Л. И., Кондакова Л. В., Огородникова С. Ю., Олькова А. С., Фокина А. И., Ашихмина Т. Я. Применение тетразольно-топографического метода определения дегидрогеназной активности цианобактерий в загрязненных средах // Теор. и прикл. экология, 2008. № 2. С. 23–28.

Домрачева Л. И., Кондакова Л. В., Елькина Т. С., Ефремова В. А., Березин Г. И., Злобин С. С., Гайфутдинова А. Р. Биотестирование с использованием цианобактерий // Адаптационные реакции живых систем на стрессорные воздействия. Матер. Всеросс. молодежной конф. Доклады. Лекции. Практические занятия. (г. Киров 23-25 апреля 2012 г.). Киров: ООО «Лобань», 2012. С. 171–182.

Зыкова Ю. Н. Комплексы водорослей, цианобактерий и грибов городских почв и их реакции на действие поллютантов: Автореф. ... дис. канд. биол. наук. М., 2013. 22 с.

Кондакова Л. В. Альго-цианобактериальная флора и особенности её развития в антропогенно нарушенных почвах (на примере почв подзоны южной тайги Европейской части России): Автореф. ... дис. докт. биол. наук. Сыктывкар, 2012. 34 с.

Огородникова С. Ю., Зыкова Ю. Н., Березин Г. И., Домрачева Л. И., Калинин А. А. Реакции различных видов цианобактерий рода *Nostoc* на действие токсикантов // Водоросли и цианобактерии в природных и сельскохозяйственных экосистемах: Матер. междунар. научно-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения проф. Э. А. Штиной. Киров: ВятГСХА, 2010. С. 216–221.

Определение дегидрогеназной активности микроорганизмов. Методические указания по санитарно-микробиологическому исследованию почвы. № 2293-81. от 19.02.1981.

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ АНАЛИТИЧЕСКОГО СИГНАЛА ГЛУТАТИОНА, ПОЛУЧАЕМОГО МЕТОДОМ ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ

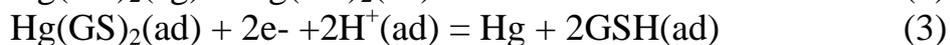
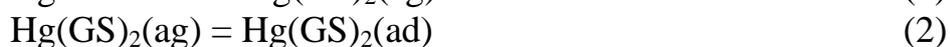
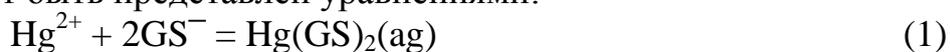
*Е. И. Лялина, А. И. Фокина, А. Н. Гудина, С. В. Потапов*  
*Вятский государственный гуманитарный университет, anya\_var@mail.ru*

Многие патологические состояния живых организмов связаны с процессами перекисного окисления липидов (ПОЛ). Для защиты от избыточной интенсивности ПОЛ в организме существует антиоксидантная защитная система. Важным компонентом этой системы является глутатион-зависимое звено, включающее биологически активный тиол – глутатион (GSH). Самой активной функциональной группой молекулы является тиоловая (сульфгидрильная) SH-группа. Помимо выше указанных свойств, глутатион непосредственно взаимодействует с ионами металлов переменной валентности, защищая клетки от токсичного действия ионов тяжелых металлов ( $Cd^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ). Для определения GSH применяют различные методы (Ellman, 1959; Будников и др., 2004; Дорожко, 2010). Однако, задача чувствительного, точного определения глутатиона с использованием недорогого оборудования, является до сих пор актуальной. В последнее время уделяется большое внимание инверсионным элек-

трохимическим методам. Плюсом их использования является не только использование в качестве метода количественного определения, но и применение при изучении особенностей строения и свойств некоторых соединений на основе глутатиона, например, с тяжёлыми металлами.

Целью работы было исследование влияния состава растворов, содержащих глутатион, на аналитический сигнал при использовании прибора «Экотест-ВА» с дисковым вращающимся электродом.

Химизм процесса появления аналитического сигнала. Попадая в раствор, глутатион связывается с ионами ртути (II) (уравнение 1). За счет того, что ионы ртути гидрофобны, образовавшееся соединение адсорбируется на поверхности ртутной плёнки (уравнение 2). Ток пика восстановления отражает восстановление комплекса ртуть-глутатион (уравнение 3). Полный электродный механизм может быть представлен уравнениями:



Объекты и методы исследования. Все исследования проводили на инверсионном вольтамперметре марки «Экотест-ВА» с углесталловым вращающимся электродом (площадь рабочей поверхности 7 мм<sup>2</sup>). В отдельной ячейке формировали на поверхности электрода ртутную пленку (РП) при потенциале электролиза -0,9 В в растворе нитрата ртути (II) с концентрацией 5,2•10<sup>-5</sup> моль/дм<sup>3</sup> в течение 10 циклов по 30 сек. каждый. После формирования РП, электрод ополаскивали дистиллированной водой, не снимая пленки, и перенесли в ячейку с исследуемым раствором, где регистрировали вольтамперные кривые в переменноточковом режиме. Исследуемые растворы предварительно барботировали аргоном в течение 2 минут с целью удаления из них кислорода. Было две серии исследуемых растворов: растворы с различными концентрациями глутатиона в боратном буфере и растворы с различными концентрациями глутатиона в боратном буфере + нитрат ртути (II) с концентрацией 5,2•10<sup>-6</sup> моль/дм<sup>3</sup> (рН буфера = 9,18).

Условия выбраны не случайно. Исследование изменений площади пика от концентрации это основа для установления зависимостей, лежащих в основе методов количественного определения. А ионы ртути выбраны, исходя из двух соображений: во-первых, ионы Hg<sup>2+</sup> являются непосредственными участниками процесса определения во многих инверсионных методиках; во-вторых, они могут присутствовать в исследуемых объектах (например, в биологических жидкостях после контакта организма с солями ртути, входящих в состав анализируемых соединений) и влиять на аналитический сигнал. Выбор рН обусловлен тем, что такая кислотность способствует смещению равновесия в сторону анионной формы глутатиона GS<sup>-</sup> (уравнение 4) с последующим образованием комплексного соединения с ионами ртути (II):



В области рН 8–9 ток восстановления глутатиона максимальный (Дорожко, 2010).

Для исследования электродных процессов, протекающих на поверхности РП, изучали катодные поляризационные кривые в области от 0,0 до  $-0,8$  В. Потенциал выхода изучаемого пика составил  $-0,23$  В.

Результаты и их обсуждение. На рисунках 1–2 видно, что с увеличением концентрации глутатиона в растворе площадь пика уменьшается как без дополнительного введения ртути, так и с ним. Скорее всего, это связано с особенностями реакции образования соединения ртути (II) с глутатионом. При увеличении концентрации трипептида в растворе, избыток органического вещества вызывает смещение равновесия в реакции вправо, в сторону образования комплекса (уравнение 1) и соответственно затрудняется протекание реакции 3, которая обуславливает образование пиков. И чем больше концентрация глутатиона в растворе, тем в меньшей степени протекает реакция, обуславливающая пики.

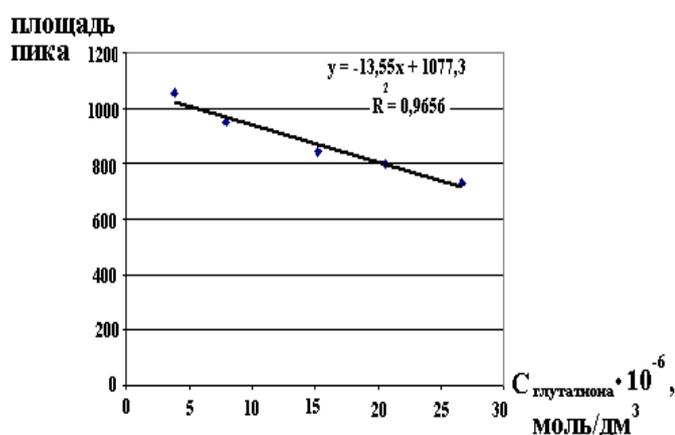


Рис. 1. Зависимость между площадью пика и концентрацией глутатиона в растворе

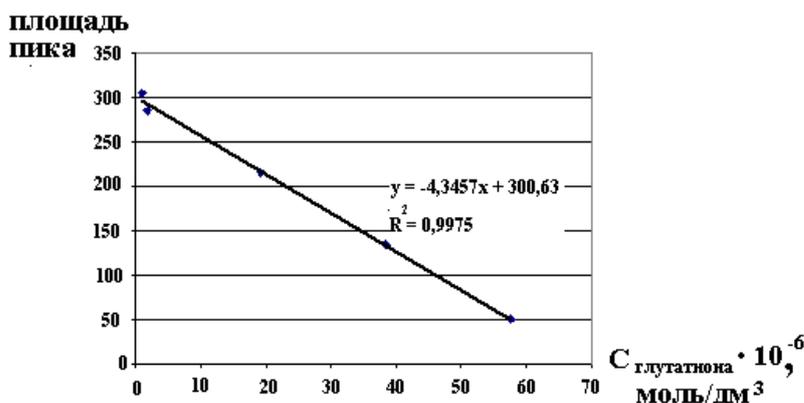


Рис. 2. Зависимость между площадью пика и концентрацией глутатиона в растворе в присутствии  $5,2 \cdot 10^{-6}$  моль/дм<sup>3</sup> ионов ртути (II)

Присутствие ионов ртути (II) сказывается на площади катодных пиков глутатиона, в присутствии  $5,2 \cdot 10^{-6}$  моль/дм<sup>3</sup>  $\text{Hg}^{2+}$  значения площадей становятся значительно ниже (рис. 3). Влияют  $\text{Hg}^{2+}$  и на величину областей концентраций глутатиона, в которых наблюдается прямолинейная зависимость между концентрацией HGS и площадью пика восстановления. Начало области концентраций глутатиона обоих вариантов составила  $9,8 \cdot 10^{-7}$  моль/дм<sup>3</sup>, конец  $2,7 \cdot 10^{-6}$  в случае без дополнительного введения ртути (II) и  $5,8 \cdot 10^{-6}$  моль/дм<sup>3</sup> при допол-

нительном введении ионов металла. В присутствии  $5,2 \cdot 10^{-6}$  моль/дм<sup>3</sup> Hg<sup>2+</sup> область прямолинейной зависимости несколько расширяется. Это связано с тем, что «дополнительные» ионы ртути (II) дают возможность образовывать соединения и адсорбироваться на поверхности рабочего электрода большому количеству глутатиона. Лимитирующим фактором, определяющим верхнюю границу областей концентраций прямолинейной зависимости, является, в случае без введения ртути, – концентрация Hg<sup>2+</sup>, а в случае с введением ртути (II) – площадь поверхности рабочего электрода и достижение ионного произведения ионов ртути (II) и аниона глутатиона произведения растворимости их соединения.

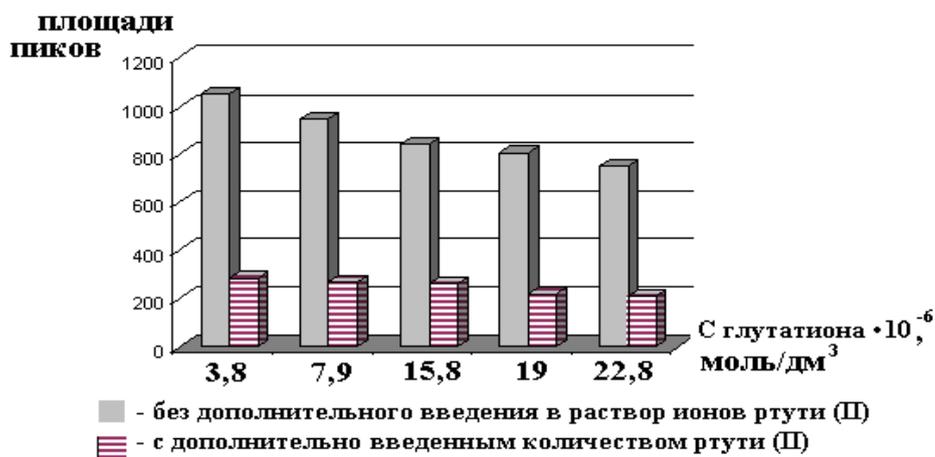


Рис. 3. Влияние ионов ртути (II) на площадь пика: а – величина площади пиков вольтамперограмм, снятых из растворов глутатиона без добавления нитрата ртути (II); б – с добавлением нитрата ртути (II)

Это говорит о необходимости учета данного обстоятельства при проведении анализов и необходимости дальнейшего изучения специфики анализа в зависимости от присутствия ртути и сходных с ней по свойствам ионов, таких как медь, цинк и т. д.

На основании полученных зависимостей было исследовано содержание глутатиона в суспензии ЦБ *Nostoc linckia* 273 из коллекции фототрофных микроорганизмов кафедры биологии растений, селекции и семеноводства, микробиологии Вятской государственной сельскохозяйственной академии.

Известно, что во многих методиках, основанных на получении данных о содержании искомого компонента по калибровочным зависимостям, существует погрешность, связанная с разницей условий при построении калибровочной зависимости и реальными условиями исследования пробы. В пробе могут быть компоненты, о которых даже не догадывается исследователь, и которые могут существенно исказить результат. В суспензии ЦБ много соединений, которые могут вступать в реакцию со ртутью и, возможно, исказить результат. Поэтому в методику для количественного определения глутатиона в ЦБ нами была введена операция расчета по градуировочному уравнению. Согласно этой методике, надо снять вольтамперограммы с трёх растворов: исследуемая проба, проба + добавка и разбавленная в два раза проба + добавка. Далее рассчитать концентрацию искомого компонента по градуировочному уравнению:

$$x = \Delta C \times \frac{y_1 + y_2 - 2 \times y_3}{y_2 - y_1}, \text{ где:}$$

$x$  – исходная концентрация в пробе, мкг/дм<sup>3</sup>;

$\Delta C$  – известная добавка, мкг/дм<sup>3</sup>;

$y_1$  – площадь пика исходной пробы;

$y_2$  – площадь пика исходной пробы с добавкой;

$y_3$  – площадь пика исходной пробы с добавкой, разбавленная в два раза.

В результате определения содержания глутатиона в суспензии цианобактерий, согласно стандартной методике и расчету результата в программном обеспечении компьютера содержание получилось  $0,70 \pm 0,08$  ммоль/л, а по способу с применением градуировочного уравнения  $0,88 \pm 0,11$  ммоль/л. Оба результата находятся относительно друг друга в пределах погрешности.

Выводы. 1. Установлены значения областей концентраций, при которых сохраняется прямолинейная зависимость между концентрацией глутатиона в растворе и площадью катодного пика.

2. Зависимость между указанными величинами обратная как при снятии вольтамперограмм из индивидуальных растворов глутатиона в боратном буфере, так и в присутствии ионов двухвалентной ртути. Но интервалы концентраций, в которых наблюдается прямолинейная зависимость и величина площадей пиков различны. Это, несомненно, указывает на необходимость учета действия мешающих компонентов при проведении анализа, необходимость более глубокого и детального изучения природы сопутствующих в анализе ионов на правильность результатов.

3. Ионы ртути (II) занижают площади пиков, что может стать основой для разработки способа вычисления константы устойчивости комплекса ртути (II) с глутатионом, а при дальнейших исследованиях и с другими металлами, например, медью, цинком и т. д.

4. Способ нахождения правильного результата анализа за счет учета площадей пиков «проба», «проба+добавка» и «(проба+добавка)/2», несомненно, усложняют проведение анализа, но позволяют «устранить» ошибки, вызванные мешающими ионами. Кроме того, этот способ позволит выявить состав соединений, представленных заведомо мешающими при инверсионном анализе друг другу компонентами, например, комплексы ртути с глутатионом, комплексы меди с глутатионом, комплексы цинка с глутатионом и т. д.

### Литература

Будников Г. К., Зиятдинова Г. К., Валитова Я. Р. Электрохимическое определение глутатиона // Журнал аналитической химии. № 6, 2004. Т. 59. С. 645–648.

Дорожка Е. В. Определение некоторых тиоловых соединений в биологических объектах методом инверсионной вольтамперометрии: Автореф. дис. ... канд. хим. наук. Томск, 2010. 22 с.

Алиева Э. Ш., Цюпко Т. Г., Темердашев З. А., Рувинский О. Е. Вольтамперометрическое исследование поведения цистеина на ртутно-плёночном электроде // Заводская лаборатория. 2004. № 1. Т. 70. С. 9–12.

## ГЛУТАТИОН КАК ФАКТОР ДЕТОКСИКАЦИИ ПОЛЛЮТАНТОВ В КЛЕТКАХ ПРО- И ЭУКАРИОТИЧЕСКИХ ОРГАНИЗМОВ

*Е. А. Горностаева*

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
g\_lentochka@mail.ru*

Изучение функций глутатиона, открытого еще в конце XIX века, продолжает привлекать внимание многих исследователей. Глутатион называют самым мощным природным антиоксидантом, лучшим средством клеточной защиты и одним из гарантов здоровья индивида (Смирнова, 2005). Глутатион – очень простая молекула, это комбинация из трех блоков аминокислот – цистеина, глицина и глутамина, который содержит необычную пептидную связь между аминогруппой цистеина и карбоксигруппой боковой цепи глутамата (Большая..., 1969–1978). Он содержится во всех живых организмах и играет важную роль в окислительно-восстановительных реакциях. Функции глутатиона многообразны: восстановление и изомеризация дисульфидных связей, влияние на активность ферментов и других белков, поддержание мембранных функций, коферментные функции, участие в обмене эйкозаноидов, резервирование цистеина, влияние на биосинтез нуклеиновых кислот и белка, пролиферацию и др. (Мазо, 1997). Фактически глутатион не только защищает клетку от таких токсичных агентов, как свободные радикалы, но и в целом определяет редокс-статус внутриклеточной среды (Strużńska et al, 2005).

Самой активной функциональной группой молекулы является тиоловая (сульфгидрильная) SH-группа, за счет которой восстановленный глутатион (GSH) принимает активное участие во многих окислительно-восстановительных процессах и чья концентрация выше большинства органических веществ в клетке. Глутатион в клетке восстанавливает любую дисульфидную связь (S-S), образуемую между цистеинами цитозольных белков. При этом восстановленная форма глутатиона GSH превращается в окисленную GSSG. Под действием фермента глутатионредуктазы восстанавливается окисленный глутатион, который постоянно находится в клетке в активном состоянии и индуцируется при окислительном стрессе. Отношение восстановленный/окисленный глутатион внутри клетки является одним из важнейших параметров, который показывает уровень внутриклеточной токсичности, может изменяться в зависимости от преобладания тех или иных реакций, что, в свою очередь, определяется состоянием клетки в окружающей среде (уровень окислительного стресса) (Kosower, Kosower, 1978). Помимо выше указанных свойств, глутатион эффективно взаимодействует с ионами металлов переменной валентности, защищая клетки от токсичного действия ионов тяжелых металлов (ТМ).

Глутатион в относительно высоких концентрациях присутствует в клетках всех эукариот. Доказан путь биосинтеза глутатиона для некоторых прокариот (цианобактерий и протеобактерий), но который отсутствует у многих бактерий. Так, глутатион в клетках прокариот встречается преимущественно у грамотрицательных бактерий. В большинстве грамположительных бактерий, за

исключением некоторых видов *Streptococcus* и *Enterococcus*, GSH не обнаружен. Факультативные и аэробные прокариоты, не содержащие GSH, продуцируют другие низкомолекулярные тиолы, по-видимому, заменяющие глутатион в функциональном отношении (Смирнова, 2005). Из архей глутатитон могут синтезировать только галобактерии (Shelley, 2002).

Глутатион обычно отсутствует у анаэробных микроорганизмов, но есть почти у всех аэробов, что свидетельствует в пользу гипотезы о появлении глутатиона у эукариот в связи с возникновением аэробного метаболизма и митохондрий. Уже это дает основание полагать, что глутатион защищает клетки от активных форм кислорода, образование которых – неизбежное следствие аэробной жизни.

Окислительный стресс – результат воздействия на организмы активных форм кислорода, которые могут повреждать все биологические макромолекулы, представляя опасность для клетки. Хотя само по себе появление свободных радикалов в живом организме – нормальный биологический процесс, и в норме количественные аспекты этого процесса строго регулируются. Кислород, являясь необходимым условием существования аэробных клеток, является и потенциальным постоянным источником возникновения кислородных свободных радикалов (Мазо, 1997). В ходе эволюции бактерии создали защитные механизмы от различных типов окислительного стресса. У эукариот глутатион играет ключевую роль в защите от окислительного стресса как кофактор селенозависимых и независимых глутатион пероксидаз. При окислительном стрессе идет интенсивное окисление GSH и снижение соотношения GSH/GSSG, являясь одним из основных признаков окислительного стресса эукариот. Так, хорошо известно, что растения выработали защитные реакции на воздействия органических загрязнителей. Все многочисленные защитные реакции катализируются ферментами антиоксидантной системы, где лидирующее положение занимает глутатион (Schroder et al., 2007). В клетках эукариот система регуляции антиоксидантного ответа более сложная. Казалось бы что, в отличие от эукариот, GSH не играет существенной роли в бактериальных клетках. Однако исследования в данной области показали обратное. Изменения статуса глутатиона может происходить и при нормальных физиологических ситуациях, и при стрессах, а также может быть следствием генетических дефектов или добавления некоторых химических реагентов. Например, изменения во внутриклеточном содержании глутатитона у кишечной палочки могут наблюдаться при исчерпании аммония, переходе к анаэробнозису, а так же при переходе от лаг-фазы к стационарной фазе. Так же у *E. coli* отмечалось повышенное содержание глутатиона в среде при тепловом и холодном шоке. Доказано, что при стрессовых условиях изменения содержания глутатиона и других низкомолекулярных тиолов в экстраклеточном пространстве настолько значительны, что могут существенно влиять на редокс-потенциал микробной культуры. Как правило, воздействия факторов стресса вызывают заметные изменения содержания внеклеточного глутатиона. Так, у *E. coli* гиперосмотический шок вызывал временное снижение концентрации внеклеточного глутатиона. Конечно, у бактерий возможно перекрывание функций при окислительном стрессе, которое может быть связано с наличием раз-

личных антиоксидантных систем. Но все-таки очевидно, что редокс-системы глутатиона и других тиолов составляют интегральную часть ответа на окислительный стресс (Смирнова, 2005).

Опыты по изучению содержания глутатиона в клетках цианобактерий (ЦБ) показали, что в исследуемой культуре данный показатель помогает оценить возможность его применения для почвы и воды загрязненной поллютантами, в том числе и ТМ. Увеличение количества данного пептида говорило о том, что ЦБ способны противостоять неблагоприятным условиям, которое обеспечивалось связыванием с глутатионом. Данная реакция соответственно приводит к снижению токсичности объекта (Лялина, Гудина, 2013).

Таким образом, показано, что глутатион является средством клеточной защиты. Данные успехи относятся, в основном, к изучению функций глутатиона в клетках эукариот, т.к. роль глутатиона у прокариот исследована в значительно меньшей степени.

### Литература

Смирнова Г. В. Роль глутатиона и других антиоксидантных систем при стрессах у *Escherichia coli* // Дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.07. Пермь, 2005. С. 399.

Глутатион Большая советская энциклопедия: в 30 т. / гл. ред. А. М. Прохоров. 3-е изд. М.: Советская энциклопедия, 1969–1978.

Мазо В. К. Современные проблемы физиологии пищеварения // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии, 1998. № 1. С. 47–53.

Лялина Е. И., Гудина А. Н. Методика определения глутатиона в цианобактериях методом инверсионной вольтамперометрии // Бизнес. Наука. Экология родного края: проблемы и пути их решения. Матер. Всерос. науч.-практ. конф.-выставки с межд. участием 18–20 апреля. Киров: ООО «Лобань», 2013. С. 236–239.

Strużńska L., Chalimoniuk M., Sulkowski G. The role of astroglia in Pb-exposed adult rat brain with respect to glutamate toxicity // Toxicology, 2005, V. 212. № 2–3. P. 185–194.

Kosower N., Kosower, E. // Internat. Rev. Cytol., 54. 1978. P. 109–160.

Shelley D., Jasvinder K. Lateral gene transfer and parallel evolution in the history of glutathione biosynthesis genes // Genome biology, 2002, № 3. P. 94–104.

Schroder P., Daubner D., Maier H., Neustifter J., Debus R. // Bioresource Technology, 2008. V. 99. P. 7183–7191.

## ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ИОНОВ НИКЕЛЯ (II) И МЕДИ (II) В РАЗЛИЧНЫХ ФРАКЦИЯХ КЛЕТОК ЦИАНОБАКТЕРИИ *NOSTOC LINCKIA*

*Е. И. Лялина*<sup>1</sup>, *Е. А. Горностаева*<sup>2</sup>, *К. О. Черезова*<sup>1</sup>,  
*Е. О. Кузнецова*<sup>1</sup>, *А. И. Фокина*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Вятский государственный гуманитарный университет, *anya\_var@mail.ru*

<sup>2</sup> Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
*g\_lentochka@mail.ru*

Цианобактерии (ЦБ) – одни из самых перспективных микроорганизмов для применения при биоремедиации объектов окружающей среды, загрязненных тяжелыми металлами (ТМ). Исследование особенностей динамики накоп-

ления ионов металлов-загрязнителей в некоторых фракциях клеток микроорганизмов позволяет выявить закономерности, с помощью которых можно сделать обоснованные выводы о механизмах адаптации ЦБ, спрогнозировать и объяснить специфику их использования и при этом не проводить «вслепую» множество опытов, моделирующих условия области применения.

Цель работы – выявление специфики накопления ионов меди (II) и никеля (II) в некоторых фракциях клеток цианобактерии *Nostoc linckia* после контакта культуры с растворами сульфатов двухвалентных металлов.

Объектами исследования были ЦБ *Nostoc linckia* 273 из коллекции фототрофных микроорганизмов кафедры биологии растений, селекции и семеноводства, микробиологии Вятской государственной сельскохозяйственной академии.

Методы исследования. Культуру ЦБ вносили в раствор сульфатов меди (II) и никеля (II) с концентрацией ионов металлов 2 и 20 мг/дм<sup>3</sup> (титр микроорганизмов составил  $1,2 \cdot 10^9$  кл/см<sup>3</sup>). Выдерживали в течение 1 и 14 суток. Выделяли ионы меди (II) и никеля (II), сорбированные на поверхности клеток, поглощённые внутрь клетки и удерживаемые лиофильными и лиофобными фракциями гомогенизированной культуры микроорганизмов. Для выделения сорбированных на поверхности клеток ионов металлов, суспензию центрифугировали, осадок обрабатывали раствором ЭДТА. Оставшийся после промывания осадок растирали, лиофобную и лиофильную фракции разделяли смесью четыреххлористого углерода (ЧХУ) с этиловым спиртом (Васильева, 2012). Содержание ионов никеля (II) и меди (II) в исследуемых фракциях определяли методом инверсионного электрохимического анализа (Сборник методик измерений ..., 2004). Результаты исследования выражали в виде удельного поглощения (мг металла во фракции на 1 г культуры) и степени извлечения из раствора (%). Так как миграция металлов из клетки в культуральную жидкость и обратно происходит через клеточную мембрану, а усиление выхода электролита часто связывают с её повреждением, то данные по выходу электролита из клеток могут быть полезны. Данные помогут ответить на некоторые вопросы, например, связано ли поступление токсикантов с нарушением нормального функционирования клеточной стенки микроорганизмов, с её повреждением? Связаны ли изменения удельного поглощения некоторыми фракциями с изменениями значений выхода электролита из клеток ЦБ? Для определения выхода электролитов за основу взята методика, разработанная для растений (Гришенкова, Лукаткин, 2005) и адаптирована под работу с ЦБ. Исследовали влияние сульфатов меди (II) и никеля (II) на выход электролита из клеток культуры ЦБ, находящейся не только в виде гомогената, но и в естественном для жизнедеятельности состоянии – в виде плёнки. Принцип исследования выхода электролита заключается в измерении электропроводности водного раствора, в который погружена культура ЦБ после контакта с токсикантом, до и после кипячения. Перед выполнением измерений ЦБ промывали раствором ЭДТА, тем самым удаляя ионы металлов с поверхности клеток и устраняя их побочное влияние на значения электропроводности. Изменение электропроводности в контроле принимали за 100%, а изменения значений электропроводности в вариантах с сульфатами металлов выражали в % от контроля.

Результаты и их обсуждение. Данные по содержанию никеля (II) и меди (II) в различных фракциях представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Содержание металлов ( $X \cdot 10^{-3}$ , мг/г ЦБ) в различных фракциях и суммарная степень извлечения металлов из раствора (%)**

Вариант (согласно концентрации иона металла в растворе, мг/дм <sup>3</sup> )	Через 1 сутки				Через 14 суток			
	спирт	ЧХУ	ЭДТА	степень извлечения	спирт	ЧХУ	ЭДТА	степень извлечения
2Ni	<<	9,62±0,48	<<	1,86±0,09	1,83±0,11	9,21±0,48	<<	2,11±0,11
20Ni	2,83±0,14	5,12±0,26	<<	1,53±0,08	3,97±0,24	4,81±0,30	<<	1,73±0,09
2Cu	2,56±0,13	1,05±0,05	4,18±0,21	1,52±0,07	<<	1,47±0,03	7,84±0,39	1,82±0,08
20Cu	17,23±0,86	2,51±0,13	94,0 ± 4,7	21,87±1,09	0,94±0,08	2,83±0,14	520,0 ± 5,1	100±5

Примечание: «<<» – менее предела обнаружения.

*Через сутки.* Выявлено, что никель накапливается в лиофобных фракциях клеток культуры *Nostoc linckia 273*, причем в варианте 2Ni в большей степени, чем в варианте 20Ni. Металл не обнаружен в лиофильной фракции клеток варианта 2Ni, а в варианте 20Ni найден. Значения суммарных количеств ионов никеля (II) внутри клеток обоих вариантов близки между собой. В экстракте с ЭДТА ионов никеля не обнаружено на протяжении всего эксперимента. По сравнению с никелем, ионы меди (II) обнаружены в лиофильной фракции уже через сутки в вариантах 2Cu и 20Cu, в большем количестве там, где концентрация металла в растворе выше. Это явление может быть связано с токсичностью раствора, окружающего культуру ЦБ. По мере увеличения токсичности возрастает количество ионов, связанных лиофильными компонентами клеток и соотношение между содержанием ионов меди (II) и никеля (II) в лиофильной фракции и содержанием в лиофобной фракции (табл. 2) в направлении по вариантам: 2Ni > 20Ni > 2Cu > 20Cu.

Таблица 2

**Соотношение между содержанием ионов меди (II) и никеля (II) в лиофильной фракции и содержанием в лиофобной фракции**

Вариант (согласно концентрации иона металла в растворе, мг/дм <sup>3</sup> )	Через 1 сутки	Через 14 суток
	Соотношение спирт/ЧХУ	Соотношение спирт/ЧХУ
2Ni	<</9,62	0,20
20Ni	0,55	0,83
2Cu	2,43	<</1,47
20Cu	6,87	0,33

Примечание: «<<» – величина значения стремится к нулю.

В течение первых суток токсиканты вызывают увеличение выхода электролитов, чем выше концентрация ионов металлов, тем больше выход. Числовые значения, характеризующие выход электролита из клеток ЦБ, увеличиваются в том же направлении по вариантам, что и при увеличении значений соотношений между содержанием ионов металлов в лиофильной фракции к содержанию в лиофобной фракции (табл. 3), коэффициент корреляции между значениями этих групп составляет 0,95 для гомогената и 0,97 для биоплёнки.

В первых трех вариантах (табл. 1) значения суммарного содержания металлов во фракциях близки между собой. В варианте, где концентрация Cu равна 20 мг/дм<sup>3</sup>, внутриклеточное содержание токсиканта выше и может быть обусловлено существенным нарушением защитных функций клеточной стенки, что подтверждается достаточно высоким значением, по сравнению с другими вариантами, выхода электролита (табл. 3).

Таблица 3

**Влияние ионов никеля (II) и меди (II) на выход электролита из клеток ЦБ (в % от контроля)**

Вариант (согласно концентрации иона металла в растворе, мг/дм <sup>3</sup> )	сутки				14 суток			
	2Ni	2Cu	20Ni	20Cu	2Ni	2Cu	20Ni	20Cu
гомогенат	112±11	175±18	175±8	275±28	89±37	89±17	111±22	117±34
плёнка	93±10	95±10	128±13	157±16	850±160	300±60	125±25	690±130

Выход электролита в вариантах с гомогенатом сильнее, чем в вариантах с плёнкой. Гомогенат отличается по строению от биоплёнки тем, что состоит из отдельных клеток и разобшённых между собой обрывков цепочек культуры микроорганизмов, биоплёнка представляет из себя совокупность переплетающихся в «псевдоткань» цепочек. Таким образом, при переплетении цепочек образуется структура, имеющая верхние слои и внутренние. В состоянии гомогената количество клеток, с которыми контактирует раствор металла, стремится к 100%, а в состоянии плёнки непосредственному действию подвержены только клетки наружных слоёв, поэтому суммарное повреждение клеток меньше. Выход электролита из клеток ЦБ, находящихся в виде плёнки, меньше, что указывает на меньшее повреждающее действие ТМ. Может это быть объяснено и с точки зрения формы нахождения культуры в растворе. У гомогената биомасса, захватившая ТМ, больше за счет большей площади соприкосновения культуры с раствором, у плёнки – площадь соприкосновения меньше, соответственно и количество захваченных ионов за первые сутки меньше, и при кипячении в раствор выходит из гомогената ионов больше, чем из плёнки.

*Через 14 суток.* Содержание Ni (II) в лиофобной фракции к 14 суткам экспозиции практически не меняется, скорее всего, образуются достаточно устойчивые соединения. К концу опыта ионы никеля появляются в лиофильной

фракции варианта 2Ni, и чем выше концентрация металла в растворе, тем больше его содержание в указанной фракции.

Концентрация ионов Cu в лиофобной фракции в течение 14 суток тоже практически не изменяется, резко уменьшается в лиофильной фракции и возрастает во фракции, выделяемой с поверхности клеток раствором ЭДТА. Это может указывать на выведение ионов из внутриклеточного пространства после адаптации культуры к токсиканту. Снижается и выход электролита к концу опыта (гомогенат), значения во всех вариантах близки к контролю, что тоже свидетельствует об адаптации микроорганизмов.

Через 14 суток значения величин выхода электролита в вариантах, где на гомогенат ЦБ действуют раствором сульфата меди (II), снижаются почти в два раза и не имеют достоверных отличий с контролем. Существенно возрастает выход в вариантах с биоплёнкой (табл. 3). Возможно, что выходу ионов, поглощённых внутрь биоплёнки, в раствор при обычных условиях препятствуют вышележащие слои цепочек цианобактерии. При кипячении происходит выход не только удерживаемых на поверхности плёнки, но и «глубинных»  $Me^{2+}$ . В гомогенате такой структуры нет, поэтому разница в интенсивности потока ионов  $Me^{2+}$  от клеток ЦБ в водный раствор при обычных условиях и кипячении меньше в данном случае, чем в вариантах с биоплёнкой.

Подводя итоги, отметим следующее: во-первых, исследование показало, что ЦБ накапливают ионы никеля и меди, что является предпосылкой использования культуры в качестве биосорбента, но преимущественно для меди. Так как ионы меди и никеля являются микроэлементами, то способность накопления их ЦБ указывает на возможность создания уникального органоминерального удобрения, насыщенного микроэлементами и внесение ценнейших питательных веществ без нежелательных анионов, в нашем случае сульфатов. Во-вторых, суммарное накопление ионов меди выше, чем никеля, соответственно, и при очистке объектов окружающей среды при одинаковых условиях очистка от меди будет полнее. В-третьих, исследование выхода электролита параллельно с распределением ионов меди и никеля во фракциях клеток ЦБ дает дополнительную информацию, помогающую объяснить изменение количественных характеристик распределения. Выявлена высокая степень взаимосвязи между значениями выхода электролита и соотношением содержания металлов в лиофильной фракции к содержанию в лиофобной фракции.

### Литература

Васильева С. Г. Накопление V, Li и Co клетками цианобактерии рода *Spirulina*: Автореф. дис.... канд. биол. наук. М., 2012.

Гришенкова Н. Н., Лукаткин А. С. Определение устойчивости растительных тканей к абиотическим стрессам с использованием кондуктометрического метода // Поволжский экологический журнал. 2005. № 1. С. 3–11.

Сборник методик измерений массовой концентрации ионов меди, свинца, кадмия, цинка, висмута, марганца, никеля и кобальта методом вольтамперометрии на вольтамперометрическом анализаторе «Экотест-ВА». М.: ООО «Эконикс-Эксперт», 2004. 61 с.

## РАЗРАБОТКА НАТИВНЫХ И ИММОБИЛИЗОВАННЫХ ФОРМ КОМПЛЕКСНЫХ НЕФТЕДЕСТРУКТИВНЫХ БИОПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОДНЫХ СРЕД

И. Э. Шаранова<sup>1</sup>, А. В. Гарабаджиу<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский технологический институт,  
scharanova@ib.komisc.ru, gar-54@mail.ru

В настоящее время для очистки водных и почвенных объектов от нефтяных углеводородов (НУГВ) применяются биопрепараты на основе природных углеводородокисляющих микроорганизмов (УОМ). Эффективность использования биопрепарата для очистки от нефтезагрязнений обусловлена деструктивной активностью микроорганизмов, входящих в его состав, и зависит от дозы загрязнения, норм внесения, интенсивности биодеструкции, соответствия природным условиям объекта.

Для очистки нефтезагрязненных водоемов используют не только биопрепараты, но и средства механической очистки от поверхностных загрязнений. К таким средствам относятся сорбенты, а также биосорбенты – формы нефтедеструктивных биопрепаратов с иммобилизованными на носителе микроорганизмами. При очистке биосорбентами водоемов, а также загрязненных труднодоступных и заболоченных районов, устраняются проблемы, связанные с недостатками сорбционного способа (сложности работ по извлечению отработанного адсорбента с поверхности воды и его утилизацией). Преимущества таких биопрепаратов в совмещении в одном материале способности к сорбции и биодеструкции НУГВ в воде. При этом экологически целесообразным является использование в качестве носителя сорбентов, полученных на основе естественного органического сырья.

Возможность совмещения биологического способа очистки (применение микробных препаратов-нефтедеструкторов) с механическим (применение сорбентов) может значительно повысить эффективность биодеструкции и степень биоремедиации.

В связи с этим Институтом биологии Коми НЦ УрО РАН разработаны и запатентованы способы очистки пресноводных сред с использованием микробного биопрепарата и гидрофобного торфяного сорбента (Патенты РФ № 2422587; №2465216; №2465217). В основе предложенных разработок исследования по созданию комплексной формы биопрепарата для биодеструкции углеводородов нефти в пресноводной среде на основе монокультур бактерий, микроводорослей, а также дрожжевого и мицелиального грибов.

Исследования провели с использованием гидрофобного, торфяного сорбента Сорбонафт (ТУ 0392-001-55763877-2003, ЗАО «Маркетинг-бюро» г. Киров) и депонированных штаммов: бактерий *Rhodococcus equi* и дрожжевого гриба *Rhodotorula glutinis* (предоставлены с.н.с. Ин-та биологии Коми НЦ УрО РАН М. Ю. Маркаровой), а также мицелиального гриба *Trichoderma lignorum* (синоним *T. viride*, ВКПМ F98) и культуры зеленых микроводорослей *Chlorella*

*vulgaris* Beijer (ИБ Коми НЦ УрО РАН). Опыты проведены в искусственно загрязненной воде 2% (15 г/л) нефти или 1% дизельного топлива (ДТ) от объема, а также в техногенных водных средах, отобранных из объектов шламонакопителя аэропорта г. Сыктывкара, содержащих в том числе НУГВ. Использовали образцы сырой товарной нефти Усинского р-на Республики Коми, а также дизельного топлива (ДТ) (ГОСТ Р 52368-2005 (ЕН 590:2004)).

В результате проведенных исследований разработаны технология получения биопрепарата-нефтедеструктора в иммобилизованной и в нативной форме культур микроорганизмов, а также основные этапы, отражающие технологию применения биопрепаратов (биосорбентов) в водных средах и почве. Для стадии получения биопрепарата применено культивирование с подбором комбинированной питательной среды, обеспечивающей метаболические потребности микроорганизмов и условия сохранения нефтеокислительных свойств, а также образования максимального количества биомассы монокультуры в нативной форме и для последующей стадии адсорбционной иммобилизации на носителе. Адсорбция микроорганизмов на носителе сорбенте Сорбонафт выполнена с учетом факторов, влияющих на степень иммобилизации (время контакта, количество биомассы с носителем, температура высушивания), а также на сохранение положительной плавучести сорбента.

Проведена сравнительная оценка эффективности комплексных биопрепаратов в опытах, где степень активизации процессов биодеградации НУГВ различается в зависимости от использованных в комплексе нативных или иммобилизованных микроорганизмов, а также приемов-способов очистки пресноводных сред, приближенных к биоремедиации в условиях Севера. Показано, что комплекс, где основным компонентом является бактериальная культура, составленный из микроорганизмов различных таксономических групп, адаптированный к условиям очищаемого объекта, а также способ его получения, определяют эффективность способа применения-очистки от НУГВ пресноводных сред.

В результате исследований обнаружено, что бактериально-грибной микробный комплекс, составленный из бактерий *R. equi* с культурой дрожжей *R. glutinis* или мицелиальным *T. lignorum* грибом в присутствии накопительной культуры микроводорослей *Chlorella*, эффективен для биодеструкции НУГВ в пресноводной среде как в нативной, так и в иммобилизованной формах. Микроводоросли хлорелла способствовали повышению биодеструкции НУГВ в водных средах, тем самым подтверждая то, что микроводоросли способствуют бактериальному окислению различных органических загрязняющих веществ за счет ассимиляции кислорода и углекислого газа в водной среде (Ленова, Ступина, 1990). Взаимодействие нативных или иммобилизованных на сорбенте бактериальной и грибных монокультур увеличивало степень очистки от НУГВ, очевидно, за счет использования бактериями продуктов неполного окисления НУГВ грибами. Мицелиальный гриб-целлюлозолитик *T. lignorum* проявил нефтедеструктивную активность с родококками, а также отличался жизнеспособностью, выступая, возможно, как матрица для бактерий в воде.

Биодеструкция наиболее токсичных для гидробионтов НУГВ (Ратушняк, 2000) обусловлена биохимической активностью нативных и иммобилизованных микроорганизмов на поверхности загрязненного сорбента в трехфазной системе вода – сорбент (биосорбент) – НУГВ и сопровождается, очевидно, процессами адсорбции, десорбции и диффузии в порах сорбента. При этом эффективная биорегенерация сорбента возможна при условии, когда нефтенагруженность или соотношение НУГВ к сорбенту не превышает его максимальной нефтеемкости.

Накопление активных монокультур является одной из важных стадий получения комплексного биопрепарата, а способ его применения совместно с сорбентом Сорбонафт как прием очистки воды, более перспективен при загрязнении дизтопливом (ДТ), где в водной фазе локализованы нативные микроорганизмы и эмульгированные НУГВ. Не обработанный биомассой, не изменивший гидрофобные свойства и нефтеемкость сорбент способен более длительное время находиться на водной поверхности с большим содержанием нефти по сравнению с биосорбентом. Недостаточная прочность адгезии микроорганизмов не является недостатком адсорбционной иммобилизации при очистке биосорбентами загрязненной воды, так как биодеструкция НУГВ необходима как в водной фазе, так и в сорбенте.

Таким образом, намечены пути промышленной реализации технологий получения комплексных биопрепаратов и биосорбентов на основе монокультур бактерий, микроводорослей и грибов в нативной и адсорбционно иммобилизованной на торфосорбенте формах. Разработаны способы удаления тонких нефтяных пленок, дизельного топлива с поверхности воды и углеводов в техногенно загрязненной водной среде с помощью комплексов из монокультур бактерий и грибов при применении совместно с сорбентом Сорбонафт в нативной, а также в иммобилизованной на сорбенте Сорбонафт формах в присутствии культуры микроводорослей.

Комплексный биопрепарат обладает высокой эффективностью как в иммобилизованной на носителе форме (биосорбент), так и в нативной форме. При этом расширен диапазон применения при очистке водной среды от наиболее токсичных поллютантов (нефть, дизельное топливо, нефтезагрязнения шламо-накопителя).

В результате проведенных исследований показано положительное влияние на процессы биодеструкции нефти и дизтоплива в пресноводной среде при совместном применении с гидрофобным сорбентом Сорбонафт комплекса нативных микроорганизмов бактерий, дрожжевого и мицелиального грибов, а также зеленых микроводорослей (снижение содержания НУГВ в сорбенте за 90 суток: 33–50% при загрязнении воды 2% нефти и более 90% при загрязнении воды 1% дизтоплива).

Предложена новая форма биопрепарата – комплексный биосорбент с адсорбционно иммобилизованными на гидрофобном торфяном сорбенте Сорбонафт монокультурами бактерий, дрожжевого и мицелиального грибов.

Показано, что иммобилизация на торфяном сорбенте монокультур бактерий, дрожжевого и мицелиального грибов позволяет увеличить их жизнеспособ-

способность и потенциал в отношении деструкции углеводородов нефти при очистке пресноводной среды в присутствии накопительной культуры зеленых микроводорослей (снижение содержания НУГВ в сорбенте за 60 суток: 50–89% при загрязнении воды 2% нефти и более 90% при загрязнении воды 1% дизтоплива, а также в техногенной водной среде 53–67% от исходного загрязнения).

#### Литература

Ленова Л. Н., Ступина В. В. Водоросли в доочистке сточных вод / АН УССР, Ин-т ботаники им. Н. Г. Холодного. Киев: Наукова думка, 1990. 182 с.

Ратушняк А. А., Андреева М. Г., Латыпова В. З., Гарипова Л. Г. Токсическое действие нефти и продуктов ее переработки на *Daphnia magna* Straus // Гидробиол. Журнал. 2000. 25 с.

Патент № 2422587 РФ. МПК E02B 15/04; C02F 3/32; C02F 3/34; C12N 1/26. Комплексный биосорбент на основе штаммов бактерий и грибов для очистки водных сред от нефти и нефтепродуктов в присутствии микроводорослей / Шарапова И. Э., Маркарова М. Ю., Гарабаджиу А. В. / Заявл. 21.12.2009; опубл. 27.06.2011. Бюл. № 18.

Патент № 2465216 РФ. МПК C02F 3/32; C12N 1/26. Способ очистки водных сред от нефти и нефтепродуктов. / Шарапова И. Э., Маркарова М. Ю., Гарабаджиу А. В. / Заявл. 10.05.11; опубл. 27.10.2012. Бюл. № 30.

Патент № 2465217 РФ. МПК C02F 3/34; C12N 1/26. Биопрепарат для очистки водных сред от нефти и нефтепродуктов. / Шарапова И. Э., Маркарова М. Ю., Гарабаджиу А. В. / Заявл. 04.05.2011; опубл. 27.10.2012. Бюл. № 30.

### **КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОРБЦИИ МЕДИ НА ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВАХ БУРЫХ УГЛЕЙ ШАХТЫ БЕЛЬКОВСКАЯ И ПРОДУКТОВ ИХ НАПРАВЛЕННОЙ МОДИФИКАЦИИ**

*О. А. Камаева, Т. В. Рогова*

*Тульский государственный университет, kamaieva.oksana@mail.ru*

Гуминовые вещества (ГВ) являются наиболее обширным и реакционно-способным классом природных соединений, входящих в состав органического вещества почв, природных вод и твердых горючих ископаемых (Перминова, Лунин, 2004). ГВ обладают биологической активностью и сорбционной способностью. Известно, что биологическая активность и сорбционные свойства ГВ зависят от природы и количества входящих в состав ГВ функциональных групп (Ришар и др., 2008).

Важным прикладным направлением, активно развивающимся в последние годы, является разработка препаратов на основе ГВ и препаратов с заданными свойствами, получаемых направленной модификацией ГВ, для улучшения свойств почв, обладающих биологической активностью и детоксицирующим действием по отношению к различным классам поллютантов (Садовникова и др., 2002). Оценка количественных характеристик сорбции, эффективных констант скорости сорбции тяжелых металлов на ГВ и продуктах их модификации является актуальной задачей.

Целью исследования является изучение влияния модификации гуминовых веществ на сорбционные свойства и состав ГВ, определение величин сор-

бируемости и скорости реакции сорбции меди на ГВ и продуктах их направленной модификации.

Гуминовые вещества бурых углей выделяли щелочной экстракцией раствором 0,1 М NaOH с последующим осаждением 4%-м раствором HCl (при pH=3–4) и очисткой с помощью диализа. Окисление ГВ проводили под действием 56% HNO<sup>3</sup> в течение 1 часа при t=40°C и массовом соотношении HNO<sub>3</sub>:ГВ = 8:1. Выходы для исходных и модифицированных ГВ составили 15,8 и 75%, соответственно.

Была изучена сорбция ТМ в статических условиях на ГВ и продуктах их направленной модификации. В качестве модели катионов ТМ были выбраны ионы Cu(II) (Чернышева, 2009). Для определения сорбируемости меди в статических условиях в коническую колбу помещали навеску (0,72 г) сорбента и 90 см<sup>3</sup> исследуемого раствора. Полученную смесь перемешивали 5 часов до установления равновесия. Раствор отделяли фильтрованием и анализировали фотоколориметрически на содержание меди, рассчитывали величины сорбируемости на исходном и модифицированных препаратах ГВ (табл.)

Для определения кинетики сорбции в электрохимическую ячейку вносили 90 см<sup>3</sup> раствора меди, помещали рН – электроды и датчик для измерения электропроводности, затем вносили 0,72 г сорбента. Снимали показания рН и электропроводности через фиксированные промежутки времени. Смесь перемешивали с помощью магнитной мешалки в течение 28 час до установления значений рН и электропроводности медьсодержащего раствора, находящегося в контакте с сорбентом. По кинетическим кривым определяли эффективные константы скорости сорбции (рис.) по формуле:

$$kt = \lg \frac{\alpha_{\infty} - \alpha_0}{\alpha_{\infty} - \alpha_t}$$

где  $\alpha_{\infty} - \alpha_0$  – максимальное приращение электропроводности в ходе реакции;

$\alpha_{\infty} - \alpha_t$  – приращение электропроводности в момент времени t.

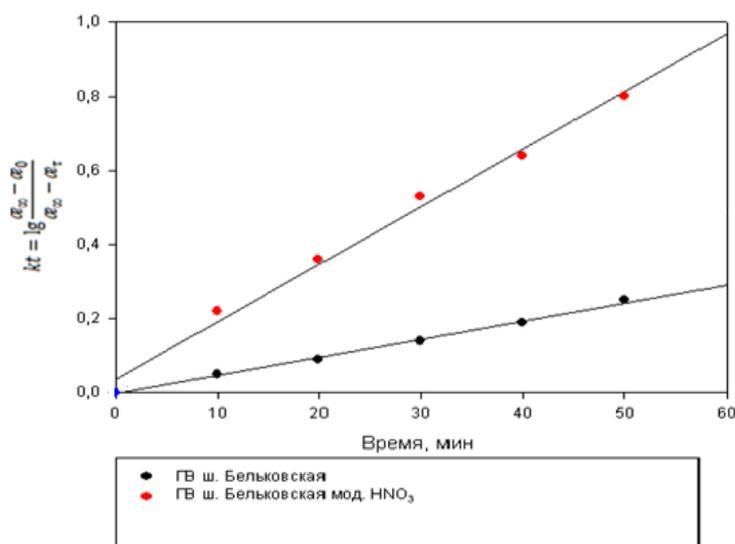


Рис. Кинетическая кривая взаимодействия ГВ и продуктов их модификации с ионами Cu<sup>2+</sup> в полулогарифмических координатах.  $\lg (\alpha_{\infty} - \alpha_0 / \alpha_{\infty} - \alpha_t)$  от времени

На рисунке представлен график кинетических кривых сорбции меди в полулогарифмических координатах в виде зависимости  $\lg (\infty - \infty_0 / \infty - \infty_t)$  от времени и получены значения эффективных констант скорости процесса взаимодействия ГВ и продуктов модификации с ионами  $\text{Cu}^{2+}$ , равной тангенсу угла наклона прямой данной зависимости.

Таблица

**Сравнение величин сорбируемости и эффективной константы скорости сорбции меди на ГВ и продуктов их модификации**

Сорбент	$\text{Cu}^{2+}$	
	Эффективная константа скорости $k \cdot 10^{-2}, \text{с}^{-1}$	Сорбируемость $\Gamma, \text{мэкв/г}$
ГВ бурого угля шахты Бельковская	$0,7 \pm 0,1$	$0,4 \pm 0,1$
ГВ бурого угля шахты Бельковская мод. $\text{HNO}_3$	$1,56 \pm 0,06$	$1,0 \pm 0,1$

Таким образом, модификация ГВ бурых углей азотной кислотой приводит как к увеличению сорбируемости  $\text{Cu}^{2+}$  в 2,5 раза, так и к увеличению эффективной константы скорости в 2 раза. Полученные результаты позволяют рекомендовать модификацию ГВ с помощью азотной кислоты для получения препаратов улучшающих качество почв, так как препараты обладают высокой реакционной способностью по отношению к тяжелым металлам и биологической активностью (Ширшова, Ермолаева, 2001).

**Литература**

- Перминова И. В., Лунин В. В. Гуминовые вещества в контексте зеленой химии // Зеленая химия в России. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 2004. С. 146–162.
- Ришар К., Агуер Ж-П., Гийо Ж., Халле А., Трубецкая О. Е., Трубецкой О. А. Роль фракционирования при изучении фотохимических свойств гумусовых веществ // Российский Химический Журнал, специальный выпуск посвященный российско-французскому сотрудничеству, 2008. Т. LI. № 1. С. 107–113.
- Садовникова Л. К. и др. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. М.: Высшая школа, 2002. С. 60.
- Чернышева И. В. Различные методы модификации гуминовых веществ: Диссертация. Новомосковский институт РХТУ. 2009.
- Ширшова Л. Т., Ермолаева М. А. Химия почв // Почвоведение. 2001. № 8. С. 955–962.

**ИССЛЕДОВАНИЕ МИГРАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ НАТУРАЛЬНОЙ КОЖИ**

*А. А. Яусюк<sup>1</sup>, А. С. Ярмоленко<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Центр гигиены и эпидемиологии в Кировской области, alex-yausyuk@rambler.ru,*

<sup>2</sup> *Вятский государственный гуманитарный университет*

Изделия из натуральных кож являются неотъемлемой составляющей повседневной жизни человека. В процессе производства кожа подвергается воздействию многих органических и неорганических соединений. Эти соединения

в процессе эксплуатации кож могут мигрировать в окружающую среду – как сами, так и продукты их взаимодействия с составляющими натуральных кож. Однако миграция соединений различной химической природы из натуральных кож практически не изучена.

Цель работы – исследование миграции органических соединений из натуральных кож в водную среду современным информативным методом хромато-масс-спектрометрии. Объект исследования – образец обувной подкладочной натуральной кожи хромового дубления из основного ассортимента кожевенного предприятия ООО «Артэкс» (г. Киров).

Образец исследуемой кожи перед исследованием помещали в коническую колбу с дистиллированной водой (10 г образца на 100 см<sup>3</sup> воды) (МУ 1353-76, 1977) и выдерживали закрытым в суховоздушном термостате при температуре 40 °С в течение 12 и 240 часов. По окончании экспозиции рН водной вытяжки доводили до значения 9–11 и экстрагировали метиленхлоридом. Полученный экстракт отделяли, оставшуюся водную вытяжку подкисляли до значения рН менее 2 и снова экстрагировали метиленхлоридом. Полученный из кислой среды экстракт объединяли с экстрактом из щелочной среды. Объединённый экстракт упаривали на песчаной бане при температуре 60 °С до объёма 1 см<sup>3</sup> в токе воздуха и подвергали хромато-масс-спектрометрическому анализу (НДП 30.1:2:3:68-2009, 2011).

Хроматографическое разделение экстрактов проводили на кварцевой капиллярной колонке HP-5MS при следующих условиях: начальная температура 60 °С, конечная температура 300 °С, выдержка при начальной температуре 2 мин, выдержка при конечной температуре 3 мин, скорость подъёма температуры 8 °С в минуту, скорость газа-носителя 1 см<sup>3</sup>/мин, объём вводимой пробы 0,002 см<sup>3</sup>, система ввода пробы – без деления потока. Параметры масс-селективного детектора: температура источника ионов 150 °С, температура квадруполя 230 °С, тип ионизации – электронный удар (энергия электронов 70 эВ). Качественный анализ проводился в режиме полного сканирования (диапазон сканируемых масс 35–500 а.е.м.). Масс-спектры полученных хроматографических пиков сравнивались с библиотечными. Использовалась библиотека масс-спектров NIST98. В результате было идентифицировано от 30 до 50 органических соединений с вероятностью совпадения с библиотекой от 70% и выше (НДП 30.1:2:3:68-2009, 2011).

При анализе хроматограмм установлено, что экстракт водной вытяжки натуральной кожи содержит органические вещества различной химической природы: альдегиды, кетоны, спирты, карбоновые кислоты, ароматические и гетероциклические соединения, амиды, простые и сложные эфиры, ангидриды карбоновых кислот, галогенированные углеводороды и другие соединения (рис.). При этом выявлено, что с увеличением времени экспозиции от 12 до 240 часов увеличивается как количество мигрирующих органических веществ в модельную среду, так и их разнообразие.

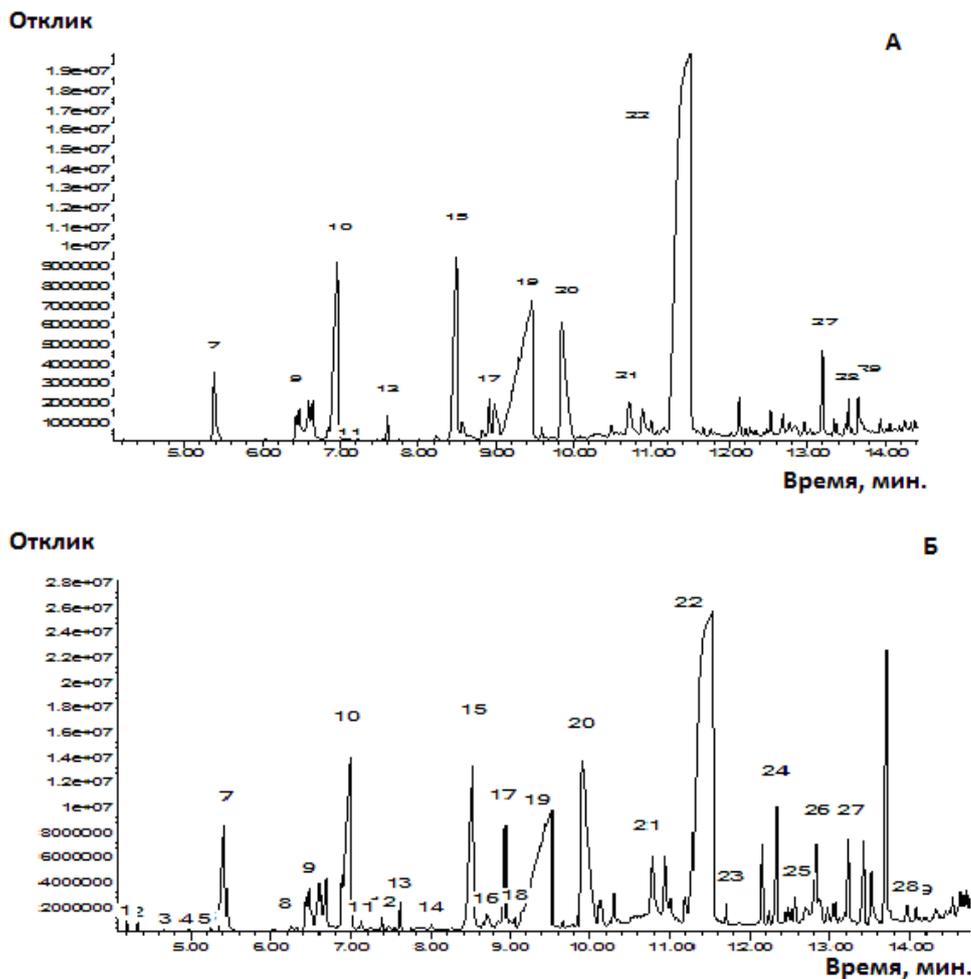


Рис. Хроматограммы экстракта водной вытяжки подкладочной кожи (спилок для подкладки обуви) А: время экспозиции 12 ч.

Б: время экспозиции 240 часов.

Обозначения: 1 – гексаналь; 2 – тетрахлорэтилен; 3 – 2-циклопентен-1-он; 4 – гексиловый эфир муравьиной кислоты; 5 – гептанон-2; 6 – м-, п-ксилолы; 7 – 2-бутоксизэтанол; 8 – анилин; 9 – 1-(2-метокси-1-метилэтокси)-пропанол-2; 10 – 1-метилпирролидинон-2; 11 – ацетофенон; 12 – 2-бутоксизтилацетат; 13 – 1-этил-2-пирролидинон; 14 – 2-этилгексиловый эфир уксусной кислоты; 15 – 2-(2-бутоксизэтокси)-этанол; 16 – 2-феноксизэтанол; 17 – бензотиазол; 18 – хинолин; 19 – капролактан; 20 – 4-хлор-3-метилфенол; 21 – 1,2-декандиол; 22 – 2,5,8,11,14,17-гексаоксооктадекан; 23 – 2-гидроксонафталин; 24 – 2-(метилтио)-бензотиазол; 25 – трибутилфосфат; 26 – 2-(2-метилпропенил)-циклогексанон; 27 – 3,6,9,12-тетраоксогексадеканол-1; 28 – 2-октил-3(2Н)-изотиазолон; 29 – дибутилфталат

Таким образом, полученные экспериментальные данные позволяют сделать предположение о том, что при эксплуатации (носке) кожаных изделий входящие в их состав органические вещества будут мигрировать в окружающую среду, а также оказывать воздействие на человека.

#### Литература

МУ 1353-76. Методические указания по гигиенической оценке одежды и обуви из полимерных материалов. М., 1977. 48 с.

НДП 30.1:2:3:68-2009. Методика измерений массовых концентраций органических соединений в питьевых, природных и сточных водах методом хромато-масс-спектрометрии (издание 2011 года). М.: ЗАО «РОСА», 2011. 33 с.

## **НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗОНЫ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ПРИ НЕСТАЦИОНАРНОМ ПРОЦЕССЕ ЭЛЕКТРОЛИЗА**

*Н. Е. Захарищева, М. А. Мошкова, Е. Н. Резник, В. Е. Зяблицев  
Вятский государственный гуманитарный университет*

В условиях нестационарного процесса электролиза при повышенных значениях плотности тока и напряжения на поверхности катода возможно возникновение газового электрического разряда [1, 2]. Разряд сопровождается образованием на границе катод – электролит неравновесной водородной плазмы, что приводит к повышению температуры поверхности металла и стеканию «горячих» электронов с сольватацией их в растворе электролита [3]. Под действием сольватированных электронов могут происходить структурно энергетические процессы с участием составных частей раствора электролита [4]. Катодный электрический разряд в растворах электролита использован в промышленности и при изучении плазмохимических процессов [3, 5].

В работе приведены результаты исследований влияния газового электрического разряда на поверхности катода в растворах электролита на некоторые показатели зоны электрохимической реакции. Опыты проводили на установке, состоящей из электролизера, нерастворимого анода, исследуемых катодных материалов (серебро, медь, алюминий, титан, железо, нихром, графит и др.), источника постоянного тока, устройства для регулировки тока и напряжения, контрольных приборов. В качестве электролита использовали раствор кислоты. Вследствие наличия элемента новизны, представляющего предмет изобретения, параметры процесса и конструкция устройства не приводятся.

Контроль показателей (окраска и интенсивность зоны разряда, температура зоны разряда и раствора, газообразные продукты, плавление и состояние поверхности материала катода, состав раствора) зоны электрохимической реакции фиксировали визуально и при помощи цифровой фотокамеры. Продукты воздействия электрического разряда – раствор электролита и материал катода подвергали качественному и дисперсному (раствор электролита) и рентгеноструктурному (материал катода) анализам. Качественный анализ проводили на наличие в растворе ионов металла, дисперсную фазу определяли на спектрофотометре РД-303 [4, 6].

Результаты выполненной работы позволили установить ряд показателей зоны протекания электрохимической реакции.

1. Температура в зоне катодного разряда. Исследованные катодные материалы подвергаются в зоне разряда оплавлению поверхности (за исключением графита), что позволило оценить температуру зоны реакции (по температуре наиболее тугоплавких материалов) в интервале 1200–1300 °С.

2. Температура раствора электролита. В условиях устойчивого катодного разряда температура в прикатодной зоне не превышала 50–60 °С, в прианодной зоне и в объеме раствора составляла 30–40 °С.

3. Термодеструкция раствора электролита. Сопоставление результатов измерения объема газа, выделяющегося при протекании катодного разряда, с данными расчета (по закону Фарадея) и при электролизе в отсутствие разряда свидетельствуют о протекании в зоне реакции термодеструктивных процессов с участием составных частей раствора электролита.

4. Разрушение материала катода. Установлено распыление материала катода в зоне разряда с образованием характерных стрингеров (микрочастицы), интенсивно разлетающихся в направлении анода.

5. Окраска зоны разряда и прикатодного слоя. Сопоставление результатов обработки цифровых фотографий зоны разряда со спектрами возбуждения веществ позволили установить линии, характерные для исследованных катодных материалов.

6. Раствор электролита. Установлено (качественный анализ) наличие в растворе ионов серебра и меди (катоде серебряный и медный). Опалесценция раствора и средний размер частиц твердой фазы (по данным анализа) в пределах 550 нм позволили предположить образование коллоидного раствора.

Результаты работы представляют интерес при разработке экспресс-метода анализа материала и исследовании процессов газового электрического разряда в растворах электролита.

### Литература

1. Ушаков В. Я. Импульсный электрический пробой конденсированных сред (Достижения высоковольтников ТПУ за 60 лет) // Изв. Томского политехн. Университета, 2006. Т. 390. № 2. С. 58–63.

2. Николаев А. В., Марков Г. А. Новые явления в электролизе // Изв. Сиб. отд. АН СССР, Сер. хим. наук. 1977. В. 5. С. 32–33.

3. Зяблицев В. Е., Гырдымова Ю. В. Плазменно-растворные системы в нанотехнологических процессах // Биологический мониторинг природно-техногенных систем: Сб. матер. Всерос. научно-практ. конф. с междунар. участием в 2 частях. Ч. 2. (г. Киров, 29–30 ноября 2011 г.). Киров: ООО «Любань», 2011. С. 96–98.

4. Зяблицев В. Е. Плазмохимические процессы в водных растворах электролитов // Сб. матер. Всерос. научн. школы: Киров, 24–25 ноября 2005 г. Киров: Старая Вятка, 2005. С. 133–136.

5. Соколов М. А., Брытов И. А. Локальный электрический разряд в жидкости как источник атомизации и возбуждения для атомно-эмиссионной спектроскопии // Журнал аналитической химии, 2010. Т. 65. № 11. С. 1144–1151.

6. Назаров В. В., Гродский А. С., Моргунгов А. Ф. и др. Практикум и задачник по коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: учебное пособие для вузов. М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. 374 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТЕКЛЯННЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КИСЛОТНОСТИ СОЛЕВЫХ РАСТВОРОВ

*Ю. В. Гырдымова, Е. П. Ельшина, Н. Е. Захарищева, В. Е. Зяблицев  
Вятский государственный гуманитарный университет*

При экологическом мониторинге природных и промышленных водных объектов и контроле производственных процессов проводят измерение кислотности (величины рН) растворов электролита. Применяемое для этих целей аналитическое оборудование (рН-метры, ионометры) оснащено мембранными и ионселективными электродами, характеризующимися высокой устойчивостью и чувствительностью электрического потенциала к активности ионов водорода в растворе. В качестве ионселективных электродов при измерении величины рН растворов нашли применение стеклянные электроды (СЭ), рабочая часть которых выполнена в форме шариковой мембраны, изготовленной из электродного стекла (силикатное стекло с добавкой 30–15% оксида натрия) [1]. Мембрана СЭ обладает водородной функцией в широкой области значений рН (0–12 рН) растворов, что при калибровке электрода в стандартных буферных растворах дает наклон зависимости  $E$  (разность потенциалов стеклянного электрода и электрода сравнения) – рН близкий к теоретическому (59 мВ/рН) [1,2]. Одновременно имеются сведения [2], что в кислых и щелочных растворах и при повышенном содержании ионов щелочных и щелочно-земельных металлов СЭ может частично или полностью терять водородную и приобретать металлическую функцию. Расширение диапазона устойчивых значений  $H^+$  – функции СЭ возможно [2] введением в мембрану при ее изготовлении оксидов бария, цезия, лантана и замене натрия на литий. Для устранения возможных ошибок при измерении кислотности крепких солевых растворов рекомендуют [3,4] расчет величины рН проводить по калибровочной кривой  $E - pH$ , построенной при использовании буферных растворов на анализируемом (рабочем) растворе.

В работе изучено влияние на водородную функцию стеклянных электродов ЭСК-10603/7 (рабочий интервал 0–12 рН, температура 0–100 °С) содержания в рабочих растворах ионов  $K^+$  и ионов  $Na^+$ . Рабочие растворы с концентрацией 305 г/л NaCl и 330 г/л KCl готовили на дистиллированной воде растворением солей марки «хч». Калибровку СЭ проводили при 298 К в буферных растворах (рН: 1,68; 3,56; 4,01; 6,86; 9,18), приготовленных на воде (стандартные буферные растворы) и на рабочих растворах (солевые буферные растворы). В работе использовали электроды, подготовленные согласно стандартным требованиям (выдержаны в воде и HCl 0,1 Н), и электроды предварительно вымоченные (от 0,5 до 24 часов) в рабочих растворах. Для измерений рН и ЭДС использовали рН-метр типа 150 МИ и каломельный (насыщенный) электрод сравнения.

На рисунке 1 приведены зависимости  $E - pH$  в буферных растворах, – стандартных (кривая 1) и на рабочих растворах NaCl (кривая 2) и KCl (кривая 3) с использованием электродов ЭСК – 10603/7, подготовленных по стандартной методике, и электродов, выдержанных (до 24 ч) в рабочих растворах соли.

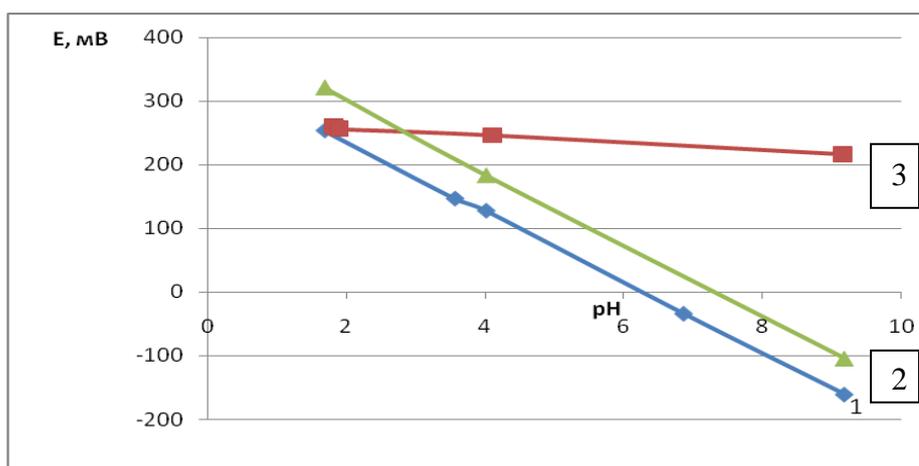


Рис. 1. Зависимость потенциала стеклянного электрода ЭСК-10603/7 от величины pH в стандартных (кривая 1) и приготовленных на 305 г/л NaCl (кривая 2) и 330 г/л KCl (кривая 3) буферных растворах

Как видно (рис. 1), в буферных растворах, приготовленных на воде (кривая 1) и растворе NaCl (кривая 2), стеклянный электрод ЭСК-10603/7 сохраняет водородную функцию во всем исследованном интервале pH. Наклон зависимости E – pH составляет 55–60 мВ/pH при величине теоретического значения 59 мВ/pH. Иная картина наблюдается при калибровке СЭ в буферных растворах на KCl: наклон зависимости E – pH не превышает 10 мВ/pH. Предварительное вымачивание (от 0,5 до 24 ч) СЭ в рабочих растворах соли не оказывает существенного влияния на характер полученных зависимостей и время установления потенциала электрода.

Снижение углового коэффициента зависимости E – pH при калибровке ЭСК-10603/7 в буферных растворах на KCl возможно является результатом потери водородной и приобретения металлической (калиевой) функции. Аналогичный характер зависимости E – pH получен [3] при калибровке микростеклянных электродов (тонкостенный капилляр с напаянной пленкой из электродного стекла) с мембраной из электродных стекол ЭС-1, №20 и УСТ в буферных растворах, приготовленных на крепком растворе NaCl 305 г/л. Наклон калибровочной кривой E – pH для всех исследованных электродных стекол не превышал 20–30 мВ/pH (при теоретическом 59 мВ/pH), что также могло быть результатом потери водородной и приобретения металлической (натриевой) функции.

Фирма, поставщик стеклянных электродов ЭСК-10603/7, не приводит данные о составе используемого электродного стекла, что не позволяет оценить поведение электродов в солевых растворах различного состава. В связи с этим сняты зависимости потенциала электрода ЭСК-10603/7 от концентрации ионов  $K^+$  в растворах различной кислотности.

Характер зависимостей E-pH линейный, однако, величина углового коэффициента (по результатам расчета) составляет 5–10 мВ/pH (рис. 2). Аналогичный характер зависимости E – pH получен при других значениях кислотности раствора. Ранее идентичное значение углового коэффициента E-pH было установлено при калибровке СЭ в солевых буферных растворах на KCl. Сопоставление полученных результатов позволяет считать, что ЭСК-10603/7 в рас-

творах КСl теряет водородную и приобретает металлическую (калиевую) функцию независимо от содержания ионов  $K^+$  и рН раствора.

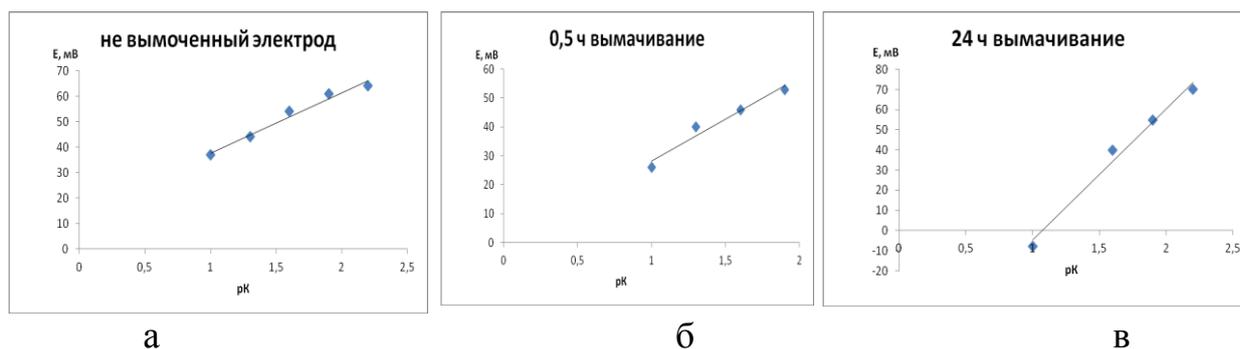


Рис. 2. Зависимость потенциала стеклянного электрода ЭСК-10603/7 в растворах с рН 6,20 – 7,74 от содержания в растворе ионов калия. Электрод без вымачивания (а) и после вымачивания в течение 0,5 ч. (б) и 24 ч. (в) в растворе 330 г/л КСl

Результаты работы согласуются с данными [1, 2] о возможности изменения водородной функции стеклянного электрода на металлическую в растворах соли щелочных металлов. Метод определения кислотности крепких солевых растворов [3, 4] в результате расчета величины рН по калибровочной кривой ЭДС – рН стеклянного электрода, построенной с использованием буферных растворов на рабочем растворе, является не вполне корректным. Стеклянный электрод ЭСК-10603/7 нельзя рекомендовать для контроля рН растворов, содержащих высокие концентрации ионов калия.

#### Литература

1. Бейтс Р. Определение рН. Теория и практика // Химия, 1968. 397 с.
2. Шульц М. М. Стеклянный электрод. Теория и применения // Соросовский образовательный журнал, 1998. № 1. С. 33–39.
3. Зяблицев В. Е., Кибардина Т. Н., Овчинникова Т. М. О применимости стекол УСТ, № 20 и ЭС-1 для контроля кислотности крепких солевых растворов // Матер. 2-ой межвузовской конф. молодых ученых Волго-Вятского региона. Секция «Химия», Йошкар-Ола, 1973. С. 5–11.
4. Зяблицев В. Е., Кибардина Т. Н., Овчинникова Т. М. О применимости стекол УСТ, №20 и ЭС-1 для контроля кислотности крепких солевых растворов // Журнал прикладной химии, 1975. Т. 48. № 2. С. 484.

### ПРОМЫШЛЕННЫЙ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЙ ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЙ ИЗ ВЕЩЕСТВ, МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

**З. Л. Баскин**

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
baskin.k-ch@rambler.ru*

Рынок наводнён некачественными токсичными продуктами и товарами промышленного и бытового назначения, особенно детскими товарами: игруш-

ками, одеждой, обувью, а также мебелью, ковровыми и строительными материалами и изделиями. В то же время токсикологический контроль этих товаров, продуктов и сырья, из которого они изготовлены, остался несовершенным лабораторным с отбором разовых проб в статических условиях, не соответствующих условиям применения товаров. Многие используемые средства измерений устарели. Действующие методики токсикологического контроля длительны, не точны, не информативны и трудоёмки. Они не соответствуют современным требованиям, предъявляемым к эколого-аналитическому контролю. Причины:

- отбор непредставительных разовых проб;
- не достоверный периодический лабораторный анализ отобранных проб;
- отсутствие метрологического обеспечения аналитических комплексов;
- проведение анализов в условиях, не соответствующих условиям применения контролируемых веществ, материалов и изделий. Устарели и нуждаются в коренном изменении нормативные документы, регламентирующие этот контроль.

Уровень развития аналитической техники, современные промышленные методы и средства эколого-аналитического контроля (ЭАК) позволяют осуществить высокочувствительный и избирательный автоматизированный токсикологический контроль (ТК) газовыделений из химических веществ, материалов и изделий хроматографическими методами в динамических условиях, соответствующих условиям производства и применения товаров и продуктов. Такой контроль гораздо точнее и информативнее существующего периодического лабораторного контроля. Он менее трудоёмок, более точен и производителен.

Системный подход к токсикологическому контролю предусматривает:

- изучение характеристик и особенностей применения объектов контроля;
- применение специализированных промышленных приборов и устройств;
- использование системного подхода при решении аналитических задач;
- описание в методиках операций пробоотбора, анализа проб, обработки результатов и метрологического обеспечения измерений в рабочих условиях.

Разработаны методы и средства автоматического и автоматизированного токсикологического контроля загрязняющих веществ (ЗВ), которые выделяются в воздух из веществ, материалов и изделий промышленного и бытового назначения.

Промышленный хроматографический ТК может стать важным средством обеспечения экологической безопасности людей. Он информативнее, достовернее и дешевле периодического лабораторного ТК с отбором непредставительных случайных разовых проб.

## ОТ ИСКУССТВЕННОГО К ЭЛЕКТРОННОМУ НОСУ

**З. Л. Баскин**

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
baskin.k-ch@rambler.ru*

Датчик (по англ. sensor – сенсор) – первичный преобразователь физической величины (ППФВ), элемент измерительного, сигнализирующего, регулирующего или управляющего устройства системы ручного или автоматического контроля, регулирования или управления, преобразующий контролируемую физическую величину в электрический, оптический, пневматический, гидравлический или механический выходной сигнал.

Датчик ППФВ – средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для дальнейшего преобразования, обработки, передачи и (или) хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем.

Электронный датчик ППФВ – преобразователь одной или нескольких физических величин, выполненный на основе компонентов и изделий электронной техники [1, 2].

Термин «химический сенсор», обозначающий аналитические устройства для обнаружения концентрационных изменений в окружающей среде, был впервые введен выдающимся японским ученым Т. Сайямой в 1983г. [3].

Ю. Г. Власов в 1990 г. дал общее определение сенсоров: «Сенсор – это первичное устройство, реагирующее на изменение определенных свойств окружающей среды и позволяющее регистрировать этот отклик в виде электрического, оптического или другого сигнала» [3].

По принципу действия сенсоры классифицируют на химические, физико-химические, физические и биологические.

Ю. А. Золотов дал следующее определение химического сенсора: «Химический сенсор – это портативное устройство для избирательного и, как правило, непрерывного (обратимого) в режиме реального времени определения концентрации вещества в одну стадию, чаще всего, минуя какую-либо предварительную пробоподготовку. Методика определения зашита в это устройство и не меняется. Устройство можно выпускать в относительно больших масштабах» [3].

Около 30 лет назад в результате создания мультисенсорных систем появился термин «электронный нос» как аналитический инструмент для качественного и количественного анализа многокомпонентных газовых сред, состоящий из набора неселективных химических сенсоров, использующий для обработки сигналов математические методы распознавания образов с использованием искусственных нейронных сетей, подобных физиологии живых организмов [3].

Современный «электронный нос» – это датчик следовых концентраций взрывчатых, наркотических, боевых отравляющих и токсичных химических веществ. Создание технических средств типа «электронный нос» – одно из перспективных направлений разработок в области экологической безопасности.

В России решением этой проблемы успешно занимаются в Новосибирске, Москве, Воронеже, С-Петербурге и других городах.

Но первый в мире «электронный нос» был разработан в Кирово-Чепецке на КировоЧепецком химическом заводе на 15–20 лет раньше в 1963–1968 гг. в связи с острой производственной необходимостью надежного непрерывного контроля микропримесей токсичных фторорганических и хлорорганических веществ в воздухе рабочих зон и в выбросных технологических газах. Созданный нами непрерывный хроматографический метод анализа (НХМА) состоял в непрерывном предварительном концентрировании анализируемых примесей из контролируемого газового потока на твердых селективных сорбентах, периодической импульсной термодесорбции сконцентрированных примесей в поток газа-носителя, например, того же воздуха, и хроматографическом анализе их. Автоматический газовый хроматограф, основанный на НХМА, был назван «искусственный нос» по аналогии с биологическими системами

НХМА был реализован в специализированных промышленных газовых хроматографах «ПАФОС», «ТОКСИГАЗ», «МИКРОФТОР», «ЦВЕТ ЭКО», изготавливавшихся в ОКБ КИПиА КЧХЗ и в Дзержинском ОКБА НПО «ХИМАВТОМАТИКА» и внедренных в производство на КЧХЗ и родственных предприятиях химической промышленности. Отличительной особенностью этих хроматографов явилось непрерывное метрологическое обеспечение измерений с помощью разработанных нами для этой цели динамических установок «МИКРОГАЗ» и «МИКРОГАЗ-Ф» с фторопластовыми стабильными источниками микропотоков газов и паров «Микрогаз».

Создание технических средств типа «электронный нос» – одно из актуальных и перспективных направлений развития эколого-аналитического контроля с целью обеспечения безопасности людей на производстве и в быту. Приоритет в этой области безусловно принадлежит России, поэтому необходимо защитить нашу интеллектуальную собственность.

#### Литература

1. ГОСТ Р 51086-97 Датчики и преобразователи физических величин электронные. Термины и определения. Введен 07. 01.98
2. РМГ 29-99 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения.
3. Химические сенсоры / Под ред. Ю. Г. Власова. М.: Наука, 2011. 399 с.

### ОРГАНИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЭКОАНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

**З. Л. Баскин**

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
baskin.k-ch@rambler.ru*

Все техногенные и природные объекты аналитического контроля это, как правило, динамические объекты с случайным характером изменения парамет-

ров и режимов функционирования. Охрана этих объектов должна начинаться с измерения степени их загрязнения.

Технологический и эколого-аналитический контроль (ТАК и ЭАК) динамических объектов должен быть непрерывным автоматическим или автоматизированным, т. е. промышленным, потоковым контролем. Периодический контроль допустим только с частотой, не менее чем вдвое превышающей ожидаемую частоту изменения контролируемых параметров. Технический уровень аналитического приборостроения позволяет решить эту задачу.

Системный подход к ЭАК и ТАК предусматривает: -изучение технических характеристик и особенностей функционирования объектов;-применение промышленных автоматических и автоматизированных методов и средств, специализированных в соответствии с требованиями к контролю объекта;

– использование при решении различных аналитических задач общего алгоритма;

– организацию отрасли аналитического приборостроения.

У ЭАК две функции: эколого-управленческий контроль – ЭУК и эколого-аналитический контроль – ЭАК. Наиболее информативный вид ЭАК – экологический мониторинг. Это слежение за изменением состава, свойств и других параметров контролируемого объекта в течение длительного времени, превышающего цикл его работы.

Основные задачи ЭАК и ТАК: контроль источников загрязнения: экологически значимых параметров технологических процессов, организованных и неорганизованных выбросов и сбросов; контроль селитебных и природных зон: воздушной среды, поверхностных и подземных вод, почвы, промышленных и бытовых отходов; контроль загрязняющих веществ в воздухе, воде и почве рабочих, производственных и санитарно-защитных зон; индивидуальный химический дозиметрический контроль; токсикологический контроль: химических веществ, материалов и изделий производственного и бытового назначения.

Общий алгоритм разработки систем ЭАК включает в себя: изучение характеристик и особенностей функционирования объектов; определение методов, способов и средств измерений, специализированных в соответствии с целями, задачами и требованиями к контролю каждого объекта; выбор представительных способов и устройств пробоотбора, характеризующих каждый контролируемый объект за цикл анализа; обеспечение достоверного анализа отобранных проб; производство обработки результатов анализов; получение информации для принятия правильных научных, технических и управленческих решений; организацию метрологического обеспечения измерительных комплексов динамическими методами в условиях, соответствующих рабочим.

Методики ЭАК и ТАК обязательно должны включать в себя описания всех операций представительного пробоотбора, анализа отобранных проб, обработки результатов и метрологического обеспечения измерений.

Выбранная концепция ЭАК определяет его эффективность. В XX веке в РФ были разработаны: первая, ныне действующая в РФ концепция ЭАК, разработанная Государственным Комитетом СССР по гидрометеорологии и Министерством здравоохранения СССР; концепция универсальной системы химиче-

ского анализа, соответствующая мировому уровню, разработанная в НПО «Химавтоматика», ГЕОХИ РАН, МГУ, ИХФ РАН и Минприроды РФ; концепция экологической безопасности, разработанная Минатомом РФ, лучшая среди известных в части организации ЭАК; концепция непрерывного промышленного ЭАК загрязняющих веществ в воздухе. Основные технические решения которой были разработаны и внедрены на Кирово-Чепецком химическом комбинате.

Обеспечение безопасности химических производств и людей, работающих на них и живущих в промышленных зонах, начинается с измерения степени загрязнения воздуха, воды, почвы в этих зонах.

Если загрязнение почвы и воды, носящее часто локальный характер, еще допустимо определять периодически и исключать использование их без очистки, то загрязнение воздуха необходимо анализировать непрерывно, так как оно не знает границ, носит случайный или стихийный характер и практически невозможно исключать воздействие загрязненного воздуха на человека.

## СЕКЦИЯ 2 МЕТОДЫ БИОДИАГНОСТИКИ В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

### ЗНАЧЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В БИОДИАГНОСТИКЕ ТАЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ ВЯТСКО-КАМСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

*М. Г. Дворников*

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
Dvornikov50@mail.ru*

В 20 веке только в передовых научных центрах СССР и в отдельных направлениях естествознания, и в частности в специализации экология придерживались современных биологических концепций и мировых ценностей научной картины развития мира. С возникновением демократического общества были сфокусированы основные направления развития, претворение которых подтолкнуло к реформе научной деятельности в России. Начало 21 века для нашего отечества стало ознаменовываться приверженностью уже многих научных сотрудников и научных организаций к современным концепциям естествознания и системно-синергетическому мировоззрению. В фундаментальных основах экологического знания: биоэкологии и геоэкологии системный подход – не только актуальное направление, но и иное мировоззрение, открывающее новый аспект изучаемой целостности природных объектов. В последнем и проявляется принадлежность конкретной исследовательской работы и исследователя к экологическому знанию, научной школе и современным концепциям.

Настоящее сообщение раскрывает роль современных биологических концепций, методологии и мировоззрения в экологических исследованиях, результаты которых должны использоваться в биодиагностике живых систем. К рассмотрению представлены этапы выделения и примеры стационарного изучения целостных объектов как сопряженных биогеоценозов (БГЦ) в природных комплексах бассейна реки Вятка с 1989 по 2013 гг. и результаты «считывания» (для диагностики) геохимических параметров как основных признаков ежегодного функционирования БГЦ и климатических тенденций. Предварительно нами были изложены принципы, термины, опыт, методы и перспективы организации комплексных экологических исследований (Дворников, 2012; Дворников и др., 2012).

Новые концепции не бывают революционными. Предшествующее им вечно и не изменяется в указанных границах их приложения. Отмеченное было ранее рассмотрено Н. В. Тимофеевым-Ресовским (2009). В 21 веке мировоззрение и путь отбора в науку должны быть более жесткими. Для профессиональных теоретических биологических рассуждений в исследованиях по специализации экология нужно знать современные требования ВАК, т. е. держать це-

лостный объект «в руках» и помнить о первом уровне биоразнообразия, о генетико-молекулярной концепции – исходной точке управляющей системы. Экологические исследования на уровне уже конкретных особей, популяций, сообществ, экосистем и ландшафтов основываются на природном районировании с учетом иерархии физико-географических единиц, минимальные из них и есть «адрес местонахождения» конкретного природного объекта или его компонентов. Здесь выделяются структура БГЦ, пищевая цепь и системообразующие элементы и связи. Изменения среды и популяционные волны обуславливают необходимость многолетних стационарных экологических исследований. Приоритет изучения и сохранения природных объектов необходим для сравнительного анализа (опыт-контроль по фону эталона) с природно-антропогенными, расположенными в одних физико-географических единицах. В данном случае выделяют возраст в развитии реально обозначенной в границах целостной естественной экологической системы (сопряженных БГЦ на топографическом профиле) и вектор временного структурно-функционального состояния в данный период её развития: сукцессионные смены, обратимые изменения и необратимые антропогенные преобразования. Этапы исторического развития и функционирования рассматриваются в границах сопряженных экосистем в их иерархическом ряду. Судя по сравнительной экологической политике Кировской области и Центрального региона России на основе большего количества публикаций (Дворников, 2007) можно говорить, что и сейчас не все придерживаются современных концепций и методологии. Предположим, «Тяжелые металлы в придорожных экосистемах» – это блоковые «почва–растения» агрохимические исследования. Для сравнения в 1950–1960 гг. коллектив (в составе Урал. Фил. АН СССР) геохимиков, почвоведов, лесоведов, ботаников, зоологов, радиобиологов, гидрологов и экологов проводил исследования по комплексной программе «Летопись природы» в сопряженных БГЦ Ильменского заповедника. Стали известны первоочередные параметры биодиагностики: структура и динамика фито- и зоомассы; содержание в ней многих химических элементов, тип и ёмкость биологического круговорота; ежегодное поступление и миграция элементов по трофическим цепям и т. д., а главное – как разные уровни загрязнения компонентов биоты влияют на их управляющие системы. В итоге возникла научная экологическая школа. В ГПЗ «Нургуш» предусмотренных Федеральным Законом комплексных исследований по «Летописи природы» и по экологическому мониторингу не заметно. В подзонах региона 9 лесорастительных районов, сколько БГЦ в каждом и каков в них фон, каковы популяционные структуры основных компонентов и какие параметры предельных загрязнений свойственны им и как быстро проявляется эволюционное явление? Всё перечисленное связано с современной концепцией биоразнообразия. Поэтому и сегодня в регионе для разработки нормативов допустимых антропогенных нагрузок на конкретные БГЦ недостаточно оснований, а это сдерживает инвестиции в экономику.

Извечная продолжительность и направленность притока энергии, сложившихся зональных и региональных биогеохимических циклов создает закономерную картину климата, распределения типов почв, грунтовых и речных

вод различного химизма, флоры и фауны и поддерживает продуктивность биосферы и БГЦ на относительно устойчивом уровне. Именно круговорот химических элементов в биосфере и её структурах обеспечивает существование всего живого, которое создает устойчивый биогеохимический фон конкретных БГЦ. В силу антропогенных причин он может изменяться. Направленность и интенсивность изменений ореола рассеивания биогеохимического фона сравнительно прослеживается с эталонными БГЦ. Обязательно круговорот прослеживается по многим химическим элементам, в том числе по тяжелым металлам и выявляются на основе кларков нормированные концентрации в биосистемах (табл.).

Русло р. Вятка – нижняя, восточная граница комплексного БГЦ, где объединяется сток поверхностных и грунтовых вод, а исходная точка миграции (вход) химических элементов – высоко лежащий участок – склон на водоразделе, далее охранный зона и заповедник. На первом ландшафтно-геохимическом барьере (далее барьер) субстрат в 140–150 летних ельниках беден элементами питания растений. Первый барьер служит также преградой к выносу большого объема химических веществ из болотного БГЦ. В дождливые годы поверхностные стоки выносят ко второму барьеру (притеррасной пойме) часть растворимых веществ. Во время половодья через третий барьер (пойму) осуществляется принос элементов с северных по отношению к комплексному БГЦ и выход, то есть здесь происходит и интенсивное вымывание химических элементов русловыми потоками р. Вятка.

Таблица

### Тяжелые металлы в сопряженных БГЦ

Наименование объектов	Содержание, мг/кг						
	Hg	Cd	As	Pb	Mn	Cu	Zn
Осадки на склоне водораздела	0,0023	0,0012	0,128	0,0023	0,0113	0,0112	0,2608
Еловые БГЦ- склон							
Подстилка, 0–5 см	0,012	0,029	0,021	+	177,5	13,5	27,49
Подстилка, 5–13 см	0,021	0,025	0,11	5,88	106,57	10,0	23,99
Почва, 13–30 см	0,24	0,015	0,18	4,31	85,39	4,49	20,97
Сосново-еловые заболоченные БГЦ- II терраса							
Подстилка, 0–5 см	0,23	0,065	+	0,61	139,91	5,65	42,51
Подстилка, 5–15 см	0,044	0,242	+	5,19	902,24	6,12	65,62
Почва, 15–35 см	0,88	0,314	+	17,16	408,91	8,35	38,47
Елово-широколиственные БГЦ поймы							
Подстилка, 0–5 см	0,024	0,092	0,041	0,65	160,11	7,85	64,8
Подстилка, 5–13 см	0,055	0,573	0,057	4,48	612,38	11,12	59,58
Почва, 13–30 см	0,062	0,374	0,179	12,37	592,81	11,77	42,86
Луговые БГЦ поймы							
Подстилка I горизонт	0,012	0,025	0,06	3,98	411,61	6,87	34,14
Подстилка II горизонт	0,025	0,22	0,12	4,38	536,52	8,54	45,53
Почва	0,027	0,24	0,057	6,19	538,64	12,48	33,94
Берег р. Вятка. Кларк							
Галька, песок	0,088	0,0198	0,0097	3,35	142,84	7,02	26,57

Примечание + слабое присутствие элемента

Для изучения биологического круговорота в природных комплексах Центрального Кайско-Унжинского (возраст БГЦ около 3 тыс. лет) лесорастительного района нами отбирались пробы в БГЦ от доминирующих структурных компонентов фито- и зоомассы, анализы проводились в аттестованных лабораториях (Дворников, 2009). Согласно выявленной структуре, рассчитаны ежегодный и вековой оборот химических элементов (от ювинильной до синильной стадии древесины), а кларковое содержание указывает на их древнее присутствие. Необходимо отметить, что подстилка в вертикальной структуре БГЦ – главный геохимический барьер, проявление и содержание ореолов зависит от точной (по шаблону) фиксации сезонного и ежегодного опада и отпада, геоморфологических и гидрологических условий (табл.). В болотных БГЦ из-за безбарьерных растений торфообразователей и вторичного сорбционного накопления содержание химических элементов в ореолах выше. Ниже по склону, через БГЦ боровой террасы с 1970 годов проложена федеральная автотрасса, и её воздействие малозаметно даже на уровне отдельных особей растений и животных. Эти исследования показывают уникальность конкретных биосистем и дают возможность ответить, какая часть химических элементов ежегодно вовлекается в биологический круговорот и какие параметры его могут использоваться для нормирования, а какая доля безвредно для живого уходит в геологический круговорот. Многие из рассмотренного разрушают миф о грядущем глобальном химическом загрязнении. Нужно научиться им управлять: разделять реальное и эволюционное время и на основе «природных опытов» биоты (табл.), где это уже будет необходимо человеку, увеличивать скорость биологического круговорота и замедлять процессы минерализации; в антропогенных комплексах выполнять нормативно-правовые основы охраны окружающей среды. Несомненно, организация и проведение научно-практических конференций, реальный путь к совершенствованию методологии.

### Литература

Дворников М. Г. Млекопитающие в экосистемах бассейна реки Вятка. Киров: Областная типография, 2007. 352 с.

Дворников М. Г. Биогеохимический круговорот в таёжных комплексах долины реки Вятка с разными режимами природопользования // Бюлл. Использование и охрана природных ресурсов России. 2009. № 2. С. 61–66.

Дворников М. Г. Принципы, опыт и перспективы организации биологического мониторинга природных объектов в южнотаёжных биогеоценозах // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Матер. Всерос. конферен. Киров, 2012. С. 32–35.

Дворников М. Г., Ширяев В. В., Сафонов В. Г., Глушков В. М. Структурно-функциональная организация лесных биогеоценозов как информационно-аналитический индикатор выявления угроз экологического характера и изменения климата // Известия Самарского НИЦ РАН. 2012. Т. 14. № 5. С. 20–25.

Тимофеев-Ресовский Н. В. Генетика, эволюция, значение методологии в естествознании. Екатеринбург: Токмас-Пресс, 2009. 240 с.

## К ПРОЦЕССАМ УГЛЕРОДНОГО ЦИКЛА В ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСАХ ВЯТСКО-КАМСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

*М. Г. Дворников<sup>1</sup>, Н. Н. Овечкина<sup>1</sup>, И. Н. Дворникова<sup>1</sup>,  
Ю. А. Гарюгин<sup>1</sup>, С. Ф. Стреляный<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
Dvornikov50@mail.ru,*

<sup>2</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт  
охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б. М. Житкова*

В фундаментальных эколого-географических исследованиях весьма актуальной остается проблема представлений о многоуровневых способах интеграции одних и тех же природных компонентов в гео- (эко)системы и об иерархическом устройстве биосферы как необходимом условии её устойчивости (Сочава, 1978; Коломыц, 2005; и др.). На региональном иерархическом уровне выделяются два типа геопространств – природные зоны и речные бассейны, экосистемы последних в большей мере обладают эмерджентностью. Признаки этих систем – целостность и наличие у элементов общей генеральной цели – поддержание биогеоценологических и водорегулирующих процессов. Мы выделили ещё один из главных признаков, определяющий основу поддержания динамики устойчивости развития биосферных процессов, в одно и то же время подверженный влиянию практически всех видов и форм хозяйственной деятельности человека. Напомним, что это биологическая продуктивность (Дворников и др., 2012). Здесь организация и проведение стационарных многолетних биогеоценологических исследований имеет много преимуществ, в том числе и для прослеживания углеродных циклов согласно трофической структуре конкретных биогеоценозов (БГЦ).

Целью наших работ с 1989 по 2013 гг. было организовать биогеоценологические исследования, и наряду со многими химическими элементами, оценить потоки и депонирование углерода в зональных БГЦ, согласно их трофической структуры находящихся в разных режимах охраны, природопользования и техногенного загрязнения.

Природная зональность – важный эволюционный фактор развития биомов. В Восточно-Европейской таежной области в провинции Вятско-Камской возвышенности в подзоне средней тайги простираются Северо-Двинский, в подзоне Южной тайги – Унжинско-Камский и в зоне Смешанных лесов, в северной её части – Ветлужско-Приуральский округ. В соответствии с округами, с севера к югу уменьшается лесистость и увеличивается от 9 до 18 количество лесных формаций, в основном, уже представленными вторичными смешанными средневозрастными насаждениями. Принято, что в основе лесорастительного районирования и деления лесного фонда по состоянию и по категориям лежит хозяйственное использование запасов на длительную перспективу. Подробное рассмотрение природного и лесорастительного районирования, состояния и использование флористического и фаунистического разнообразия, лесного фонда и таксационные характеристики приводятся в ранее опубликован-

ных наших работах. Необходимо учесть, что распределение лесного фонда по группам леса и осваиваемых ресурсов зверей и птиц (использующих в пищу древесно-веточный корм, кору, хвою, семена, листья, травостой, ветошь и подстилку) по режиму охотпользования и охраны в регионе весьма мозаично. Однако, выбрать представительные участки ещё возможно. Местоположение и сведения о стационарах приводятся в работах (Дворников, 2007; Дворников и др., 2012). В 2012–2013 гг. заложены дополнительно стационары в сосняках Роговского лесничества, в лесорастительном районе Верхне-Вятско-Камской возвышенности; в смешанных и елово-широколиственных лесах на бореальном экотоне – в бассейне р. Кильмезь, в лесорастительном районе Левобережья Низовий р. Вятка. Полевые работы проводили по известным программам и методикам биогеоценологических исследований. Большое значение в изучении БГЦ уделялось историческому их развитию, этнографическому освоению и преобразованию в результате хозяйственной деятельности человека.

Приведенные и опубликованные нами материалы могут быть использованы для мониторинга и моделирования углеродного цикла, как реакция на изменение климата, экологических условий и в частности на загрязнения БГЦ, где ныне через них проходят железнодорожные магистрали, коммуникации и расположены промышленные узлы: города Киров, К-Чепецк, Омутнинск, Глазов, Котельнич. Так фиксируемый нами радиальный прирост в фоновых (заповеданных) и освоенных БГЦ является одним из чувствительных к загрязнению экологических показателей. Немаловажное значение здесь приобретает биодиагностика и её интерпретация по полученным фракционным составляющим (в том числе деятельность консументов) в функциональных блоках конкретных БГЦ. Так стало возможным узнать, что лесным экосистемам, которые преобразовали ранее под населенные пункты, пахотные земли, коммуникации и т.д., ещё свойственны многочисленные и разнонаправленные потоки многих химических элементов, в том числе и углерода. В развитии БГЦ проявляются функциональные взаимоотношения представителей многих популяций видов разных трофических уровней. Тем не менее, нами определены основные направления и интенсивность биохимического круговорота и переноса энергии в зональных БГЦ, в том числе и потока углерода в историческом аспекте (Дворников, 2010).

В ближайшей перспективе нам необходимо выявить комплекс диагностических признаков обеспечивающих оптимальные циклы углерода при разных структурах лесного фонда, биогеоценотической роли консументов, рекреации, деградации и при рекультивации экосистем; оценить влияние сукцессионных смен, изменений и загрязнений БГЦ на углеродный цикл. В данном случае (табл.) проведенные стационарные исследования изменений углеродных балансов в природных и антропогенных комплексах имеют значение не только для региональной, но и глобальной экологии.

Биогеохимическая миграция углерода в экосистемах первоначально представлена нами данными по содержанию, накоплению, перемещению и распределению азота и зольных и других элементов по структурным блокам малонарушенных (зональных фоновых) и освоенных БГЦ для выявления ореолов и фона. Для этого на площадке 1га проводили: пересчет и биркование деревьев,

подроста и подлеска; устанавливали опадомеры и семеномеры; проводили отбор моделей, взвешивали зелёные части: хвою (листья), мхи, лишайники, травостой, ветошь, опад, подстилку; выкладывали опад и его смеси с экскрементами фитофагов и устанавливали потери фитомассы при питании и т.д. В данном случае приведены данные сжатой информации.

Таблица

### Баланс углерода в экосистемах

Показатели, т/га в год	Охраняемые БГЦ / возраст				Освоенные лесохозяйственной деятельностью БГЦ		
	Ельник 168– 182	Сосняк 91–121	Осинник 51–61	Пойме- нный луг	Ельник 107–125	Ельник 128–138	Сосняк на болоте 90– 120
Пул С (а.с.с.)*, т/га	176,8	158,3	128,5	3,37	187,4	180,3	409,1
Древесина, подрост, подлесок	161,2	140,0	124,07	–	173,9	166,4	39,5
Прирост (трав, лист, ветви, древесина)	2,05	3,46	5,05	3,48	2,9	2,26	1,98
Истинный прирост	0,8	1,25	3,57	1,74	0,97	0,85	0,45
Подстилка	15,56	18,3	4,43	0,8	13,44	13,86	1,90
Торф	–	–	–	–	–	–	367,7
Коэф-нт де- струкции	15	14	0,6	0,46	13	15	4,2/ 817

Примечание: \* а.с.с. – абсолютно сухое состояние, запас корней принят в 30%.

Отмечено, что в разнородных лесных БГЦ второго бонитета, находящихся и в разных экологических условиях, запас, ёмкость и интенсивность потоков углерода зональные. По показателям метаболизма в пионерных БГЦ (лугах, осинниках) скоротечен, но здесь высокая годовая продукция углерода, а в заболоченных и интразональных участках (сосняк 5 бонитета) большой общий запас за счёт многолетних отложений.

### Литература

Дворников М. Г. Млекопитающие в экосистемах бассейна реки Вятка. Киров: Областная типография, 2007. 352 с.

Дворников М. Г. Роль млекопитающих в таежных и лесостепных экосистемах освоенных и охраняемых территорий Камского бассейна: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Тольятти, 2010. 39 с.

Дворников М. Г., Ширяев В. В., Сафонов В. Г., Глушков В. М. Структурно-функциональная организация лесных биогеоценозов как информационно-аналитический индикатор выявления угроз экологического характера и изменения климата // Известия Самарского НЦ РАН, 2012. Т. 14. № 5. С. 20–25.

Коломыц Э. Г. Бореальный экотон и географическая зональность. М.: Наука, 2005. 390 с.

Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 319 с.

Тимофеев-Ресовский Н. В., Тюрюканов А. Н. Об элементарных биохорологических подразделениях биосферы // Бюлл. МОИП. Отд. Биол. М.: МГУ, 1966. Т. 71. Вып. 1 С. 123–132.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ БИОТЕСТИРОВАНИЯ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ. ПЕРЕХОД ОТ ПРИНЦИПА «БАТАРЕИ ТЕСТОВ» К ПРИНЦИПУ «ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЯ»**

*Д. В. Зейферт<sup>1</sup>, И. В. Овсянникова<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> Филиал Уфимского государственного нефтяного  
технического университета в г. Стерлитамак, dseifert@mail.ru*

*<sup>2</sup> Институт прикладных исследований республики Башкортостан,  
inna.ovsyannikova.80@mail.ru*

В настоящее время на анализ состояния окружающей среды в мировом масштабе тратятся астрономические суммы. По мере возрастания воздействия человека на окружающую среду количество подобных анализов будет увеличиваться. Поэтому в подавляющем большинстве стран мира активно разрабатываются более дешёвые, но не менее точные методы анализа окружающей среды. Одним из магистральных направлений подобных исследований является разработка методов биотестирования. Подобные методы, помимо экотоксикологии, начинают использоваться в практике экологического мониторинга и экологического нормирования. Однако, если в токсикологии использование биотестирования осуществляется в рамках принципа «батареи тестов», то в сфере экологического мониторинга и экологического контроля действует принцип «единство измерений» (Зейферт и др., 2004). Данный принцип предполагает калибровку показателей биотестирования с данными по химическому загрязнению природных и техногенных объектов. Вследствие этого необходимым условием внедрения методов биотестирования в экологический мониторинг и экологический контроль является анализ их связи с параметрами, измеряемыми для количественного выражения природных процессов, опасностей окружающей среды или хозяйственной деятельности, которые вызывают негативные изменения в окружающей среде. Основными показателями, используемыми для этой цели, являются данные по химическому загрязнению окружающей среды. Поэтому на начальном этапе калибровки необходимы дополнительные затраты на химический анализ. После завершения калибровки и выявления значимых корреляций между химическими параметрами и показателями биотестирования, последние можно адекватно использовать для описания процессов, происходящих в окружающей среде.

В Российской Федерации сложилась такая ситуация, когда развитие методов биотестирования пошло по пути разработки новых методик, а не обобщения накопленного эмпирического материала. Это в значительной степени снижает прогностическую значимость получаемой информации. В подобной

ситуации сопоставление данных, получаемых разными методами, крайне затруднено. Для гармонизации данных подходов предлагается использование понятия «референтного биоиндикатора». Смысл введения референтного биоиндикатора заключается в том, что все, получаемые с применением других биоиндикаторов данные, необходимо сопоставлять с показателями референтного биоиндикатора. В качестве такового нами предлагается метрологически аттестованная «Методика определения токсичности в питьевых грунтовых, поверхностных и сточных водах, растворов химических веществ по измерению показателей всхожести семян, средней длины и среднего сухого веса проростков кресс-салата (*Lepidium sativum*)». В данной методике использован подход последовательного разбавления анализируемой пробы в соответствии с «Методическим руководством и рекомендациями по определению общей токсичности стоков», разработанным Агентством по охране окружающей среды США (Method Guidance..., 2000).

Метрологически аттестованная методика основана на методах экологической диагностики и испытана на следующих природных и техногенных объектах: природные и сточные воды, питьевая вода, растворы химических веществ, растворы фармпрепаратов, табак, табачный пепел и др. Полученные результаты свидетельствуют о том, что кресс-салат может являться референтным биотестом, с которым можно сопоставить все прочие биотесты. Таким образом, появляется возможность обобщить имеющиеся данные по биотестированию.

Применение референтных индикаторов позволяет существенно снизить расходы на анализы, но требует тщательной калибровки их к действию конкретных факторов среды (температура, фотопериод и пр.), а также конкретным действующим агентам и их совокупностям. Эта проблема может быть решена с помощью калибровочных аналитических центров и долговременных исследований пространственно-временного действия факторов среды на конкретные сферы и эталонные объекты. Предлагается программа исследований с различным пространственно-временным разрешением (на уровне населенного пункта, на уровне региона и на международном уровне).

Антропогенное загрязнение условно разделяется на эвтрофицирующее и токсичное (Филенко, Михеева, 2007). Обычное эвтрофицирующее действие связано с поступлением в водоём биогенных элементов и органических веществ, считающихся традиционно безвредными и выражается в стимуляции развития отдельных групп организмов. В результате этого может происходить нарушение экологического равновесия и вторичное загрязнение различного рода метаболитами. Токсическое и эвтрофицирующее воздействие на экосистемы происходит одновременно. Однако, в подавляющем большинстве случаев анализируется лишь эффект токсичности. Воздействие эвтрофикации оценивают по изменению продуктивности водных систем, различных параметров фитопланктона, изменению содержания азота и фосфора (Smith et al., 2006). Отметим включение показателя эвтрофикации в нормативные документы и отсутствие методики количественного определения уровня эвтрофикации, а также совместного влияния эвтрофикации и токсичности (Экологический менеджмент. ГОСТ Р 14.07-2005).

В природных условиях в качестве экспериментального объекта нами в течение ряда лет исследовано состояние поверхностных вод района верхнего бьефа Павловского водохранилища (рис.).

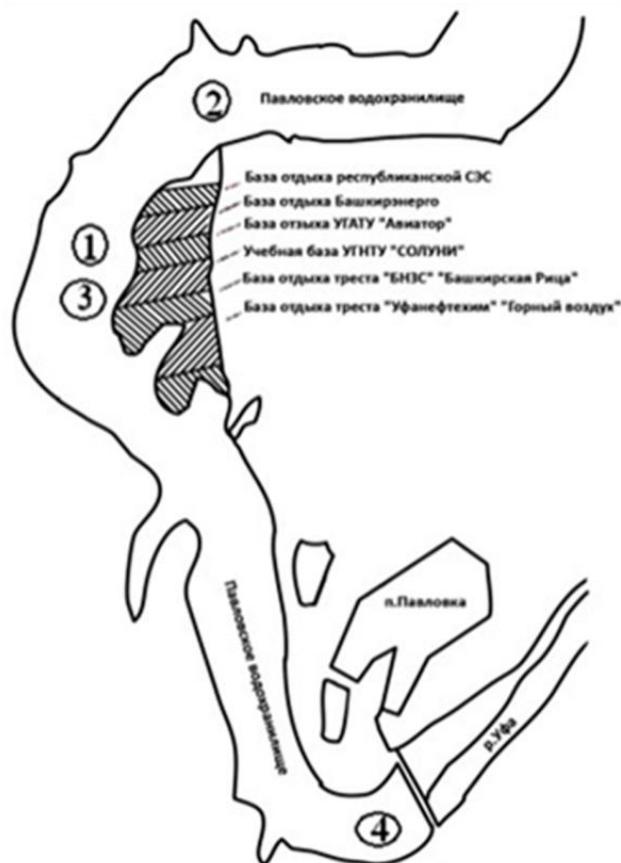


Рис. Контрольные створы в районе верхнего бьефа Павловского водохранилища: 1 – в месте сброса стоков базы «Авиатор»; 2 – на участке перед домами отдыха; 3 – в месте сбросов БОС «СОЛУНИ»; 4 – на участке перед плотиной

Павловское водохранилище образовано плотиной Павловской ГЭС на р. Уфа, на территории Республики Башкортостан. Заполнение Павловского водохранилища происходило в 1959–1961 гг. Площадь  $120 \text{ км}^2$ , объём  $1,41 \text{ км}^3$ , длина 150 км, наибольшая ширина 2 км, средняя глубина 11,8 м. Уровень водохранилища колеблется в пределах 11,5 м. Осуществляет сезонное регулирование стока. Создано для развития энергетики, водного транспорта, лесосплава и водоснабжения. Основными источниками поступления в водохранилище техногенных веществ являются: затопленная древесина, сельскохозяйственные (минеральные удобрения, стоки животноводческих ферм, пестициды и ядохимикаты), коммунальные, промышленные стоки Челябинской, Свердловской областей и Башкортостана. Общее количество только трех биогенных элементов, ежегодно поступающих в Павловское водохранилище, составляет около 17400 тонн (азота – 9200, фосфора – 2500 и калия – 5700) (Абдрахманов, 1994). В связи с этим возникает проблема устранения «огрехов» антропогенной деятельности. Для этого нужно решить три взаимосвязанные задачи: в ходе эколо-

гического мониторинга определить скорость деградации объекта по различным параметрам, определить время и масштаб мероприятий по стабилизации объекта и в нужное время все запланированные мероприятия осуществить.

Полученные результаты (2011–2013 гг.) показали, что применение данного метода позволяет адекватно описать происходящие процессы с минимальными затратами и возможностью прогноза текущих изменений (на основе разработки математической модели) и экстраполяцией модели на аналогичные водные объекты умеренной зоны. Нами показано, что за период исследований все наблюдаемые параметры на исследованных створах менялись синхронно (в отношении фоновых створов 2 и 4) с возможностью выделения воздействия локальных источников негативного воздействия (табл.).

Таблица

**Матрица коэффициентов корреляции между величинами индексов эвтрофикации за исследованный период (2011-2013 гг.)**

Контрольные створы	Створ 1	Створ 2	Створ 3	Створ 4
Створ 1	1,00	0,58	0,80	0,51
Створ 2	0,58	1,00	0,79	<b>0,92</b>
Створ 3	0,80	0,79	1,00	<b>0,85</b>
Створ 4	0,51	<b>0,92</b>	<b>0,85</b>	1,00

Номера створов: 1 – в месте сброса стоков базы «Авиатор»; 2 – на участке перед домами отдыха; 3 – в месте сбросов БОС «СОЛУНИ»; 4 – на участке перед плотиной. Достоверные коэффициенты корреляции выделены жирным шрифтом.

Разработанный подход может быть применён к большому количеству природных и техногенных объектов, технологических процессов, что существенно уменьшит стоимость затрат на экологический мониторинг и экологическое нормирование.

#### Литература

Абдрахманов Р. Ф. Особенности формирования химического состава воды Павловского водохранилища // Гидрохимические материалы. 1994. Т. 111. С. 139–150.

Зейферт Д. В. Использование кресс-салата как тест-объекта для оценки токсичности природных и сточных вод Стерлитамакского промузла // Башкирский экологический вестник, 2010. № 2. С. 39–50.

Филенко О. Ф., Михеева И. В. Основы водной токсикологии. М.: Колос, 2007. 144 с.

Экологический менеджмент. Руководство по включению аспектов безопасности окружающей среды в технические регламенты. ГОСТ Р 14.07-2005 (утв. Приказом Ростехрегулирования от 30.12.2005 N 524-ст).

EPA 2000. Method Guidance and Recommendations for Whole Effluent Toxicity (WET) Testing (40 CFR Part 136). Office of Water (4303) EPA 821-B-00-004.- Washington, DC.

Smith Val H., Joye Samantha B., Howarth Robert W. Eutrophication of freshwater and marine ecosystems // Limnol. Oceanogr, 2006. V. 51. N 1. part 2. PP. 351–355.

## ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ В ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

*Р. А. Суходольская*

*Институт проблем экологии и недропользования АН Республики Татарстан,  
ra5suh@rambler.ru*

Шквал информации по влиянию факторов среды, в том числе антропогенных, диктует необходимость разработки аналитических методов, которые могли бы адекватно оценивать степень трансформации экосистем. При этом центральным элементом анализа должна быть биота, поскольку только по состоянию биотического компонента можно прогнозировать и состояние человеческой популяции. Практически во всех отраслях знания, где речь идет о состоянии окружающей среды, применяется хорошо развитый математический аппарат. К сожалению, этого нельзя сказать о классических биологических дисциплинах – зоологии, ботанике и др. В подавляющем большинстве отечественных публикаций как дизайн исследования, так и статистическая обработка его результатов сводится к действиям, которые не могут и не должны корректно оценить степень влияния экологических факторов. Это приводит зачастую к тому, что сформулированные выводы неадекватно отражают процессы, происходящие в природе. Поясним это на примерах. Общеизвестно, что размер насекомых определяется скоростью роста личинки и временем матурации, которые в свою очередь зависят от длины вегетационного сезона, температуры и кормовой обеспеченности. Действие последних двух факторов может трансформироваться под влиянием антропогенных факторов и растительности. Следовательно, при анализе изменчивости размеров насекомых все эти положения должны приниматься во внимание, особенно если это касается исследований с использованием организмов – биоиндикаторов. Можно привести целый ряд примеров, когда об изменении размеров тела судят по разнице средних значений этого признака (Круглова, Ермоленко, 2007), или оценивают изменчивость размеров жуков при возмущающих факторах в целом, на надвидовом уровне (Taboada et al., 2010; Luff et al., 1992), хотя известно, что изменения в составе сообщества – неадекватный метод оценки местообитаний, а внутривидовой уровень анализа – наилучший для исследования механизмов, которые связывают морфологию с экологией (James, 1982; Venn, 2007).

В настоящем сообщении представлен фрагмент исследований морфометрической изменчивости жуков – жужелиц (Carabidae, Coleoptera). Это обширное семейство жуков, хорошо изученных в биологическом и экологическом планах. В большинстве своем они хищники и являются обязательным элементом практически любого почвенного ценоза. Дизайн эксперимента включал создание базы данных по размерам жуков, отловленных в разных частях ареала каждого из изученных видов (всего их было шесть), причем в каждом из регионов жуки каждого из видов были отловлены на участках с разным антропогенным воздействием (город, пригород, естественный биотоп), и каждый из таких участков представлял из себя серию плотов с различающейся растительностью.

В итоге было проанализировано не менее 1000 жуков каждого из исследованных видов. Статистическая обработка результатов включала использование многомерной статистики: линейных моделей – для определения вклада каждого из факторов среды в изменчивость размеров жуков, компонентного анализа и многомерного дистанционного шкалирования – для определения взаимосвязи изменчивости размеров жуков и их формы, Прокрустова анализа – для определения изменчивости формы жуков каждого из видов при действии того или иного фактора среды. Результаты анализа изменчивости размеров и формы жуков одного из исследованных видов представлены в табл. 1, 2 и на рис.

Таблица 1

**Длина надкрылий у жужелицы *Pterostichus niger* Ш. при действии факторов среды разной природы**

Фактор	Абсолютное значение признака (мм)					
	Самки			Самцы		
	Границы доверительного интервала		Среднее значение признака	Границы доверительного интервала		Среднее значение признака
	Левая 2,5%	Правая 97,5%		Левая 2,5%	Правая 97,5%	
Базовые значения	11,16	11,16	11,16	10,36	10,54	10,72
@_Свердловская обл.	10,2	10,52	10,36	9,48	9,96	9,72
@_Кемеровская обл.	10,64	11,31	10,98	9,28	10,35	9,81
@_Удмуртия	10,3	11,56	10,93	8,82	11,15	9,98
@_Мари Эл	9,77	10,83	10,3	9,64	10,81	10,22
@_Предуралье	9,22	10,18	9,7	9,51	10,19	9,85
%_Город	10,58	11,47	11,03	10,15	11,04	10,6
%_Пригород	10,66	11,65	11,16	9,87	10,86	10,36
\$_Луг	10,27	11,32	10,79	10	11,25	10,63
\$_Вязовник	10,82	10,95	10,88	10,09	10,35	10,22
\$_Дубняк	11,12	11,67	11,4	10,39	11,34	10,86
\$_Липняк	9,08	10,08	9,58	9,07	10	9,53
\$_Газон	10,46	11,97	11,21	9,61	11,72	10,67

Примечание: @ – место в ареале, % – антропогенное влияние, \$ – влияние растительности; как база для сравнения взяты данные по длине надкрылий этого вида жужелиц в центре ареала, Республика Татарстан, в естественном березняке.

При анализе изменчивости ширины надкрылий были получены другие данные (табл. 2).

Как видно из приведенной табл. 1, у *P. niger* существует половой диморфизм по размерам – самки крупнее самцов, что характерно для семейства жужелиц. Однако длина надкрылий под воздействием факторов разной природы меняется по-разному. Учитывая доверительные интервалы сдвигов в длине надкрылий, можно сказать, что условия Кемерово уменьшают длину надкрылий только у самцов, а условия Предуралья и Марий Эл – только у самок. Антропогенный фактор вообще не влияет на размер надкрылий у этого вида, а из

растительности влияют только вязовник и липняк – в биотопах с такой растительностью длина надкрылий у *P. niger* уменьшается у особей обоих полов.

Таблица 2

**Ширина надкрылий у жужелицы *Pterostichus niger* III. при действии факторов среды разной природы**

Фактор	Абсолютное значение признака (мм)					Среднее значение признака
	Самки			Самцы		
	Границы доверительного интервала		Среднее значение признака	Границы доверительного интервала		
	Левая 2,5%	Правая 97,5%		Левая 2,5%	Правая 97,5%	
Базовые значения	4,1	4,2	4,1	3,9	4,13	4,03
@_Свердловская обл.	5	5,3	5,2	4,8	5,18	4,96
@_Кемеровская обл.	2,9	3,4	3,1	2,6	3,54	3,07
@_Удмуртия	2,7	3,1	2,9	2,4	2,91	2,67
@_Мари Эл	2,5	2,9	2,7	2,6	2,82	2,68
@_Предуралье	2,6	3	2,8	2,5	2,83	2,65
%_Город	2,6	3	2,8	2,6	2,96	2,76
%_Пригород	2,2	2,7	2,5	2,1	2,55	2,3
\$_Луг	2,7	2,7	2,7	2,5	2,62	2,57
\$_Вязовник	6,3	6,5	6,4	6,2	6,56	6,37
\$_Дубняк	4,2	4,6	4,4	4,2	4,61	4,42
\$_Липняк	2,1	2,7	2,4	1,9	2,77	2,35
\$_Газон	4,1	4,2	4,1	3,9	4,13	4,03

Примечание: @ – место в ареале, % – антропогенное влияние, \$ – влияние растительности; как база для сравнения взяты данные по длине надкрылий этого вида жужелиц в центре ареала, Республика Татарстан, в естественном березняке.

Из табл. 2 видно, что размеры ширины надкрылий меняются иначе, чем их длина. Так, ширина надкрылий под влиянием обитания в Кемерово увеличивается и у самок, и у самцов; иначе действуют и условия обитания в липняке – ширина надкрылий в этих условиях не уменьшается, а увеличивается. И такие примеры не единичны. Это свидетельствует о том, что широкому спектру изменчивости подвержена и форма жуков. Один из результатов представлен на рисунке, из которого видно, что форма жуков *P. niger* различается в зависимости от места обитания в ареале, причем по второй компоненте просматривается явно выраженный широтный компонент.

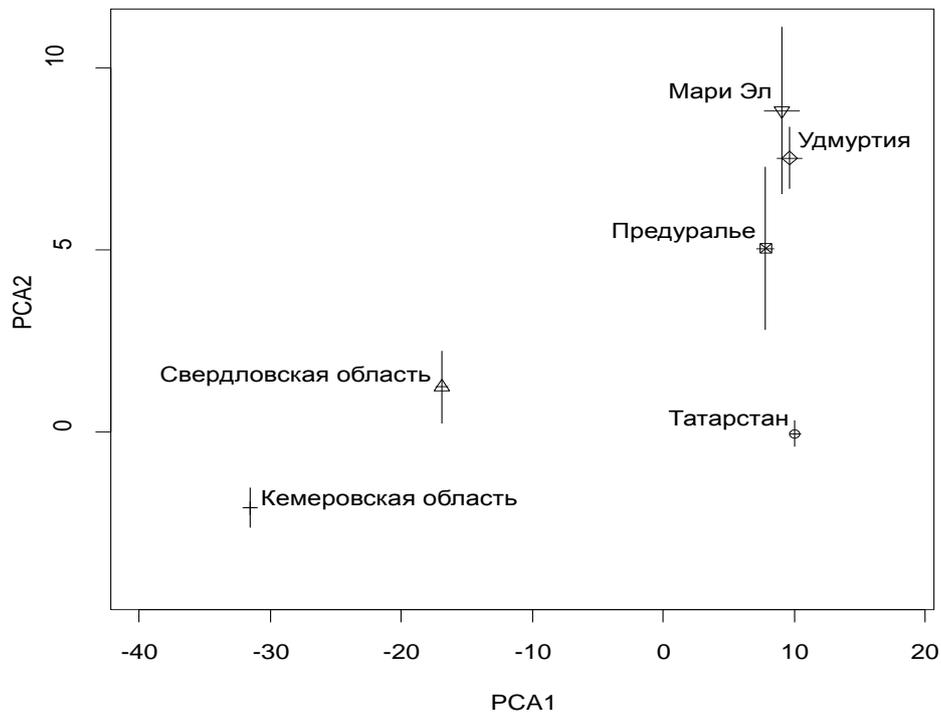


Рис. Результаты компонентного анализа Прокрустовых расстояний у жувелицы *P. niger*

Мы заключаем, что для корректной оценки влияния экологических факторов на какой-либо организм или популяцию, предварительно, следует создать банк данных по изменчивости исследуемого у этого организма признака и с помощью современных статистических методов выявить основные факторы, которые значимо воздействуют на изменчивость этого признака. Только имея в арсенале такой фундамент, созданный на основе предварительных широкомасштабных (large-scale) исследований, можно оценивать влияние того или иного фактора в конкретном месте и в конкретное время.

#### Литература

Белова Ю. Н. Фауна и структура населения почвенных беспозвоночных в лесных экосистемах Вологодской области (на примере Coleoptera, Carabidae): Автореф. дисс.....канд. биол. наук. 2012. Петрозаводск. 26 с.

Круглова О., Ермоленко А. Фенетический анализ изменчивости морфометрических признаков и жилкования крыльев в популяциях лапландского листоеда (*Chrysomela lapponica*) // Zoocenosis 2007 Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали IV Міжнародної наукової конференції. Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2007. С. 267–269.

James, F. C. The ecological Morphology of birds: a review // Ann. Zool. Fennici. 1982. V. 19. P. 265–275.

Luff M. L., Eyre M. D., Rushton S. P. Classification and prediction of grassland habitats using ground beetles (Coleoptera, Carabidae) // Journal of Environmental Management, 1992. V. 35. Is. 4. P. 305–315.

Taboada A., Tárrega R., Calvo L., Marcos E., Marcos J. A., Salgado J. M. Plant and carabid beetle species diversity in relation to forest type and structural heterogeneity // European Journal of Forest Research, 2010. V. 129. N. 1. P. 31–45.

Venn S. Morphological responses to disturbance in wing-polymorphic carabid species (Coleoptera: Carabidae) of managed urban grasslands // Baltic J. Coleopterol. 7(1) 2007 P. 51–60.

## ОСОБЕННОСТИ БИОТЕСТИРОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

А. С. Олькова

Вятский государственный гуманитарный университет,  
morgan-abend@mail.ru

Определение интегральной токсичности сред методами биотестирования в настоящее время является неотъемлемой частью оценки состояния природных и природно-техногенных комплексов биосферы. Высокое значение применения биологических методов подтверждается установленными эффектами синергизма и антагонизма многих веществ [1]. В этом случае проведение биотестов показывает реальное воздействие исследуемой среды на биоту исследуемой части биосферы.

При несомненных достоинствах и важности биологических методов экологических работ в процессе интерпретации результатов биотестирования исследователи сталкиваются с рядом трудностей.

Цель данной работы – обобщить некоторые особенности и проблемы биотестирования компонентов окружающей среды по аттестованным методикам.

Объектами наших исследований являются компоненты окружающей среды природно-техногенных территорий. Образцы отбираются в зоне влияния объекта хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский», в районе химических предприятий г. Кирово-Чепецка и Кильмезского полигона захоронения ядохимикатов, а также на территориях урбоэкосистем. Интегральная токсичность проб почв, природных вод (поверхностных и подземных), донных отложений определялась по методикам биотестирования, допущенным для целей государственного экологического контроля и мониторинга и внесенным в федеральный реестр методик Российской Федерации (ФР.1.39.2007.03221, 2007; ФР.1.39.2007.03222, 2007; ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04, 2007; ФР.1.31.2005.01882, 2010; ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11-04, 2010). Использовались тест-организмы разных трофических групп: *Chlorella vulgaris*, *Daphnia magna*, *Ceriodaphnia affinis*, *Paramecium caudatum*, *Escherichia coli*.

Имеется несколько проблем, возникающих при исследовании состояния природно-техногенных систем методами биотестирования.

Естественная «матрица» водной среды влияет на определяемую интегральную токсичность. «Матрицей» природной воды мы называем здесь весь комплекс веществ, включенных в поверхностные или подземные воды естественным образом и активно формирующих химические, физико-химические и токсикологические свойства вод. Аспекты проблемы:

1) При оценке интегральной токсичности вод нередко «матрица» природной воды, которая принимает загрязнение, маскирует вредные вещества, например, за счет комплексообразования;

2) «Матрица» как среда для культивирования тест-организмов обладая региональными и локальными особенностями, влияет на общее состояние биообъектов, их чувствительность и устойчивость к различным соединениям;

3) При реализации многих методик биотестирования культивационная вода используется для приготовления серий разбавлений тестируемой среды, влияя на итоговый результат.

Проблема отчасти решается приёмами стандартизации тест-объектов, то есть поддержанием чувствительности к модельному токсиканту в установленном диапазоне, что предполагается всеми аттестованными методиками. Также необходимо подбирать так называемый фон. Им могут быть данные, полученные до начала воздействия источника загрязнения. Если это невозможно, то устанавливается фоновый участок за пределами зоны влияния.

Следующая проблема свойственна для методик, в которых в качестве тест-функции выступает гибель организма. Наиболее известными нормативными документами, ориентирующимися на этот показатель, можно назвать методики с использованием низших ракообразных [2]. Дело в том, что до проявления крайней степени токсического эффекта, то есть гибели, можно наблюдать и использовать для оценки качества тестируемой среды массу показателей. Такие эффекты как изменение двигательной, пищевой активности, скорости размножения и другие реакции хорошо идентифицируются, особенно в экспериментах по установлению хронического токсического действия. Однако, существующие методики этого не предусматривают, вероятно, в силу усложнения процедуры обработки результатов. Например, классический биотест с использованием *Daphnia magna* в части определения хронических воздействий предполагает подсчёт количества abortивных яиц, но при обработке результатов эти данные не используются.

Открытым вопросом реализации и разработки новых методик биотестирования является интерпретация явлений стимуляции тест-функций живых организмов. Под стимуляцией мы понимаем здесь увеличение количественных характеристик состояния организма или их совокупности в процессе эксперимента по установлению токсичности, по сравнению с контрольным вариантом. Большинство методик такие эффекты не учитывают. Например, в ФР.1.31.2005.01881 (тест-объект инфузории), согласно пункту 9.4: «отрицательные значения свидетельствуют об отсутствии токсичности и могут быть оценены как нулевые» [3]. Фактически при проведении эксперимента наблюдается стимуляция хемотаксиса и общей двигательной активности инфузорий, по сравнению с контролем. Инфузории за 30 минут тест-реакции поднимаются в верхнюю часть кюветы, что характерно для нетоксичных проб, и начинают там очень активно двигаться, завышая измеряемые показатели. Такая реакция может быть начальной стадией токсического эффекта. При увеличении экспозиции после стимуляции двигательной активности особи начинают погибать. Однако, гибель после стимуляции не является обязательным развитием ситуации. Если причиной стимуляции явилось повышенное содержание питательных веществ, то наступления крайней степени токсического эффекта мы не увидим.

Исследователями показано, что влияние многих загрязняющих веществ проявляется до определенного порога в стимуляции как тест-функций, так и продуктивности целых экосистем, и только при повышении дозы начинается угнетение [4]. Для инфузорий наличие стадии стимуляции в динамике токсиче-

ского эффекта показано авторами при воздействии малого содержания многих загрязняющих веществ (солей металлов, фенолов, пестицидов) [5].

Таким образом, интерпретация результатов биотестирования, по возможности, должна осуществляться с учетом естественной «матрицы», эффектов стимуляции, а также реакций организмов, проявляющихся до гибели особей. По нашему мнению, требуется совершенствование методической базы, создание банка данных, отражающих зависимость «доза-эффект», эффекты сочетанного действия загрязняющих веществ, а также комплексного действия факторов.

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук № МК-3326.2012.5.

#### Литература

1. Никаноров А. М., Хоружая Т. А., Бражникова Л. В., Жулидов А. В. Мониторинг качества вод: оценка токсичности. СПб.: Гидрометеиздат, 2000. 159 с.
2. ФР.1.39.2007.03222 Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодovitости дафний. М.: Акварос, 2001. 48 с.
3. ФР. 1.31.2005.01881 (ред. 2010) Методика определения токсичности проб природных, питьевых, хозяйственно-питьевых, хозяйственно-бытовых сточных, очищенных сточных, сточных вод экспресс-методом с применением прибора «Биотестер». ООО «СПЕКТР-М», 2010. 13 с.
4. Марфенина О. Е. Микробиологические аспекты охраны почв. М.: Изд-во МГУ, 1991. 118 с.
5. Никаноров А. М., Трунов Н. М. Внутриводоемные процессы и контроль качества природных вод / Под ред. А. И. Бедрицкого. СПб.: Гидрометеиздат, 1999. 150 с.
6. Некрасова Ю. Н., Олькова А. С., Дабах Е. В. Влияние фторида натрия на физико-химические свойства и интегральную токсичность почв в модельном эксперименте // Теоретическая и прикладная экология. 2012. № 3. С. 48–53.
7. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11-04 16.1:2:3:3.8-04 Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению интенсивности бактериальной биолюминесценции тест-системой «Эколюм», 2010.
8. ФР. 1.31.2005.01882 (ред. 2010) Методика определения токсичности проб почв, донных отложений и осадков сточных вод экспресс-методом с применением прибора «Биотестер»: ООО «СПЕКТР-М». 2010.

### ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ В СИСТЕМЕ АЛЮМИНИЙ – ФТОР И ИХ ВЛИЯНИЯ НА ТОКСИЧНОСТЬ МОДЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

*Ю. Н. Некрасова<sup>1</sup>, Е. В. Дабах<sup>1,2</sup>*

*<sup>1</sup> Лаборатория биомониторинга Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, ecolab2@gmail.com,*

*<sup>2</sup> Вятская государственная сельскохозяйственная академия*

Природные воды и почвенные растворы в таежно-лесной зоне отличаются высоким содержанием железа и алюминия. Образую комплексные соединения с ионами раствора, они влияют на их активность и токсичность.

Многие методы аналитического определения химических элементов в водах (особенно колориметрических) разработаны только на определенные химические соединения. В результате чего в водах может не обнаруживаться часть концентраций элементов и, следовательно, данные об их содержании будут недостоверны. Необходимо знать и прогнозировать вероятные состояния элементов в подземных водах и почвенных растворах [1].

*Цель работы* – изучить влияние процесса комплексообразования, а также состава комплексов на токсичность модельных растворов системы алюминий-фтор с помощью тест объектов-бактерий Эколюм и инфузорий.

*Объектами исследования* являлись модельные растворы, содержащие фторид натрия, хлорид алюминия и обе эти соли. Количество фторид-ионов в системе поддерживалось на постоянном уровне (6 мг/дм<sup>3</sup>), концентрация ионов алюминия в растворе возрастала (0,03, 0,3 и 3,0 мг/дм<sup>3</sup>). В вариантах модельных растворов определяли значение рН, содержание ионов алюминия, фторид-ионов, а также токсичность с помощью бактерий (люминесцентный штамм *Escherichia coli*) и простейших (*Paramecium caudatum*) по общепринятым методикам [2, 3].

Ранее было показано, что ионы алюминия в указанных выше концентрациях являются токсичными по отношению к исследуемым тест-объектам [4].

Таблица

**Варианты опыта и результаты биотестирования\***

№ 1	инфузо- рии	Эко- люм	рН	№ 2	инфузо- рии	Эко- люм	рН	№ 3	инфузо- рии	Эко- люм	рН
Al 0,03	высокая степень токсич- ности	<i>проба ток- сична</i>	6,07	Al 0,3	высокая степень токсич- ности	силь- но ток- сичен	5,43	Al 3,0	высокая степень токсич- ности	силь- но ток- сич- чен	4,48
F 6,0	<i>умерен- ная сте- пень токсич- ности</i>	<i>проба ток- сична</i>	5,62	F 6,0	<i>умерен- ная сте- пень токсич- ности</i>	<i>проба ток- сична</i>	5,62	F 6,0	<i>умерен- ная сте- пень токсич- ности</i>	<i>про- ба ток сич- на</i>	5,62
Σ	высокая степень токсич- ности	<i>проба не ток- сична</i>	6,50	Σ	высокая степень токсич- ности	<i>проба не ток- сична</i>	6,49	Σ	высокая степень токсич- ности	<i>про- ба ток сич- на</i>	5,84

\* концентрации элементов приведены в мг/дм<sup>3</sup>

Результаты биотестирования растворов, содержащих хлорид алюминия, показали, что наиболее чувствительны к ионам алюминия инфузории. Все варианты растворов оказались высокотоксичными.

Для бактерий тест системы «Эколюм» токсический эффект ионов алюминия при добавлении фторид-ионов в растворе №3 снижается, а растворы № 1 и 2 становятся нетоксичными. Можно предположить, что токсичность ионов уменьшается за счет образования комплексных соединений.

Для определения состава и количества комплексов в исследуемых растворах необходимо решить систему уравнений материального баланса и закона действующих масс.

В данной системе формы алюминия включают комплексные соединения с фтором, а также с продуктами диссоциации воды (ионами  $\text{OH}^-$ ). На рис. 1 и 2 представлены составы комплексов, а также их процентное содержание, исходя из того, что общее количество алюминия в растворе 100%.

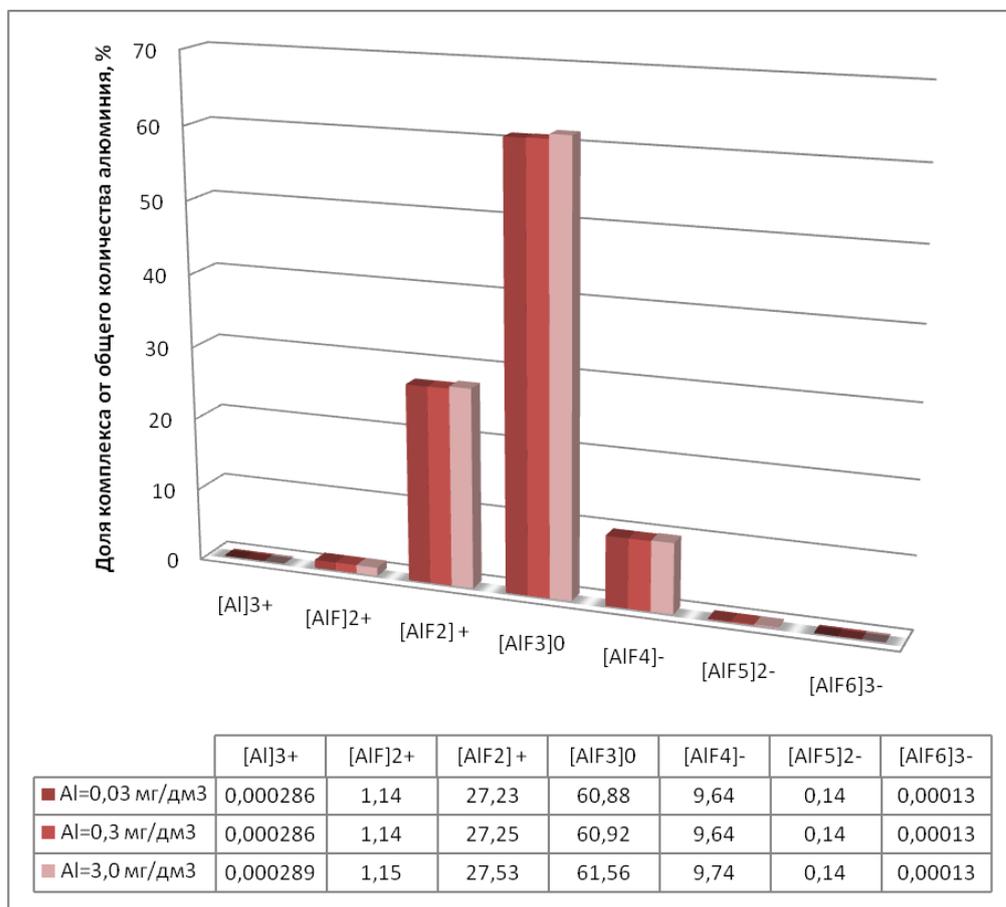


Рис. 1. Состав и количество фторидных комплексов алюминия и свободных ионов алюминия в модельных растворах

В условиях близкой к нейтральной среды (рН 5,8–6,5) среди фторидных комплексов преобладает незаряженный комплекс  $[\text{AlF}_3]^0$ , имеют место комплексы  $[\text{AlF}_2]^+$  и  $[\text{AlF}_4]^-$ . Общее количество фторидных комплексов алюминия, а также их состав во всех вариантах модельных растворов практически одинаков.

Содержание гидросокомплексов в исследуемых модельных растворах незначительно – около 1%. Среди них в данных условиях преобладающим комплексом также является незаряженный комплекс  $[\text{Al}(\text{OH})_3]^0$ . Увеличение содержания алюминия в растворе № 3 приводит к снижению общего количества гидросокомплексов от 1,13–1,21% (для растворов № 1, 2) до 0,022% от общего содержания форм алюминия в растворе, при этом доля комплексов  $[\text{AlF}_3]^0$  возрастает. Значения рН в растворе № 3 (5,84 ед. рН) ниже, чем в растворах № 1 и 2 (6,5 ед. рН).

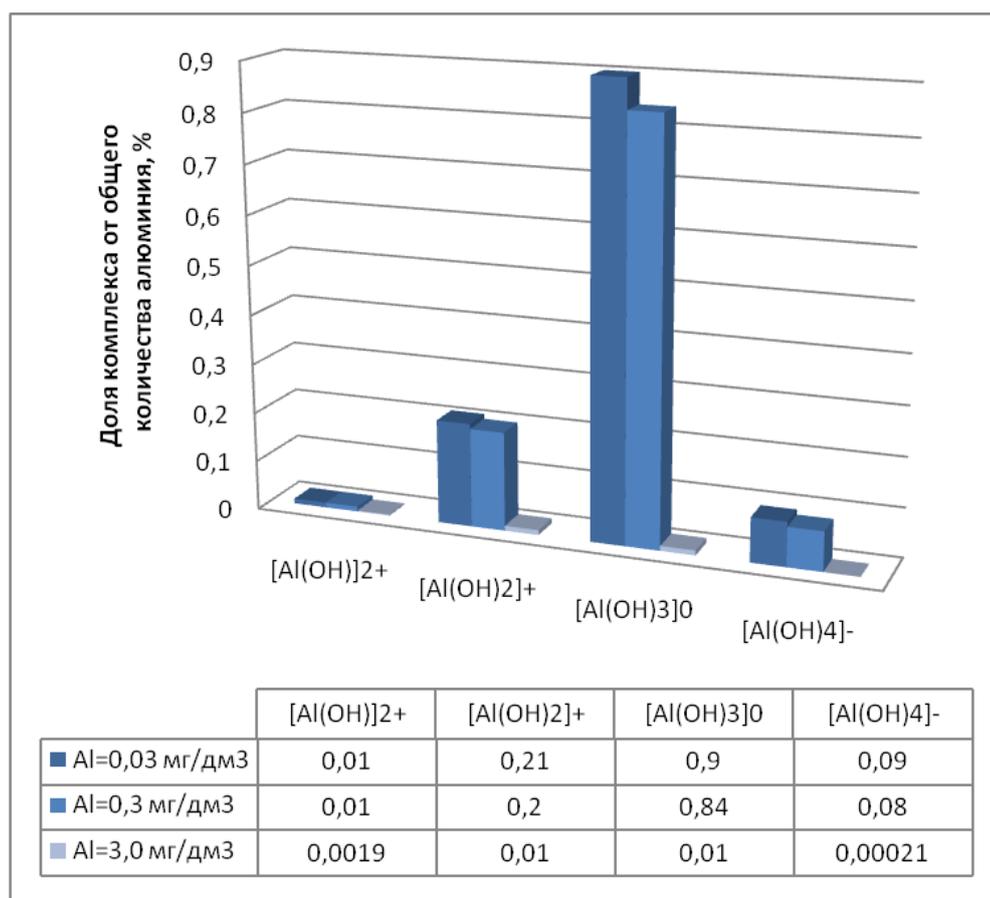


Рис. 2. Состав и количество гидроксикомплексов алюминия в модельных растворах

Методики определения токсичности с помощью инфузорий и бактерий тест-системы «Эколюм» предусматривают подщелачивание исследуемых растворов до 7,0–8,5 ед. рН. Подщелачивание растворов приведет к изменению состава и количества образовавшихся комплексов, поэтому для модельных растворов в данном эксперименте подщелачивание не проводилось.

Известно, что токсичными соединениями в отношении наземной и аквабиоты являются аква- и аквагидроксикомплексы алюминия. Комплексные соединения с органическими лигандами, сульфатами, фосфатами и фторидами не токсичны для биоты, так как их относительно большие размеры препятствуют проникновению через клеточную мембрану [5].

В нашем случае токсичность для бактерий Эколюм проявляется в растворе № 3 с минимальным количеством гидроксокомплексов. Вероятно, на токсичность модельного раствора № 3 повлияло снижение рН среды.

Таким образом, процессы комплексообразования снижают токсическое действие ионов алюминия и фтора на бактерии тест-системы Эколюм (люминесцентного штамма *Escherichia coli*). В исследуемых модельных растворах доля алюминия, связанного в комплексные соединения с фтором, достигает 99%. Подщелачивание природных растворов, содержащих фторид-ионы и ионы алюминия, может изменить токсическое действие отдельных ионов и влиять на заключение о токсичности проб.

### Литература

1. Крайнов С. Р., Рыженко Б. Н., Швец В. М. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты. М.: Наука, 2004. 677 с.
2. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11-04 16.1:2:3:3.8-04 Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению интенсивности бактериальной биолюминесценции тест-системой «Эколюм», 2010.
3. ФР. 1.31.2005.01881 (ред. 2010) Методика определения токсичности проб природных, питьевых, хозяйственно-питьевых, хозяйственно-бытовых сточных, очищенных сточных, сточных вод экспресс-методом с применением прибора «Биотестер»: ООО «СПЕКТР-М». 2010.
4. Некрасова Ю. Н., Олькова А. С., Дабах Е. В. Влияние комплексообразования на токсичность для простейших (*Paramecium caudatum*) модельных растворов // Бизнес. Наука. Экология родного края: проблемы и пути их решения: Матер. Всерос. науч.-практ. конференции-выставки экологических проектов с международным участием. Киров: Изд-во ООО «Веси», 2013. С. 174–176.
5. Соколова Т. А., Толпешта И. И., Трофимов С. Я. Почвенная кислотность. Кислотно-основная буферность почв. Соединения алюминия в твердой фазе почвы и в почвенном растворе. Изд. 2-е, испр. и доп. Тула: Гриф и К, 2012. 124 с.

## ВЛИЯНИЕ ГЛУТАРОВОГО АЛЬДЕГИДА НА СУБСТРАТНУЮ СПЕЦИФИЧНОСТЬ БАКТЕРИЙ *GLUCONOBACTER OXYDANS*

С. Б. Чарыева, С. С. Каманин, В. А. Арляпов  
Тульский государственный университет, [ms.sulgun@mail.ru](mailto:ms.sulgun@mail.ru)

Бактерии *Gluconobacter oxydans* в биотехнологии известны своей уникальной организацией метаболической системы, характеризующейся редукцией основных диссимиляционных путей и высокой оперативностью электроно-транспортной цепи (Munck et al., 2007). Перспективным является применение *G. oxydans* в биосенсорах в качестве биорецепторного элемента. Для этого проводят иммобилизацию клеток бактерий с помощью иммобилизующих агентов. Одним из наиболее эффективных способов иммобилизации является включение в полимерный гель поперечно-сшитого бычьего сывороточного альбумина. Сшивающим агентом в данном случае является глутаровый альдегид (ГА), который оказывает токсичное воздействие на клетки микроорганизмов. Целью данной работы являлось изучение влияния ГА на субстратную специфичность бактерий *G. oxydans*.

К образцам культуры *G. oxydans* добавляли одинаковый объем 25% раствора ГА, интенсивно перемешивали и выдерживали при комнатной температуре в течение определенного времени, которое составляло от 2 до 70 минут, далее клетки промывали фосфатным буферным раствором. Затем клеточный препарат иммобилизовали на стекловолоконном фильтре и фиксировали с помощью капроновой сетки на кислородном электроде. Электрод с закрепленным клеточным препаратом помещали в кювету, заполненную буферным раствором, в которой и проводили измерения. В качестве преобразователя использовали анализатор жидкости Эксперт-001.

Ферментные системы бактерий *G. oxydans* способны метаболизировать глюкозу и этанол (Deppenmeier, Hoffmeister, Prust, 2002). ГА оказывает токсическое действие на бактериальные клетки, что особенно сильно сказывается на способности клеток окислять этанол. Выдержав клетки *G. oxydans* в растворе ГА, можно изменить субстратную специфичность биорецепторного элемента на их основе за счет непропорционального подавления активности различных клеточных ферментов.

Так, в течение первых 20 минут действия ГА наблюдается существенное снижение окислительной активности бактерий по отношению к этанолу. Активность клеток по отношению к глюкозе, достигает своего минимума на 16 мин, затем возрастает и после 30 минут воздействия остается практически постоянной (рис. 1). По прошествии 40 минут дальнейшие изменения активности клеток незначительны и ответ на глюкозу становится больше ответа на этанол в 2,5 раза (рис. 2).

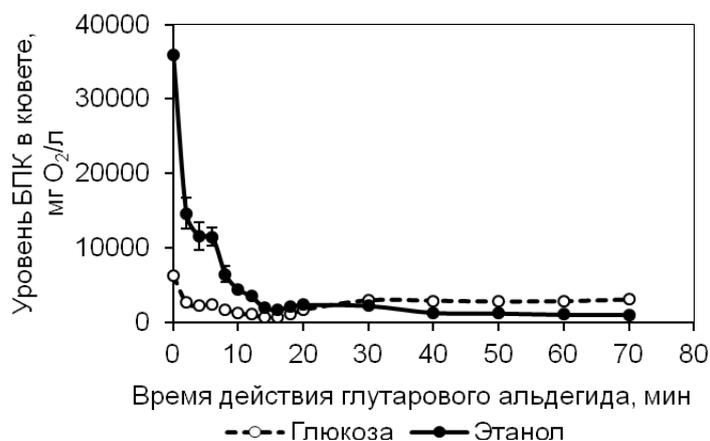


Рис. 1. Зависимость ответа биосенсора на добавление субстрата от времени действия ГА на клетки *G. oxydans*

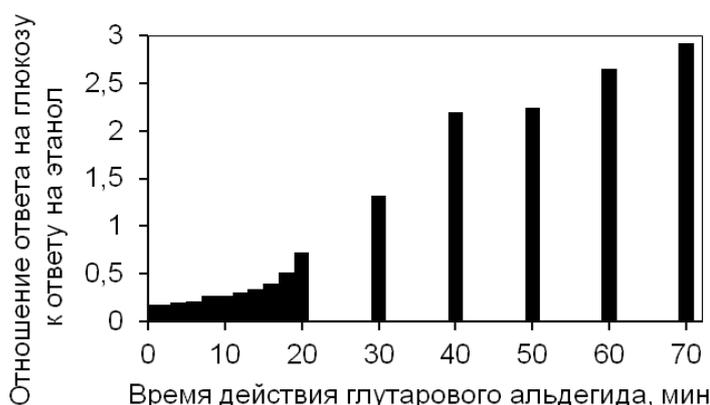


Рис. 2. Зависимость отношений ответов на глюкозу к ответам на этанол от времени воздействия ГА

Механизм токсического действия ГА заключается в его способности связываться с белковыми молекулами на поверхности клеток с образованием поперечных сшивок между ними, что приводит к нарушению структуры и функ-

ционирования белков. У глюкозодегидрогеназы, ответственной за окисление глюкозы, отсутствуют дисульфидные связи, характерные для алкогольдегидрогеназы, окисляющей этанол, на их месте находится гистидин (Луста, Решетилов, 1998). Ферменты отличаются особенностями в строении внешних петель, что, возможно, оказывает влияние на изменение субстратной специфичности при воздействии ГА.

В результате выполнения работы было доказано, что при добавлении ГА к суспензии клеток *G. oxydans* наблюдается значительное снижение активности бактерий, причем характер снижения активности по отношению к этанолу и глюкозе неодинаков, и после 40 мин действия ГА ответы сенсора на глюкозу увеличиваются по отношению к ответам сенсора на этанол в 2,5 раза, в то время как у клеток, не подвергавшихся воздействию ГА, этот показатель равен 0,2. Полученные результаты позволяют разрабатывать селективные биосенсоры на основе *G. oxydans* для анализа бродильных и ферментационных сред.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ №13-05-97513.

#### Литература

Луста К. А., Решетилов А. Н. Физиолого-биохимические особенности *Gluconobacter oxydans* и перспективы использования в биотехнологии и биосенсорных системах // Прикладная биохимия и микробиология, 1998. Т. 34. № 4. С. 339–353.

Deppenmeier U., Hoffmeister M., Prust C. Biochemistry and biotechnological application of *Gluconobacter* strains // Applied Microbiology and Biotechnology, 2002. V. 60. I. 3. P. 233–242.

Muynck C. De, Pereira C. S., Naessens M., Parmentier S., Soetaert W., Vandamme E. J. The genus *Gluconobacter oxydans*: comprehensive overview of biochemistry and biotechnological applications // Critical Reviews in Biotechnology, 2007. V. 27. I. 3. P. 147–171.

## ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В УСЛОВИЯХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА

**Т. Г. Шихова**

*Всероссийский НИИ охотничьего хозяйства и звероводства  
им. проф. Б. М. Житкова, biota.vniioz@mail.ru*

На изменение физико-химических параметров водной среды донные сообщества реагируют определенными структурными и качественными перестройками. Биоиндикационные методы на основе гидробионтов наиболее эффективны в отношении органогенных загрязнений природных вод, поэтому их использование на территориях нефтегазовых месторождений дает достаточно объективную оценку состояния водных объектов.

Для биоиндикационных целей традиционно используется большинство групп пресноводного планктона и бентоса, однако зоопланктон более эффективен при оценке качества вод в озерах и слабопроточных водоемах, организмы зообентоса – хорошие индикаторы состояния водотоков при длительном действии поллютантов. Зообентос отражает состояние не только водной экосистемы, но и его водосборной территории, реагируя на почвенные и геохимические процессы, происходящие в пределах водного бассейна (Баканов, 2000).

Ведение гидробиологического мониторинга в условиях тундровой зоны имеет ряд особенностей, учитывающих ограничение временного режима полевых исследований, адаптирование ряда основанных на сапробных системах методов к условиям Крайнего севера, естественную повышенную эвтрофность водоемов с заболоченными водосборами, низкое биологическое разнообразие гидробионтов и олигодоминантную структуру их сообществ.

В качестве оценочных критериев для определения экологического состояния водных объектов на территориях нефтяных и газовых месторождений целесообразно использовать экологические системы, основанные на количественных характеристиках отдельных групп, видовом составе, индикаторной значимости видов: таксономический состав ( $S$ ), численность организмов ( $N$ , экз./м<sup>2</sup>), биомасса ( $B$ , г/м<sup>2</sup>), индекс доминирования Бергера-Паркера ( $d_{B-P}$ , %), олигохетный индекс Гуднайта-Уитлея ( $G$ , %), индексы сапробности Вудивисса ( $W$ , баллы) и Пантле-Букка в модификации Сладечека ( $S_{P-B}$ , баллы); видового разнообразия Шеннона ( $H'$ , бит/экз.) и адаптированный для водоемов Крайнего Севера индекс сапротоксности по В. А. Яковлеву. Применение систем сапробности для оценки качества воды водоемов Субарктики возможно только при подборе типичных для них таксонов-индикаторов. К условиям европейской тундровой зоны адаптированы некоторые списки сапробности (Яковлев, 1988, 2005; Чертопруд, 2002).

Дополнительно могут применяться следующие индексы: мера концентрации Симпсона ( $S_m$ ), средняя сапробность ( $CC$ ), хирономидный индекс Балускиной ( $K$ ). Классы качества воды по гидробиологическим показателям определяются «Правилами контроля качества воды водоемов и водотоков» (ГОСТ 17.1.3.07–82).

Континентальные водные объекты тундровой зоны представлены водотоками (реки, ручьи, протоки), водоемами (озера, болота), устьевыми областями рек, впадающих в моря Северного Ледовитого океана и приморскими маршами. Водосборы тундровых рек, как правило, затрагивают болота, поэтому их видовое разнообразие оказывается низким, но такие водотоки должны оцениваться более высоким экологическим статусом. При оценке качества воды любым методом биоиндикации следует учитывать естественный (фоновый) уровень органики, присущий в разной степени каждому водоему: в реках и ручьях сапробность варьирует от олиго- до  $\beta$ -мезосапробного уровня, а в торфяных озерах в силу природной эвтрофикации может соответствовать  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробному уровню.

Типичные представители фауны Субарктики имеют низкий потенциал к адаптивной реакции на изменяющиеся условия среды, поэтому даже незначительная антропогенная нагрузка может резко сократить видовое разнообразие арктического комплекса фауны и вызвать замену их более южными эврибионтными видами (Яковлев, 2005). Более половины фауны макрозообентоса тундры представлена личинками амфибиотических насекомых (поденки, веснянки, ручейники и двукрылые), многообразен также состав олигохет, водяных клещей, коловраток, низших ракообразных.

В отличие от водоемов лесной зоны, видовой состав бентофауны тундры обеднен, встречаются холодолюбивые эндемики и сибирские виды, но комплекс доминантов на уровне родов и семейств сходен. На территории восточно-европейских тундр встречается 25 групп донных организмов: Nematoda, Oligochaeta, Bryozoa, Hirudinea, Mollusca, ракообразные (Cladocera, Copepoda, Ostracoda, Conchostraca, Anostraca, Notostraca, Amphipoda), Tardigrada, Hydracarina, Araneina, Collembola, личинки насекомых (Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera, Coleoptera, Odonata, Megaloptera, Simuliidae, Chironomidae, Ceratopogonidae).

Адаптивная реакция гидробионтов к условиям тундровой зоны проявляется доминированием в сообществах ограниченного числа видов (Яковлев, 2005). Например, торфяным озерам бассейна р. Колва свойственно численное преобладание отдельных видов копепод (*Cyclops scutifer*, *Mesocyclops leuckarti*), кладоцер (*Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Eurycercus lamellatus*, *Daphnia longispina*), олигохет и хирономид (Orthocladinae). В отношении тундровых озер до сих пор не разработаны надежные критерии оценки реакции донных и планктонных сообществ на воздействие различных антропогенных факторов.

Для биоиндикации водотоков используют толерантные и интолерантные виды-индикаторы бентофауны, контрольные списки компонентов среды, а также адаптированные к местным условиям списки индикаторных видов. Например, в малых притоках р. Колвы (ручьи Сандивей, Еджыдью, Седью, Вишью) доминируют по численности хирономиды (*Tanytarsus*, *Orthocladus*, *Psectrocladius*), личинки веснянок (*Isoperla*), поденок (*Ephemerella*, *Ephemera*, *Centroptilum*), низшие ракообразные (*Eudiaptomus*, *Daphnia*, *Mesocyclops*), двустворчатые моллюски (*Pisidium amnicum*, *Amesoda transversalis*, *Roseana borealis*) и гастроподы (*Ancylus fluviatilis*). Большая часть видов-индикаторов установленных для высоких широт относится к олиго- и ксеносапробам, меньше – к олиго-β-мезосапробам.

К фенольному загрязнению наиболее чувствительны личинки поденок, ручейников и веснянок, а устойчивы моллюски, пауки и водные клещи (Камшилов, Флеров, 1979). Но разные представители этих групп реагируют на органическое загрязнение неоднозначно. Некоторые виды поденок встречаются и в загрязненных водах – *Metrotopus borealis*, *Procladius ornatum*, незначительное загрязнение нефтепродуктами выдерживает *Baetis tricolor*, поденка *Ephemerella ignita* отмечена как в загрязненных, так и в чистых водах (Садырин, Лешко, 2007). Из моллюсков более устойчивы к загрязнению *Amesoda scaldiana*, *Cin-cinna frigida*.

Структурные характеристики водных сообществ подвержены сезонным изменениям. В зависимости от температурного режима весны и уровня воды в реках летом зависят сроки вылета амфибиотических насекомых, а, следовательно, и численность их ларвальных форм в водоемах в период открытой воды. В обычные годы максимумы численности и биомассы бентоса отмечены в августе, но могут сдвигаться на июль или сентябрь (Шубина, 2006).

В условиях труднодоступных районов Крайнего севера гидробиологические пробы для мониторинговых целей достаточно отбирать один раз в год, во второй половине биологического лета или в начале осени, когда максимально прогреваются водные массы и показатели количественного развития донных беспозвоночных наиболее высокие. Сезонный диапазон взятия проб оптимален в летний сезон – июль – август, менее информативен, но допустим в конце весны и в начале осени – июнь и сентябрь.

Получение достоверной и сопоставимой в пространственно-временном аспекте информации возможно только на основе применения унифицированных методик и в единые сроки ведения полевых исследований с учетом специфики климата и биоты европейского Севера.

### Литература

Баканов А. И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов (обзор) // Биология внутренних вод. 2000. № 1. С. 68–82.

Камшилов М. М., Флеров Б. А. Экспериментальные исследования фенольного отравления гидробионтов и деструкция фенола в модельных биоценозах // Влияние загрязняющих веществ на гидробионтов и экосистемы водоемов. Л.: Наука, 1979. С. 168–176.

Макрушин А.В. Библиографический указатель по теме «Биологический анализ качества вод» с приложением списка организмов-индикаторов загрязнения. Л.: ЗИН АН СССР, 1974. 53 с.

Садырин М. В., Лешко Ю. В. Фауна европейского Северо-Востока России. Поденки (Ephemeroptera). СПб: Наука, 2007. 276 с.

Чертопруд М. В. Модификация индекса Пантле-Букка для оценки загрязнения водотоков по качественным показателям макробентоса // Водные ресурсы. 2002. Т. 29, № 3. С. 337–342.

Шубина В. Н. Бентос лососевых рек Урала и Тимана. СПб.: Наука, 2006. 401 с.

Яковлев В. А. Оценка качества поверхностных вод Кольского Севера по гидробиологическим показателям и данным биотестирования (практические рекомендации). Апатиты, 1988. 27 с.

Яковлев В. А. Пресноводный зообентос северной Фенноскандии (разнообразие, структура и антропогенная динамика). Апатиты: Изд. Кольского НЦ РАН, 2005. Ч. 1. 161 с.

## ПЕРСПЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА КУЛЬТИВАЦИОННОЙ ВОДЫ В БИОТЕСТИРОВАНИИ

*Н. Б. Климова*

*Уральский филиал ФГУП «Госрыбцентр», nadezhda-klimova.2013@mail.ru*

В настоящее время биотестирование благодаря простоте, оперативности и доступности широко используется для установления токсичности среды наряду с методами аналитической химии. Практически все методики биотестирования подчинены главной задаче анализа – определить действие вещества или комплекса веществ на тест-организмы в строго определенных условиях путем регистрации изменений того или иного биологического (физиолого-био-химического) показателя исследуемого объекта по сравнению с контролем.

Так как любое токсическое вещество, попадая в водоем, будет оказывать влияние на биологические процессы, протекающие в нем в зависимости от его

гидрохимического режима, pH, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, органические вещества и минеральные взвеси в той или иной степени будут оказывать воздействие на форму состояния токсиканта в водоеме и степень его воздействия на организм. Чтобы получить достоверное отклонение какого-либо показателя у подопытных особей, даже при оценке растворов с низким содержанием токсикантов, тест-объект должен быть достаточно чувствительным к присутствию в среде чужеродного химического вещества. Поэтому необходимо особо учитывать качество воды с которой проводят опыт, чтобы правильно оценивать результаты (Строганов, 1971).

Эти особенности учитывались нами при внедрении методики биотестирования ФР.1.39.2007.03222 (Методика..., 2007) с использованием в качестве тест-объекта синхронной культуры низших ракообразных *Daphnia magna* Straus. Методика основана на определении изменений выживаемости, плодовитости и физиологического состояния дафний в анализируемой пробе (опыт) и культивационной воде (контроль). При этом в качестве культивационной воды авторами предлагается использовать питьевую воду, предварительно дехлорированную путем отстаивания и аэрированную микрокомпрессором до достижения концентрации растворенного кислорода не менее 6 мг/дм<sup>3</sup>.

Однако, при неукоснительном соблюдении всех требований по содержанию и разведению тест-организмов возникли трудности с сохранением и поддержанием необходимой чувствительности маточной культуры при использовании водопроводной воды для приготовления культивационной среды. Так, с ноября по январь плодовитость дафний существенно снижалась по сравнению с весенне-летним периодом, с февраля по апрель наблюдалось угнетение жизнедеятельности и, в определенные моменты, массовая гибель гидробионтов. Причем периоды гибели организмов совпадали с датами вскрытия водоемов – источников водоснабжения и началом паводкового периода, когда в водохранилища поступают загрязненные стоки с водосборной площади (рис. 1).

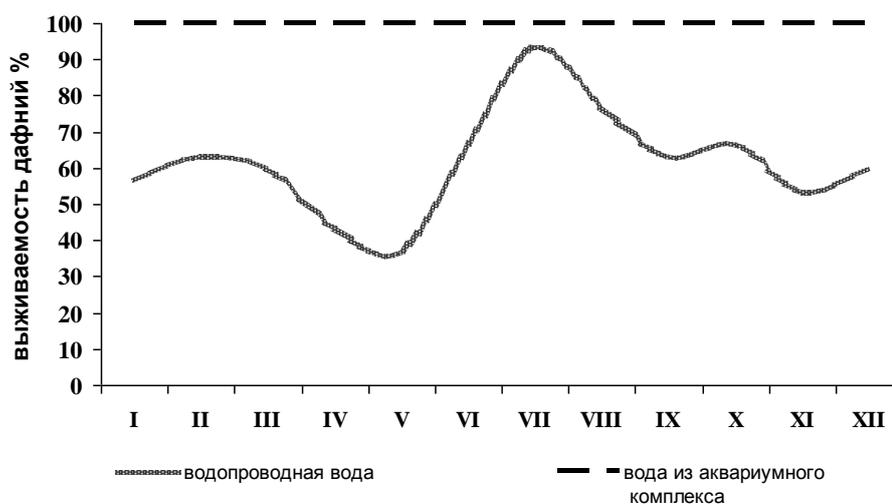


Рис. 1. Сезонные изменения выживаемости *D. magna* в культивационной воде разного качества

Известно, что проблема питьевого водоснабжения во многих населенных пунктах Свердловской области и г. Екатеринбурга в последние десятилетия приобрела серьезный характер (Государственный доклад, 2000). В числе основных причин ухудшения качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения – продолжающееся загрязнение водоисточников (только 30% из них отвечает требованиям, на которые рассчитаны традиционные технологии водоподготовки), а также неудовлетворительное состояние водопроводных сетей (средний процент изношенности сетей составляет 70%). Качество питьевой воды ухудшается ежегодно в период с апреля по сентябрь. Екатеринбург – один из городов, в которых источники питьевого водоснабжения не соответствуют санитарным нормам и ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения» из-за отсутствия зон санитарной охраны. В результате производственной и хозяйственно-бытовой деятельности предприятий в водоемы поступает большое количество загрязняющих веществ. В первом полугодии 2013 г. по данным Роспотребнадзора из 3547 проб 3,5% забраковано по микробиологическим показателям, 15,14% – по санитарно-химическим. Превышение санитарно-гигиенических нормативов отмечается по цветности, железу, марганцу, запаху, привкусу, мутности (<http://www.66.rosпотребнадзор.ru>).

Еще Н. Н. Строганов (1971) отмечал, что не рекомендуется брать химически обработанную воду из городского водопровода, так как химические примеси в воде могут исказить результаты реагирования организмов на изучаемые токсические вещества. В длительных опытах даже небольшие примеси (железо, алюминий и др.) могут обусловить неверные результаты.

Для сохранения чувствительности маточной культуры и создания оптимальных условий для развития популяции лабораторных особей в лаборатории гидробиологии и гидрохимии Уральского филиала ФГУП «Госрыбцентр» была разработана и установлена система обратного осмоса и аквариумный комплекс для содержания и разведения маточных культур гидробионтов.

Аквариумный комплекс состоит из 4 аквариумов (рис. 2). Аквариумы сообщаются друг с другом через перистальтические дозирующие насосы (4), вода с культурой забирается из верхнего аквариума (5) и передается ниже (6).

Первый аквариум (5) предназначен для выращивания хлореллы или других водорослей и снабжен системой автодолива (1) из аквариумной системы для содержания рыбы. Из этого аквариума водная культура с помощью перистальтической помпы (4) поступает во второй, нижний аквариум (6), где можно содержать простейших животных, коловраток или инфузорий. Второй, третий и четвертый аквариумы (6, 7, 10) предназначены для выращивания различных простейших животных или мальков рыб. Кормление животных в этих аквариумах осуществляется жидкими культурами с помощью перистальтических насосов. Кормовые культуры выращиваются в аквариумах, находящихся в этом же комплексе. Второй, третий и четвертый аквариумы снабжены лампами (8), обеспечивающими необходимый уровень освещенности в течение всего года. Универсальную очистку водопроводной воды от распространенных загрязнителей (механических примесей, свободного хлора, нефтепродуктов, железа, солей

кальция и магния и пр.) обеспечивает бытовая система очистки воды «Аква-Лайф».

Каждый из аквариумов оборудован компрессором (2), который аэрирует и перемешивает культуру в аквариуме, и снабжен системой переливов, сообщающихся с канализацией через нижний аквариум. В нижнем аквариуме вода биологизируется за счет биошаров и водной растительности и становится пригодной для использования в контроле при определении острой и хронической токсичности.



Рис. 2. Аквариумный комплекс для содержания и разведения маточных культур гидробионтов: 1 – автодолив с насосом; 2 – компрессор; 3 – система таймеров; 4 – система дозирующих перистальтических насосов; 5 – аквариум для выращивания водорослей; 6, 7, 10 – аквариумы для выращивания различных беспозвоночных или молоди рыб; 8 – лампы; 9 – слив. Стрелками показано направление движения воды: темные стрелки – слив из аквариумов, светлые – залив в аквариумы. Молниями обозначены провода

Таким образом, внедрение комплекса в лаборатории позволило решить целый ряд вопросов, связанных с содержанием маточных культур: автоматизировать кормление гидробионтов и уровень воды в аквариумах; сохранять состав и качество воды практически неизменным в течение всего года (т.е. обеспечить стабильность качества среды обитания); систему можно использовать для

выращивания как пресноводных, так и солоноватоводных гидробионтов (коло-вратки, артемии), существенно не изменяя ее конструкцию; при эксплуатации можно изменять параметры водной среды в любом из аквариумов, что необходимо, например, при изучении влияния токсинов на животных через корм.

### **Литература**

Строганов Н. Н. Методика определения токсичности водной среды // Методики биологических исследований по водной токсикологии. М., 1971. С. 14–60.

Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний (ФР.1.39.2007.03222). М., 2007. 41 с.

Государственный доклад о состоянии окружающей среды и влиянии факторов среды обитания на здоровье населения Свердловской области в 2000 году. Екатеринбург, 2001. 268 с.

Электронный ресурс: [http:// www.66.rospotrebnadzor.ru](http://www.66.rospotrebnadzor.ru)

## **РЕФЕРЕНТНЫЕ ОРГАНИЗМЫ И ИНФОРМАТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИХ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ДЛЯ МАЛОЙ РЕКИ ИЛИ/И НАЗЕМНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ**

***Б. И. Сынзыныс, Р. Р. Шошина, Г. В. Лаврентьева, Е. А. Мордвинова,  
М. М. Рассказова, П. И. Гремченко, С. В. Пяткова, А. А. Удалова***  
*Обнинский институт атомной энергетики – филиал  
«Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»*

Инновационной методологической основой современной системы экологической оценки и прогнозирования состояния экосистем является определение критических нагрузок и оценка экологического риска (Рева, Мирзеабасов и соав., 2011). Модулями этой технологии являются: 1) выбор экосистемы – рецептора, 2) определение экологических (биологических) критериев биодиагностики, 3) расчет критических нагрузок по имеющейся дозовой зависимости, 5) оценка экологического риска с помощью ГИС-технологий и использование программного пакета R (R Development..., 2010). Настоящий доклад посвящен этапам современной технологии экодиагностики, а именно обоснованию выбора референтных организмов-биоиндикаторов воздействия на экосистему и информативных показателей их жизнедеятельности.

Результаты и обсуждения. Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ, ICR Publication 108, 2009) для оценки степени радиационного воздействия на водные экосистемы предлагает следующий набор организмов: утка, лягушка, форель, камбала, краб, водоросль; для наземных экосистем: олень, крыса, пчела, дождевой червь, сосна, злаки (Удалова и соав., 2013). Для случая химического воздействия на водные и наземные экосистемы подобных рекомендаций не существует, поэтому необходимо проводить собственные исследования референтных биоиндикаторов и биотестов как для водных, так и наземных экосистем. Информативными показателями нарушения жизнедеятельности являются:

тельности в документах МКРЗ рекомендовано рассматривать следующее: увеличение заболеваемости, ухудшение репродуктивности, снижение продолжительности жизни.

Предложенный МКРЗ набор референтных организмов, как собственно и биологические показатели, являются весьма дискуссионными, поскольку для объектов природной флоры, а тем более фауны корректные оценки увеличения заболеваемости, ухудшение репродуктивной способности, а тем более снижение продолжительности жизни затруднены.

В данной работе мы представляем данные полевых и лабораторных исследований по выявлению референтных организмов и показателей их жизнедеятельности, которые могут быть использованы при определении критических нагрузок, а также оценки экологического риска. В качестве первого модуля в процедуре оценки экологического риска – выбора экосистемы рецептора – были выбраны малые реки: р. Протва и р. Истья – водные артерии севера Калужской области и старое региональное хранилище радиоактивных отходов (РАО) на окраине г. Обнинска. Далее охарактеризуем правомерность тех или иных референтных видов (организмов) и конкретных показателей нарушения их жизнедеятельности.

**1. Река Протва.** Вторым модулем технологии оценки экологического риска является выявление референтных организмов и контролируемых показателей их жизнедеятельности, которые бы количественно реагировали по биоиндикационным критериям на наличие в реке тяжелых металлов и соединений азота. В нашей работе показано, что такими показателями могли служить биотический индекс Вудивисса, определяемый по биоразнообразию организмов зообентоса, а также индекс флуктуирующей асимметрии кубышки желтой *Nuphar lutea* (Рева и др., 2011). Критерием выбора именно этих показателей явилось наличие характерной логистической зависимости между биотическим индексом Вудивисса (или индексом флуктуирующей асимметрии *Nuphar lutea*) с одной стороны и агрегационным индексом по всем исследуемым металлам или соединениям азота. При этом агрегационный индекс (I) определяется в виде:

$$I = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i P/x}$$

где:  $C_i$  – концентрация  $i$  – го металла в речной воде,  $\text{ПДК}_i P/x$  – соответствующее значение ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения.

Анализ концентрационных зависимостей: индекс Вудивисса – агрегационный индекс позволяет определить параметры логистического уравнения. Здесь имеет место выраженная «ступенчатость», т.е. реакция экосистемы реки на загрязнение не линейна, а имеет пороговый характер. Отмеченная пороговость в реакции экосистемы позволила достаточно объективно установить величину норматива жизнедеятельности всей экосистемы. Если опираться на классическое определение критической нагрузки, как максимально недействующей, то необратимые изменения в экосистеме (нарушение способности к са-

мовосстановлению) начинаются во время перехода экосистемы в метастабильное состояние. Поэтому уместно использовать параметры этого изменения для определения величины экологического риска. Оценку экологического риска далее проводили с использованием ГИС-технологий, определяя участок реки Протвы, на которых критические нагрузки превышены. В результате выполнения всей процедуры было установлено, что экологический риск для экосистемы р. Протва на рассматриваемом участке неприемлем вследствие превышения критерия приемлемости (5% длины русла реки с превышением критических нагрузок) техногенного воздействия на 22%. Наиболее подходящим биологическим показателем является индекс Вудивисса.

**2. Река Истья.** Эта река расположена на севере Калужской области и является водной артерией омывающей технопарк «Ворсино» и три раза пересекающей автомобильную трассу М3 «Украина». На всем ее протяжении (56 км) от истока до устья в 7-ми точках была с одной стороны определена концентрация «приоритетных» загрязнителей – 4-х металлов (Al, Zn, Mn, Ni), аммонийного азота, а с другой – определен биотический индекс Вудивисса. Согласно описанной выше технологии был рассчитан агрегационный индекс загрязнения металлами и азотом и построена зависимость «биотический индекс – агрегационный индекс» в градиенте нагрузки. Полученная зависимость имеет вид прямой линии, практически параллельной оси абсцисс (агрегационный индекс в градиенте увеличения нагрузки). Это не позволило нам определить критическую нагрузку на экосистему этой реки, а в совокупности с показателями индекса Вудивисса (от 4 до 5,5 – умеренно загрязненная вода) дало основание для предположения о приемлемости величины экологического риска для этой реки.

**3. Региональное хранилище радиоактивных отходов (РАО).** Проведена оценка экологической обстановки с помощью оценки экологического риска для экосистемы хранилища РАО с низкоактивными радиоактивными отходами. В почвах и растительности присутствуют как радионуклиды естественного происхождения  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$  (в той же концентрации, что и в контрольной точке вне хранилища), а также радионуклиды техногенного происхождения, активности которых превышают контрольные значения в 64 раза по  $^{137}\text{Cs}$  и до  $^{274}$  раз по  $^{90}\text{Sr}$ . Облучение биоты, вызываемое этими радионуклидами (в особенности  $^{90}\text{Sr}$ , который накапливается в растениях крапивы и в раковинах кустарниковой улитки, обитающей на крапиве), вызывает угнетение их жизнедеятельности. В качестве референтных видов и соответствующих им показателей были выбраны: кустарниковая улитка *Bradybaena fruticum* по ее способности накапливать радиоактивный стронций в своих раковинах, а также колониеобразующая способность почв (КОЕ). Используя эти показатели были рассчитаны значения критических нагрузок на экосистему хранилища РАО. Агрегационный индекс, соответствующий критической нагрузке, оказался практически одинаковым и равным

4. В свою очередь это дало возможность определить долю площади хранилища с помощью ГИС-технологии, и в соответствии с этими значениями построить функции риска, используя различные референтные организмы и показатели их жизнедеятельности с помощью программы R (R Development, 2010).

Полученная оценка риска (99%) позволяет охарактеризовать состояние исследуемого биотопа хранилища РАО как неудовлетворительное: риск превышает приемлемую величину, равную 5%. Это предполагает нестабильное состояние исследуемой территории в течение ближайших лет и вероятную схему экологической сукцессии на вторичную антропогенную. Итогом может явиться преобразование исследуемой территории в нарушенную экосистему.

Заключение. При оценке экологического риска на экосистемном уровне важнейшим этапом является выбор референтных живых организмов и показателей их жизнедеятельности. При этом можно утверждать, что выбор одного референтного вида не может в конечном счете давать оценку экологического риска в целом для экосистемы. Скорее он прогнозирует изменения в жизнедеятельности популяции этого вида. Для оценки риска для целой экосистемы логичнее использовать в качестве референтных показателей изменения в структуре сообщества организмов. Эти возможности позволяют реализовать индекс Вудивисса для водных систем или показатель колониеобразующей способности для почв.

#### Литература

Лаврентьева Г. В., Бахвалов А. В., Сынзыныс Б. И., Муллаярова Р. Р. Технология оценки экологического риска для сухопутной экосистемы в условиях хронического радиоактивного загрязнения // Проблемы анализа риска. 2012. Т. 9. № 5. С. 30–43.

Рева Е. В., Мирзеабасов О. А., Лаврентьева Г. В., Рогуленко А. В., Сынзыныс Б. И. Оценка экологического риска с помощью анализа критических нагрузок на водные экосистемы // Экология урбанизированных территорий, 2011. № 1. С. 48–53.

Удалова А. А., Гераськин С. А., Алексахин Р. М., Киселев С. М. Современные подходы к оценке радиационного воздействия на окружающую среду // Мед. Радиология и радиац. Безопасность. 2013. Т. 58. № 4. С. 23–33.

ICRP publication 108. Environment Protection: the Concept and Use of Reference Animals and Plants/ Ann. ICRP.2009. V. 38. № 4–6. P. 1–242.

R Development Core Team (2010). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria// URL <http://www.R-project.org/>

### **ФИЗИОЛОГО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНСПИРАЦИИ *PINUS SYLVESTRIS* L. И *PICEA OBOVATA* L. В ХВОЙНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ СРЕДНЕЙ ПОДЗОНЫ ТАЙГИ**

**С. Н. Сенькина**

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, senkina@ib.komisc.ru*

Транспирация является одним из важнейших звеньев в цепи процессов, которые играют существенную роль в формировании древостоев таежной зоны. В разных экологических условиях водообмен растений складывается по-разному. Его особенности зависят от количества осадков, температуры воздуха, солнечной радиации, водно-физических свойств почв.

Исследования проводились на территории Чернамского и Ляльского стационаров Института биологии Коми НЦ УрО РАН, расположенных в подзоне

средней тайги. В основу измерений транспирации положен метод быстрого взвешивания. Таксационная характеристика исследуемых древостоев представлена в табл.

Средние значения интенсивности транспирации (ИТ) для хвои сосны составляли 154,7, а ели – 86,4 мг/г в час. Вариабельность значений для данного показателя очень велика – от 12 до 543 мг/г в час у сосны и от 8 до 200 мг/г в час у ели. Наиболее часто встречающиеся значения ИТ хвои первого года жизни находятся у сосны в пределах 150–200, а ели – 50–200 мг/г в час, а хвои второго года жизни – 100–200 и 50–150 мг/г в час, соответственно. В условиях достаточной влагообеспеченности транспирация регулируется, в основном, факторами фитоклимата. Во влажные прохладные дни транспирация обычно мала, она прекращается во время длительных дождей. За все время наблюдений выявлено, что самая высокая ИТ в хвое обеих пород наблюдается в мае при сухой и холодной погоде (193,3 и 98,3 мг/г в час соответственно), тогда как при теплой и влажной всего лишь 133,9 и 65,2 мг/г в час, соответственно. В июне-августе и сосна и ель транспирируют интенсивнее при теплой погоде, когда температура воздуха превышает среднеголетние значения вне зависимости от общего количества выпавших осадков (для сосны 183,1–230,0; для ели 100,3–147,6 мг/г в час).

Значения коэффициентов корреляции между интенсивностью транспирации и метеофакторами невысокие. У сосны они составили +0,33 с освещенностью, +0,37 с температурой воздуха и –0,41 с влажностью воздуха. У ели +0,21; +0,33; –0,23, соответственно.

Режим солнечной радиации играет весьма важную роль в регуляции водного режима растений и интенсивности водообмена в экосистемах. В таежной зоне поступление солнечной радиации в течение вегетационного периода не служит ограничивающим фактором продуктивности древостоев. Пропускание солнечной радиации к нижним ярусам, согласно наблюдениям Э.П. Галенко (1983), зависит от структуры древостоя. Так, сквозь древесный ярус ельника проникает 22–31% радиации, а сквозь полог сосняка – 36–43%. Из-за значительных межкрупных просветов солнечная радиация хорошо проникает вглубь полога леса, что способствует большему прогреванию верхней половины кронового пространства, по сравнению с его нижней частью. Это важная специфическая черта лесных биогеоценозов, развивающихся в условиях общего недостатка тепла (Коренные еловые..., 2006). Нами было выявлено, что у ели при переменной облачности, ИТ снижается в среднем на 24, у сосны на 28%, при пасмурной погоде на 32 и 50%, соответственно. В разных типах леса ИТ у деревьев сосны при пасмурной погоде уменьшается на 13–51% (от показателей при ясной погоде) и на 14–72% – у деревьев ели. Отношение количества израсходованной на транспирацию воды к количеству выпавших осадков в исследуемых древостоях в разные годы колеблется от 18 до 66% у сосны и от 17 до 74% у ели. При достаточном почвенном водоснабжении и больших количествах осадков, древостои могут отдавать гораздо больше воды, чем ее поступает в виде осадков.

Таблица

## Таксационные характеристики древостоев

Тип леса	Состав древостоя	Порода	Возраст, лет	Колич. деревьев, экз/га	Бонитет	Полнота	Запас древесины, м <sup>3</sup> /га	Средний диаметр, см	Средняя высота, м
<i>Чернамский стационар</i>									
Сосняк черничный влажный	9С1Б	С	60	1730	III	0,82	205	14	16
Сосново-еловый черничный	8С2Б+Е (1-й ярус) 6Е2С2Б (2-й ярус)	С	60	3070	III	0,95	235	16	15
		Е	70		IV			18	9
<i>Ляльский стационар</i>									
Ельник черничный	4Е3С2Ос1Б+Пх	Е	70-120	1849	III	0,9	293	16	16
		С	90					21	20
		Ос	90					25	21
		Б	40-90					10	12
		Пх	90					10	11
Лиственнично-еловый чернично-разнотравный	5Ос4Б1С+Е	Ос	46	1675	II	1,03	270	18	20
		Б	45					13	16
		С	45					17	17
		Е	40					10	7
Ельник черничный влажный	8Е1Пх1Б+С	Е	80-150	966	IV	0,87	314	22	19
		Пх	100					25	19
		Б	60-100					12	17
		С	100					21	22
Ельник чернично-сфагновый	9Е1Б+Сед.Пх	Е	100-200	625	V	0,83	194	20	16
		Б	110					32	23
		С	110					40	22
		Пх	50					10	10

Максимальных значений ИТ достигает у хвой сосны при температуре воздуха +21..+30° С, 41–50% влажности и 31–40 тыс. лк освещенности, у хвой ели – при +21..+30° С, 31–40% и 11–20 тыс.лк соответственно.

В большинстве случаев максимальные значения ИТ хвой сосны приходятся на период 13–15 ч., хвой ели – 12–14 ч. Чаще всего повышение ИТ следует за увеличением освещенности и температуры воздуха и снижением содержания в нем влаги. В течение дня кривая транспирации может быть одновершинной, но может иметь и несколько пиков. Суточные наблюдения за интенсивностью транспирации хвой сосны позволили установить явно колебательный характер данного процесса, причем в течение равных промежутков времени зарегистрировано неодинаковое количество пиков, различающихся по высоте, скорости подъема и спада. Аналогичным образом в течение суток изменялись кривые ИТ и освещенности. Максимальные их величины фиксировались с 10 до 17 ч у транспирации, с 9 до 14 ч – у освещенности с резко выраженным пиком в середине дня (13–14 ч). Транспирация в течение суток не прекращалась и носила ритмический характер, несмотря на то, что в отдельные часы метеоусловия были достаточно стабильными (с 24 до 04 ч).

Сезонная динамика интенсивности транспирации также имеет некоторые особенности. Значительное влияние на интенсивность транспирации оказывают изменения, связанные с фенофазами развития растений. Деревья транспирируют наибольшее количество влаги в июле, когда температура воздуха в отдельные годы достигает +25...+30 °С, а влажность воздуха не превышает 50–55%. В августе отдача воды деревьями снижается. В этот период уменьшается количество дней благоприятных для транспирации. Кроме того, хвойные обладают внутренним механизмом регуляции водообмена. Скорость потери воды контролируется прежде всего самим растением, но определяется также и достаточно сложным комплексом одновременно действующих внешних факторов.

Транспирационное сопротивление также имеет важное значение при регуляции потерь воды. В разные по погодным условиям годы при значительном варьировании ИТ – у хвой сосны от 164 до 242, у хвой ели от 86 до 132 мг/г в час – устьичное сопротивление изменяется в пределах 6–12 и 8–18 с/см соответственно. Диапазон между минимальными и максимальными значениями в его суточной динамике составляет 1,5–20 с/см для сосны и 5–25 с/см для ели.

С увеличением возраста хвой интенсивность транспирации значительно снижается, а устьичное сопротивление растет. Продуктивность транспирации сосны почти в 2 раза выше, чем ели; при этом сосной затрачивается меньше влаги на создание единицы массы хвой, эта порода отличается также быстрым расходом влаги на транспирацию и меньшим количеством времени, необходимым для полной смены водного запаса в хвое.

### Литература

Галенко Э. П. Фитоклимат и энергетические факторы продуктивности хвойного леса европейского Севера. Л.: Наука, 1983. 128 с.

Коренные еловые леса: Биоразнообразие, структура, функции / Под ред. К. С. Бобковой, Э. П. Галенко. СПб.: Наука, 2006. 338 с.

## УГЛЕКИСЛОТНЫЙ ГАЗООБМЕН СТВОЛА ЕЛИ СИБИРСКОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

*С. Н. Кузин*

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

Дыхание ствола является одним из компонентов углеродного баланса древостоя и физиологических показателей состояния дерева. Интенсивность дыхания зависит от состояния дерева, его места произрастания и климатических условий (Молчанов, 2013, Цельникер и др., 1993).

Исследования проводились в течении вегетации 2013 г. в ельнике чернично-сфагновом на территории Ляльского лесозоологического стационара Института биологии Коми НЦ УрО РАН, который расположен в подзоне средней тайги (62°15'с.ш., 50°42'в.д.).

Объектом изучения выбрана ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb). Высота модельных деревьев ели варьирует от 22 до 26 м, возраст 150 лет.

Корковое покрытие представлено по высоте ствола как крупнопластинчатокорковое (1,3 м), пластинчатокорковое (12 м) и мелкопластинчатокорковое (16 м) различной степени протяженности от основания к вершине.

Измерение эмиссии CO<sub>2</sub> с поверхности ствола дерева проводилось по накопительной схеме с применением анализатора LICOR-6400 в комплекте с камерой 6400-09 Soil CO<sub>2</sub> Flux Chamber (Li-Cor, США) и переходного адаптера, изготовленного из пластиковой трубы в соответствии с кривизной ствола места измерения. Площадь поверхности эмиссии подсчитывалась с помощью измерительной бумаги с нанесенной шкалой, имеющей цену деления 1x1 мм. Для каждого адаптера определялись индивидуальная площадь и объем, значения, которых перед измерением заносились в программу анализатора. Измерение температуры ствола проводилось как во время непосредственного измерения с помощью выносного датчика, так и постоянно с помощью регистраторов фирмы НОВО (США). Интенсивность эмиссии CO<sub>2</sub> с выбранных участков ствола принимали за дыхание ствола.

Получены данные по эмиссии CO<sub>2</sub> с поверхности ствола в зависимости от температуры и структуры коркового покрытия. Дыхание ствола имеет хорошо выраженную суточную и сезонную динамику при изменении температуры.

В суточной динамике имеется отличие в интенсивности дыхания ствола в зависимости от направленности хода температурных факторов. При уменьшении температуры интенсивность потока CO<sub>2</sub> имеет логарифмический характер, при увеличении температуры – экспоненциальный. В зависимости интенсивности дыхания ствола получены на основании суточного хода температуры ствола в местах проведения измерения в определенный период вегетации с последующей линеаризацией (среднесуточный тренд). Полученные соотношения представлены в таблице.

**Уравнения зависимости дыхания ствола ели сибирской от температуры**

Месяц	Высота		
	1,3 м	12 м	16 м
май	$0,0355t + 0,1631$	$0,0737t + 0,3099$	$0,0523t + 0,5835$
июнь	$0,0484t + 0,2362$	$0,0851t + 0,2010$	$0,1594t + 0,2407$
июль	$0,0613t + 0,3094$	$0,1026t + 0,2032$	$0,2665t - 0,1021$
август	$0,0628t + 0,4728$	$0,0479t + 0,3422$	$0,0892t + 0,7818$
сентябрь	$0,0359t + 0,2301$	$0,0490t + 0,1842$	$0,0691t + 0,1633$

\*формулы действительны для положительных значений температур, где  $t$  – температура ствола

Таким образом, интенсивность дыхания ствола находится в прямой зависимости от его температуры. С уменьшением толщины корки ствола скорость выделения  $\text{CO}_2$  увеличивается, причем наиболее существенно при переходе к мелкопластинчатокорковому покрытию. На основании проведенных измерений сделать предварительный вывод о том, что интенсивность дыхания находится в обратной зависимости от толщины коркового покрытия.

**Литература**

Молчанов А. Г. Интенсивность дыхания ствола в зависимости от условий произрастания // Современная ботаника в России: Труды XIII Съезда Русского ботанического общества Тольятти. 2013. Т. 3. С. 229–230.

Цельникер Ю. Л., Малкина И. С. Ковалев А. Г., Чмора С. Н., Мамаев В.А., Молчанов А. Г. Рост и газообмен  $\text{CO}_2$  у лесных деревьев. М.: Наука. 1993. 256 с.

**СОСТОЯНИЕ ОПЫТНЫХ КУЛЬТУР (*PINUS SYLVESTRIS* L.,  
*BETULA PENDULA* ROTH, *LARIX SUKACZEWII* DYL.)  
В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МАГНЕЗИТОВОЙ ПЫЛЬЮ**

**К. Е. Завьялов**

*Ботанический сад УрО РАН, zavyalov.k@mail.ru*

Одним из мощных источников аэротехногенного загрязнения в Саткинском районе Челябинской области является комбинат «Магнезит». Основным компонентом аэротехногенных отходов, попадающих в атмосферу, является магнезитовая пыль, состоящая в основном из окиси магния. Окись магния хорошо гидратируется, образуя при соединении с водой слабую щелочь  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  (Носырев, 1962). На частицах пыли адсорбируются и конденсируются пары щелочей, серный ангидрид и фтор, содержащиеся в дымовых газах, образуя простые и сложные сульфаты щелочных и щелочноземельных металлов и фторид магния (Симонов и др., 1979). Загрязнение в данном районе относится к щелочному типу загрязнения. В этих условиях возникла необходимость выяснения особенностей произрастания основных лесообразующих древесных видов в зоне загрязнения магнезитовой пылью.

Наши исследования проводились (2010 г.) в окрестностях г. Сатка Челябинской области на четырех опытных участках (ОУ) в зоне сильного загрязнения – ОУ №2, среднего загрязнения – ОУ №5, слабого загрязнения – ОУ №3 и очень слабого загрязнения – ОУ №4 (условно контрольный участок). Район г. Сатка расположен в центральной части подзоны хвойно-широколиственных и южно-таежных хвойных лесов лесной зоны Южного Урала (Колесников, 1969). Объекты наших исследований – опытные лесные культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.) и берёзы повислой (*Betula Pendula* Roth), созданные рядовой посадкой в 1980–1983 гг. Уральской лесной опытной станцией ВНИИЛМ с целью исследования пригодности почв для лесовосстановления в различных зонах магnezитового загрязнения. При закладке опытных участков использовали следующие мелиоранты: торф слоем 12 см, торф слоем 2 см, слабый раствор серной кислоты (для снижения показателя рН почвы). Все обследованные участки размещены на северо-восток от источника выбросов и, согласно розе ветров, находятся в зоне основного сноса пыли (Завьялов, Менщиков, 2007). Диаметр опытных культур на высоте 1,3 м определялся через окружность дерева, которая измерялась мерной лентой с точностью до 0,1 см. Высота дерева измерялась высотомером Haglof с точностью до 0,1 м. Ширина годичных колец измерялась на полуавтоматической установке Lintab 6 с применением пакета TsapWin Scientific (точность 0,01 мм). Категория состояния оценивалась по шести бальной шкале категорий состояния (Санитарные правила ..., 2006), индекс повреждения древостоя рассчитывался как средневзвешенное из категорий (Менщиков, 2001).

В ходе обследования опытных культур установлено, что через 30 лет после посадки в зонах среднего и слабого загрязнения сохранились все виды культур. В зоне сильного загрязнения культуры большинства вариантов погибли, в некоторых вариантах сохранились отдельные экземпляры культур и только вариант берёзы повислой с торфом слоем 12 см в качестве мелиоранта можно считать успешным. Торф слоем 12 см в качестве мелиоранта использовался только для посадки берёзы повислой. Сосна обыкновенная и лиственница Сукачева в зоне сильного загрязнения сохранились отдельными экземплярами: сосна в варианте с торфом слоем 2 см, а лиственница в варианте со слабым раствором кислоты. В дальнейшем мы называем этот вариант с кислотой. Анализ роста культур в рассматриваемых вариантах показал, что диаметр берёзы в варианте с торфом слоем 12 см незначительно больше диаметра лиственницы в варианте с кислотой и незначительно меньше диаметра сосны в варианте с торфом 2 см, а высота берёзы превышает высоту сосны и лиственницы (рис. 1, 2).

Торф слоем 12 см в качестве мелиоранта увеличил рост берёзы по сравнению с вариантом без мелиоранта по диаметру в 2,8 раза ( $t=9,23$  при  $p<0,001$ ), а по высоте в 2,1 раза ( $t=10,2$  при  $p<0,001$ ). Анализируя берёзу и сосну при одинаковом слое торфа равного 2 см видно, что у сосны высота больше на 20% ( $t=2,46$  при  $p=0,02$ ), а диаметр больше на 70% ( $t=6,34$  при  $p<0,001$ ), чем у берёзы. Сохранившиеся экземпляры лиственницы в варианте с кислотой показали лучший рост, по сравнению с берёзой в таком же варианте: диаметр больше 88% ( $t=4,75$  при  $p<0,001$ ), а высота на 23% ( $t=1,89$  при  $p=0,06$ ). А в сравнении с

сосной обыкновенной в варианте с торфом слоем 2 см диаметр лиственницы меньше на 26% ( $t=2,40$  при  $p=0,02$ ), а высота меньше незначительно. Это сводится к следующему: в зоне сильного загрязнения хвойные виды в сохранившихся вариантах проявляют лучший рост, чем берёза.

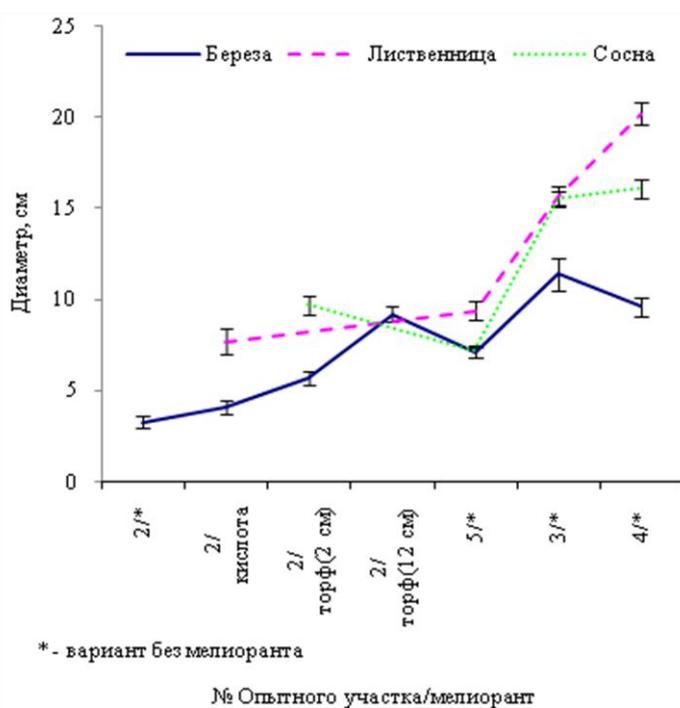


Рис. 1. Средний диаметр на разных опытных участках

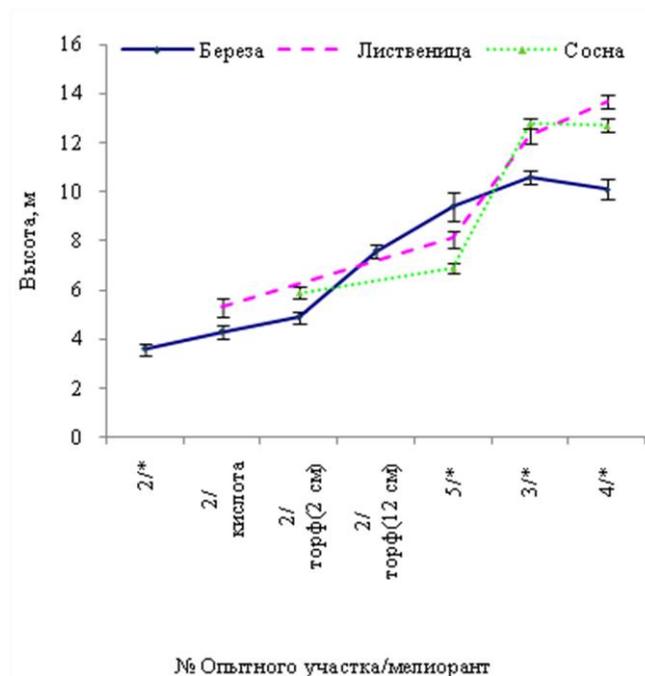


Рис. 2. Средняя высота на разных опытных участках

Анализируя рост культур в зоне среднего загрязнения (ОУ №5) видно, что лучший рост по диаметру у лиственницы. Диаметр лиственницы больше на 32% и на 31% ( $t=4,23$ ;  $t=3,48$  при  $p<0,001$ ) диаметра берёзы и сосны соответ-

ственно. Различия по высоте между видами в данной зоне не достоверны. В зоне слабого загрязнения у лиственницы также отмечен лучший рост, по сравнению с берёзой. Диаметр лиственницы больше диаметра берёзы на 38% ( $t=3,81$  при  $p<0,001$ ), а высота – на 16% ( $t=4,01$  при  $p<0,001$ ). По сравнению с сосной в данной зоне у лиственницы различия не достоверны.

На контрольном участке лучший рост также отмечен у лиственницы. Здесь диаметр у лиственницы больше в 2,1 раза ( $t=13,14$  при  $p<0,001$ ), чем диаметр у берёзы и на 25% ( $t=5,06$  при  $p<0,001$ ) больше диаметра сосны. А по высоте лиственница выше, чем берёза на 36% ( $t=7,10$  при  $p<0,001$ ), и незначительно выше сосны. Отсюда можно сделать вывод, что в условиях магnezитового загрязнения показатели роста лиственницы выше, чем у берёзы и сосны.

Наши исследования свидетельствуют, что с увеличением техногенной нагрузки у всех видов опытных культур снижаются показатели роста, но в разной степени. В зоне сильного загрязнения высота культур берёзы в варианте с торфом слоем 12 см ниже на 25% ( $t=4,71$  при  $p<0,001$ ) по сравнению с берёзой на контрольном участке, а по диаметру данные культуры существенно не различаются. В варианте с торфом слоем 2 см в этой же зоне средние диаметр и высота берёзы меньше по сравнению с этим же видом на контрольном участке на 41% и на 51% ( $t=4,68$ ;  $t=8,21$  при  $p<0,001$ ). У сосны в этой же зоне в варианте с торфом слоем 2 см диаметр и высота меньше на 40% и на 54% ( $t=5,77$ ;  $t=11,84$  при  $p<0,001$ ) соответственно по сравнению с контролем. Вместе с тем диаметр и высота берёзы в варианте с кислотой в этой же зоне меньше по сравнению с этим же видом в контроле на 57% ( $t=6,82$ ;  $t=9,35$  при  $p<0,001$ ), а соответствующие показатели у лиственницы в этом же варианте меньше на 62 и 61% соответственно ( $t=8,43$ ;  $t=12,18$  при  $p<0,001$ ). Опытные культуры в меньшей степени снижают рост с увеличением магnezитового загрязнения в вариантах с торфом, и чем больше слой торфа, тем меньше снижается рост.

По данным оценки состояния культур установлено, что наиболее ослаблены культуры, приближенные к источнику выбросов (табл 2). С увеличением степени загрязнения идёт возрастание среднего индекса повреждения древостоя и величины средней дефолиации. В зоне сильного загрязнения у берёзы повислой в варианте без мелиоранта средний индекс повреждения больше в 2,9 раза, а у сосны обыкновенной в варианте с торфом 2 см в 3,2 раза, а у лиственницы сибирской на 90%, чем у соответствующей культуры на контрольном участке (табл. 1). Отсюда видно, что наименьшая степень повреждения отмечена у лиственницы, а наибольшая у сосны. Анализ показал, что внесение торфа в почву при посадке культур берёзы повислой снизило степень повреждения древостоя.

В результате исследований установлено, что лиственница Сукачева в условиях магnezитового загрязнения показывает лучшие показатели роста, по сравнению с берёзой повислой и сосной обыкновенной. Сравнение разных вариантов посадки культур в зоне сильного загрязнения свидетельствует, что успешным вариантом является вариант с органическим удобрением.

**Жизненное состояние опытных культур**

№ ОУ/ расстояние от источника выбросов, км	Порода	Вариант	Средний индекс повреждения древостоя	Средняя дефолиация, %
2/1	Б	без мелиоранта	3,5±0,13	60±3,25
	Б	торф 2 см	3,5±0,08	61±2,52
	С		3,8±0,10	72 3,10
	Б	торф 12 см	3,3±0,11	50±2,02
	Лц	кислота	1,9±0,06	–
5/3	Б	без мелиоранта	2,4±0,06	36±1,04
	С	без мелиоранта	2,7±0,08	45±2,04
	Лц	без мелиоранта	1,0±0,03	–
3/5	Б	без мелиоранта	1,2±0,07	11±1,29
	С	без мелиоранта	1,3±0,11	15±1,63
	Лц	без мелиоранта	1,0±0,01	–
4/10	Б	контроль	1,2±0,09	12±0,76
	С	контроль	1,1±0,06	10±1,17
	Лц	контроль	1,0±0,01	–

Применяя органическое удобрение в достаточных количествах (например, низинный торф слоем не менее 12 см), можно создавать культуры и в зоне сильного загрязнения. Создание культур в зонах среднего и слабого загрязнения возможно из любых исследуемых видов без каких-либо специальных мелиорантов.

Установлено негативное влияние магнетитового загрязнения на жизненное состояние опытных культур, включающее увеличение величины средней дефолиации, среднего индекса повреждения древостоя с увеличением степени загрязнения. Наименьшее негативное влияние магнетитового загрязнения на жизненное состояние отмечено у лиственницы.

Работа выполнена при поддержке Уральского отделения РАН (проект № 12-М-23-457-2041).

**Литература**

Завьялов К. Е., Менщиков С. Л. Влияние магнетитового загрязнения на рост и фитомассу опытных культур березы повислой (*Betula Pendula Roth*) на Южном Урале // Аграрный вестник Урала. 2007. № 6. С. 82–84.

Колесников Б. П. Леса Челябинской области // Леса СССР. М., 1969. Т. 4. С. 125–157.

Менщиков С. Л. Методические аспекты оценки ущерба лесов, поврежденных промышленными выбросами на среднем Урале // Леса Урала и хозяйство в них. Екатеринбург: УГЛТУ, 2001. Вып. 21. С. 243–251.

Носырев В. И. Вредное воздействие магнетитовой пыли на древесную растительность // Лесное хозяйство. 1962. № 1. С. 18–21.

Санитарные правила в лесах Российской Федерации. М., 2006. 16 с.

Симонов К. В., Бочаров Л. Д., Устьянцев В. М. Об образовании и отложении в электрофильтрах сульфатов щелочных и щелочноземельных металлов, и фторида магния при обжиге магнетита во вращающихся печах // Огнеупоры. 1979. № 4. С. 22–27.

# ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ г.ЧЕБОКСАРЫ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (*BETULA PENDULA* ROTH)

*А. С. Иванова, У. А. Солдатова, И. И. Семенова*

*Российский государственный социальный университет, Филиал в г. Чебоксары,  
william\_19@list.ru, ine\_ssa@mail.ru*

Целью исследования явилось оценка качества урбаноcреды в четырех точках г. Чебоксар методом биоиндикации.

Объектом исследования выбрана береза повислая (*Betula pendula* Roth).

Сбор материала проводился согласно методике оценки состояния организмов по показателям нарушения стабильности развития (Захаров и др., 2000; Методические ..., 2003). Были отобраны пробы листьев березы повислой в четырех точках г. Чебоксары. Пробные площадки располагаются в зоне транспортного потока разной интенсивности.

Для оценки величин флуктуирующей асимметрии исследованы пять билатеральных признаков, характеризующих общие особенности листа: 1 – ширина левой и правой половинок листа; 2 – расстояние от основания до конца жилки второго порядка, второй от основания листа; 3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 4 – расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка; 5 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.

Измерения проводили в соответствии с «Методическими рекомендациями по выполнению оценки качества среды...» (2003). Измерялись параметры левой и правой половинок листовой пластинки. Интегральным показателем стабильности развития для комплекса мерных признаков является средняя величина относительного различия между сторонами на признак. Одно из требований к признакам, по которым ведется определение флуктуирующей асимметрии – относительно равная их величина. Изучение вариабельности признаков листовой пластинки показало, что все признаки характеризуются низкими значениями коэффициента вариации (0,8–5,59), что свидетельствует о низком уровне их изменчивости (табл. 1).

Таблица 1

**Значения исследуемых признаков в выборках *Betula pendula* Roth**

Исследуемые участки	Признак									
	1		2		3		4		5	
	левый	правый	левый	правый	левый	правый	левый	правый	левый	правый
Берендеевский лес	19,0± 2,4	18,7± 2,1	32,4± 2,2	33,5± 1,7	6,4± 0,9	7,0± 1,2	11,8± 1,5	11,6± 1,07	57,6± 4,8	53,3± 4,3
Парк им. 500-летия Чебоксар	17,9± 2,36	18,0± 2,74	29,7± 5,01	31,1± 5,59	6,2± 1,64	5,6± 1,1	10,8± 1,2	10,0± 1,45	53,3± 4,2	52,1± 4,13

Исследуемые участки	Признак									
	1		2		3		4		5	
	левый	правый	левый	правый	левый	правый	левый	правый	левый	правый
Улица Б. Хмельницкого	15,3± 3,3	14,9± 2,1	27,5± 3,02	28,1± 2,59	5,6± 1,78	5,8± 1,78	9,2± 1,55	9,3± 0,96	52,2± 3,56	57,2± 3,26
Проспект Тракторостроителей	14,3± 2,6	16,3± 3,1	29,5± 3,1	29,0± 3,3	6,6± 0,8	8,3± 1,0	8,9± 0,9	7,9± 1,1	49,2± 3,7	52,5± 3,3

Показатели флуктуирующей асимметрии представлены в таблице 2.

Таблица 2

### Показатели флуктуирующей асимметрии

Исследуемые участки	Признак				
	1	2	3	4	5
Берендеевский лес	0,008	0,017	0,045	0,009	0,039
Парк им. 500-летия Чебоксар	0,003	0,023	0,051	0,038	0,011
Улица Б. Хмельницкого	0,013	0,011	0,018	0,005	0,046
Проспект Тракторостроителей	0,065	0,009	0,014	0,059	0,032

Показатели флуктуирующей асимметрии березы повислой превышают условную норму (<0,040) в каждой исследованной выборке. В соответствии со шкалой отклонения от условной нормы определен уровень загрязнения в исследованных участках. Наиболее загрязненный участок находится вдоль улиц с интенсивным транспортным потоком (просп. Тракторостроителей). Уровень загрязненности этого участка находится в пределах V баллов, что характеризуется неблагоприятными условиями и крайней угнетенностью растений.

С увеличением расстояния от растения до проезжей части наблюдается снижение показателя флуктуирующей ассиметрии.

### Литература

Захаров В. М., Чубинишвили А. Т., Дмитриев С. Г. и др. Здоровье среды: практика оценки. М.: Центр экологической политики России, 2000. 318 с.

Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню ассиметрии морфологических структур). М., 2003. 25 с.

## АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ У РАСТЕНИЙ ТРАВЯНИСТОГО ЯРУСА ОТ ВЕЛИЧИНЫ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ

*О. А. Карагузова, Е. А. Казакова, Т. А. Горшкова*  
*ИАТЭ НИЯУ МИФИ,*

*o.karaguzova@mail.ru, alvaly@mail.ru, tgorshkova@yandex.ru*

Изменчивость морфофизиологических параметров является важнейшей характеристикой, поскольку определяет способность адаптироваться к условиям внешней среды; это касается как растений, так и животных. Следует отметить, что растительные организмы являются более удобным объектом для мониторинговых экологических исследований, так как неподвижны и составляют 99% биомассы наземных экосистем.

В последнее время предлагается довольно широкий спектр различных методов для биоиндикации антропогенной нагрузки. Основное требование, предъявляемое к подобного рода методам – простота и быстрота выполнения при высокой степени чувствительности и достоверности. Одним из таких методов является определение интегрального показателя флуктуирующей асимметрии (ФА) листьев растений – критерия стабильности их развития.

Уровень морфогенетических отклонений от нормы оказывается минимальным лишь при определенных (оптимальных) условиях среды и неспецифически возрастает при любых стрессовых воздействиях. В связи с этим оценка ФА дает возможность диагностировать отклонения от условной нормы на более ранних стадиях патологического состояния растения, когда по этим критериям оно является еще «здоровым». Таким образом, стабильность развития, оцениваемая по уровню ФА – чувствительный индикатор состояния природных популяций (Ибрагимова, 2010).

Целью работы было определение влияния фактора радиоактивного загрязнения на изменчивость показателя флуктуирующей асимметрии у растений травянистого яруса, произрастающих на территории ООПТ – Государственного природного заповедника «Калужские засеки» Ульяновского района Калужской области.

Пробы растительного материала отобраны на территории заповедника в условиях, где сведены к минимуму или практически отсутствуют иные формы антропогенного воздействия. Выбор расположения учетных точек изначально основывался на анализе карт радиоактивного загрязнения территории, предоставленных руководством заповедника. В качестве контрольной была выбрана территория, расположенная в Калужской области в урочище Сосновая роща. На данной территории отсутствует радиоактивное загрязнение, минимальна рекреационная нагрузка. Урочище находится вдали от автомобильных дорог и промышленных объектов. По данным геоботанического обследования территорий, как в заповеднике, так и в контроле, видовой состав и структура древесного, кустарникового и травянистого ярусов растений на всех учетных точках имели в целом сходный характер.

Показатели флуктуирующей асимметрии были определены по шести парам промеров для майника двулистного (*Maianthemum bifolium* L.), крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.), зеленчука желтого (*Galeobdolon luteum* Huds.), медуницы неясной (*Pulmonaria obscura* Dum.), липы сердцевидной (*Tilia cordata* L.). Оценку ФА для ландыша майского (*Convallaria majalis* L.) и копытеня европейского (*Asarum europaeum* L.) вели по семи парам промеров. Сбор листьев производили в количестве 50 на точку. Отбирали неповрежденные листья растений со средним для данной популяции показателем жизнеспособности. Свежесобранные листья растений были отсканированы с разрешением 300 пикселей на дюйм для дальнейшей обработки в программе Image Pro Plus, позволяющей в работе с изображениями производить измерения выбранных параметров с автоматическим сохранением данных в таблицах. После промеров каждого предполагаемого признака осуществляли расчет коэффициента флуктуирующей асимметрии. Интегральный индекс вычисляли как нормированную разность  $|L-R|/(L+R)$ , где L и R – размеры признака с левой и правой стороны соответственно.

Оценку мощности экспозиционной дозы радиации на учетных точках в заповеднике Калужские засеки и на контрольных территориях осуществляли с помощью дозиметров Radex QUARTA и ДБГ-06Т. Измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения производили на уровне почвы, по результатам пятнадцати замеров. В каждой учетной точке определяли максимальную мощность дозы и ее среднее значение.

Статистическая обработка результатов произведена в программе Excel 2003. После проверки выборок на нормальное распределение в качестве отклонения от средних значений учитывался доверительный интервал.

По данным табл. 1 выявлены статистически значимые отклонения ФА от контрольных значений у майника и ландыша на некоторых учетных площадках заповедника. При этом несколько «выбивается» из общего ряда необычно высокий коэффициент ФА у ландыша в контроле. Возможно, контрольная популяция ландыша в 2013 г. находилась под воздействием какого-то не бросающегося в глаза антропогенного фактора, поэтому продемонстрировала сильную степень асимметричности листовой пластинки.

В табл. 2 отображены данные коэффициентов корреляции между различными показателями на учетных территориях, обследованных в 2012–2013 гг.

Примечательно, что коэффициенты флуктуирующей асимметрии для исследуемых растений даже на близко расположенных учетных точках имеют отличающиеся значения.

В целом значения ФА растений на загрязненных территориях статистически значимо не отличаются от контрольных, тенденция к увеличению ФА на загрязненных территориях есть у большинства исследуемых растений на площадках Калужских засек.

Таблица 1

**Средние значения мощности радиационного фона и коэффициентов ФА для исследуемых растений на учетных территориях в 2012-13 гг.**

Показатель		Контроль	Учетные площадки Калужских засек (по возрастанию гамма-фона)					
Мощность экспозиционной дозы, мкР/ч	$\gamma$	12,2 ± 1,08	20,00 ±1,73	20,20 ±2,19	20,47 ±2,18	26,40 ±2,95	27,13 ±3,21	27,53 ±2,82
	$\beta$	14,00 ± 2,01	24,33 ±1,09	28,08 ±2,36	25,27 ±1,71	32,93 ±1,61	33,80 ±2,13	34,40 ±2,86
Показатель ФА	зеленчук	0,068 ±0,008	0,064 ±0,008	0,074 ±0,009	0,082 ±0,008	0,066 ±0,007	0,091 ±0,010	0,074 ±0,009
	копытень	0,032 ±0,005	–	0,037 ±0,006	0,038 ±0,005	0,039 ±0,005	0,033 ±0,004	0,039 ±0,005
	крапива	0,074 ±0,009	–	0,074 ±0,009	–	0,070 ±0,006	–	–
	ландыш	0,063 ±0,007	–	<b>0,084</b> ±0,007 (p<0,05)	0,049 ±0,009	–	0,056 ±0,007	<b>0,043</b> ±0,004 (p<0,05)
	майник	0,067 ±0,006	0,077 ±0,008	<b>0,084</b> ±0,009 (p<0,05)	–	0,066 ±0,006	–	0,081 ±0,011
	медуница	0,058 ±0,0079	0,062 ±0,008	0,061 ±0,006	–	0,058 ±0,010	0,064 ±0,008	–

Таблица 2

**Коэффициенты корреляции (по Пирсону) между значениями асимметрии листовых пластинок исследуемых растений и радиационным фоном**

	Гамма-фон	Бета-фон	ФА растений				
			Зеленчук	Копытень	Крапива	Ландыш	Майник
Бета-фон	0,98						
ФА растений	Зеленчук	0,37	0,38				
	Копытень	0,53	0,56	-0,27			
	Крапива	-0,46	-0,46	<b>0,56</b> (p<0,05)	*		
	Ландыш	-0,43	-0,28	-0,27	-0,25	*	
	Майник	0,26	0,37	<b>0,67</b> (p<0,05)	0,36	*	0,18
	Медуница	0,44	0,46	<b>0,70</b> (p<0,05)	-0,29	*	-0,24

\* – недостаточно данных для проведения корреляционного анализа

Корреляционный анализ данных (табл. 2) показал, что существует корреляция средней степени между показателем флуктуирующей асимметрии копытня и радиационным фоном, а также тенденция зависимости ФА зеленчука и медуницы от среднего значения гамма-фона с коэффициентами корреляции по

Пирсону 0,37 и 0,44 соответственно. Обращает на себя внимание тот факт, что коэффициенты корреляции между радиационным фоном и ФА крапивы и ландыша имеют отрицательное значение.

Как показала предыдущая серия исследований на территории заповедника, на мозаично загрязненных территориях Калужских засек наблюдается слабая корреляция между радиационным фоном и активностью радиоцезия, но, в то же время ФА ландыша и майника демонстрировала корреляционную связь средней степени с удельной активностью этого радионуклида (Горшкова и др., 2013).

Статистически значимо с высокой степенью корреляции связаны между собой показатели асимметрии у медуницы и зеленчука, медуницы и майника с коэффициентами корреляции 0,70 и 0,86 соответственно. Так же значимо коррелируют показатели ФА на одинаковых территориях у зеленчука и майника, зеленчука и крапивы с коэффициентами, соответственно равными 0,67 и 0,56 (средняя степень корреляции).

В целом, как видно из результатов данного исследования, говорить о наличии определенных зависимостей между изучаемыми показателями у растений обследованных природных растительных сообществ и параметрами радиоактивного загрязнения пока преждевременно.

Для более детального исследования интегральной реакции растений-биоиндикаторов на возможное радиоактивное загрязнение необходимы расчет поглощенных доз, коэффициентов накопления и перехода, которые будут выполнены после проведения анализа проб почвы и растительного материала на удельную активность основных загрязняющих территории Калужских засек-изотопов цезия и стронция.

#### **Литература**

Горшкова Т. А., Чурюкин Р. С., Карагузова О. А., Амосова Н. В., Павлова Н. Н., Мартиросян Ю. М., Власова О. П., Симакова И. М. Изучение зависимости флуктуирующей асимметрии у растений от величины радиоактивного загрязнения территории // Известия вузов. Ядерная энергетика. 2013. № 1. С. 116–124.

Ибрагимова Э. Э. Влияние техногенного химического загрязнения на величину флуктуирующей асимметрии листовой пластинки *Armeniaca Vulgaris* L. // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». 2010. 23. № 3. С. 62–67.

### **ЧАСТОТА ВСТРЕЧАЕМОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ СТВОЛА У ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ В МОЛОДНЯКАХ СОСНЫ I КЛАССА ВОЗРАСТА В УСЛОВИЯХ ЗАУРАЛЬЯ**

***М. В. Ермакова***

*Ботанический сад УрО РАН, M58\_07E@mail.ru*

В настоящее время, особенно в условиях урбанизированных территорий, внешнему эстетическому облику древесных растений, в том числе и качеству

их стволов, наличие у них дефектов, постепенно начинают уделять все больше внимания (Кобяков, Рысин, 2011).

Ранее (Ермакова, 2011) нами были установлены два основных типа морфологических нарушений ствола сосны в молодняках – смена осевого побега (замена боковым побегом осевого при гибели последнего, с сохранением одноствольности дерева) и нарушение одноствольности (замена боковыми побегами осевого при гибели последнего, с появлением многоствольности). Для изучения частоты встречаемости этих нарушений было проведено массовое обследование деревьев (изучено, более 20 тыс. деревьев) в производственных лесных культурах и в естественном подросте сосны (биологический возраст деревьев 8-14 лет). При исследовании отмечался тип нарушения и высота его появления на стволе. Результаты представлены на рисунках 1 и 2. Необходимо отметить, что все случаи появления нарушений ствола на высоте 200 см и выше (т.е. выше человеческого роста) в сумме представлены на одной отметке – 200 см.

В лесных культурах (рис. 1) наибольшее количество случаев смены осевого побега (в сумме 56,9% от общего количества) приходится на высоту от 25 до 85 см, затем происходит постепенное, хотя и неравномерное их снижение.

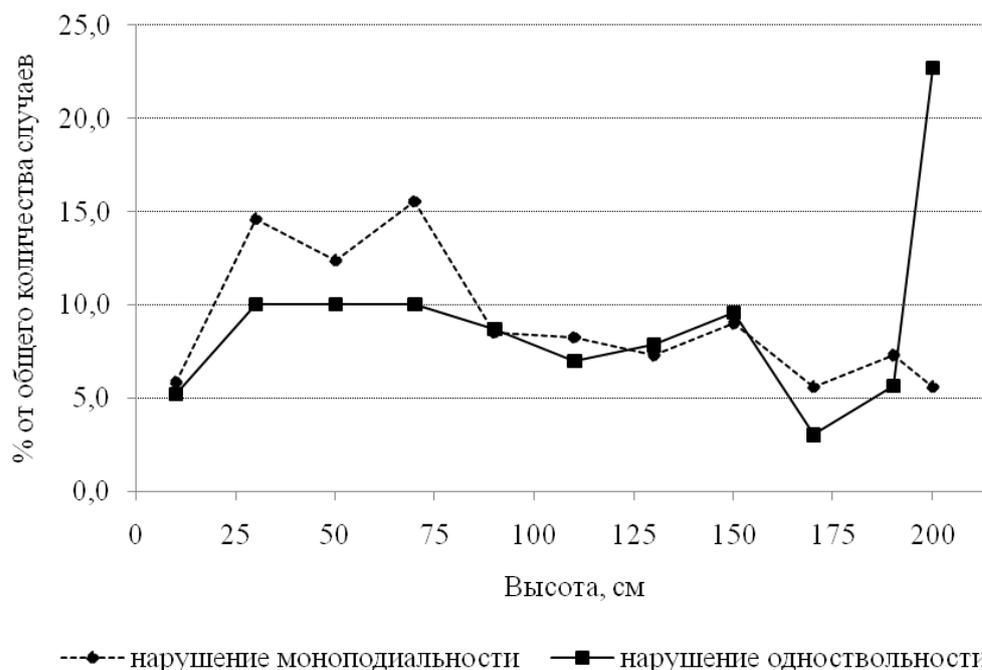


Рис. 1. Распределение встречаемости морфологических нарушений по высоте ствола в лесных культурах сосны

Распределение встречаемости нарушения одноствольности происходит несколько по другому варианту: наибольшее количество случаев приходится на отрезок от 30 до 150 см (77,3% от общего количества), затем следует значительное уменьшение к отметке 170 см, а затем резкое возрастание с отметки 200 см и более.

Установленное распределение встречаемости морфологических нарушений ствола по высоте можно, на наш взгляд, во многом объяснить двумя главными причинами. Первая – антропогенное (рекреационное и хозяйственное)

воздействие, которое наиболее активно проявляется до отметки 170 см, вторая – действие неблагоприятных метеорологических факторов, которое проявляется с высоты 170–20 см и выше.

В результате стечения неблагоприятных факторов в ранневесенний период возможно повреждение верхушечной почки и даже побега, начавшего рост. Именно такие нарушения и могут происходить на высоте более 200 см.

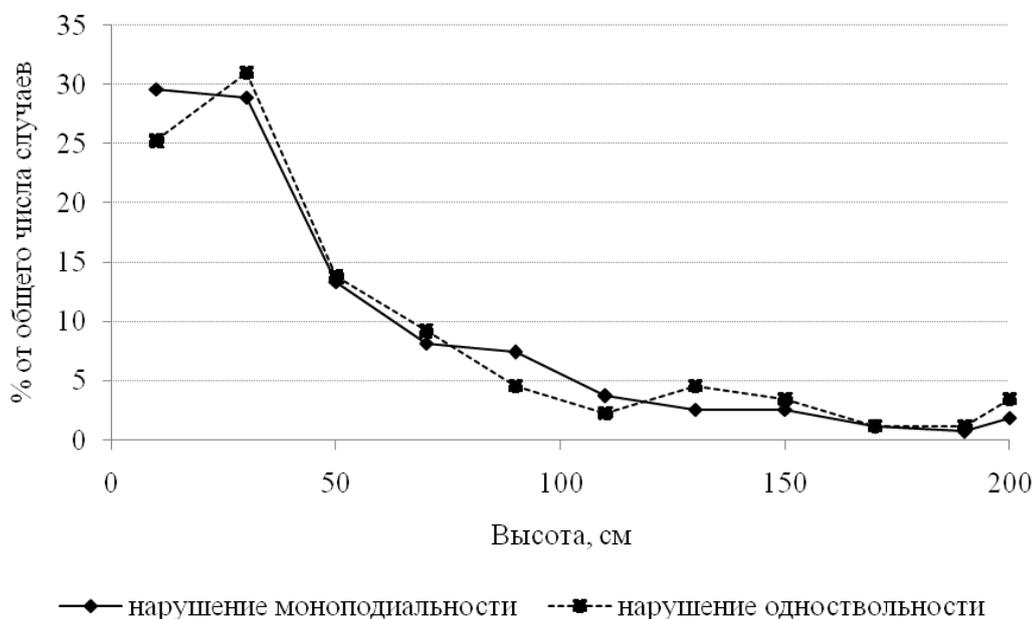


Рис. 2. Распределение встречаемости морфологических нарушений по высоте ствола в подросте сосны

В подросте (рис. 2), больше половины – 58,5% случаев смены осевого побега приходится на высоту от 10 до 35 см, затем происходит постепенное, и несколько неравномерное их снижение. Далее происходит некоторое увеличение случаев нарушения моноподиальности (замена осевого побега) до отметок 70–90 см, и, затем, после некоторого снижения, вновь небольшое возрастание, особенно с отметки 200 см и более.

Распределение случаев нарушения одноствольности происходит примерно, по тому же варианту: больше половины – 56,3% приходится на отрезок от 10 до 35 см по высоте ствола. Далее, следует значительное уменьшение к отметке 110 см, а затем некоторое увеличение к отметке 130 см, после этого некоторое снижение и вновь заметное возрастание с отметки 200 см и более.

Следует отметить, что характер встречаемости морфологических нарушений по высоте ствола в подросте сосны несколько отличается от того, что наблюдалось в лесных культурах. Очевидно, это связано с тем, что по мере роста в высоту, в силу большей густоты стояния и нерегулярного расположения деревьев, затрудняющего передвижение людей и животных, подрост сосны, в определенной степени, самозащищается от негативного внешнего воздействия.

Встречаемость морфологических нарушений ствола по высоте у подроста сосны можно, на наш взгляд, как и в случае с лесными культурами, во многом объяснить двумя главными причинами. Первая – антропогенное (рекреацион-

ное и хозяйственное) воздействие, которое наиболее активно проявляется до высоты 90–130 см, вторая – действие неблагоприятных метеорологических факторов, которое проявляется с высоты 190 см и выше.

#### Литература

Кобяков А. В., Рысин С. Л. Опыт разработки перспективных типов лесных культур для урбанизированных территорий // Вестник марийского государственного технического университета. Серия «Лес. Экология. Природопользование», 2011. № 2 (12). С. 39–46.

Ермакова М. В. Методика оценки морфологического состояния естественных и искусственных молодняков сосны обыкновенной // Современные проблемы биомониторинга и биоиндикации: Мат. Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием. Киров, 2010. Вып. VIII. Ч. 2. С. 56–58.

### ИЗМЕНЕНИЯ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА СОРТА МЕДВЕЖОНОК ПОД ВЛИЯНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ИСКУССТВЕННОМ ИНФИЦИРОВАНИИ СЕМЯН

*А. Р. Гайфутдинова<sup>1</sup>, Л. В. Трефилова<sup>1</sup>, А. Л. Ковина<sup>1,2</sup>,  
М. В. Шестакова<sup>2</sup>, Л. И. Домрачева<sup>1,3</sup>*

<sup>1</sup> *Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
gajfutdinova.alina@mail.ru,*

<sup>2</sup> *Вятский государственный университет,*

<sup>3</sup> *Лаборатория биомониторинга Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ*

В современном мире, несмотря на высокие технологии, человечество не способно справиться с проблемой инфекционных заболеваний, в том числе заболеваний растений. Наиболее частыми являются микозы, с которыми борются, в основном, при помощи фунгицидов. Однако, патогенные микроскопические грибы быстро адаптируются к синтетическим препаратам. В то же время большинство высокоэффективных препаратов часто представляют опасность для окружающей среды. Поэтому в мире постоянно ведется поиск новых средств малотоксичных для полезных организмов и обладающих высокой антагонистической активностью, по отношению к фитопатогенам.

Цель нашей работы: изучение эффективности действия азидата натрия и цианобактерии (ЦБ) *Fisherella muscicola* при выращивании декоративного подсолнечника сорта Медвежонок в городских условиях.

Выбор данного растения в качестве объекта исследования обусловлен тем, что декоративный подсолнечник – низкорослый, дает обильное цветение, продолжающееся до заморозков, неприхотлив в уходе, становится все более популярным в ландшафтном дизайне. Как и другие культуры, подсолнечник подвергается различным заболеваниям, особенно в условиях стресса, который испытывают растения в городах.

Для профилактики возможных болезней нами выбраны такие препараты как азид натрия в концентрации 0,1% и ЦБ *F. muscicola*, которые продемон-

стрировали высокую фунгицидную активность в серии лабораторных опытов (Гайфутдинова, 2013; Елькина и др., 2013).

Опыт проводился на территории, прилегающей к корпусу «А» Вятской государственной сельскохозяйственной академии. Варианты опыта были размещены на делянках площадью 0,25 м<sup>2</sup>. Перед посевом семена в зависимости от варианта искусственно инфицировались фитопатогенным грибом *Fusarium solani* и выдерживались в испытуемых препаратах. Опыт включал следующие варианты в трехкратной повторности: контроль (вода), *F. solani*, *F. muscicola*, Азид натрия 0,1%, *F. solani* + *F. muscicola*, *F. solani* + Азид натрия 0,1%, *F. muscicola* + Азид натрия 0,1%, *F. muscicola* + *F. solani* + Азид натрия 0,1%.

Опыт продолжался в течение 4-х месяцев. При снятии опыта проводили измерения высоты растений и количества соцветий на одном растении.

Наблюдения показали, что используемые препараты оказывают разное действие на развитие вегетативных (высота) и генеративных (количество соцветий) органов.

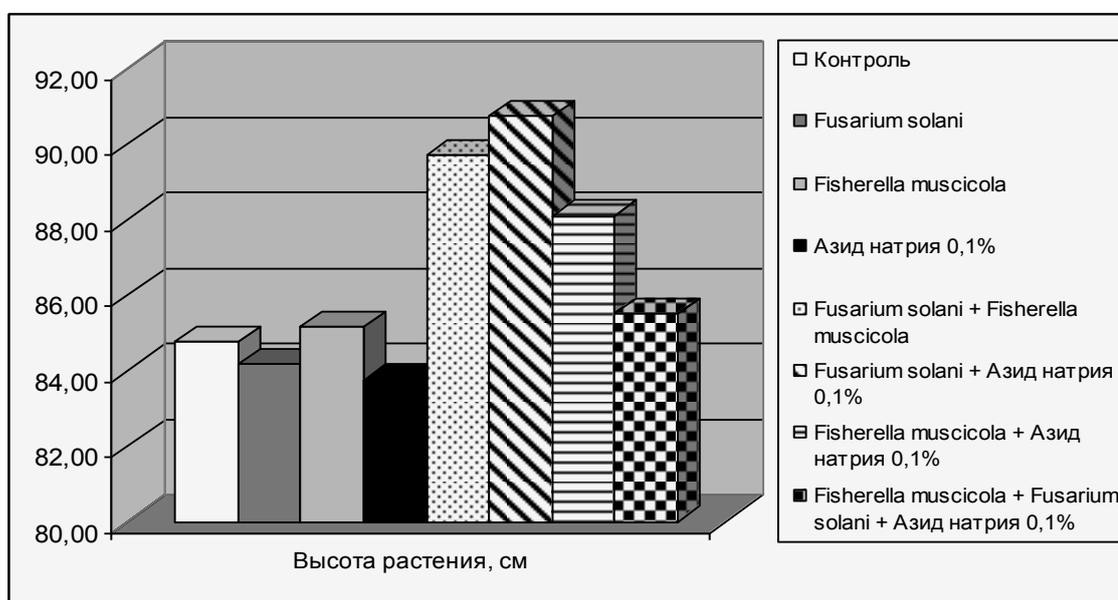


Рис. 1. Изменение высоты декоративного подсолнечника сорта Медвежонок при искусственном инфицировании семян фитопатогенным грибом *F. solani* и обработке антифузариозными средствами

На рисунке 1 хорошо заметно изменение высоты растений. В варианте с одновременной обработкой семян *F. solani* + Азид натрия 0,1% высота растений достигает максимума 90,75 см, что говорит о стимулирующем воздействии гриба. При обработке *F. solani* + *F. muscicola* высота была 89,71 см, несколько ниже растения в варианте с обработкой *F. muscicola* + Азид натрия 0,1% (88,10 см), при обработке *F. muscicola* + *F. solani* + Азид натрия 0,1% – 85,5 см. Наиболее низкие растения в варианте с обработкой Азидом натрия 0,1% – 83,75 см.

При рассмотрении рисунка 1 четко видно разделение показателей высоты на 2 группы. При предварительной обработке семян монопрепаратами высота растений, по сравнению с контрольным вариантом, колеблется не существенно,

в то же время как обработка комбинированными препаратами во всех случаях стимулирует нарастание стебля, особенно явное при сочетании *F. solani* и азида натрия.

Внешних признаков заболевания обнаружено не было. Увеличение высоты стебля прошло без негативных для растений последствий, то есть стебель оставался прочным.

При изучении характера цветения подсолнечника такой четкой картины не наблюдается (рис. 2).

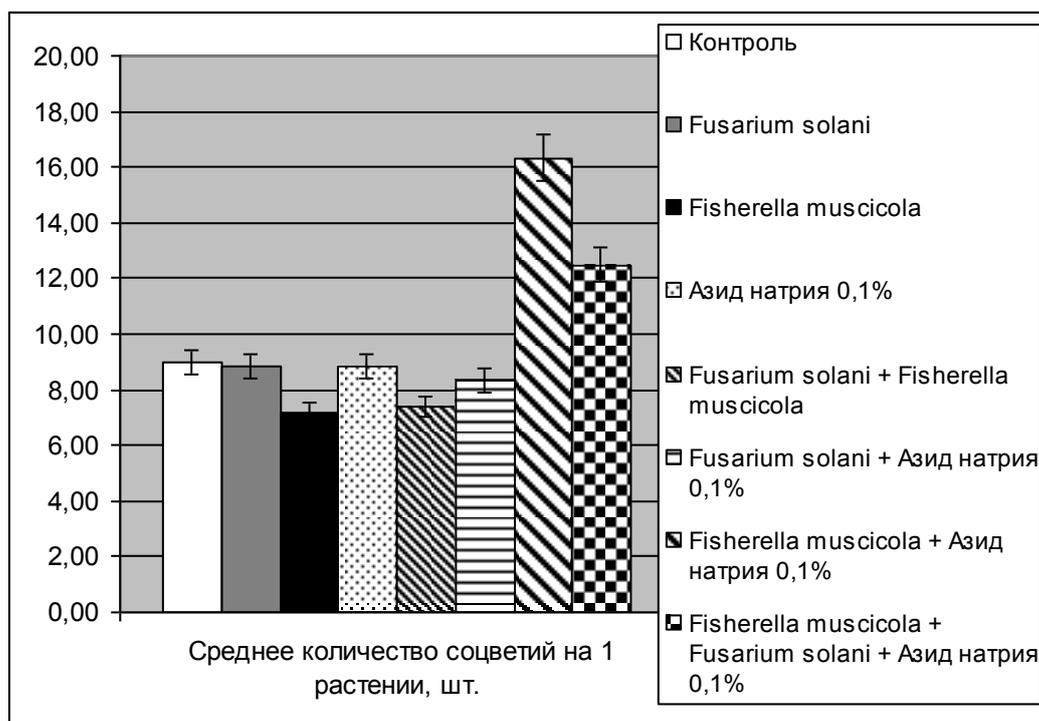


Рис. 2. Изменение среднего количества соцветий на 1 растение декоративного подсолнечника сорта Медвежонок при искусственном инфицировании семян фитопатогенным грибом *F. solani* и обработке антифузариозными средствами

Количество соцветий колеблется от 6 до 16 штук, при этом только в двух вариантах с предварительной обработкой *F. muscicola* + Азид натрия 0,1% и тройной обработкой стимулировали резкое возрастание количества соцветий на растениях.

Таким образом, фитопатогенный грибок *F. solani* не проявил активности, по отношению к подсолнечнику сорта Медвежонок.

Предварительное замачивание семян в одинарном инокуляте *F. muscicola*, *F. solani*, Азида натрия 0,1% почти не сказалось на дальнейшем развитии растений. В то же время любая бинарная комбинация препаратов стимулировала рост растений.

Главным критерием оценки декоративных культур является обилие цветения. По этому показателю стимулирующее воздействие на образование соцветий оказала обработка семян *F. muscicola* + азид натрия и тройная обработка. Значит, ЦБ *F. muscicola* в сочетании с азидом натрия можно рекомендовать

как действенное средство для улучшения показателей декоративных свойств подсолнечника сорта Медвежонок при выращивании в городской среде.

#### Литература

Гайфутдинова А. Р. Влияние различных концентраций азота натрия на почвенную микрофлору // Бизнес. Наука. Экология родного края: проблемы и пути их решения. Матер. Всерос. науч.-практ. конференции-выставки экологических проектов с международным участием. Киров, 2013. С. 304–307.

Елькина Т. С., Гайфутдинова А. Р., Домрачева Л. И. Антифузариозная активность различных препаратов // Бизнес. Наука. Экология родного края: проблемы и пути их решения. Матер. Всерос. науч.-практ. конференции-выставки экологических проектов с международным участием. Киров, 2013. С. 226–228.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЯСКИ МАЛОЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД ВБЛИЗИ РАДИАЦИОННО-ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

*А. А. Ковалева, А. Е. Якорева, С. В. Пяткова*

*Обнинский институт атомной энергетики ИАТЭ НИЯУ МИФИ,  
ecology@iate.obninsk.ru*

В последние десятилетия во многих странах биоиндикация стала общепризнанным приемом контроля и оценки качества водной среды. Биологическим критерием токсичности является сохранность основных признаков вида и качество воспроизводства потомства. Этот критерий токсичности особенно важен при малых потенциально опасных дозах токсических веществ, способных аккумулироваться в организмах с течением времени.

Ряска (*Lemna minor*) является представителем высших водных растений, используемым в водной токсикологии. Особенности этого индикатора: небольшие размеры, наличие характерных показателей развития, генетическая однородность вегетативных клонов, высокая скорость вегетативного размножения. Кроме того, ряска размещается на поверхности воды и активно аккумулирует растворенные вещества. Поэтому этот объект может быть пригоден для исследования природных вод на наличие радиоактивных загрязнений.

Целью нашей работы стала оценка качества природных вод, расположенных вблизи Государственного научного центра Физико-энергетического института (ГНЦ РФ – ФЭИ) г. Обнинск, с помощью интегральных показателей развития популяции ряски малой. Отбор проб воды и образцов биоиндикатора проводился на левобережной старице р. Протва и в протоке, расположенной к востоку от промплощадки ФЭИ. В качестве контроля использовались образцы воды и ряски, взятые в правобережной старице р. Протва, расположенной в этом же районе. Для оценки качества природной воды использовали морфометрические показатели ряски: общее количество листочков в пробе, размер самого большого листочка на растении, наличие корней и наличие отклонений в развитии растения (присутствие некрозов и хлорозов), а также доленое соотношение поврежденных и неповрежденных растений. В каждой пробе воды оценивалось не менее 30 растений.

Полученные данные обработали статистически с использованием программы Excel. Результаты радиохимического анализа воды получены в лаборатории отдела охраны окружающей среды Смоленской АЭС. Содержание радионуклида  $H^3$  в пробах воды не превышает уровень вмешательства (УВ) для питьевой воды. Однако, концентрация трития в испытуемых пробах воды отличается на целый порядок (от 100 до 6000 Бк/л). Поэтому данное исследование проводилось с расчетом обнаружения отклика у выбранного нами биоиндикатора.

Также был проведен гидрохимический анализ проб воды для исключения влияния повышенных концентраций некоторых ионов на состояние выбранного нами биоиндикатора. Результаты анализов показали, что все пробы не превышают ПДК по содержанию основных ионов, присутствующих в воде, но было обнаружено, что проба Т.3 обладает большей минерализацией, чем остальные точки пробоотбора.

Таблица

### Сравнительная оценка морфометрических показателей ряски

Биологический показатель	Т.1	Т.2	Т.3	Контроль
Общее количество листецов	190	177	206	213
Размер самого большого листеца в среднем, мм	3,4±0,2	3,1±0,2	3,9±0,3	3,9±0,3
Средний размер листеца, мм	2,6±0,1	2,5±0,1	2,7±0,2	2,8±0,2
Доля листецов с хлорозом, %	15,3	10,7	3,4	3,8
Доля листецов с некрозом, %	78,4	33,9	10,7	11,3

Количественные характеристики исследуемых образцов биоиндикатора свидетельствуют об уменьшении числа листецов на одном растении и среднего размера листецов, причем наибольшее отклонение от контроля зафиксировано в биообразцах из пунктов Т.1 и Т.2. В результате анализа полученных данных также было отмечено, что увеличение доли листецов с повреждениями имеет обратную корреляцию и соответствует более низкому уровню концентрации  $H^3$ - радионуклида в воде. Таким образом, предполагаемый эффект снижения уровня роста и развития ряски от увеличения удельной активности данного радионуклида не зарегистрирован.

Это обстоятельство дает возможность рассмотреть две причины регистрируемого отклика. Первая связана с физико-химическими свойствами водного объекта (пониженное содержание кислорода и невысокая минерализация). А вторая предполагает, что в условиях низкодозового облучения происходит дополнительная физиологическая активация механизмов защиты от негативного воздействия. Поэтому изменения на морфометрическом уровне не обнаруживаются. Оба эти предположения требуют постановки дополнительных натуральных и модельных экспериментов.

## КЛЕВЕР ПОЛЗУЧИЙ (*TRIFOLIUM REPENS*) КАК БИОИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЭКОСИСТЕМ

*Я. С. Архипова, Т. М. Колесова*

*Костромской государственной университет им. Н. А. Некрасова,  
yana\_kotyashkina@mail.ru*

За многовековую историю деятельность человека привела к глобальным изменениям среды своего обитания. Особенно ощутимо указанные преобразования затронули урбанизированные территории. В последние десятилетия темпы увеличения доли городского населения имеют тенденцию к возрастанию, и в начале XXI века около половины мирового населения (примерно 45%) проживает в городах. Урбанизацию к концу третьего тысячелетия можно охарактеризовать как глобальный социально-экономический процесс, сопровождающийся глубоким антропогенным изменением природы, заменой естественных экосистем урбосистемами (Бухарина, 2007).

Необходимо вовремя обнаружить обусловленную антропогенным стрессорами деградацию экосистем, чтобы изменения жизненно важных параметров среды обитания не зашли слишком далеко. Теснейшим образом связанные со своим биотическим окружением люди не смогут перенести его гибели или опасного перерождения без глубочайшего ущерба для себя (Вайнерт, 1988).

Биоиндикация – обнаружение и определение экологически значимых и антропогенных нагрузок на основе реакций на них живых организмов непосредственно в среде их обитания. Биологические индикаторы обладают признаками, свойственными системе или процессу, на основании которых производится качественная или количественная оценка тенденций изменений, определение или оценочная классификация состояния экологических систем, процессов и явлений. В настоящее время можно считать общепринятым, что основным индикатором устойчивого развития в конечном итоге является качество среды обитания (Мелехова, 2007).

Отдельные аспекты процессов роста и развития древесных и травянистых растений в условиях города изучались многими исследователями (Кулагин, 1974; Николаевский, 1979; Сергейчик, 1984; Горышина, 1991; Чернышенко, 1996; Неверова, Колмогорова, 2003; Жуйкова, Безель, 2006; Кавеленова, 2006; Круглова, 2006), но особенности жизнедеятельности, динамики элементного состава структурных частей растений, ассимиляционной активности, формирования генеративных структур растений в условиях урбано среды изучены недостаточно, а без учета эколого-биологических характеристик растений не представляется возможным создание экологически эффективных программ для улучшения качества окружающей среды (Бухарина, 2010).

Костромская область – один из крупнейших субъектов Российской Федерации, входящих в Центральный федеральный округ. В области находятся 30 муниципальных образований, 303 городских и сельских поселений. Численность постоянного населения Костромской области на 01.01.2010 г. составляла 688,3 тыс. человек, из них 472,4 тыс. – городское население, 215,9 тыс. – сель-

ское население (Доклад департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Костромской области от 30.11.2010 г.).

По данным Всероссийского общества охраны природы, Костромская область входит в десятку экологически чистых регионов России. Во многом причиной такого показателя является деградация постсоветской промышленности, а также огромный природный резерв в виде лесных массивов, система малых рек и озер, покрывающих всю территорию области. Однако г. Кострома отличается существенным загрязнением атмосферного воздуха, городских земель и вод.

Нами были исследованы два городских парка г. Костромы. Для экологической оценки состояния насаждений были использованы разнообразные методики: оценка методом лишеноиндикации, биоиндикация уровня загрязнения воздуха по состоянию хвои сосны обыкновенной *Pinus silvestris*, определение содержания свинца в листьях березы повислой *Betula pendula*, индикация по качеству пыльцы липы мелколистной *Tilia cordata*, оценка состояния среды с помощью фенотипического индикатора, определение сравнительного количества хлорофилла в листьях березы повислой *Betula pendula*, определение индекса видового богатства. Приведем ниже результаты, полученные при использовании метода биоиндикации с помощью фенотипического индикатора в популяциях клевера ползучего *Trifolium repens*.

Клевер ползучий используется в качестве биоиндикатора загрязнения воздуха и почв. Это довольно удобный объект для мониторинга окружающей среды. Он является удачным и информативным биоиндикатором, позволяющим оценить степень антропогенной нагрузки (Чукаева, 2010). Клевер белый, ползучий является типичным растением во флоре местообитаний, связанных с деятельностью человека, имеет высокую численность в исследуемых биоценозах, удобен для отбора проб, обладает быстрой сменой фенофаз (Горшкова, 2012; Мелехова, 2007).

В качестве биоиндикатора может использоваться полиморфизм по форме седого рисунка (пятна) на листовой пластинке. Рисунок отличается расположением на листе у растений, окраской, размером и другими показателями. Это зависит от возраста, формы листьев (Валиев, 2008; Камчатова 1990; Шварцман 1986).

Наличие и форма седого рисунка – это пример наследственного полиморфизма. Признак является моногеннонаследуемым. Разнообразие растений обусловлено серией множественных аллелей гена V. Ген, определяющий признак седых пятен на листочках у клевера, представлен восемью наиболее часто встречающимися аллелями (Шарыгина, 2010).

Наличие «седого» пятна на листьях – признак доминантный (V), его отсутствие – рецессивный (v). Все аллели гена V нарушают нормальное развитие хлорофилла в палисадных клетках светлой зоны листа, приводят к сокращению в них количества хлоропластов вплоть до их полного отсутствия, способствуют уменьшению размеров палисадных клеток и увеличению пространства между ними, более ранней гибели клеток, поэтому форма седого рисунка на пластинках листа клевера ползучего и частота его встречаемости – индикатор загрязнения среды обитания.

Целью исследования являлось изучение по разнообразию седого рисунка на листьях клевера белого, ползучего генетического полиморфизма в популяциях зеленых насаждений г. Костромы. Сбор материалов проводился в парке «Губернский», находящемся в центральной части города и парке «Берендеевка», расположенном на выезде из города. Сбор проводился в сентябре 2013 г. В ходе исследования было проанализировано 400 растений – по 200 из каждого парка.

Анализ и определение фенотипов растений проводили по методике, из пособия Т. А. Ашихминой «Экологический мониторинг» (2006). Из 11 фенотипов, предложенных в методике, обнаружено 6. Наиболее часто встречаются фенотипы 2 и 4. Реже встречаются фены 3, 6, 10. Кроме, были найдены две новые формы, которые особенно широко представлены в парке «Губернский». Мы рассчитали частоту встречаемости отдельных фенотипов, а так же суммарную частоту встречаемости всех форм с рисунком – индекс соотношения фенотипов (ИСФ). Этот индекс в парке «Губернский» составляет 68,5%, а в парке «Берендеевка» – 46,5%.

На чистых территориях величина ИСФ не превышает 30%, а на загрязненных территориях ИСФ может достигать 70-80%.

В условиях парка «Губернский» популяция клевера, вероятнее всего, испытывает более сильное антропогенное влияние в виде загрязнения атмосферного воздуха от близлежащих автомагистралей, что и обуславливает довольно высокую частоту мутационного процесса и выражается в увеличении количества разнообразных фенотипов в данной популяции.

По показателю ИСФ парк «Берендеевка» также не является чистым, что, вероятнее всего, говорит об увеличивающейся антропогенной нагрузке на этой территории.

### Литература

- Ашихмина Т. Я. Экологический мониторинг. М.: Академический проект, 2006. 416 с.
- Бухарина И. Л. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде. Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. 216 с.
- Бухарина И. Л. Биоэкологические особенности травянистых и древесных растений в городских насаждениях. Ижевск: Удмуртский университет, 2010. 184 с.
- Вайнерт Э. Биоиндикация наземных систем: Пер. с нем. / Под ред. Р. Шуберта. М.: Мир, 1988. 350 с.
- Валиев Р. Р., Яковлева О. М. Сравнительная характеристика наследственного полиморфизма по признаку «седого» пятна на листьях растений в популяции TRIFOLIUM REPENS на территории г. Уфы и некоторых районов республики Башкортостан // Вестник Башкирского университета. 2008. Т. 13. № 12. С. 24–27.
- Горшкова Т. А. Оценка возможности использования клевера ползучего (*Trifolium repens* L.) для биоиндикации антропогенного нарушения среды // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 1. С. 69–73.
- Камчатова И. Е. Внутрипопуляционный генетический полиморфизм у клеверов (*Trifolium*) // Фенетика природных популяций: материалы IV Всесоюз. совещ. (Борок, ноябрь 1990 г.). М., 1990. С. 132.
- Левицкий С. Н. Генетический полиморфизм в популяциях *Trifolium Repens*, произрастающий в условиях различной антропогенной нагрузки территорий // Фундаментальная исследования. 2013. Ч. 1. № 9. С. 108–111.

Мелехова О. П., Егорова Е. И., Евсеева Т. И. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. М.: Издательский центр «Академия», 2007. 288 с.

Шарыгина Н. В., Авдушева А. В. Изучение наследственного полиморфизма рисунка седых пятен на листьях растений в популяции клевера *Trifolium repens* // Экологические проблемы Севера: Межвузовский сборник научных трудов. Архангельск: изд-во АГТУ, 2010. Вып. 13. С. 122.

Шварцман П. Я. Полевая практика по генетике с основами селекции. М.: Просвещение, 1986. 111 с.

Чукаева Н. В. Белый клевер в оценке состояния окружающей среды // Естествознание и гуманизм // Сборник научных трудов. 2010. Т. 6. № 1. С. 73.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАКРОФИТНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В БИОМОНИТОРИНГЕ ПСКОВСКОГО ОЗЕРА**

*К. Б. Михайлова*

*Псковское отделение ФГБНУ «Гос НИОРХ»,  
kristina.pismo@yandex.ru*

Сообщества макрофитов расцениваются, в целом, как ключевой индикатор экологического статуса озёр, поскольку они формируют среду обитания для многих других групп водных организмов. Макрофиты чутко реагируют на малейшие колебания химического состава воды, кислотности, температуры, прозрачности. По ним можно определить не только состояние качества воды, но и гидроэкосистемы в целом (Власов, Гигевич 2002).

Повышение трофического статуса водоема под воздействием естественных или антропогенных факторов приводит к изменению видового состава, структуры растительных сообществ, увеличению площади зарастания. Чувствительность водных растений к обеспечению питательными веществами дает возможность рассматривать их в качестве показателя процессов антропогенного эвтрофирования (Кузьмичев, 1991 и др.). Поэтому с 2007 г. макрофиты были включены в объекты экологического мониторинга Псковско-Чудского озера.

Псковское озеро является южным плёсом Псковско-Чудского озера – одного из крупных пресноводных водоёмов Европы, расположенного на границе двух государств – России и Эстонии.

Псковское озеро (площадь 708 км<sup>2</sup>) почти полностью находится на территории Российской Федерации, характеризуется относительной мелководностью (средняя глубина 3,8 м, максимальная 5,3 м), высокими показателями растворённого в воде азота, фосфора и БПК<sub>5</sub>. По уровню трофии этот плёс является политрофным с признаками гипертрофии водоёмом. Чудское озеро – эвтрофный водоём, Тёплое занимает промежуточное положение (Laugaste, Lessok, 2004).

Цель исследования – изучение макрофитной растительности Псковского озера в условиях повышенного уровня трофии и сбор базовых данных для мониторинга.

В 2008–2012 гг. проводилось изучение видового состава и пространственного распределения растительности методом сплошного маршрутного об-

следования и геоботанического профилирования на 11 стационарных станциях по общепринятым методикам исследований (Белавская, 1979; Катанская, 1981). В основу классификации растительности положен эколого-ценотический принцип (Василевич, 2006; Папченков, 2003).

Всего во флоре Псковского озера нами выявлено 135 видов макрофитов, относящихся к 5 отделам, 43 семействам и 84 родам.

В. В. Иванов (1950) приводит названия 55 видов водных растений Псковского озера.

Анализ синтаксономической структуры сообществ свидетельствует о большом разнообразии сообществ макрофитов Псковского озера. Всего за период исследований на 11 станциях выявлено 38 ассоциаций, относящихся к 26 формациям, 6 группам и 3 классам формаций.

В 70-е годы прошлого века в составе растительности Псковского озера было выявлено только 24 ассоциации (Недоспасова, 1974). Основные ценозообразователи сохранились прежними: *Phragmites australis* (Cav.) Trin. et Steud (5 ассоциаций), *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla (5), *Potamogeton perfoliatus* L. (3).

Также произошло изменение средней биомассы некоторых ассоциаций, вызывающих зарастание озера (табл.).

Таблица

**Средняя биомасса (г/м<sup>2</sup>) некоторых ассоциаций макрофитов Псковского озера в разные годы (абсолютно сухое вещество)**

Название ассоциаций	1966–1970 гг. (Недоспасова, 1974)	1988–1989 гг. (Судницына, 1990)	2008–2012 гг. (наши данные)
<i>Phragmitetum australis</i>	130,0	880,0	1751,1
<i>Phragmiteto-Scirpetum lacustris</i>	370,0	636,2	1079,9
<i>Scirpetum lacustris</i>	–	130,0	935,8
<i>Potametum perfoliati</i>	690,0	48,6	100,2
<i>Potametum lucentis</i>	–	167,6	110,1

Как видно из данных таблицы, прослеживается явное увеличение по годам биомассы сообществ прибрежно-водных растений (тростника и камыша). Уменьшение биомассы сообществ настоящих водных растений (видов рдестов), возможно, связано с резким уменьшением прозрачности воды в последние годы. Как отмечает В. В. Ястремский (2010), с конца 80-х годов в Псковско-Чудском озере наметилась тенденция к увеличению интенсивности «цветения» воды, вызванное массовым развитием сине-зелёных водорослей.

Степень зарастания Псковского озера явно увеличилась: 1966–1970 гг. (Недоспасова, 1974) – 5%; 1989–1990 гг. (Судницына, 1990) – 7,9%; 2004–2005 гг. (Судницына; Козырева, 2005) – 12%. Как считают специалисты, увеличение процессов эвтрофикации водоёмов всегда сопровождается расширением площади зарослей высших растений.

Таким образом, выявленные изменения в характере растительного покрова Псковского озера (увеличение числа таксонов, расширение площадей зарас-

тания литорали, изменение величины продуцируемой биомассы макрофитов) связаны с высоким уровнем трофии озера.

Следовательно, структурные показатели сообществ макрофитов можно использовать для оценки трофического статуса и мониторинга водоёмов.

### Литература

Белавская А. П. К методике изучения водной растительности // Бот. журн. 1979. Т. 64. № 1. С. 32–41.

Гигевич Г. С. Биоиндикаторная роль макрофитов при антропогенном воздействии (на примере озёр Белоруссии) // Антропогенные изменения экосистем малых озёр (причины, последствия, возможность управления). Кн. 2. СПб., 1991. С. 204–206.

Иванов В. В. Закономерности распределения и практическое использование высшей водной растительности Псковского озера: Дис. ... канд. биол. наук. Л., 1949. 210 с.

Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Л.: Наука, 1981. 187 с.

Недоспасова Г. В. Высшая водная растительность Псковско-Чудского водоема // Известия ГосНИОРХа, 1974. Т. 83. С. 26–32.

Судницына Д. Н. Особенности зарастания Псковско-Чудского озера // Экологические проблемы Северо-Запада. Псков, 1990. С. 32–35.

Ястремский В. В. Оценка интенсивности «цветения» воды сине-зелёными водорослями в Чудско-Псковском озере // Развитие туризма в Балтийском регионе: предпосылки, современное состояние и перспективы: Матер. межд. общ.-науч. конф. Псков: Изд-во ПГПУ, 2010. С. 181–184.

Laugaste R. I., Lessok K. Planctonic algae and epiphyton of the littoral in Lake Peipsi, Estonia // Limnologia 34. 2004. P. 90–97.

Milius A., Haldna M. Hüdrokeemia // Peipsi; Tartu, 2008. P. 157–179.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРУДА СОВЕТСКОГО РАЙОНА г. САМАРА

*Ю. Л. Герасимов, В. А. Фролова*

*Самарский государственный университет, yuger55@list.ru*

Пруд в глубине квартала в районе парка Победы существует более 50 лет, это один из 9-ти прудов на территории Советского района г. Самары. Он упоминается среди рекомендованных к охране водоёмов Самарской области (Голубая книга..., 2007). Вокруг пруда создан небольшой сквер с детской площадкой и аллеей со скамейками вокруг водоёма. Здесь постоянно можно видеть отдыхающих жителей окружающих сквер многоэтажных домов, родителей с детьми. Пруд имеет важное рекреационное значение. С 2010 г. сотрудники и студенты кафедры зоологии Самарского государственного университета проводят комплексное изучение беспозвоночных данного пруда с целью определить способность экосистемы к самоочищению и санитарный статус водоёма.

Пруд копаный, овальной формы, питается атмосферными осадками и грунтовыми водами. В 2011 г. в пруд подавали воду по трубе, и его размеры были больше обычных – до 35 м в длину, до 22 м в ширину, средняя глубина в начале лета 0,45 м, максимальная – 0,95 м. Дно пруда илистое, покрыто опавшими листьями. На мелководье восточного берега находится небольшая курт-

на рогоза узколистного. В начале 1990-х годов в пруду обнаруживали и другие виды водных цветковых растений (Головин, Соловьева, 1995). На прибрежных мелководьях обильно развивались нитчатые водоросли, образующие крупные подушкообразные скопления. Летом происходило сильное размножение сине-зелёных водорослей (пробы переданы в Институт экологии волжского бассейна РАН). Пруд окружён старыми крупными деревьями. Бытовой мусор с берегов и мелководий периодически убирается дворниками. Водоём загрязняется преимущественно дождевым и талым стоком с окружающей его покрытой травой дворовой территории и атмосферными выпадениями. В 2010 г. химический анализ воды не выявил превышения ПДК для Pb, Cu, Cd, Hg и нефтепродуктов.

Изучение видового состава и численности популяций беспозвоночных пруда проводилось с конца апреля по начало октября 2011 г. Пробы отбирали еженедельно на трёх станциях. Для сбора материала использовали планктонную сеть (газ № 64) и 2-х литровый батометр. Численность популяций рассчитывали как среднюю по 3-м пробам.

В 2011 г. в пруду нами выявлено 22 вида и 2 морфы коловраток, (бделлоидные коловратки определены до отряда) и 22 вида ракообразных (гарпактициды и ракушковые отпределены до подкласса).

Список видов приводится ниже.

#### Кл. Rotatoria

##### Отр. Ploimida

Сем. **Asplanchnidae**: *Asplanchna girodi* Guerne, 1888.

Сем. **Brachionidae**: *Brachionus angularis* Gosse, 1851; *B. calyciflorus* Pallas, 1776; *B. calyciflorus spinosus* Pallas, 1776; *B. diversicornis* Daday, 1883; *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851); *K. quadrata* (Muller, 1786); *K. quadrata dispersa* Carlin, 1943; *Platytias quadricornis* Ehrenberg, 1832.

Сем. **Colurellidae**: *Colurella* sp. (предположительно, *Colurella adriatica* (Ehrenberg, 1831).

Сем. **Euchlanidae**: *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, 1832; *E. incisa* Carlin, 1939.

Сем. **Lecanidae**: *Lecane luna* (Muller, 1776); *L. nana* (Murr., 1913).

Сем. **Notommatidae**: *Cephalodella gibba* (Ehrenberg, 1834).

Сем. **Synchaetidae**: *Polyarthra major* Burckhardt, 1900; *Synchaeta pectinata* Ehrenberg, 1832.

##### Отр. Monimotrochida

Сем. **Filiniidae**: *Filinia longiseta* (Ehrenberg, 1834).

Сем. **Hexarthridae**: *Hexarthra mira* (Hudson, 1871).

Сем. **Testudinellidae**: *Testudinella patina* Hermann, 1783.

Сем. **Trichocercidae**: *Trichocerca (Diurella) porcellus* (Gosse, 1886); *Trichocerca* sp. (предположительно, *Trichocerca (Diurella) similis* (Weirzejski, 1893).

Сем. **Trichotriidae**: *Trichotria pocillum* (Muller, 1786)

Отр. **Bdelloida** виды не определены.

#### Кл. Crustacea, п/кл Maxillopoda

##### Отр. Copepoda, п/отр. Cyclopoidae, сем. Cyclopidae

П/сем. **Cyclopinae**: *Cyclops vicinus vicinus* Uljanin, 1875; *Microcyclops varicans* (Sars, 1863).

Подсем. **Eucyclopinae**: *Eucyclops macrurus* (Sars, 1863).

П/отр. **Calanoida**, сем. **Eudiaptomidae**: *Eudiaptomus graciloides* (Lilljeborg, 1888).

П/отр. **Harpacticoida** – вид не определён

**П/кл Branchiopoda, н/отр Cladocera, отр. Daphniiformes**

**Сем. Bosminidae:** *Bosmina longirostris* (O.F.Muller, 1785).

**Сем. Chydoridae:** *Alona costata* Sars, 1862; *Chydorus sphaericus* (O.F.Muller, 1785); *Graptoleberis testudinaria* (Fisher 1848); *Pleuroxus aduncus* (Jurine, 1820).

**Сем. Daphniidae:** *Ceriodaphnia quadrangula* (O.F.Muller, 1785); *Daphnia longispina* O.F.Muller, 1785; *Scapholeberis mucronata* (O.F.Muller, 1776); *Simocephalus vetulus* (O.F.Muller, 1776).

**Сем. Macrothricidae:** *Macrothrix laticornis* (Jurine, 1820).

**Сем. Moinidae:** *Moina brachiata* (Jurine, 1820).

**Сем. Sididae:** *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin, 1848); *Sida cristallina cristallina* (O.F.Muller, 1776).

**П/кл Ostracoda:** не менее 2-х видов, виды не определены.

Среди коловраток по встречаемости лидировала *K. quadrata* – 78% проб. Более чем в половине проб встречались *A. girodi*, *B. angularis*, *B. calyciflorus*, *F. longiseta*, *L. luna*, и *T. patina*. Только по одному разу были пойманы *K. quadrata dispersa* и *T. similis*.

Численность популяций *K. quadrata* в начале мая доходила до 340 экз/л, *F. longiseta* в конце мая до 186 экз/л, *B. calyciflorus* в середине мая до 62 экз/л, *A. girodi* в середине мая 56 экз/л. У остальных 19 видов коловраток численность весь сезон не превышала 5 экз/л.

Среди ракообразных почти во всех пробах присутствовали науплии копепода и копеподиты циклопов. Более чем в половине проб встречались *M. varicans*, *E. graciloides*, *C. sphaericus*, *C. quadrangula*, *S. mucronata* и *D. brachiurum*. Только в одной пробе была обнаружена *S. cristallina*.

Наибольшей численности из копепод весь сезон достигали копеподиты циклопов (до 222 экз/л) и эудиаптомуса (до 22 экз/л). Количество особей взрослых стадий было намного меньше – у *C. vicinus* весной до 8 экз/л, у *E. macrurus* летом до 6 экз/л. Среди кладоцер наибольшая численность весь сезон была у *M. brachiata* (максимальная 486 экз/л в середине мая) и у *C. quadrangula* (максимальная 432 экз/л в середине июля). В конце мая произошло активное размножение *S. vetulus* – до 86 экз/л и *D. longispina* – до 37 экз/л, но затем численность обоих видов весь сезон не превышала 5 экз/л.

Численность коловраток и ракообразных в 2011 г. оказалась выше (средняя в 1,8 раза, максимальная в 4–5 раз), чем в 2010 г., когда пруд уже в середине лета был не глубже 0,3 м. Тем не менее, численность была меньше в сравнении с другими прудами г. Самары, обследовавшимися в сезон 2011 г. (данные не опубликованы). Возможно, это связано с наличием в пруду рыб – ротаноголовешки (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877). Численность ротана в летом 2011 г. была достаточно высока, в стаи молоди на мелководьях входило по несколько десятков рыбок.

По сравнению с ранее изучавшимися нами водоёмами, расположенными в парках (Герасимов 2007; 2008; 2011), в пруду Советского района число видов ракообразных и коловраток почти вдвое меньше. Это может быть связано с меньшими площадью и глубиной пруда, с отсутствием зарослей водовоздушных макрофитов и малочисленностью погруженных цветковых растений, однообразием условий существования. Антропогенное (рекреационное)

воздействие на данный пруд сказывается, на наш взгляд, сильнее, поскольку он находится на неохраняемой территории.

Среди жителей г. Самара распространено мнение, что все городские водоёмы крайне загрязнены и если и заселены, то немногими наиболее устойчивыми видами беспозвоночных. Наше исследование показывает, что число видов беспозвоночных, даже во внутриквартальных городских непроточных водоёмах, достаточно велико.

Среди коловраток один вид является индикатором олигосапробных вод, половина видов характеризуются как олиго- $\beta$ -мезосапробные или  $\beta$ -олиго-мезосапробные, остальные характерны для  $\beta$ -мезосапробных,  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробных или  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробных вод. Сходная закономерность наблюдается и для ракообразных: один олигосапробный вид, два  $\beta$ -мезосапробных, остальные характерны для водоёмов с олиго- $\beta$ -мезосапробными или  $\beta$ -олиго-мезосапробными условиями (Шибеева и др., 2013). По численности доминировали виды, указанные как представители  $\beta$ -мезосапробных,  $\beta$ -олиго-мезосапробных или олиго- $\beta$ -мезосапробных вод. Из олигосапробных видов *T. similis* пойман один раз в количестве 2-х особей. *M. varicans*, напротив, присутствовал примерно в половине отобранных проб на протяжении почти всего сезона, хотя по численности значительно уступал двум другим видам циклопов. Из представителей  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробных вод достаточно часто встречалась в пробах и достигала высокой численности только *F. longiseta*. Большинство выявленных в пруду видов являются эврибионтами, все они обнаружены и в других прудах г. Самары.

Исходя из видового состава и численности популяций коловраток и ракообразных данный пруд можно отнести к  $\beta$ -мезосапробным водоёмам.

### Литература

Герасимов Ю. Л. Зоопланктон как компонент гидробиоценозов городских прудов // Вестник Самарского государственного университета, 2007. № 8 (58). С. 39–49.

Герасимов Ю. Л. Насекомые макрофитных городских прудов // Тр. Ставропольского отделения русского энтомологического общества. Вып. 4. Мат. М-нар.н.-практ. конф., Ставрополь, 10–12 сент. 2008 г. Ставрополь: Аргус, 2008. С. 78–79.

Герасимов Ю. Л. Беспозвоночные экосистемы пруда на ул. Бронной г. Самары // Исследования в области естественных наук и образования. Самара: ПНСНА, 2011. С. 10–17.

Головин В. Н., Соловьева В. В. Старинные пруды в городе Самаре // «Зеленая книга» Поволжья: Охраняемые природные территории Самарской области. Самара: кн. изд-во, 1995. С. 180–181.

Голубая книга Самарской области. Самара: СамНЦ РАН, 2007. 199 с.

Шибеева М.Н. и др. Видовое разнообразие зоопланктона как показатель экологического состояния водоемов Калининградской области 11 с. [http://www.klgtu.ru/science/-magazine/2013\\_28/shibaeva.pdf](http://www.klgtu.ru/science/-magazine/2013_28/shibaeva.pdf)

# ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УРБАНОСРЕДЫ НИЖНЕГО НОВГОРОДА НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ *BETULA PENDULA* ROTH

А. А. Долгих, Л. С. Савинцева

Вятская государственная сельскохозяйственная академия, *dolgh00@mail.ru*

Оценка качества городской среды – одно из основных направлений научных исследований городской экологии. Особое значение приобретает оценка воздействия факторов городской среды, основанная на состоянии биологических тест-объектов. При экологическом мониторинге загрязнений использование биологических индикаторов часто дает более ценную информацию, чем прямая оценка загрязнения приборами, так как они реагируют сразу на весь комплекс загрязнений. Предполагается, что, чем менее благоприятны условия окружающей среды, тем больше нарушений они вызывают в процессе онтогенеза растений и животных, и тем сильнее проявляются морфологические различия между правой и левой сторонами их тела. Величина различий, именуемая показателем флуктуирующей асимметрии (ФА), служит критерием устойчивости развития, она позволяет оценить нестабильность развития организма. ФА называют небольшие ненаправленные различия между правой и левой (R - L) сторонами различных морфологических структур, в норме обладающих билатеральной симметрией (Захаров, Баранов, 2000; Захаров, 1987). В настоящее время использование показателей флуктуирующей асимметрии листовой пластинки берёзы повислой рекомендовано в нормативных документах экологических служб (Методические рекомендации..., 2003).

Цель работы – оценка экологического состояния урбаноcреды Нижнего Новгорода на основе показателя флуктуирующей асимметрии листовой пластинки берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.)

Были сформулированы следующие задачи:

- 1) Определить показатель ФА листовой пластинки берёзы повислой на 3 пробных площадях территории Нижнего Новгорода;
- 2) Выявить наиболее загрязненные районы среди исследованных на основе показателя ФА берёзы повислой в качестве биоиндикатора.

Для оценки техногенного загрязнения городской среды применялся инструментальный метод, который основан на измерении морфологических параметров листа берёзы повислой. На территории г. Нижнего Новгорода были отобраны пробы листьев в 3 точках с различной техногенной нагрузкой. Была использована методика исследования ФА листьев берёзы повислой (Захаров, Чубинишвили, 2000). Для оценки величин ФА были исследованы 5 билатеральных признаков, характеризующих общие особенности листа. Сбор материала производился в конце июля (после прекращения роста листьев). Каждая выборка состояла из 100 листьев (по 10 листьев с дерева), которые были взяты из нижней части кроны дерева с максимального количества доступных ветвей с юго-западной стороны дерева. Всего было обработано 300 листьев. Отбирались

средневозрастные деревья, произрастающие в сходных экологических условиях. Исследования проводились в 2012 г.

Современная экологическая ситуация в районе Нижнего Новгорода в целом типична и сходна с экологическими условиями большинства промышленных центров.

Объектом исследования являлась береза повислая (*Betula pendula* Roth), произрастающая на территории 3 рекреационных зон г. Нижнего Новгорода, из которых 2-я располагалась в нагорной, а 1 – в заречной части города. В нагорных районах города отсутствуют крупные стационарные источники загрязнения, и выбросы автотранспорта вносят основной вклад в ухудшение состояния окружающей среды. В заречной части сконцентрированы промышленные предприятия, в том числе и минерально-сырьевого комплекса, которые, наряду с автотранспортом, обуславливают уровень загрязнения.

Пробная площадка № 1 располагалась в непосредственной близости от Казанского шоссе (основного источника загрязнения), магистральной улицы города, на расстоянии 20–30 метров от проезжей части. Наибольший показатель ФА особи составляет  $0,055 \pm 0,002$ ; наименьший  $0,037 \pm 0,002$ . Общий интегральный показатель для выборки равен  $0,045 \pm 0,002$ , что по шкале оценки отклонений состояния организма от условной нормы соответствует III баллам и характеризуется, как загрязненный район.

Пробная площадка № 2 закладывалась в Сормовском парке, вблизи от оз. Сормовское. Был исследован материал с деревьев, произрастающих на удалении 15–20 м от озера. Наибольший показатель отдельной особи равен  $0,046 \pm 0,002$ , наименьший  $0,030 \pm 0,002$ . Общий интегральный показатель для выборки равен  $0,041 \pm 0,002$ , что по шкале оценки отклонений состояния организма от условной нормы соответствует II баллам и характеризуется слабым влиянием неблагоприятных факторов.

Пробная площадка № 3 закладывалась в непосредственной близости от ОАО Нижегородский масложиркомбинат (МЖК), в 20–30 метрах от проходной. Максимальное значение ФА особи выявлено именно в этом ПП и составляет  $0,064 \pm 0,002$ . Общий интегральный показатель для выборки равен  $0,053 \pm 0,002$ . Величина общего показателя стабильности развития соответствует IV баллам, что характеризуется как сильно загрязненный район.

Обобщенные результаты измерений по всем выборкам представлены в таблице.

Таблица

#### Обобщенные результаты измерений по трем выборкам

Выборка	Наименование	Интегральный показатель	Балл
1	Казанское шоссе	$0,045 \pm 0,002$	III
2	Сормовский парк	$0,041 \pm 0,002$	II
3	МЖК	$0,053 \pm 0,002$	IV

На основании выполненных исследований нами установлено:

1) Показатель ФА березы повислой, определенный в трех точках города Нижнего Новгорода, превышают условную норму ( $<0,040$ ), что свидетельствует о неблагоприятном экологическом состоянии исследуемых районов города;

2) Величина интегрального показателя ФА на ПП № 2 наименьшая среди исследованных, что говорит о менее интенсивной техногенной нагрузке на данной территории;

3) Наиболее высокие значения показателя стабильности развития выявлены на ПП № 3, расположенной в непосредственной близости от МЖК.

Результаты исследования позволяют сделать вывод о зависимости показателя ФА от уровня техногенной нагрузки на обследованных пробных площадках Нижнего Новгорода. На основании данных биоиндикации можно предположить, что наибольшее антропогенное воздействие испытывает территория ПП № 3 (ОАО Нижегородский масложиркомбинат)

#### **Литература**

Захаров В. М., Баранов А. С., Борисов В. И. и др. Здоровье среды: методика оценки. М.: Центр экологической политики России, 2000. 66 с.

Захаров В. М., Чубинишвили А. Т., Дмитриев С. Г. и др. Здоровье среды: практика оценки. М.: Центр экологической политики России, 2000. 318 с.

Захаров В. М. Асимметрия животных. М.: Наука, 1987. 161 с.

Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). М., 2003. 25 с.

### **ЗАКОНОМЕРНОСТИ РЕАКЦИИ РАСТЕНИЙ НА РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ РАЗВИТИЯ**

*Е. А. Казакова, О. А. Карагузова, Т. А. Горшкова*  
*ИАТЭ НИЯУ МИФИ,*

*alvaly@mail.ru, o.karaguzova@mail.ru, tgorshkova@yandex.ru*

После аварии на Чернобыльской АЭС радиоактивными изотопами загрязнены обширные сельскохозяйственные территории. Радионуклиды мигрируют в растения и аккумулируются в их органах и тканях. Этот процесс неизбежен. Определить влияние радиации на растения можно по морфофизиологическим параметрам организма на ранних этапах онтогенеза. Исследования в этой области могут помочь установить степень опасности используемых угодий.

Эффект радиационной стимуляции основан на действии сравнительно низких доз ионизирующего излучения на семена сельскохозяйственных культур, направлен на ускорение развития растений, сокращение сроков уборки и увеличение количества урожая. В настоящее время доля исследований стимулирующего действия ионизирующего излучения, по сравнению с другими физическими факторами, невелика.

Целью настоящего исследования было выяснить, как будут развиваться растения-индикаторы после предпосевного облучения их семян на радиоактивно загрязнённой почве и на контрольном субстрате.

Почвенная проба, содержащая повышенное количество радионуклидов, была отобрана на территории Государственного природного заповедника «Калужские Засеки», находящегося в зоне радиоактивного следа аварии, произошедшей на Чернобыльской атомной станции весной 1986 г. Контрольный образец почвы был отобран в окрестностях экологически чистого района г. Калуги – урочища «Сосновая роща».

Пробные площадки представляли собой квадраты 20×20 м. Почву отбирали методом конверта.

Перед началом основного исследования был проведен анализ почвенных проб на определение гранулометрического состава, актуальной, обменной, гидролитической кислотности, а также суммы обменных оснований (Белолипецкая и др., 2010). По результатам этого исследования оказалось, что почвенные пробы сходны по всем выбранным показателям, и можно условно считать разницу между пробами в один фактор – радиоактивное загрязнение.

В лаборатории радиационного контроля ГНУ ВНИИ СХРАЭ была измерена удельная активность изотопов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в исследуемых почвенных пробах. По полученным данным удельная активность цезия составила  $884 \pm 0,12$  Бк/кг для почвенной пробы из заповедника и  $23,4 \pm 0,16$  Бк/кг для контрольной пробы. Для стронция уровни удельной активности оказались  $11,64 \pm 0,95$  Бк/кг и  $0,77 \pm 0,16$  Бк/кг соответственно. Таким образом, удельная активность стронция и цезия на учетной площадке заповедника (далее – «опыт») примерно в 15 и 40 раз превышает фоновые значения на территории г. Калуги (далее – «контроль»).

Почвенным субстратом заполняли ячейки восьми минипарников. Четыре парника были отведены для контрольной почвы, четыре – для почвы из заповедника. Каждый парник состоял из 18 ячеек для посадки. В увлажненную почву каждой ячейки парника высевали предварительно облученные в дозах 10, 100, 1000 Гр семена клевера ползучего (*Trifolium repens* L.), чувствительного и распространенного фитоиндикатора. Предпосевное облучение проводилось на установке «Исследователь» (источник –  $^{60}\text{Co}$ ) экспериментального радиологического сектора ФГБУ МРНЦ Минздрава РФ. Контролем служили необлученные семена клевера.

Прорастание проходило при постоянной комнатной температуре в условиях одинаковой освещенности и стабильной увлажненности почвы. За развитием проростков наблюдали в течение 56 суток. Определяли в динамике всхожесть проростков, их общую длину, количество сложных листьев и развитых листочков сложного листа, балл состояния листьев и листочков (по пятибалльной шкале).

Отслеживали появление морфологических аномалий, отмечали время заложения каждого нового листа. По истечению времени эксперимента была измерена общая длина корней, извлеченных из почвы растений. Измерения проводили с помощью линейки с ценой деления 0,1 см.

Статистическая обработка результатов была произведена в программе Excel 2010. После проверки рядов на нормальность в качестве отклонения от средних значений был определен доверительный интервал.

В ходе эксперимента были зафиксированы аномалии развития проростков. Отмечено, что морфологические аномалии у проростков в опыте возникали раньше, чем у контрольных растений, причем эти изменения во многом носили сходный характер.

Облучение семян в диапазоне доз 10–1000 Гр позволило выявить различия в интенсивности ростовых процессов. Из представленных результатов (рис. 1) видно, что у клевера, облученного в дозах 10, 100, 1000 Гр в опыте и в контроле нет существенных различий в динамике роста. Однако, облучение проростков «опыта» в дозе 1000 Гр привело к угнетению ростовых процессов: статистически значимое различие с другими кривыми отмечено уже на 20 сутки эксперимента. Облучение в дозах 10 и 100 Гр ведет в целом к более заметному увеличению длины проростков, по сравнению с необлученными. Это может быть связано с тем, что предпосевное облучение клевера в диапазоне 10–100 Гр ведет к стимуляции развития проростков, т. е. эффекту радиационного гормезиса (Козьмин, 2013).

Также замечено, что для контрольных проростков клевера до 14 суток качественный характер кривых одинаков. Обнаружено, что облучение в дозе 1000 Гр ингибирует рост проростков клевера. Длина проростков у облученных в дозах 10, 100 Гр семян больше остальных.

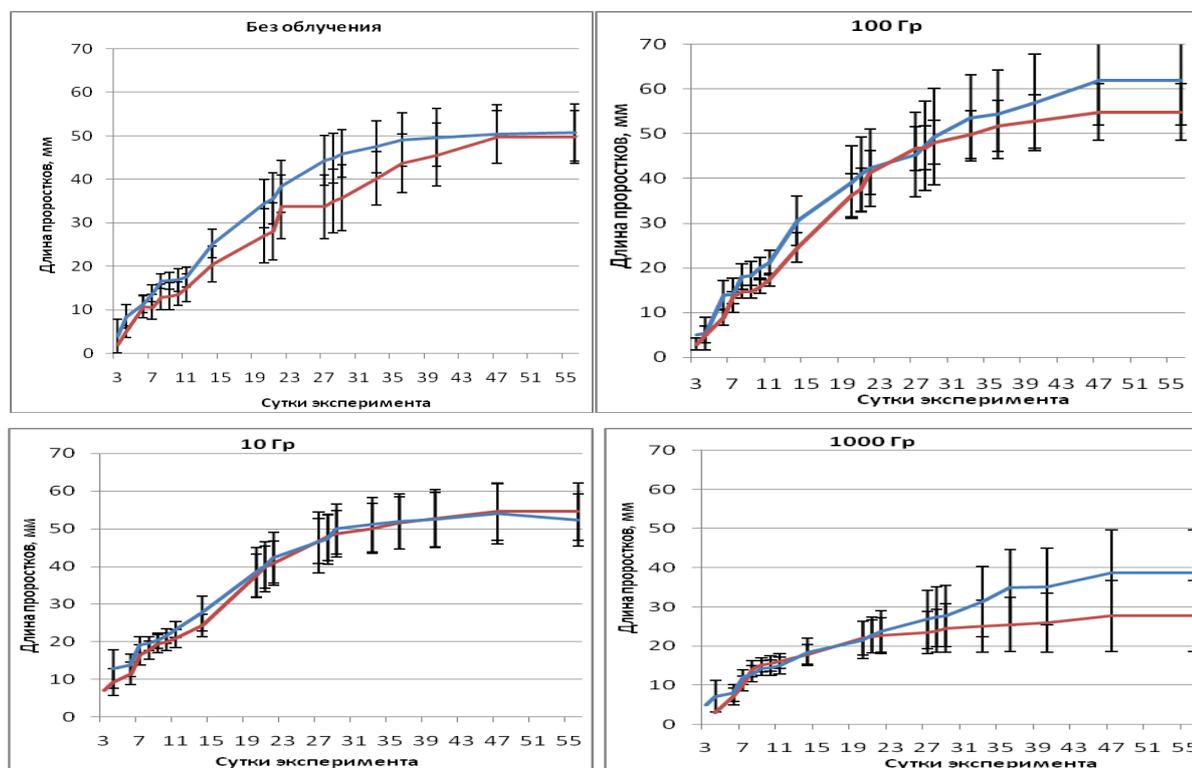


Рис. 1. Изменение длины проростков, выращенных на радиоактивно загрязнённом и контрольном субстрате, в зависимости от суток эксперимента и дозы облучения. Синие кривые – контроль, красные – опыт

Сравнивая графики (рис. 1), можно заметить, что динамика развития растений в контроле и опыте имеет похожий характер. Кривые на графиках расположены в одной последовательности, длина проростков на контрольном почвенном субстрате в среднем больше. Следовательно, дополнительные малые дозы радиоактивного загрязнения вносят вклад в ингибирование роста проростков, подвергшихся предпосевному облучению.

Всхожесть пророщенных на субстрате из Калужских Засек семян оказалась на уровне 64–77%, в контроле – 57–74%. Всхожесть в пределах погрешности не зависела от дозы (рис. 2). Необходимо отметить, что всхожесть «опыта» (у необлученных семян и семян, облученных в дозе 100 Гр) несколько больше всхожести «контроля». Значит, на загрязненном субстрате активация метаболических процессов у прорастающих семян происходила быстрее, чем на контрольном.

Общая длина корней у проростков варьировала в диапазоне от 31,2 до 45,5 см. Резкого изменения этого параметра в зависимости от дозы не выявлено (рис 3).

Настоящие листья у ростков клевера появились только на 9–10 сутки. Каждый новый лист закладывался, примерно, раз в 6–10 дней. Статистически значимое меньшее, чем в контроле, значение количества листьев наблюдается у проростков в опыте, семена которых облучали в дозе 1000 Гр. Можно предположить, что этот показатель будет уменьшаться при более высоких дозах облучения.

Самый низкий балл состояния листьев (от 1,7 до 2,1 по пятибалльной шкале) наблюдался у проростков, доза облучения семян которых составляла 1000 Гр. У остальных ростков, пророщенных на двух исследуемых субстратах, значение балла состояния в пределах погрешности совпадало (от 3,4 до 3,9).

Количество листочков у проростков на контрольном и загрязненном субстратах статистически значимо меньше после облучения в дозе 1000 Гр, чем без облучения. Это подтверждает тот факт, что при высоких дозах облучения происходит угнетение процессов роста клевера. В диапазоне доз 0–100 Гр этот параметр статистически значимо не изменяется.

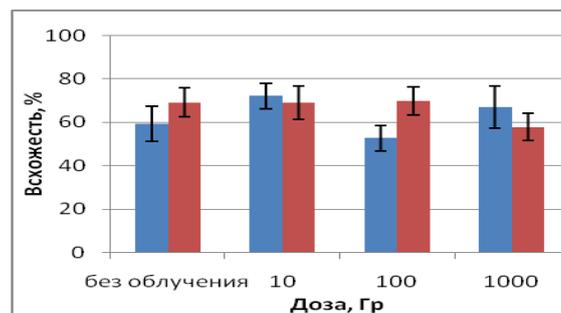


Рис. 2. Зависимость всхожести семян клевера, пророщенных на радиоактивно загрязнённом и контрольном почвенных субстратах, от дозы предпосевного облучения

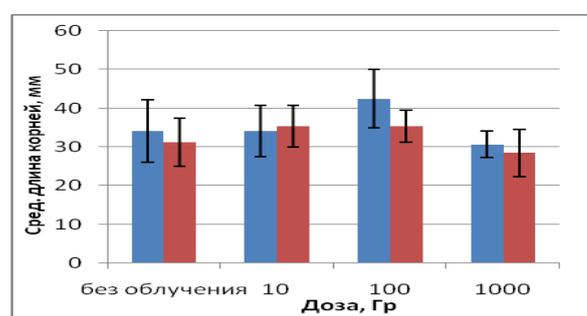


Рис. 3. Зависимость длины корней проростков клевера, выращенных на радиоактивно загрязнённом и контрольном почвенных субстратах, от дозы предпосевного облучения

Таким образом, обнаружены характерные морфологические изменения проростков, выявлена схожая тенденция в динамике роста клевера без облучения и после облучения. Но на загрязнённой радионуклидами почве ростовые процессы идут медленнее. Следовательно, перед высеванием предварительно облученных в малых дозах семян на радиоактивно загрязненных территориях необходимо, оценивать уровень активность изотопов в почве. Исходя из сравнения длины ростка, длины корней, количества листьев, балла состояния листьев, показано, что стимулирующая доза для развития растений находится в диапазоне 10–100 Гр, а облучение семян клевера в дозе 1000 Гр вызывает явное замедление роста проростков. Для более точного выяснения стимулирующей дозы необходима работа с более широким диапазоном доз.

#### Литература

Белолипецкая В. И., Латынова Н. Е., Полякова Л. П. Лабораторный и полевой практикумы по почвоведению. Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2010. 56 с.

Козьмин Г. В., Зейналов А. А., Коржавый А. П., Тихонов В. Н., Цыгвинцев П. Н. Применение ионизирующих и неионизирующих излучений в агробиотехнологиях / Под общ. ред. Г. В. Козьмина. Обнинск: ВНИИСХРАЭ, 2013. 191 с.

### ХАРАКТЕРИСТИКА СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ЛИСТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

*Т. А. Пристова*

*Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, pristova@ib.komisc.ru*

Снег в условиях Севера является важным и довольно информативным объектом мониторинга в связи длительным (6–8 мес.) накоплением атмосферных осадков (Кондратенок и др., 1995). Существует важное взаимодействие между снегом и растительностью. Древесная растительность удерживает больше снега и в период таяния увеличивает количество продуктивной влаги (Кузьмин, 1957; Vajda et al., 2006). В результате вырубки леса основные показатели снежного покрова изменяются: в первые годы после вырубки снежный покров практически схож с открытыми безлесными участками. Затем по мере формирования лиственного насаждения основные физические характеристики снежного покрова изменяются. В результате происходит существенное влияние на поверхностный сток, что в конечном итоге приводит к обмелению рек, так как хвойные леса обладают наиболее оптимальными водорегулирующими функциями, по сравнению с мелколиственными (Кузьмин, 1957; Комментарий, 2008).

Цель работы состояла в изучении основных физических характеристик снежного покрова на различных стадиях формирования лиственного насаждения после рубки ельника и сравнение их с безлесными территориями.

Исследования проводились в Княжпогостском районе Республики Коми (62°19' с.ш. 50°55' в.д.) в зимние периоды 2005–2013 гг. Изучение характеристик снежного покрова проводились в березово-еловом молодняке, осиново-березовом насаждении и на открытом месте (поляне). Отбор проб проводился в соответствии с действующими методиками выполнения измерений и ГОСТ

17.1.5.05-85. Измерения проводились в основном в III декаде марта – I декаде апреля, в период максимального накопления снежного покрова для данного района. В ходе исследований было проведено 387 замеров высоты снежного покрова, в том числе 285 – в лесу, 102 – на открытом месте. Пробы снега взвешивались на лабораторных весах с точностью 0,01 г. Полученные данные использовались для расчетов плотности снега (P) и влагозапаса (S) в снежном покрове.

Высота снежного покрова в пределах березово-елового молодняка за годы исследований варьировала от 48 до 98 см, в осиново-березовом от 48 до 100 см, на открытом месте – от 57 до 86 см. В лесу высота снежного покрова более вариабельна, чем на открытом месте (поляне). В зависимости от возраста и состава насаждения, характера древесного полога, вида древесного растения высота снежного покрова варьирует. Выявлено, что в пределах исследуемых лесных участков под кронами ели толщина снежного покрова меньше, чем под кронами березы, осины и в межкроновых пространствах. В определенной степени это связано с более высокой плотностью снега под кронами ели. Так, плотность снега в березово-еловом молодняке под кронами ели составляла 0,21 г/см<sup>3</sup>, под кронами березы – 0,18, в осиново-березовом насаждении – 0,20 и 0,15 г/см<sup>3</sup> соответственно. По сравнению со снежным покровом, под кронами деревьев плотность снега в этот же период в межкроновых пространствах и поле была относительно однородна и составляла около 0,15 г/см<sup>3</sup>. Это связано с влиянием древесных пород, особенно хвойных на распределение снежного покрова и его уплотнением в лесу, по сравнению с открытым местом (Кузьмин, 1957; Vajda et al., 2006).

За весь период исследований, в зависимости от года и места замеров снега, запасы влаги в снежном покрове изменялись от 74,51±11,96 мм (2009 г.) до 194,7±8,73 мм (2011 г.) при средних многолетних значениях от 150 мм до 160 мм. Среднее значение влагозапаса снежного покрова на лесных участках, как правило, выше, чем на открытых.

Основные показатели, характеризующие снежный покров, во многом определяются метеорологическими условиями года в зимний период. Наименьшие значения высоты снежного покрова приходятся на зимний период 2006-2007 гг. Однако, этот период характеризуется относительно высоким влагозапасом и значением плотности снежного покрова. Максимальная высота снежного покрова наблюдалась в зимний период 2009–2010 гг.

Исследованиями, проведенными в зимний период 2005–2013 гг., установлено влияние лиственных насаждений на основные параметры снежного покрова, которые определяются видом и возрастом древесного растения. Снежный покров лиственных насаждений отличается от открытого места более высокой плотностью и влагозапасом.

#### Литература

ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков». М., 1986. Государственный комитет СССР по стандартам.

Комментарий к Лесному кодексу РФ (постатейный) / С. А. Боголюбов, М. И. Васильева, Ю. Г. Жариков и др. М.: Изд-во «Проспект», 2008. 400 с.

Кондратенок Б. М., Лукша В. Г., Тентюков М. П., Политова Н. К., Колегова Н. А., Штанг М. И., Смолев Е. В. Эколого-химический мониторинг урбанизированных территорий на Севере (на примере г. Сыктывкара). Научные доклады Коми научного центра УрО РАН. Вып. 354. Сыктывкар, 1995. 24 с.

Кузьмин П. П. Физические свойства снежного покрова. Л.: Гидрометеиздат. 1957. 179 с.

## **СОСТАВ И ЧИСЛЕННОСТЬ ПОЧВЕННОЙ ФАУНЫ В РАЙОНЕ С ПОВЫШЕННЫМ УРОВНЕМ ЕСТЕСТВЕННОЙ РАДИОАКТИВНОСТИ (РЕСПУБЛИКА КОМИ, пос. ВОДНЫЙ)**

*А. А. Колесникова, А. А. Таскаева, Т. Н. Конакова, А. А. Кудрин*  
*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, kolesnikova@ib.komisc.ru*

Радиационное воздействие признано одним из самых опасных для жизнедеятельности человека и остальной биоты антропогенных нарушений среды (Криволицкий и др., 1988). Изучение почвенной фауны проводили в окрестностях пос. Водный (Республика Коми) на территории с антропогенно повышенным содержанием в почве радионуклидов земного происхождения. Здесь в 30–50 годы прошлого века функционировало предприятие по добыче радия сначала из высокоминерализованных пластовых вод, а затем из привозных отходов урановой промышленности. Естественный растительный покров исследуемых участков был полностью уничтожен в результате производственной деятельности радиохимических заводов, либо последующей дезактивации территории песчано-гравийной смесью. Восстановление растительности происходило в течение 60 лет в результате самопроизвольного зарастания территории характерными для таежной зоны видами (Евсеева и др., 2012).

*Характеристика исследуемых участков.* В сосновых насаждениях, расположенных на второй надпойменной террасе (участок 1) и ее склоне (участок 2) почвы подзолистые, техногенно измененные, содержат высокие концентрации сульфатов, тяжелых металлов и радионуклидов земного происхождения. Удельная активность  $^{226}\text{Ra}$  в почвах сосновых насаждений 1 и 2 составляет 13–20 кБк/кг, а мощность взвешенной поглощенной дозы равняется 160–200 и 230–290 мкГр/ч на участках 1 и 2, соответственно.

Луговые участки расположены на второй надпойменной террасе (участок 5), ее склоне (участок 6) и первой надпойменной террасе (участок 7). К настоящему времени на возвышенной части рельефа сформировались сообщества злаково-разнотравной, а на заболоченной первой надпойменной террасе – осоково-разнотравной ассоциаций. Удельная активность  $^{226}\text{Ra}$  в почвах луговых участков 5–7 составляет 1,6–7 кБк/кг, а дозовые нагрузки равняются 20–25, 60–75 и 80–100 мкГр/ч на участках 5, 6 и 7, соответственно.

Контрольные участки расположены в сходных с радиоактивно загрязненными площадками эдафотопических условиях и близки к ним по флористическому составу и экологическим условиям. Контрольные участки 3 и 4 представлены сосняками зеленомошными, расположенными на второй надпоймен-

ной террасе р. Ухта и ее склоне соответственно. Почвы этих участков подзолистые.

Контрольные участки 8, 9, 10 представлены лугами, расположенными на второй надпойменной террасе, склоне и первой надпойменной террасе правого берега р. Ухта вблизи устья р. Яреги. На участках 8 и 9 дерново-подзолистые почвы, а на участке 10 дерново-луговая почва. Средняя мощность дозы  $\gamma$ -излучения в воздухе для контрольных участков  $0,12 \pm 0,03$  мкЗв/ч, что является типичным значением для данного региона. Удельная активность  $^{226}\text{Ra}$  в почве незагрязненных радионуклидами участков 13–30 Бк/кг почвы. Содержание основных химических элементов в почве контрольных участков не превышает региональных фоновых значений (Евсеева и др., 2012).

*Методика.* Отбор почвенных проб на нематод и микроартропод проводили случайным образом пробоотборником площадью  $5 \times 5$  см<sup>2</sup> на глубину 5 см, на мезофауну –  $25 \times 25$  см<sup>2</sup> на глубину 10 см в 8-кратной повторности на каждом участке. Всего было отобрано по 80 почвенных образцов для последующей выгонки нематод, микроартропод и крупных беспозвоночных. В лабораторных условиях осуществляли экстракцию всех почвенных беспозвоночных, проводили их подсчет при помощи бинокуляра МБС-10. Статистическую обработку результатов (описательная статистика) проводили в программе Excel.

*Состав и численность почвенной фауны в сосновых насаждениях.* Для нематод отмечены крайне низкие значения численности на экспериментальных участках, по сравнению с фоновыми участками (табл. 1). Но количество отмеченных родов (21 и 15) на участках 1 и 2 с повышенным радиационным фоном было даже несколько выше, чем на фоновых участках 3 и 4 (17 и 15 родов). В качестве доминантов на импактных участках выступали рода *Tylencholaimus*, *Tripyla*, *Prionchulus*, *Mesodorylaimus*, *Eudorylaimus*, *Plectus*, *Rhabditis*; на фоновых – рода *Tylencholaimus*, *Tripyla*, *Prionchulus*, *Eudorylaimus*, *Plectus*.

Численность микроартропод была в несколько раз ниже на экспериментальных участках, чем на контрольных (табл. 1). Среди коллембол абсолютным доминантом на загрязненных участках был вид *Protaphorura boedvarsoni*, а на контрольных участках – *Isotomiella minor* и *Folsomia quadrioculata*. Общая численность мезофауны также снижалась на загрязненных участках 1 и 2 (табл. 1). Именно эта тенденция сохранялась для личинок щелкунов и двукрылых, но повышение общей численности мезофауны в сосняках 1 и 2 происходило за счет трипсов. На загрязненных участках доминировали дождевые черви *Lumbricus rubellus* и *Eisenia nordenskjoldi*, а также щелкун *Selatosomus sp.* Последний представитель входил в число доминантов вместе с многоножкой *Lithobius curtipes* в контрольных сосняках 3 и 4.

*Состав и численность почвенной фауны на лугах.* Нематоды обследованных лугов представлены 19–33 родами из 18 семейств. Численность этой группы беспозвоночных на загрязненных участках составила от  $186 \pm 63$  экз./100 см<sup>3</sup> до  $243 \pm 80$  экз./100 см<sup>3</sup>. Численность нематод на фоновых участках была в 3–5 раз выше (табл. 2). В качестве доминантов на импактных участках выступали рода *Diphtherophora*, *Aphelenchus*, *Clarcus*, *Mylonchulus*, *Enchodelus*, *Eudorylaimus*, *Anaplectus*, *Cephalobus*, *Acrobeloides*, *Tylenchorhynchus*,

*Helicotylenchus*; на фоновых – *Filenchus*, *Mylonchulus*, *Mesodorylaimus*, *Enchodelus*, *Eudorylaimus*, *Dorylaimoides*, *Aporcelaimellus*, *Acrobeloide*, *Rhabditis*, *Mesorhabditis*, *Pratylenchoides*, *Tylenchorhynchus*, *Paratylenchus*, *Helicotylenchus*. Основу населения микроартропод на загрязненных участках составляли Oribatei, на фоновых участках все группы микроартропод были распределены равномерно (табл. 2). На загрязненных лугах отмечено 17, на фоновых участках – 15 видов коллембол. На всех лугах доминирующим видом являлся *Parisotoma notabilis*, доля которого на загрязненных участках варьировала от 21 до 52%, а на фоновых – от 18 до 32%. На участках 5–7 высокого уровня обилия достигали виды *Folsomia bisetosa*, *Protaphorura bicampata*, *Isotomiella minor*, на фоновых участках – *Isotomiella minor*, *Friesea mirabilis*, *Folsomia rossica*, *Mesaphorura krausbaueri*. Крупные беспозвоночные на загрязненных участках были представлены 8–12 таксонами, а на фоновых участках – 10–13. Таксономический состав мезофауны загрязненных и фоновых участков практически не различался, но на лугах 5 и 6 высокого относительного обилия достигали трипсы (45 и 85%), на лугу 7 – личинки двукрылых (25%), а на фоновых участках 8–10 доминировали дождевые черви (45–60%). Общая численность мезофауны была выше на загрязненных участках, но такие результаты объясняются высокой численностью трипсов. Общая численность мезофауны на фоновых лугах была одинакова (табл. 2). На загрязненных лугах 5–7 доминировали *Geophilus linearis* и *Selatosomus sp.*, на контрольных лугах 8–10 – *Lumbricus rubellus*, *Eisenia nordenskjoldi*, *Allobophora caliginosa*.

Таблица 1

**Состав и численность почвенных беспозвоночных в сосновых насаждениях**

Группа животных	Экспериментальные		Контрольные	
	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4
Nematoda (экз./100 см <sup>3</sup> )	44,0±10,0	71,0±18,0	457,0±150,0	272,0±57,0
Oribatida (тыс. экз./ м <sup>2</sup> )	14,3±2,7	10,4±1,8	122,5±11,7	45,4±11,0
Mezostigmata (тыс. экз./ м <sup>2</sup> )	1,0±0,3	1,6±0,9	10,9±1,5	11,1±1,8
Collembola (тыс. экз./ м <sup>2</sup> )	4,6±2,6	4,6±1,3	28,4±6,1	20,5±2,4
Мезофауна (экз./ м <sup>2</sup> ), в т.ч.	242,0±51,8	198,0±33,1	516,0±63,5	312,0±41,0
Mollusca	2,0±1,6	–	2,3±2,3	4,0±2,6
Lumbricidae	–	22,0±6,5	–	4,0±2,6
Aranei	–	4,0±2,1	13,7±4,2	56,0±16,0
Lithobiidae	–	4,0±2,1	32,0±11,0	10,0±5,2
Carabidae, larvae	–	5,2±1,6	–	–
Staphylinidae, imago	18,0±4,4	12,0±3,5	2,3±2,3	6,0±4,2
Cantharidae, larvae	16,0±6,7	22,8±9,3	157,7±33,1	54,0±9,5
Elateridae, larvae	30,0±15,5	22,0±5,6	91,4±19,0	68,0±17,6
Coleoptera др.	2,0±1,6	4,0±2,6	–	4,0±2,6
Diptera	24,0±11,7	26,0±11,6	84,3±16,0	104,0±36,7
Coccidae	–	–	205,0±52,4	–
Thysanoptera	150,0±40,9	76,0±24,6	–	2,0±2,0

## Состав и численность почвенных беспозвоночных на лугах

Группа животных	Экспериментальные			Контрольные		
	Участок 5	Участок 6	Участок 7	Участок 8	Участок 9	Участок 10
Nematoda (экз./100 см <sup>3</sup> )	282,0±74,0	232,0±79,0	356±98,0	212±43,0	193±42,0	513±112
Oribatida (тыс. экз./ м <sup>2</sup> )	17,7±7,5	11,4±3,9	10,5±3,9	2,8±0,7	8,5±1,7	4,6±1,3
Mezostigmata (тыс. экз./ м <sup>2</sup> )	2,2±0,5	2,3±0,7	2,8±0,6	4,8±1,2	3,6±0,6	4,3±1,0
Collembola (тыс. экз./ м <sup>2</sup> )	1,6±0,5	5,1±0,7	6,1±1,1	11,5±1,9	6,7±1,5	6,5±1,9
Мезофауна (экз./ м <sup>2</sup> ), в т.ч.	676,8±100,2	236,8±36,5	83,2±12,8	298±40,8	234±50,2	244±60,4
Mollusca	–	4,8±1,6	–	14,0±3,2	6,0±1,6	6,0±1,6
Lumbricidae	6,4±1,6	3,2±1,6	3,2±1,6	178,0±30,2	106,0±22,4	110,0±18,6
Aranei	–	8,0±1,6	3,2±1,6	2,0±1,6	4,0±1,6	2,0±1,6
Lithobiidae	–	–	–	–	16,0±3,2	–
Geophilidae	12,8±3,2	4,8±1,6	–	–	12,0±3,2	–
Carabidae, larvae	–	4,8±1,6	3,2±1,6	22,0±5,4	4,0±1,6	6,0±1,6
Staphylinidae, imago	3,2±1,6	12,8±3,2	8,0±1,6	16,0±3,2	10,0±3,2	26,0±4,8
Cantharidae, larvae	14,4±3,2	11,2±3,2	–	12,0±3,2	6,0±1,6	8,0±1,6
Elateridae, larvae	8,0±1,6	38,4±6,8	11,2±3,2	2,0±1,6	14,0±3,2	22,0±4,8
Coleoptera, др.	1,6±1,6	3,2±1,6	–	–	8,0±1,6	16,0±3,2
Diptera	30,4±6,4	32,0±6,4	20,8±6,4	44,0±7,2	36,0±4,8	22,0±4,8
Coccidae	11,2±3,2	9,6±3,2	25,6±4,8	6,0±1,6	8,0±1,6	24,0±4,8
Thysanoptera	587,2±84,2	104,0±18,4	8,0±1,6	2,0±1,6	4,0±1,6	2,0±1,6

В результате проведенных исследований установлено заметное угнетение почвенной фауны на экспериментальных участках. Это прослеживается в достоверном падении численности и общей заселенности почв беспозвоночными на участках с повышенным содержанием в почвах радия, в изменениях таксономического состава и структуры почвенной фауны.

Исследования проведены при поддержке гранта Правительства Республики Коми и РФФИ (13-04-98847).

## Литература

Криволуцкий Д. А., Тихомиров Ф. А., Федоров Е. А., Покаржевский А. Д., Таскаев А. И. Действие ионизирующей радиации на биогеоценоз. М.: Наука, 1988. 240 с.

Евсеева Т. И., Белых Е. С., Майстренко Т. А. и др. Латеральное распределение радионуклидов уранового и ториевого рядов в антропогенно измененных почвах на территории складирования отходов радиевого производства // Радиационная биология. Радиоэкология. 2012. Т. 52. № 1. С. 103–112.

## МЕХАНИЗМЫ ФОТОГЕНОТОКСИЧНОСТИ ГИПЕРИЦИНА, ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ У ДРОЗОФИЛЫ МЕТОДОМ «ДНК-КОМЕТ», В ТЕСТИРОВАНИИ *IN VIVO*

Е. А. Юшкова<sup>1,2</sup>, В. Г. Зайнуллин<sup>1</sup>, В. В. Пунегов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,

<sup>2</sup> Сыктывкарский государственный университет,  
ushkova@ib.komisc.ru

В настоящее время возникла необходимость постоянного анализа биологической эффективности химических препаратов и пересмотр методов оценки их токсичности. Установлено, что многие типы веществ могут вызывать фототоксический эффект. Их общее свойство – это способность поглощать световую энергию в диапазоне солнечного излучения (Spikes, 1989).

В прогнозировании токсичности химических веществ используют ряд тестов (жидкостная и газовая хромография, масс-спектрометрия, капиллярный электрофорез, In vitro 3T3 NRU тест и др.), оценивающих образование индуцированных повреждений ДНК. Однако, они имеют ряд ограничений и недостатков (Сорочинская, Михайленко, 2008; Spielmann et al., 1998). На сегодняшний день в экотоксикологических исследованиях широко применяется метод «ДНК-комет», который оказался более высокочувствительным биологическим тестом оценки ДНК-разрывов, вызванных различными агентами окружающей среды. Преимущество данного метода заключается в том, что он позволяет определить «первичные» повреждения ДНК, а также исследовать изменение активности клеточных систем, их восстановления, включая репарационную и антиоксидантную системы (Bilbao et al., 2002). Эти характеристики метода, как мы считаем, являются важными в исследованиях генотоксичности не только физических, но и химических факторов, в частности, веществ, эффективность которых повышается из-за их фотосенсибилизации. Известно, что таким свойством обладают современные препараты, содержащие гиперин – нафтодиантроновый пигмент зверобоя (сем. *Hypericaceae* Juss.), и оказывающие антидепрессантное, антимикробное действие, а также используемые в противоопухолевой терапии (Saddiqe et al., 2010). Основной причиной повышенной токсичности таких препаратов является нестабильность попадающего в организм гиперина вследствие возбуждения его под действием УФ-излучения, что приводит к дополнительной индукции активных форм кислорода, активно разрушающих генетический материал клеток.

В настоящем сообщении представлены результаты оценки механизмов фотогенотоксичности гиперина, определяемые у дрозофилы методом «ДНК-комет», в тестировании *in vivo*.

Экспериментальным материалом служили клетки нервных ганглиев дрозофил, имеющих нарушения в антиоксидантной системе защиты (по Cu/ZnSod, MnSod изоферментам). Питательную сахаро-агаровую дрожжевую среду обрабатывали экспериментальным образцом гиперина разной концентрации (1, 10, 20 и 100 мкМ), на которую помещали родительские формы исследуемых

линий дрозофилы для получения кладок. При этом одну часть особей содержали в стандартных условиях освещения (при периодичности 12:12 ч), две другие части особей развивались при круглосуточном воздействии света (24 ч) и в темноте (0 ч), соответственно. Интенсивность от лампы дневного света, измеряемая прибором «Lux light meter» DVM 1300 (Velleman, China), составила 70 лк. Новый экспериментальный образец гиперидина, выделенный из наземной массы зверобоя продырявленного (*Hipericum perforatum* L.), был модифицирован в гидрофильную форму путем иммобилизации его на наночастицах неорганической матрицы в Институте химии Коми НЦ УрО РАН.

Оценку фототоксичности тестируемого препарата проводили по методу «ДНК-комет» в нейтральных условиях электрофореза в некоторой модификации (Bilbao et al., 2002; Зайнуллин и др., 2010). Степень фрагментации ДНК оценивали по показателю момент «хвоста кометы» по П.Л. Оливе (ОТМ, Olive tail moment), равный произведению процентного содержания ДНК в «хвосте» на расстояние между центром ядра и центром флуоресцирующего «хвоста кометы» в условных единицах (Olive et al., 1992). Эксперимент проводили в пяти повторностях, всего было просчитано 500 клеток на вариант. Статистический анализ результатов проводили по t-критерию Стьюдента.

Получены данные (рис.), свидетельствующие о высокой вариабельности гиперидин-индуцированных повреждений ДНК, обусловленной генотипом дрозофилы и дозой вещества. В стандартных условиях освещения (12:12 ч) клетки особей дикого типа *Canton-S* оказались наименее чувствительными к воздействию препарата по сравнению с *Sod*-мутантами. Для особей дикого типа в таких условиях фотопериодичности действие гиперидина в минимальной концентрации (1 мкМ) оказало существенное снижение частоты ДНК-повреждений. Из этого следует, что в ведение в диету животных физиологически значимых доз гиперидина приводит к снижению цитогенетического эффекта, вероятно, в результате индукции процессов восстановления.

Отметим, что при стандартном режиме освещения для особей (линия *Sod2<sup>Delta02</sup>/+*) с дефектами по гену митохондриальной супероксиддисмутазы (MnSod) с повышением концентрации гиперидина фототоксичность падала, в то время как в условиях круглосуточного освещения, наоборот, частота повреждений ДНК возрастала. Более того, для дрозофил данного генотипа наименьший, относительно варианта без обработки гиперидином, выход ДНК-разрывов наблюдали при темновой активации препарата в интервале концентраций 1–20 мкМ. Для линии дикого типа эффективность гиперидина практически не зависела от условий освещения, и она повышалась только при добавлении в диету животных препарата в концентрациях выше 100 мкМ и только при круглосуточном воздействии света. Подобная тенденция обнаружена и для мутантов (линия *Sod<sup>n1</sup>/+*), характеризующихся значительным снижением активности гена цитоплазматической супероксиддисмутазы (Cu/ZnSod), у которых, в отличие от особей нормального фенотипа, выраженный фототоксический эффект проявляется уже при действии гиперидина в дозах 10–20 мкМ.

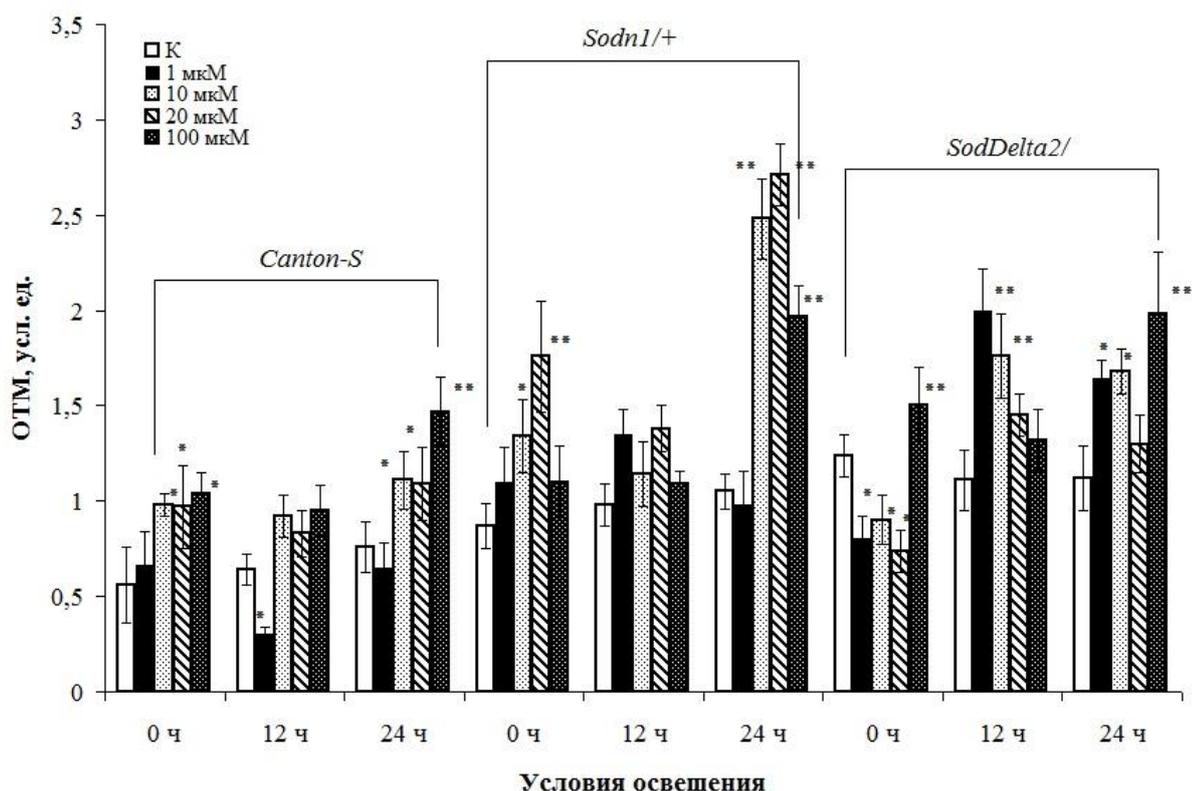


Рис. Уровень повреждений ДНК в нейробластах дрозофилы в контроле и после воздействия гиперидина в разных условиях освещения.

Примечание: \*  $p < 0,01$ , \*\*  $p < 0,001$  по сравнению с контролем (К)

Таким образом, в ходе проведенного исследования обнаружены принципиально новые особенности действия экспериментального образца гиперидина и механизмы, обуславливающие его фототоксический эффект. Наряду с цитогенетическим эффектом, гиперидин в зависимости от концентрации обладает антиоксидантной активностью у животных с генетически детерминированным снижением антиоксидантной защиты. При этом его антиоксидантное действие проявляется преимущественно через механизм активации митохондриальной супероксиддисмутазы (MnSod). В стандартных условиях освещения (12:12 ч) у особей нормального генотипа добавление в диету 1 мкМ раствора гиперидина приводит к снижению количества клеток с поврежденной ДНК. Максимальная генотоксичность препарата выявлена для клеток *Sod*-мутантов при его световой активации.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН, проект №12-П-34-2009.

### Литература

Зайнуллин В. Г., Юшкова Е. А., Гурьев Д. В. Радиационно-индуцированное изменение уровня двуцепочечных разрывов ДНК в нейробластах личинок и частоты летальных мутаций в половых клетках самцов *Drosophila melanogaster* // Радиационная биология. Радиоэкология. 2010. Т. 50. № 5. С. 523–527.

Сорочинская У. Б., Михайленко В. М. Применение метода ДНК-комет для оценки повреждений ДНК, вызванных различными агентами окружающей среды // Онкология. 2008. Т. 10. № 3. С. 303–309.

Bilbao C., Ferreiro J. A., Comendador M. A., Sierra L. M. Influence of *mus201* and *mus308* mutations of *Drosophila melanogaster* on the genotoxicity of model chemicals in somatic cells *in vivo* measured with the Comet assay // *Mutat. Res.* 2002. V. 503. № 1. P. 11–19.

Olive P. L., Wlodek D., Durand R. E., Banath J. P. Factors influence DNA migration from individual cells subjected to gel electrophoresis // *Exp. Cell. Res.* 1992. V. 198. P. 259–260.

Saddiqe Z., Naeem I., Maimoona A. A review of the antibacterial activity of *Hipericum perforatum* L. // *J. Ethnopharmacol.* 2010. V. 131. № 3. P. 511–521.

Spielmann H., Balls M., Dupuis J., Pape W. J. W., De Silva O., Holzhütter H. G., Gerberick F., Liebsch M., Lovell W. W., Pfannenbecker U. A study on UV filter chemicals from Annex VII of the European Union Directive 76/768/EEC in the *in vitro* 3T3 NRU phototoxicity test // *ATLA* 26. 1998. P. 679–708.

Spikes J. D. (1989). Photosensitization. In «The science of Photobiology» / Ed. K.C. Smith: Plenum Press, New York, 1989. P. 79–110.

## ИЗМЕНЕНИЯ В АГРАРНОМ ЛАНДШАФТЕ И ВОЛНЫ ЖИЗНИ НАСЕКОМЫХ

**Г. И. Юферев**

Государственный природный заповедник «Нургуш»,  
*nurgush@zapovednik.kirov.ru*

В инструкциях для фенологических наблюдений есть фенодата: «Луга пожелтели от лютика едкого». В наши дни гораздо более яркое пожелтение лугов бывает в период цветения одуванчика. Лет 25–30 назад этого не было. Причина в том, что до перестройки все не заболоченные земли использовались под пашню. Сенокосные луга и пастбища оставались на переувлажненных почвах, где одуванчик не растет.

Всякие изменения в ландшафте естественно отражаются на размножении животных, обитающих на данной территории. Приведем несколько характерных примеров из наблюдений в Кировской области за волнами жизни насекомых.

В 2002 г. впервые в области были пойманы особи степного вида роющей осы *Stizus perrisii* Duf. В соседнем Татарстане этот вид впервые был отмечен в 1987 году (Кадастр..., 2004). Как сенсационная находка этот вид указан для Нижегородской области (Мокроусов, 2000). В Свечинском районе осы встречались в окрестностях бывшей д. Санники. Возле нее находится сухая песчаная пустошь, где в предшествующем находке году наблюдалось массовое размножение кобылок, которыми оса выкармливает личинок. Оса встречалась и в 2003 г. В последний раз гнездование этой осы было обнаружено на небольшой поляне в сосновом бору, где кобылки обитали в незначительном количестве. Объяснить такой парадокс можно лишь тем, что активность вида весной начинается примерно в те же сроки, что и в степях. В зоне тайги ночи в мае бывают очень холодными, особенно в полях. В лесу же, суточные колебания температуры умереннее. В последующие годы оса в Кировской области не встречалась. Следовательно, здесь имеет место пульсация ареала (по Гептнеру, 1936).

В 2011 г. в районах Кировской области было отмечено массовое появление кузнечика-пластинокрыла (Юферев, 2011). Этот лесостепной вид обитает

на лесных опушках и в кустарниках. Благоприятные условия для расселения его к северу создались при зарастании пустошей деревьями и кустарником. Обычен этот кузнечик был и летом 2013 г., так что наблюдается расширение его ареала.

Летом 2012 г. в Вятско-Полянском районе автор наблюдал массовый лет бабочек дриад (*Minois dryas* Scop.). За экскурсию можно было наловить не один десяток особей. В литературе этот вид был отмечен как редкий для южных районов области (Чарушина, Шернин, 1974). Появление его в массе, скорее всего, связано с запуском части пашни под пустоши, что создает благоприятные условия для питания гусеницы. Необходимы наблюдения в последующие годы.

В последние два года в Свечинском районе, а также в южной половине области стал обычным шмель смешивающийся (*Bombus confusus* Schenck). В литературе (для Кировской области) этот вид прежде не отмечался. Гнездится он наземно, так что его гнезда повреждались при сенокосе и пастьбе скота. Появление больших площадей, не используемых под выпас пустошей, оказало благоприятное влияние на его размножение.

В случаях с кузнечиком-пластинокрылом и шмелем смешивающимся распространение вида связано с изменением географической среды (Городков, 1990).

Выше приведенные примеры касаются только крупных, хорошо заметных насекомых. Несомненно, многие виды мелких насекомых также получили возможность для массового размножения в новом ландшафте. Но для выявления их нужен ежегодный учет на постоянных пробных площадях. Пока этого нет, полезны хотя бы наблюдения за хорошо узнаваемыми видами. Нужны лишь постоянные поездки энтомолога по районам области.

#### Литература

- Гептнер В. Г. Общая зоогеография. М.-Л.: Биомедгиз, 1936. 548 с.
- Городков К. Б. Динамика ареала. Общий подход // Энтомологическое обозрение. Т. LXIX, Вып. 2, 1990. С. 287–306.
- Кадастр полезных насекомых Республики Татарстан. Казань, 2004. 234 с.
- Мокроусов М. В. Фауна роющих ос (Hymenoptera, Sphecidae) Нижегородской области // Чтения памяти профессора В.В. Станчинского. Смоленск, 2000. С. 29–32.
- Чарушина А. Н., Шернин А. И. Отряд Чешуекрылые // Животный мир Кировской области. Вып. II. Киров, 1974. С. 351–477.
- Юферев Г. И. Нашествие кузнечика-пластинокрыла в Кировской области // Биологический мониторинг природно-техногенных систем: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. уч. в 2 частях. Ч. 1. Киров: ООО «Лобань», 2011. С. 81.

# ИНДУКЦИЯ ДВУНИТЕВЫХ РАЗРЫВОВ ДНК В КЛЕТКАХ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПОЛЕВОК, ОБИТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОГО УРОВНЯ РАДИОАКТИВНОСТИ И ИХ ПОТОМКОВ

*О. В. Раскоша, О. В. Ермакова*

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, raskosha@ib.komisc.ru*

В радиобиологической литературе считается, что среди повреждений ДНК, вызываемых ионизирующей радиацией, наиболее существенными для дальнейшей судьбы клетки являются двунитевые разрывы ДНК (ДР ДНК). Закономерности индукции и репарации ДР ДНК хорошо изучены в эксперименте при воздействии ионизирующей радиации в острых дозах, однако в реальных условиях живые организмы находятся под воздействием хронического низкоинтенсивного ионизирующего излучения, тем не менее, работ, посвященных этому вопросу, крайне мало. В связи с этим, целью настоящего исследования было изучение изменений количества ДР ДНК в клетках щитовидной железы (ЩЖ) полевок, обитающих на территориях с нормальным и повышенным уровнем радиоактивности, а так же выявление нарушений у потомков этих животных.

Отлов полевок-экономок проводили на участках-стационарах с нормальным (контрольный) и повышенным (опытный) содержанием тяжелых естественных радионуклидов (подзона средней тайги, Ухтинский район Республики Коми). В поверхностных слоях почвы опытного участка содержание  $^{226}\text{Ra}$  составляло  $6,6 \times 10^{-11}$ ;  $^{232}\text{Th}$  –  $2,6 \times 10^{-5}$  г/г прокаленной навески (на контрольном участке  $^{226}\text{Ra}$  составляло  $8 \times 10^{-13}$ ;  $^{232}\text{Th}$  –  $6 \times 10^{-6}$  г/г прокаленной навески). Средняя мощность дозы от внешнего воздействия  $\gamma$ -излучения на исследуемых территориях варьировала на опытном участке от 50 до 2000 мкР/ч, в контроле – 10–15 мкР/ч. Удельная активность изотопов радия, урана и тория в организме полевок составляла в среднем на опытном участке  $5,5 \times 10^{-11}$ ,  $11,2 \times 10^{-9}$  и  $3,7 \times 10^{-8}$  г/г живой массы и превышала контроль в 10 раз (Маслов, 1973). Полевки с контрольного и опытного участков были доставлены в питомник экспериментальных животных, где от них было получено потомство – F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> и F<sub>3</sub>, которое содержали в одинаковых стандартных условиях при нормальном радиационном фоне (10–15 мкР/ч).

С появлением метода гелеэлектрофореза индивидуальных клеток (Single cell gel electrophoresis или Comet assay, в отечественной литературе – метод «комета тест» или метод «ДНК-комет») стало возможным исследовать повреждения ДНК в индивидуальных клетках, определяя их количественно и выявлять, таким образом, разнородность ответа клеток на генотоксическое воздействие (Сирота и др., 2010). Поскольку для анализа образца методом ДНК-комет необходимо наличие всего нескольких тысяч клеток, то в случаях, когда количество клеток является лимитирующим фактором, рассмотренный метод может быть оптимальным для детекции повреждений ДНК (Сорочинская и др., 2008).

Изучение ДР ДНК мы проводили на клетках ЩЖ с помощью нейтральной версии метода ДНК-комет (Olive, 1999). Первоначально кусочки ЩЖ под-

вергали ферментативной обработке в коллагеназе (Collagenase type IA, Sigma, USA) с дальнейшим промыванием в холодном растворе фосфатно-солевого буфера. Полученные после лизиса и электрофореза слайды окрашивали флуоресцентным красителем (акридиновый оранжевый) и оценивали повреждения ДНК путем анализа изображений «комет» на флуорисцентном микроскопе (Axio Scope. A1) с помощью видеосистемы на основе цифровой камеры AxioCam программой «CometScore 1.5» (TriTek Corp, США)», при этом обрабатывали не менее 50 «комет» на слайде для одного животного. Количество повреждений ДНК, определяемых этим методом, прямо пропорционально количеству мигрировавшей из ядерной области ДНК и расстоянию ее миграции при проведении электрофореза ДНК иммобилизованных в агарозу и лизированных единичных клеток. Использовали интегральный показатель повреждений – момент хвоста, который учитывает и количество и размеры мигрировавших в хвост фрагментов (Olive, Vanath, 1993).

Результаты изучения поврежденности ДНК в клетках щитовидной железы полевок из природных популяций показали, что у животных, обитающих на территории с повышенным радиационным фоном уровень индукции ДР ДНК был таким же как у полевок с контрольного участка, тогда как потомки от этих животных различались по степени фрагментации ДНК. У потомков F<sub>1</sub>, рожденных от облученных животных отмечается достоверное повышение ДР ДНК, по сравнению с потомками необлученных животных (21,3 – опыт; 12,6 – контроль). В F<sub>2</sub> у полевок опытной группы степень фрагментации ДНК в тироцитах статистически значимо от нормы не отличалась. В F<sub>3</sub> у потомков облученных животных в отличие от F<sub>3</sub> контрольной группы отмечали понижение поврежденности ДНК (опыт – 6,7; контроль – 14,4).

Таким образом, сравнительный анализ данных, полученных после изучения изолированных клеток ЩЖ методом «ДНК комет» у животных с контрольного и радиоактивного участков, а также их потомков, прослеженных до третьего поколения, показал, что обитание животных в условиях хронического воздействия ионизирующей радиации может приводить к изменению степени фрагментации ДНК у потомков облученных животных, развивающихся в условиях нормального уровня радиационного фона. Исходя из полученных результатов, мы считаем, что метод может применяться при исследовании действия генотоксических агентов окружающей среды, когда низкие дозы сочетаются с большой длительностью воздействия фактора.

Работа поддержана грантами РФФИ № 13-04-01750а и № 13-04-90351-РБУа.

#### Литература

Маслов В. И. Перераспределение активных элементов в природных биогеоценозах в результате роющей деятельности мышевидных грызунов // Теоретические и практические аспекты действия малых доз ионизирующей радиации. Сыктывкар, 1973. С. 97–100.

Сорочинская У. Б., Михайленко В. М. Применение метода ДНК комет для оценки повреждений, вызванных различными агентами окружающей среды // ОНКОЛОГИЯ Киев, 2008. В. 3. Т. 10. С. 303–309.

Сирота Н. П., Кузнецова Е. А. Применение метода «Комета тест» в радиобиологических исследованиях // Радиационная биология. Радиэкология, 2010. Т. 50. № 3. С. 329–339.

Olive P. L. DNA damage and repair in individual cells: applications of the comet assay in radiobiology // Int. J. Radiat. Biol., 1999. V. 75. № 4. P. 395–405.

Olive P. L., Banath J. P. Induction and rejoining of radiation induced DNA single-strand breaks: «tail moment» as a function of position in the cell cycle. Mutat Res (DNA Repair) // Int. J. Radiat. Biol., 1993. V. 64. № 4. P. 349–358.

## **ГИДРОБИОНТЫ КАК ДИССЕМИНАТОРЫ ЛИЧИНОК ТРИХИНЕЛЛ В ПРЕСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ**

*Л. А. Букина, Д. М. Игитова*

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
l.bukina5@gmail.com*

Одной из актуальных проблем современной экологической науки является изучение биологического загрязнения окружающей среды, в том числе паразитарного. Паразитические организмы заселяют все сферы жизни и постоянно присутствуют в водных и наземных биоценозах. Большой интерес представляет механизм передачи возбудителя одного из широко распространенных антропо-зоонозных заболеваний – трихинеллеза. Если циркуляция трихинелл среди наземных хищников хорошо изучена, то пути передачи среди морских млекопитающих и околотовидных животных до настоящего времени остаются дискуссионными. Известно, что рацион многих видов морских млекопитающих, подверженных заражению, состоит преимущественно из рыбы и различных видов беспозвоночных: моллюсков, ракообразных, полихет и т. д. Известны случаи хищничества, каннибализма и некрофагии. Закономерно возникает вопрос, каким именно путем происходит заражение. Одни исследователи утверждают, что заражение животных (облигатных хозяев), обитателей морских и пресных водоемов, гельминтозом происходит традиционным для трихинеллы путем, через поедание мышц туш или трупов павших зараженных животных (Козлов, Березанцев, 1968). Другие гельминтологи отмечают, что заражение морских млекопитающих или околотовидных животных возможно за счет животных диссеминаторов, участвующих непосредственно или опосредовано в многочисленных трофических связях (Бритов, 1962; Одоевская, 2010; Букина, Игитова, 2012). Учитывая экологическую значимость рассеивания и передачи в жизненном цикле трихинелл и участия в этом процессе беспозвоночных животных – диссеминаторов, мы попытались изучить некоторые аспекты данной проблемы.

Целью представленной работы явилось создание лабораторной модели прибрежного биоценоза с участием гидробионтов для оценки их роли в распространении трихинелл за счет трофических связей.

Материал и методы. Инвазионный материал: в работе были использованы инвазионные личинки трихинелл *T. nativa* арктического изолята, пассированные на лабораторных животных. Учитывая, что в естественных условиях инвазионный материал может находиться в различном виде, подопытным животным

скармливали его в виде цельной тушки зараженного лабораторного животного, фарша, а также отмытых декапсулированных личинок.

Животные: лабораторные животные – сирийские хомяки – 98 особей, насекомые – личинки комаров-дергунов (*Chironomus plumosus*)(мотыль) – 496 экземпляров, жуки тинники (*Plybius ater*) – 76 экземпляров; моллюски – обыкновенные прудовики *Limnaea stagnalis* 296 экземпляров.

Методы: зараженность животных личинками трихинелл определяли двумя методами: 1. компрессорной трихинеллоскопией; 2. биохимический (трихинеллоскопия после искусственного переваривания мышц в желудочном соке). Для оценки качественных и количественных показателей зараженности хозяев использовали следующие параметры: интенсивность инвазии (ИИ) и экстенсивность инвазии (ЭИ). Инвазионную способность личинок трихинелл, подтверждали постановкой биопроб на лабораторных животных - сирийских хомяках.

Результаты исследований. Опыт № 1. Заражение личинками трихинелл хирономид.

Анализ данных экспериментальных исследований показал, что в первый час с момента скармливания у 16,7% мотылей в передней кишке были обнаружены трихинеллы в виде спирали. Максимальное количество личинок трихинелл зарегистрировано через 12 ч с момента заражения у 42,9% зараженных мотылей. В передней кишке личинок трихинелл в виде спирали регистрировали до 73 ч с начала опыта. В средней кишке личинок трихинелл в виде спирали отмечали, начиная с первого часа с момента скармливания до 120 ч, т.е. до конца опыта. Максимальное количество личинок трихинелл наблюдали через 24 ч у 51,9% зараженных мотылей и после отсадки в чистую воду через 36 и 60 ч с момента скармливания. В задней кишке трихинелл в виде спирали наблюдали через 3 ч сначала опыта, максимальное количество было зарегистрировано через 6 ч до отсадки и через 36 после отсадки. В фекалиях личинок трихинелл в виде спирали регистрировали с третьего часа опыта до 120 ч, максимальное количество личинок наблюдали до отсадки через 12 ч и после отсадки через 48 ч.

Сохранение жизнеспособности личинок трихинелл, прошедших по кишечному тракту и выделенных с фекалиями мотылей подтверждали биопробой на золотистых хомяках. Все хомяки, зараженные личинками *T. nativa*, выделенными из фекалий мотылей через 36 и 96 ч с начала инкубации, заразились с разной степенью инвазии.

Опыт № 2. Заражение личинками трихинелл жука тинника. Экспериментальные исследования показали, что тинники не способны заглатывать декапсулированных личинок, при исследовании пищеварительной трубки на всем ее протяжении трихинеллы не обнаружены. Однако при скармливании тинникам тушки лабораторного животного наблюдалась высокая пищевая активность: продолжительное время находились на тушке, только время от времени всплывали на поверхность, выставляя из воды заднюю часть тела для пополнения запаса атмосферного воздуха (рис. 1). Вскрытие пищеварительной системы жуков показало, что личинки трихинелл на протяжении всего опыта были обнаружены только в переднем отделе кишечника. Впервые 6–8 ч регистрировали как инкапсулированных, так и декапсулированных личинок трихинелл, но по-

сле 10 ч до конца наблюдений (24 ч) обнаруживали только бескапсульные формы.

В других отделах пищеварительной трубки жуков трихинелл не находили на всем протяжении опыта. По-видимому, за счет находящейся в проventрикулусе «желудочной мельнице» (Тыщенко, 1986) происходит перетирание твердой пищи, так как содержимое среднего и заднего отделов его кишечника было гомогенной консистенции, без всяких включений.

Опыт № 3. Заражение трихинеллами обыкновенных прудовиков.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что при поглощении моллюсками декапсулированных личинок трихинелл последние регистрируются в пищеварительной системе и фекалиях до 32 ч, при этом они сохраняют жизнеспособность и инвазивные свойства, что было подтверждено поставленной на сирийских хомяках биопробой. При скармливании моллюскам фарша или тушки зараженного лабораторного животного инкапсулированных личинок трихинелл в кишечной трубке отмечали в обоих случаях до 44 ч, а в выделенных ими фекалиях до 40 и 48 ч, соответственно (рис. 2, 3).



Рис. 1. Жуки тинники на тушке зараженного лабораторного животного

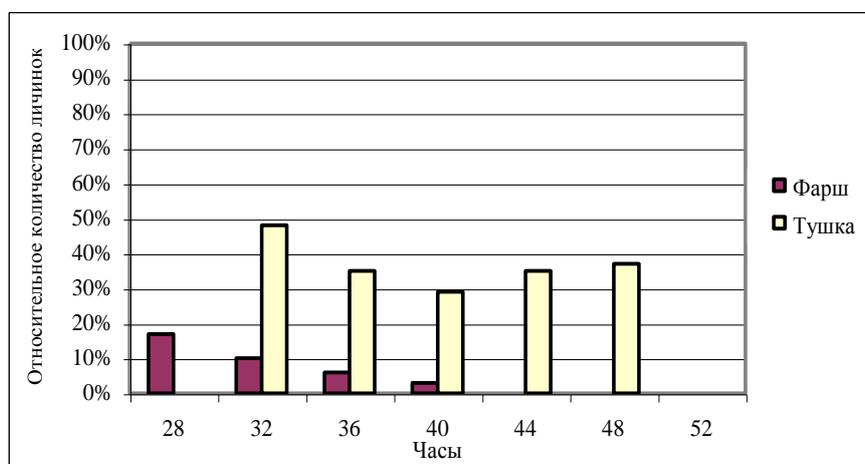


Рис. 2. Динамика выделения инкапсулированных трихинелл из фекалий обыкновенного прудовика (после отсадки)

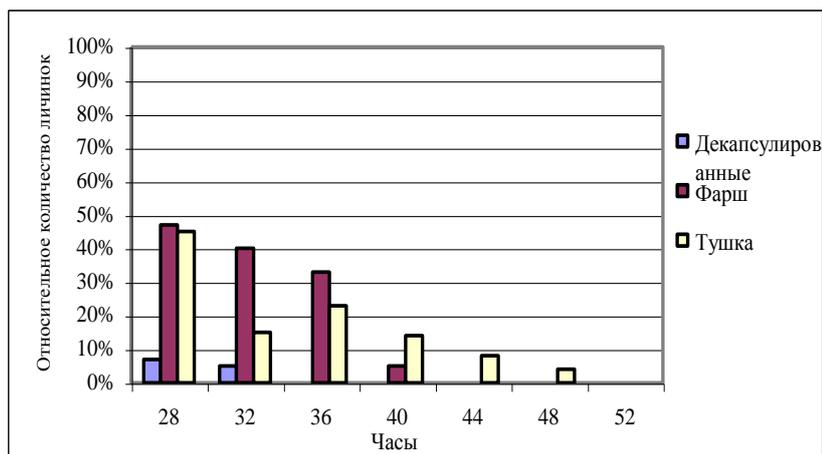


Рис. 3. Динамика выделения трихинелл спиралей из фекалий обыкновенного прудовика (после отсадки)

Инвазивные свойства были подтверждены биопробой, поставленной на сирийских хомяках с личинками выделенными из фекалий моллюсков через 40 ч в случае скормливания моллюскам фарша и через 44 ч тушки лабораторного животного. Сирийские хомяки заразились с разной интенсивностью инвазии.

Выводы. 1) Личинки хирономид выполняют роль диссеminatоpов и сохраняют жизнеспособность личинок трихинелл в пресноводных биоценозах в течение 120 ч, при условии, что им будут доступны декапсулированные личинки трихинелл в выделенных фекалиях других транзиторных хозяев, питавшихся зараженным мясом.

2) Роль жуков тинников в передаче личинок трихинелл в пресноводных биоценозах сводится к элиминации последних и к диссеминации, при условии, что жуки будут включены в трофическую цепочку в течение 6–10 ч после поедания зараженного мяса, пока пищевой комок находится в зобе.

3) Обыкновенные прудовики выполняют роль диссеminatоpов личинок трихинелл в пресноводных биоценозах. Источником заражения для других организмов являются как сами моллюски, так и их фекалии в течение 32–48 ч.

### Литература

Бритов В. А. О роли рыб и ракообразных в передаче трихинеллеза морским млекопитающим // Зоол. журн. 1962 . Т. 41. Вып. 5. С. 776–777.

Букина Л. А., Игитова Д. М. Животные – диссеminatоpы и их роль в распространение трихинелл в прибрежных биоценозах Чукотки // Морские млекопитающие Голарктики: Сб. науч. тр. 2012. С. 113–118.

Козлов Д. П., Березанцев Ю. А. Обнаружение трихинеллеза у моржа на территории Советского Союза // 25 лет гельминтологической лаб. АН СССР, М., 1968. Т. 19. С 86–89.

Одоевская И. М. О роли птиц в эпизоотологии трихинеллеза морских млекопитающих Арктического Заполярья // Мед. паразитология и паразитарные болезни. М., 2010. № 3. С. 12–16.

Тыщенко В. П. Физиология насекомых. М.: Высшая школа, 1986. 303 с.

# СКОРОСТЬ ПРОХОЖДЕНИЯ РАННИХ СТАДИЙ ЭМБРИОГЕНЕЗА ОЗЁРНОЙ ЛЯГУШКИ (*RANA RIDIBUNDA* PALL) В РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

*И. Т. Гацалова, А. И. Цховребова*

*Северо-Осетинский государственный университет им. К. Л. Хетагурова,  
gatsalova.inga@yandex.ru*

Многочисленные исследования воздействия разнокачественных магнитных полей на ранние стадии зародышевого развития демонстрируют разносторонние влияния их на организмы. При этом, помимо характеристик магнитного поля, большое значение имеет стадия развития зародыша.

Начальным моментом онтогенетического развития является оплодотворение или активация яйца (Калабеков и др., 2000). Причины изменчивости дробления земноводных разнообразны и зависимы от морфо-функциональной вариабельности яйцеклеток, от процесса оплодотворения и свойств митотических веретен (Белоусов, 1987). Кроме того, по нашему мнению, вариабельность дробления может зависеть от его темпов в каждый момент времени.

Первая борозда дробления у амфибий, появляясь, представляется одним из этапов геометрии морфогенеза зародыша. (Калабеков, Доева, 1993).

Вторая борозда дробления появляется также на анимальном полюсе эмбриона и распространяется по меридиану в плоскости перпендикулярной плоскости борозды первого деления дробления. Третья борозда дробления образуется над экватором и делит зародыш на 8 бластомеров (Калабеков, 1997).

В связи с изложенным выше, цель данной работы состояла в исследовании скорости прохождения первых борозд дробления в эмбриогенезе озёрной лягушки (*Rana ridibunda* Pall) в естественных и искусственно изменённых магнитных условиях.

Объектом нашего исследования были эмбрионы озёрной лягушки (*Rana ridibunda* Pall) из одной кладки, взятой из природного водоема на стадии зиготы. Был поставлен опыт в гипогеомагнитном поле на фоне светлого и тёмного контролей. В каждом варианте было использовано по 60 экземпляров зародышей на стадии зиготы. Зародышей помещали в чашки Петри в отстоянной водопроводной воде. Температура воды около – 17 °С. Всего в эксперименте участвовало 180 зародышей озёрной лягушки.

Для создания гипомагнитных условий (гипомагнитное поле, ГпМП) чашку Петри с фрагментами кладки икры поместили в контейнер (20,5x17x9 см) со стенками из низкоуглеродистой стали (марка 10864), толщиной 0,5 см. Снаружи контейнер был покрыт оболочкой, выполненной из листовой меди, предназначенной для экранирования от электрических полей. Магнитная индукция в нашем приборе равна 45000 нТл, что на 25000 нТл меньше максимальной индукции главного магнитного поля Земли, равного 70000 нТл (Паркинсон, 1986). В светлом контроле чашка Петри с зародышами находилась в открытом пространстве. При постановке тёмного контроля чашку Петри с зародышами помещали в деревянный контейнер и закрывали крышкой, в связи с тем, что ги-

помагнитное поле создано в тёмном пространстве. Отмечалось время прохождения борозд дробления зародыша.

Опыт был поставлен в 09:10 час. Первая борозда дробления прошла в 13:15 час у всех зародышей находившихся в тёмном, светлом контролях и в гипогеомагнитном поле (всего 180 зародышей). В 13:50 час в светлом контроле вторая борозда прошла у двух экземпляров зародышей как и в тёмном контроле. В гипогеомагнитном поле к этому времени из 60 зародышей вторая борозда дробления прошла у 19 экземпляров (таб.).

Таблица

**Время прохождения борозд дробления у зародышей озёрной лягушки  
в гипогеомагнитном поле и контролях**

Стадия	Время	Количество зародышей завершивших стадию		
		Светлый контроль	Тёмный контроль	ГпМП
1 борозда	13:15	60	60	60
2 борозда	13:50	2	2	19
3 борозда	15:10	60	46	60
4 борозда	16:30	60	15	60

Третья борозда дробления в светлом контроле и гипогеомагнитных условиях прошла у всех зародышей в 15:10 час, а в тёмном контроле к этому времени только у 46 эмбрионов. Четвёртая борозда в 16:30 час в гипогеомагнитном поле и светлом контроле прошла у всех эмбрионов, в то время как в тёмном контроле только у 15 зародышей.

Таким образом, из результатов представленного опыта следует, что в нём и двух разных контролях первая борозда завершается одновременно у всех зародышей; вторая борозда у большинства зародышей образуется позднее, чем у немногочисленных передовых в опыте и контролях. При этом можно предположить – стимулирующую роль ГпМП в прохождении 2-борозды. Третья борозда у эмбрионов в светлом контроле и в ГпМП завершается одновременно, т.е. происходит регуляция скорости развития в опыте и контроле. Третья и четвёртая борозда в тёмном контроле опаздывает у большинства зародышей.

Для более предметного и обоснованного обсуждения результатов эксперимента необходимо провести дополнительные исследования обсуждаемого вопроса.

**Литература**

- Белоусов Л. В. Биологический морфогенез. М.: Изд-во МГУ, 1987. 237 с.
- Калабеков А. Л., Доева А. Н. Регуляторные механизмы межклеточных взаимодействий. Владикавказ: Ир, 1993.
- Калабеков А. Л. Пространственная организация и изменчивость ранних стадий развития бесхвостых амфибий. Дисс. на соиск. уч. степ. д.б.н. М., 1997. С. 191.
- Калабеков А. Л., Гагиева Р. В., Гагиева З. А., Мытыева З. С. Возможные механизмы морфологической изменчивости дробления зародышей земноводных. Биологическое разнообразие и мониторинг в РСО- Алания. Владикавказ, 2000. С. 34–45.
- Паркинсон У. Введение в геомагнетизм. М.: Мир, 1986. 527 с.

### СЕКЦИЯ 3

## ЭКОЛОГИЯ ОРГАНИЗМОВ И МЕХАНИЗМЫ ИХ АДАПТАЦИИ К СРЕДЕ ОБИТАНИЯ

### ПЛАСТИЧНОСТЬ *SOLANUM DULCAMARA* L. С ПОЗИЦИЙ МОДУЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

*И. А. Журавлёва*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
S-dulcamara@yandex.ru*

Основная жизненная форма паслёна – летнезелёный вегетативно-подвижный поликарпический длиннокорневищный лиановидный полукустарник с симподиально нарастающими в течение вегетационного сезона и в разной степени одревесневающими осями из серии монокарпических побегов. Целостное растение состоит из совокупности симподиальных осей, образованных монокарпическими побегами. В целом – это симподий 4–5-го порядков ветвления. С позиций модульной организации (Савиных, 2002, 2006) такую структуру мы рассматриваем в качестве основного модуля. Она является стабильной, представленной в зависимости от условий среды моно- или дихазием с разным числом замещающих осей.

Элементом этого симподия является монокарпический побег, завершающийся верхушечным цветком или соцветием. Его мы описываем с позиций универсального модуля, который у паслёна разнообразен и достигает до 29 различных вариаций. Признаками для их выделения служат: положение побега в пространстве, степень ветвления, наличие и степень развития генеративной сферы, наличие и тип стеблеродных придаточных корней, цикличность. Многие из них являются адаптивными.

В структуре симподиальной оси в зависимости от происхождения выделены 2 типа монокарпических побегов:

- побеги, развивающиеся из почек регулярного возобновления на прошлогодних резидях (побеги условно  $n$ -го порядка ветвления);
- побеги, развивающиеся при акросимподиальном нарастании из почек обогащения на приростах текущего года, то есть на побегах  $n$ -го порядка ветвления (побеги  $n+1$  и последующих порядков ветвления).

Каждый из таких побегов, за некоторым исключением, заканчивается эбрактеозным псевдолатеральным двойным (тройным) дихазием.

Побеги первого типа состоят из 9–15 метамеров, в некоторых случаях – 30–40, с длинными междуузлиями, листьями различного типа (катафиллы, паракатафиллы, листья срединной формации), почками возобновления и обогащения. В отсутствии опоры побеги стелются (рис. 1 – верхний ряд), при её наличии – вьются (рис. 1 – нижний ряд). У стелющихся побегов при контакте с

влажным грунтом развиваются стеблеродные придаточные корни (рис. 1 – 3, 4), в противном случае побеги не укореняются (рис. 1 – 1, 2). На суше, во время перехода растения в генеративное онтогенетическое состояние, снимается апикальное доминирование, и трогаются в рост 1 (рис. 1 – 1, 3) или чаще 2 верхние почки обогатнения (рис. 1 – 2, 4), благодаря чему формируется сразу 2 симподиальные оси, монокарпические побеги которых активно цветут и плодоносят.

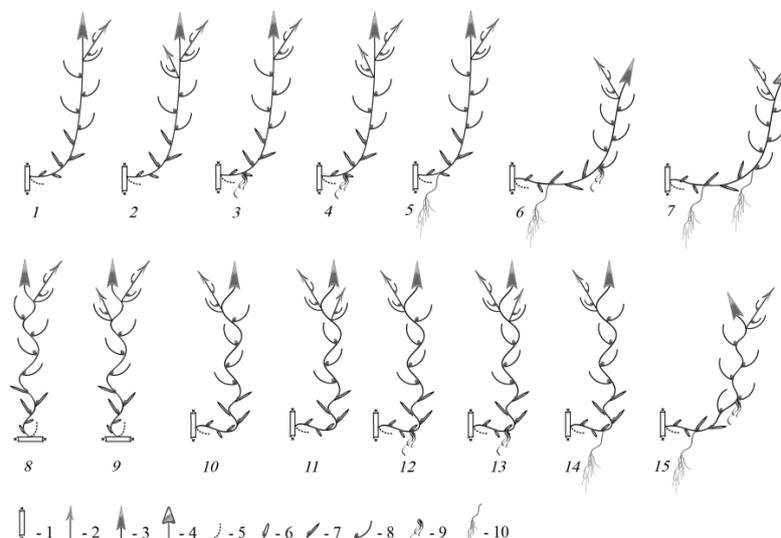


Рис. 1. Варианты побегов n-го порядка ветвления. Условные обозначения:  
 1 – участок прошлогоднего побега, 2 – побег текущего года,  
 3 – псевдолатеральное соцветие, 4 – редуцированное псевдолатеральное соцветие,  
 5 – отмерший лист срединной формации, 6 – катафилл с пазушной почкой,  
 7 – паракатафилл с пазушной почкой, 8 – лист срединной формации с пазушной почкой,  
 9 – стеблеродные придаточный корни, сформировавшиеся на суше,  
 10 – стеблеродные придаточный корни, сформировавшиеся в воде

Так, на суше преобладающим у паслёна является семенное размножение. В условиях повышенного увлажнения у исходных побегов развиваются зелёные стеблеродные придаточные корни длиной до 30 см, вероятно, выполняющие функцию фотосинтеза и дыхания; при продвижении в грунт они теряют хлорофилл и обильно ветвятся (рис. 1 – 5). На суше эти побеги в отсутствии опоры стелются и укореняются за счёт типичных для наземной формы стеблеродных придаточных корней. Таким образом, у одного и того же побега в зависимости от условий среды могут развиваться 2 типа придаточных корней (рис. 1 – 6). Побег, полностью развивающийся в воде, приобретает форму стланика с хорошо сформированной системой стеблеродных придаточных корней, описанных выше, и редуцированным соцветием, которое развивается только до стадии бутонизации, никогда не цветёт и не плодоносит (рис. 1 – 7). Преобладающей формой размножения является вегетативное.

При наличии опоры, в том числе и соседних побегов, формируется вьющаяся форма. На суше такие побеги чаще образуют именно симподий-дихазий из-за развития сразу 2-х монокарпических побегов замещения (рис. 1 – 8, 9). Возможны случаи, когда побег сначала принимает стелющуюся форму, затем

находит опору и вьётся (рис. 1 – 10–13). В условиях повышенного увлажнения у вьющегося побега также могут формироваться в воде стеблеродные придаточные корни, описанные выше (рис. 1 – 14), а на суше развивается иной тип корней (рис. 1 – 15). Всего выявлено 15 вариантов монокарпических побегов n-го порядка ветвления, различающихся по положению тела в пространстве, степени ветвления, наличию или отсутствию придаточных корней, их типу, степени развития генеративных органов.

Монокарпические побеги n+1 и последующих порядков ветвления – силлептические, развиваются из почек обогащения на приростах текущего года, в составе которых насчитывается до 5–7 (20–25) метамеров с длинными междоузлиями, узлами, листьями срединной формации и пазушными почками. Разнообразие таких побегов не уступает вышеописанным и насчитывает 14 вариантов. Признаками для их выделения служат: положение побега в пространстве, степень ветвления, наличие или отсутствие стеблеродных придаточных корней, их тип, цикличность, степень развитости генеративных органов. Такие побеги по положению в пространстве бывают ортотропные (рис. 2 – верхний ряд), стелющиеся (рис. 2 – средний ряд) и вьющиеся (рис. 2 – нижний ряд). У всех побегов трогаются в рост только 1 верхняя пазушная почка и формируется симподий-монохазий. Побеги в отсутствии опоры способны укореняться во влажных местах (рис. 2 – 4, 6, 7) с развитием различного типа стеблеродных придаточных корней (рис. 2 – 5). При нахождении опоры побег становится вьющимся (рис. 2 – 10–14). В конце вегетационного сезона на суше у паслёна часто развиваются монокарпические побеги, у которых трогаются в рост все почки (рис. 2 – 2), тем самым ассимилирующая поверхность увеличивается. Они остаются вегетативными и полностью отмирают зимой (рис. 2 – 3). Это свидетельствует об аperiодичности паслёна, так как его развитие ограничивается лишь условиями умеренного климата.

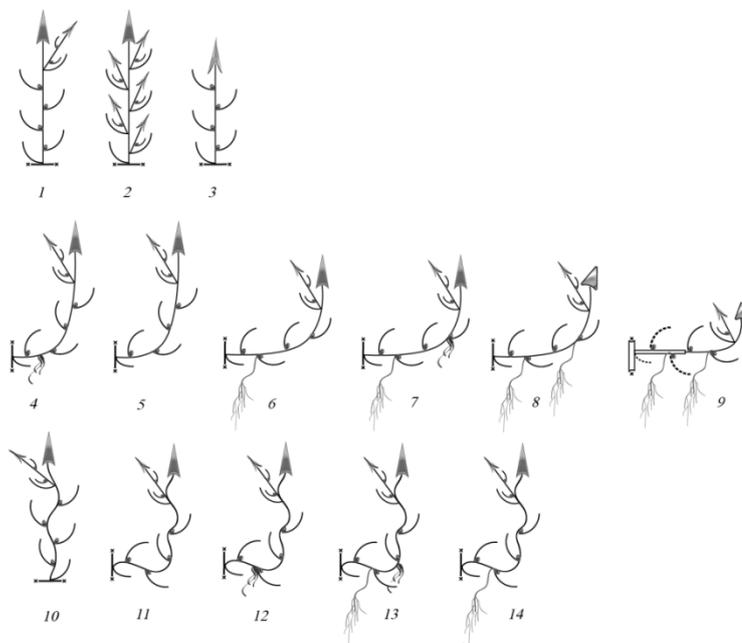


Рис. 2. Варианты побегов n+1 и последующих порядков ветвления. Пояснения в тексте. Условные обозначения те же, что и на рис. 1

Каждый из вышеописанных побегов включает ряд элементарных метамеров. С позиций модульной организации, такие метамеры мы описываем с точки зрения элементарного модуля – наименьшей неделимой частицы тела растения. Всего насчитывается 44 варианта элементарных модулей. Всё их разнообразие основано на 3-х метамерах с длинным междоузлием, узлом, пазушной почкой, выделенных по типу бокового органа – листа: низовой формации – катафилла (рис. 3а), переходного типа – паракатафилла (рис. 3б) и срединной формации (рис. 3в). Первые 2 варианта элементарных модулей включают до 7 различных метамеров, выделенных по наличию стеблеродных придаточных корней и их типу. В отличие от них, метамер 3-го типа (рис. 3в) отличается большей изменчивостью и насчитывает до 30 вариантов. Признаками для их выделения служили: тип пазушной структуры, степень её развития, наличие и тип стеблеродных придаточных корней.



Рис. 3. Варианты элементарных модулей.  
Условные обозначения такие же, как на рис. 1

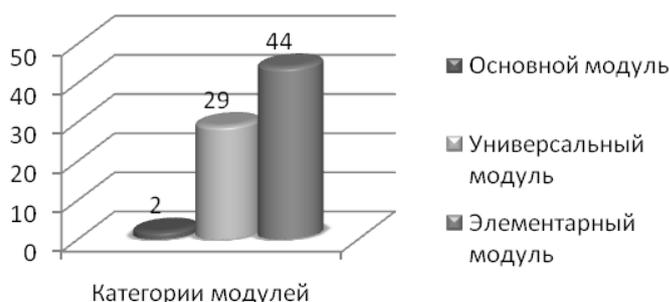


Рис. 4. Разнообразие структур на уровне основного, универсального и элементарного модулей у *S. dulcamara*

Таким образом, у паслёна сладко-горького самой высокой вариабельностью отличаются элементы на уровне элементарного модуля, их число достигает 44 (рис. 4). Разнообразие структур на этом уровне обеспечивает поливариантность монокарпического побега (29 вариантов), что обуславливает структурную поливариантность на уровне основного модуля, представленного симподием моно- или дихазием в зависимости от условий среды и стратегии жизни отдельной особи, доминированием семенного или вегетативного размножения.

Так, поливариантность с позиций модульной организации обеспечивает пластичность вида по отношению к факторам окружающей среды.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-04-01057 «Структурная организация растений в условиях переменного увлажнения с позиций системного подхода».

#### Литература

Савиных Н. П. Модули у растений // Международная конференция по анатомии и морфологии растений. СПб., 2002. С. 95–96.

Савиных Н. П. Поливариантность развития растений как следствие модульной организации // Поливариантность развития организмов, популяций и сообществ. Йошкар-Ола, 2006. С. 43–51.

### ОНТОМОРФОГЕНЕЗ И ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ СТРАТЕГИИ *CENTAUREA SUMENSIS* KALEN.

*Н. И. Шишкина, Н. П. Савиных*

*Вятский государственный гуманитарный университет, botany@vshu.kirov.ru*

Сохранение редких и охраняемых видов является одной из главных задач биологической науки. Для осознания действительного положения вида в пределах конкретной территории необходимо познание онтоморфогенеза растений и их фитоценологических стратегий.

Василек сумской – *Centaurea sumensis* Kalen. – внесен в Красную книгу Среднего Урала, охраняется в Кировской области со статусом III: редкий вид у северо-восточной границы ареала (Красная книга..., 2001). Этот степной псаммофит встречается здесь в южных районах в основном в сосновых лесах.

Онторморфогенез и фитоценологические стратегии *C. sumensis* изучили в пределах ООПТ «Медведский бор» (Нолинский район Кировской области).

*C. sumensis* – поликарпическое многолетнее травянистое моноцентрическое стержнекорневое растение с двумя типами специализированных побегов: исходный розеточный вегетативный многолетний с разными по степени расчленениями листовой пластинки простыми листьями и однолетние вегетативно-генеративные.

Данное сообщение посвящено особенностям онтоморфогенеза этого вида.

Было установлено, что в ходе онтоморфогенеза василек сумской проходит следующие фазы (рис. 1):

1. Первичный вегетативный побег, что соответствует прегенеративному периоду в жизни растения.

2. Система первичного вегетативно-генеративного побега начинается с первого цветения и продолжается до момента образования боковых осей.

3. В ряде случаев, при отмирании верхушечной почки первичного побега в виргинильном онтогенетическом состоянии начинается преждевременное ветвление, и растение переходит в фазу рыхлого вегетативного куста.

Рыхлый куст формируется у ранне- и зрелых генеративных особей. Оси его – полициклические поликарпические. В этой фазе растение имеет типичную

основную жизненную форму. Позднее происходит морфологическая дезинтеграция – старческий распад.

4. Такие позднегенеративные особи образуют компактный клон – совокупность особей вегетативного происхождения без омоложения потомков. Именно за счет таких растений василек сумской способен переживать длительное затенение. Повышение влажности из-за мохового слоя в составе растительности в этом случае способствует длительному существованию растений практически без корней.

5. Вегетативный моноподий временно нецветущий – отдельные позднегенеративные временно не цветущие и сенильные растения.

Растения в лесных ценозах заметно мельче, а на открытых местах и опушках – крупнее, с большим числом листьев и цветonoсных побегов. Даже в пределах одной популяции, растения различаются по размерам листьев, числу генеративных побегов; они часто пропускают в ходе онтоморфогенеза отдельные онтогенетические состояния и в течение длительного времени задерживаются в одном из них.

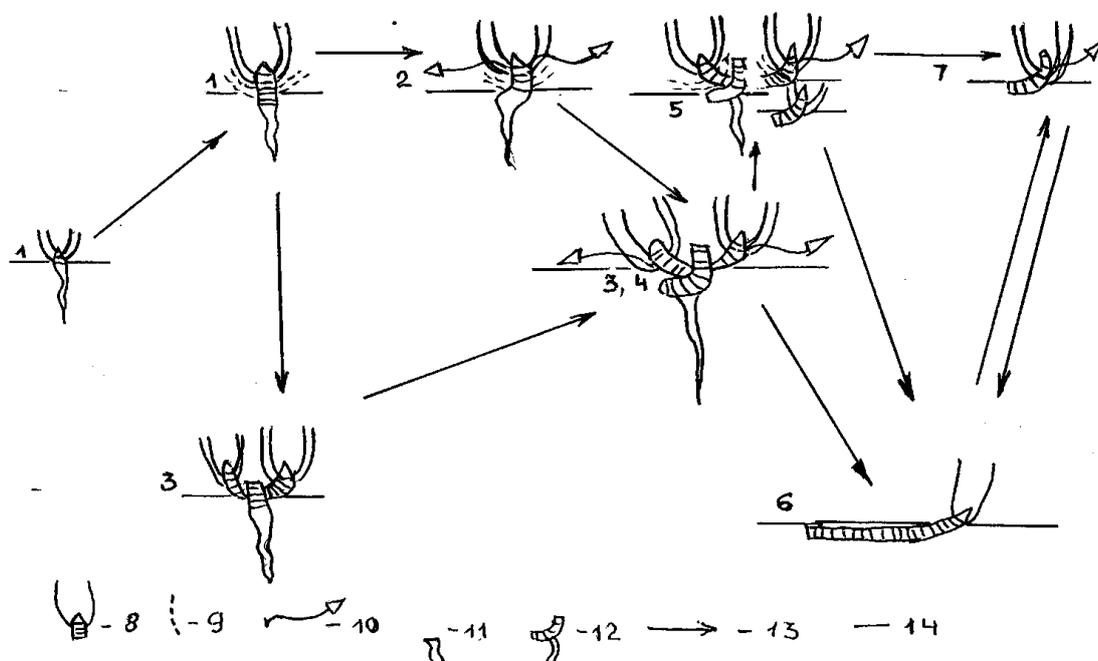


Рис. 1. Схема путей онтоморфогенеза *C. sumensis*: 1–7 фазы онтоморфогенеза, 8 – розеточный побег с зелеными листьями, 9 – отмершие листья, 10 – вегетативно-генеративные однолетние побеги, 11 – главный корень, 12 – вторичный стержневой корень, 13 – направление путей онтоморфогенеза, 14 – уровень почвы

Таким образом, в онтоморфогенезе василька сумского выделены следующие фазы: 1) первичный вегетативный побег; 2) первичный вегетативно-генеративный побег; 3) первичный куст; 4) рыхлый куст; 5) компактный клон; 6) партикула с перерывом в цветении; 7) вегетативная партикула. Онторморфогенез может идти несколькими логически возможными путями: 1) 1→2→3→4→5→6<sup>1</sup>;

<sup>1</sup> Цифрами обозначены фазы онтоморфогенеза

2) 1→2→3→4→5→6→5→6→7; 3) 1→2→3→4→5→6→7; 4) 1→4→5→6→5→6→7; 5) 1→4→5→6→7.

Обсуждение результатов. На основании вышеизложенного жизненную форму василька сумского определяем следующим образом: моноцентрическое короткочерешное вегетативно неподвижное растение с двумя типами побегов: вегетативными многолетними и вегетативно-генеративными однолетними, образованное моноподиальными многолетними поликарпическими осями, с частичной поздней специализированной морфологической дезинтеграцией; розеточный гемикриптофит.

В зависимости от условий особи василька сумского реализуют разные жизненные стратегии. Как и большинство степных трав, он активно заселяет свободные территории, подобно эксплорентам, и не живут долго в засушливых открытых местах. При затенении и загущении ценозов они становятся типичными специализированными пациентами и не утрачивают способности восстанавливать репродуктивную функцию в виде семенного размножения при устранении экстремальных условий. Видимо поэтому данный вид в последнее время в больших количествах встречается на открытых пространствах, возникших в результате хозяйственной деятельности людей: просеках, под линией электропередач, и, особенно, на пустырях в окрестностях пос. Медведок (за пределами бора). Такой дуализм жизненных стратегий, видимо, характерен для многих степных трав (Пичугина, 2007)

#### Литература

Жукова Л. А. Поливариантность луговых растений // Жизненные формы в экологии и систематике растений. М., 1986. С. 104–114.

Красная книга Кировской области: животные, растения, грибы /отв. ред. Л. Н. Добринский, Н. С. Корытин. Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2001. 208 с.

Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. М.-Л., 1950 б. Вып. 6. С. 77–204.

Головенкина И. А., Файзуллина С. Я., Жукова Л. А. Онтогенез василька сумского (*Sentaurea sumensis* Kalen.) // Онтогенетический атлас лекарственных растений в 2 т., Т. 2. Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2000. С. 169–179.

Пичугина Е. В. Жизненные стратегии *Jurinea cyanoides* в условиях боров юго-востока Кировской области // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития. Выпуск V. Ч. 2. Матер. Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием 27–29 ноября 2007 г. Киров: Изд-во ВятГГУ, 2007. С. 62–64.

### РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА КАК ИНСТРУМЕНТЫ ВЫВОДА ИЗ СОСТОЯНИЯ ПОКОЯ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

**М. П. Дружкова<sup>1</sup>, М. В. Черемисинов<sup>2</sup>, И. Б. Попыванова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Вятская православная гимназия во имя Преподобного Трифона Вятского,

<sup>2</sup> Вятская государственная сельскохозяйственная академия

Применение регуляторов роста и фунгицидов начато еще в древности. В качестве древнего очищающего средства еще у Гомера упоминается сера. Англичанин Форсайт использовал серно-известковый отвар (полисульфид кальция) против мучнистой росы на плодовых культурах.

Помимо химических препаратов, используемых для обработки семян, актуальным в настоящее время является применение микробиологических препаратов и фиторегуляторов роста растений (Деева, Шелег, 1985).

Интенсивные исследования по изучению и выделению регуляторных веществ растений начались в начале 20 века.

В 1909–1910 гг. Г. Фиттингом обнаружено вещество, вызывающее разрастание завязи и образование бессемянных плодов орхидей, названное им, по аналогии с регуляторами животных, гормоном (Шевелуха и др., 1998). В конце 20-х годов прошлого века выделен ауксин из растений.

Цель работы: изучить возможность выведения клубней картофеля из состояния глубокого покоя с помощью стимуляторов роста.

Фитогормоны (от греч. *phito*- растение, *hormao*- двигаю, побуждаю) – это соединения, с помощью которых осуществляется взаимодействие клеток, тканей и органов, в малых количествах необходимых для запуска и регуляции физиологических и морфологических программ, в частности, ростовых процессов. Это низкомолекулярные органические соединения, которые образуются в разных органах и тканях и действуют в очень малых концентрациях, порядка  $10^{-13}$ – $10^{-5}$  моль/л (Кефели, 1984).

Задачи: 1. Изучить литературные источники по гормональной регуляции у растений. 2. Составить схему проведения опыта с использованием стимуляторов роста растений. 3. На основании проведенных опытов рекомендовать лучшие препараты для прорастания клубней картофеля.

Для изучения рострегулирующей активности корнеобразования регуляторов роста при обработке клубней картофеля длительного хранения были заложены лабораторные опыты.

Был приобретен картофель в супермаркете разных товаропроизводителей: 1. Картофель местного производителя (красный); 2. Картофель салатного назначения Франция (белый); 3. Картофель салатный Франция (красный).

Для изучения возможности прорастания французского салатного картофеля, обработанного предположительно этиленом, были взяты следующие препараты: 1. Контроль (замачивание в воде); 2. Гумат +7 (0,5 гр на 1 л воды); 3. НВ-101 (натуральный виталайзер- 2 капли на 1 л воды) на основе вытяжек из листьев подорожника, хвои сосны; 4. Эпин (0,1 мл на 100 мл воды) (Волынец, Хрипач, 1993).

Клубни, обработанные препаратами, в этот же день были высажены в питательный субстрат.

Применение биорегуляторов диктуется необходимостью сохранения высокой экологической безопасности средств защиты, что обуславливает тенденцию обновления ассортимента используемых регуляторов роста. Фитогормоны определяют фенотипический статус растений, являясь специфическими групповыми регуляторами, они включают в работу комплексы генов, контролируют чувствительность к стрессам. Гормоны у высших растений вырабатываются в ответ на действие внешних и внутренних факторов, позволяя растению адаптироваться к изменениям окружающей среды.

Применение регуляторов, обладающих комплексным действием на растения, является наиболее актуальным и перспективным. Среди препаратов особого внимания заслуживают: эпин, гетероауксин, гумат Na.

На 15 день после обработки клубней различными биологическими препаратами были проведены первые измерения.

Максимальное количество проклюнувшихся глазков было после обработки клубней препаратом эпин, в контроле (местный клубень) – 4 штуки; Французский картофель красный – 3; красный (Франция) – 3. Меньше всего проклевался картофель импортный красный после обработки гуматом +7 и НВ-101 по 1 проклюнувшемуся глазку.

На 31 день, после обработки в варианте с обработкой водой, отечественный картофель дал 4 ростка; после замачивания в эпине – 5 ростков; гумате +7 – 3 ростка.

Наибольшее стимулирующее действие (картофель красный Франция) проявил фиторегулятор роста эпин – 7 проростков, остальные варианты обработки находились на уровне контроля (1 росток).

На импортный белый картофель большее влияние оказал препарат гумат +7, число ростков составило 5 штук.

На 45 день после закладки опыта проводили измерения количества ростков и их длину в сантиметрах. Картофель местного производителя обработанного препаратом НВ-101 дал наибольшую длину ростков 10,2 см. Обработка препаратом эпин незначительно уступала НВ-101 и составила 9,4 см. В контроле длина ростка была 2 см.

Клубни производства Франции белого сорта не дали жизнеспособных ростков.

Клубни картофеля красного цвета Франция больше всего дали ростков при обработке эпином 4 штуки длина ростков составила 7,5 см, по сравнению с контролем – 1 росток длиной 6,0 см. Также хорошо себя показала обработка препаратом НВ-101 – длина ростка 6,2 см.

Выводы. 1. Проведенные опыты свидетельствуют, что применение в качестве семенного материала картофеля, купленного в супермаркетах, недопустимо.

2. Картофель местного производителя, обработанного препаратом НВ-101 дал наибольшую длину ростков 10,2 см. Обработка препаратом эпин незначительно уступала НВ-101 и составила 9,4 см. В контроле длина ростка была 2 см.

3. Клубни производства Франции белого сорта не дали жизнеспособных ростков.

Клубни картофеля красного цвета Франция образовали при обработке эпином всего 4 ростка, длина которых составила 7,5 см, по сравнению с контролем – 1 росток длиной 6,0 см. Также хорошо себя показала обработка препаратом НВ-101 – длина ростка 6,2 см.

### Литература

Волынец А. П., Хрипач В. А. К механизму действия брассиностероидов на растения // Брассиностероиды – биорациональные, экологически безопасные регуляторы роста и продуктивности растений. Матер. симпоз. Минск, 1993. С. 5.

Деева В. П., Шелег З. И. Регуляторы роста и урожай. Минск: Наука и техника, 1985. 63 с.

Дерфлинг К. Гормоны растений. М.: Мир, 1985. 295 с.

Кефели В. И. Рост растений. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1984. С. 85–120.

Кораблев Н. П., Сухова Л. С. Регуляция покоя клубней картофеля и их устойчивости к болезням с помощью эпибрассинолида-694 // II Совещ. по брассиностероидам. Минск, 1991. С. 46.

## ВЛИЯНИЕ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ СЕМЯН НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЯЧМЕНЯ СОРТА НУР В ПЕРВОМ ПОКОЛЕНИИ

*М. В. Черемисинов*

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия*

Защита сельскохозяйственных растений, основанная сначала на практических наблюдениях, практикуется, примерно, с 1880 г. Тогда применяли только неорганические соединения мышьяка, фтора, селена, таллия, бора, сурьмы и меди. Использовали также неорганические природные вещества, такие, как криолит и сера.

Резкий скачок в развитии защиты растений и борьбы с вредителями произошел в результате открытия инсектицидных свойств 1,2 – бис – (– 4 – хлорфенил) – 2,2,2,- трихлорэтана швейцарским химиком Паулем Мюллером. Это соединение, ставшее позже всемирно известным под названием ДДТ, было впервые синтезировано австрийцем Отаром Цайдлером. Вскоре после ДДТ был получен 1,2,3,4,5,6 – гексахлорциклогексан (ГХЦГ), также были синтезированы эфиры тиофосфорной кислоты. ДДТ и ГХЦГ нашли свои первые сферы применения в гигиене человека и профилактике инфекционных болезней.

Наиболее важными отдельными классами веществ являются хлорорганические и фосфорорганические соединения и карбаматы.

Первыми системными фунгицидами были беномил и тиабендазол, которые уничтожают возбудителей болезней, находящихся как на поверхности, так и внутри листа.

К наиболее старым органо-синтетическим фунгицидам и средствам для дезинфекции почвы и протравливания посевного материала относятся полихлорнитробензолы.

Среди фунгицидов, регуляторов роста, обнаружено много веществ, обладающих мутагенной активностью. Поэтому необходимо изучать действие препаратов и регуляторов роста, используемых в производстве на окружающую среду и на растения, подвергающиеся обработке.

При изучении ауксинового гербицида 2,4Д установлено, что он вызывает митотические и мейотические хромосомные aberrации в первом поколении и хлорофилльные мутации во втором поколении ячменя. 2,4Д вызывает измене-

ния в обмене нуклеиновых кислот, которые сохраняются в последующих двух поколениях (Деева, Левчик, 1982; Кириллова и др., 1982).

Для использования в сельском хозяйстве удобны соединения, которые, проникая в ткани растения, высвобождают этилен. Таким веществом является этефон или 2-хлорэтилфосфоная кислота (2-ХЭФК). На ее основе создан ряд этиленпродуцентов: этрел, кампозан, амхел, хлормехмат, гидрел.

Мутагенным действием обладают антистрессовые фиторегуляторы картолин и эпибрасинолид. При обработке растений ячменя в полевых условиях в концентрации 1,0% и 0,1% картолином достоверно увеличилось количество измененных анафаз, а в концентрации 0,01% препарат не приводил к нарушениям в структуре хромосом (Шевелуха и др., 1990).

Приведенные выше данные говорят о том, что химические препараты и синтетические регуляторы роста, применяемые в сельском хозяйстве, нарушают структуру хромосом, вызывают сохраняющиеся в последующих поколениях изменения в нуклеиновом и белковом обмене, в элементах структуры урожая.

Поэтому актуальным являются исследования мутагенного действия протравителей семян.

На семена ячменя сорта Нур воздействовали следующими препаратами: Скарлет, Тебу – 60, Грандсил ультра.

Такие препараты были выбраны на основании проведенных исследований рядом авторов, в том числе на кафедре селекции ВГСХА (Помелов, 2004).

Обработка семян проводилась за один день до посева с увлажнением. Расход рабочей жидкости приготовленного рабочего раствора 10 л/т.

Имеются данные о том, что химический протравитель вицит не влияет непосредственно на синтез ДНК, но повреждает некоторые фазы митоза, вызывая нерасхождение образовавшихся после удвоения ДНК хроматид.

По данным кафедры селекции и семеноводства ВГСХА, микробиологический препарат Агат-25К 40 г/т вызывал в первом поколении как хлорофилльные (3,3%), так и морфофизиологические изменения у растений ячменя (Помелов, 2004).

Для изучения протравителей семян Скарлет, Тебу-60, Грандсил ультра схема опыта включала следующие варианты:

Контроль (обработка водой 10 л/т); скарлет 0,04 л/т; скарлет 0,4 л/т; скарлет 2 л/т; тебу-60 0,05 л/т; тебу-60 0,5 л/т; тебу-60 2 л/т; грандсил ультра 0,05 л/т; грандсил ультра 0,5 л/т; грандсил ультра 2 л/т.

В каждом варианте обрабатывали и высевали 500 семян (по 125 зерен на деланку при 4-х кратной повторности). Посев проводили вручную, расстояние между рядками 15 см, площадь деланки 1 м<sup>2</sup>.

Размещение деланок систематическое в два яруса со смещением на 5 номеров.

В первом поколении (M<sub>1</sub>) проводили учеты полевой всхожести семян, выживаемости растений ячменя и динамику их развития в течение вегетации.

После уборки у растений анализировали элементы структуры продуктивности (общая и продуктивная кустистость, длина стебля и колоса, число зерен в колосе и масса зерна с колоса). Для сравнения развития количественных при-

знаков растений ячменя в опытных вариантах был использован средний суммарный показатель депрессии или стимуляции (Володин, Лисовская, 1979).

При увеличении нормы расхода препарата скарлет с 0,04 л/т до 0,4 л/т наблюдается тенденция к небольшому снижению полевой всхожести. Увеличение полевой всхожести по отношению к контролю наблюдается во всех вариантах опыта. Наибольший процент взошедших семян от высеянных составил в варианте грандсил ультра 2 л/т – 77,8%, в контроле – 54,6%.

Под действием изучаемых препаратов произошли изменения в структуре элементов продуктивности растений ячменя первого поколения.

Во всех вариантах опыта отмечено увеличение общей кустистости растений ячменя на 0,85–1,42. Максимальное увеличение общей кустистости отмечено в вариантах: скарлет 0,4 л/т – 7,12; скарлет 0,04 л/т – 6,68. Это объясняется уменьшением количества выживших растений в вариантах, снижением густоты стояния растений, что создало более благоприятные условия для растений в фазу кущения. В этих же вариантах получена максимальная продуктивная кустистость.

Изучаемые факторы повлияли и на длину стебля. Наблюдалась тенденция незначительного увеличения длины стебля под действием большинства препаратов на 1–4 см.

Длина колоса после обработки препаратами уменьшалась.

Наименьшая длина колоса была отмечена после обработки семян препаратом грандсил ультра 2 л/т – 8,25 см, в контроле 10,57 см. Достоверное увеличение количества зерен в колосе обеспечивали препараты скарлет (0,04 л/т) и тебу-60 (0,5 л/т).

Таким образом, можно сделать выводы:

1. Рассматриваемые факторы не оказали существенного влияния на всхожесть и выживаемость растений ячменя. Отмечена тенденция увеличения полевой всхожести семян.

2. Обработка семян грандсил ультра и скарлет со всеми нормами расхода обеспечила ускоренное прохождение фаз кущения и выхода в трубку на 2–3 дня.

3. Выявлено как стимулирующее, так и ингибирующее действие препаратов. Наибольший показатель стимуляции отмечен при обработке семян препаратом тебу 60 – 0,5 л/т (+6,5%), грандсил ультра 0,05 л/т (+5,02%).

#### Литература

Деева В. П., Шелег З. И. Регуляторы роста на урожай // Наука и техника. Минск, 1985. 63 с.

Кириллова Г. А., Тихонович Н. А., Фадеева Т. С. Генетические эффекты пестицидов // Успехи современной генетики. 1982. С. 161–183.

Помелов А. В. Мутагенное действие фунгицидов – протравителей семян на культуру ячменя. Сб.: Материалы научной сессии. – Кировский филиал РАЕ, Кировское областное отделение РАЕН. Киров, 2004. С. 204–206.

Шевелуха В. С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе. М.: Колос, 1992. 594 с.

## ЦИАНОБАКТЕРИИ, ВОДОРОСЛИ И ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ ПЕЩЕРЫ ИГНАТЬЕВСКАЯ

И. А. Гайнутдинов<sup>1</sup>, Ш. Р. Абдуллин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Государственный природный заповедник «Шульган-Таш»,  
gaynutdinov@yandex.ru

<sup>2</sup> Башкирский государственный университет, abdullinshrbu@mail.ru

Пещеры – это специфические экосистемы со своей уникальной биотой, в состав которой входят цианобактерии, водоросли и высшие растения. Изучению этой особой экологической группы (в последние годы) уделяется внимание в различных странах мира (Coute, Chauveau, 1994; Абдуллин, 2005). Цель данной работы – изучить биоразнообразие цианобактерий, водорослей и высших растений пещеры Игнатъевская.

Пещера Игнатъевская (Ямазы-Таш) расположена в Катав-Ивановском районе Челябинской области, в 8 км к западу от села Аратское, на правом берегу р. Сим. Вход в пещеру расположен в скальном обнажении, на уровне 8 м над рекой. Вход южной экспозиции имеет форму трапеции 12 x 12 м. Общая протяженность ходов пещеры 545 м. Пещера горизонтальная, разработана в известняках по тектоническим трещинам с простираем на северо-запад и восток, ярко выраженного коридорного характера (Лобанов, 1971). В узком тупиковом ходе есть небольшое озеро, вероятно, конденсационно-капельного происхождения.

В пещере были обнаружены изделия и наскальная живопись времен верхнего палеолита. По результатам радио-углеродного анализа возраст рисунков составляет 14,5 тысяч лет (Широков, Косинцев, 1997).

В настоящее время экосистема пещеры подвергается сильному антропогенному влиянию. В среднем за сезон полость посещает 2000 человек.

Для выявления видового состава цианобактерий и водорослей в пещере 25.06.2010 было отобрано 30 проб: 15 проб грунта, 13 мазков и соскобов со стен, 1 проба воды и 1 проба бентоса из озера, а также проведены гербарные сборы высших растений в освещенной привходовой части. Выявление видового состава цианобактерий, водорослей и высших растений проводили в лаборатории стандартными методами. Для анализа использовали методы сравнительной флористики (Кузяхметов, Дубовик, 2001).

В результате выявлен 41 вид и внутривидовых таксонов цианобактерий и водорослей, относящихся к 3 отделам (Cyanoprokaryota – 19 видов и внутривидовых таксонов; Bacillariophyta – 9 видов и внутривидовых таксонов; Chlorophyta – 13 видов и внутривидовых таксонов), 12 порядкам, 16 семействам и 27 родам.

Доминировали представители отделов Cyanoprokaryota и Chlorophyta, порядков Nostocales и Chlorococcales, семейств Microcystaceae и Chlorellaceae, родов *Nostoc*, *Leptolyngbya*, *Phormidium*, *Navicula*; по сумме баллов обилия преобладали виды *Choricystis chodatii* (Jagg) Fott, *Chlorella vulgaris* Beijer, *Leptolyngbya boryana* (Gom.) Anagn. et Kom. Наиболее часто встречались виды

*Chlorella vulgaris* Beijer (F=43%), *Leptolyngbya boryana* (Gom.) Anagn. et Kom. (F=37%), *Choricystis chodatii* (Jagg) Fott (F=37%), *Muriella magna* Fritsch et John (F=33%). Спектр жизненных форм: C<sub>6</sub>hydr.<sub>6</sub>P<sub>6</sub>CF<sub>5</sub>Ch<sub>5</sub> amph.<sub>4</sub>B<sub>4</sub>PF<sub>2</sub>X<sub>2</sub>H<sub>1</sub>.

Сравнение таксономического состава цианобактерий и водорослей пещеры Игнатъевская с таксономическим составом цианобактерий и водорослей, расположенных рядом пещер гидросистемы Подземного Сима по коэффициенту Сьеренсена-Чекановского показало сходство выше среднего (63%). Это можно объяснить сходством специфических условий (высокая влажность, отсутствие света, постоянные температуры), а также активным антропогенным заносом цианобактерий и водорослей.

В привходовой части пещеры Игнатъевская обнаружено 2 вида высших растений: *Asplenium ruta muraria* L. (Aspleniaceae, Polypodiophyta) и *Parietaria micrantha* Ledeb. (Urticaceae, Magnoliophyta). Известно, что данные виды нередко встречаются в освещенных привходовых частях других пещер (Абдуллин, 2011; Dobat, 1994).

#### Литература

Абдуллин Ш. Р. Цианобактерии и водоросли пещеры Шульган-Таш (Каповой): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 2005. 16 с.

Абдуллин Ш. Р. Влияние освещенности на распределение фототрофных организмов в привходовой части пещеры Шульган-Таш // Экология. 2011. № 3. С. 226–228.

Кузяхметов Г. Г., Дубовик И. Е. Методы изучения почвенных водорослей. Уфа, 2001. 56 с.

Лобанов Ю. Е. Пещеры Урала. М., 1971. 144 с.

Широков В. Н., Косинцев П. А. Обзор использования пещер Урала в палеолите // Пещерный палеолит Урала: мат-лы междунаро. конф-ции. Уфа, 1997. С. 26–29.

Coute A., Chauveau O. Algae // Encyclopaedia biospeologica, tome 1. Eds. by C. Juberthie, V. Decu // Soc. Biospéol. 1994. P. 371–380.

Dobat K. Flore (Lichens, Bryophytes, Pteridophytes, Spermatophytes) // Encyclopaedia biospeologica, tome 2. Eds. by C. Juberthie, V. Decu // Soc. Biospéol. 1994. P. 1311–1324.

### ДИНАМИКА КАТАЛАЗНОЙ АКТИВНОСТИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИОНОВ СВИНЦА, КАТИОННЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И ИХ СОЧЕТАНИЯ В ТКАНЯХ ВЫСШЕГО ВОДНОГО РАСТЕНИЯ *CERATORHYLLUM DEMERSUM*

**С. А. Розина, О. Н. Макурина**

Самарский государственный университет,  
gabrielfore@inbox.ru, makurina.on@mail.ru

Ежегодно увеличивается антропогенное воздействие на окружающую среду. Наиболее опасны и распространены два вида поллютантов: тяжёлые металлы (ТМ) и синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ). Свинец, как неорганический загрязнитель, достаточно токсичен и представляет серьёзную угрозу для многих форм жизни (Antosiewicz, 1992). Для СПАВ характерен широкий диапазон отрицательного влияния и на водные экосистемы и на

организм человека (Холмберг и др., 2007). Катионные СПАВ наиболее устойчивы к биодеградации и представляют большую опасность для живых организмов, по сравнению с анионными и амфотерными СПАВ (Rosen, 2001; Ying, 2006).

Ответные реакции высших водных растений на действие поллютантов недостаточно изучены, вопрос выведения ксенобиотиков из организма растений не раскрыт, поэтому целью нашей работы стало исследование динамики каталазной активности в тканях водного погруженного растения *Ceratophyllum demersum* L. при воздействии ионов ТМ (на примере свинца, 100 мкМоль/л), катионных СПАВ (на примере ополаскивателя для белья «Dosiа», 1% раствор) и их сочетания, а также в период реабилитации после удаления поллютантов из воды.

Объект и методы исследования. Объектом исследования был выбран пресноводный макрофит роголистник погруженный (*Ceratophyllum demersum* L.).

Эксперимент проводился в лабораторных условиях при одинаковой интенсивности и регулярности светового потока, а также при постоянной температуре (20 °С). Для этого в опыте была использована комбинация люминесцентных ламп и установлен постоянный период освещения, равный 18 ч.

В ходе эксперимента растения были разделены на 4 группы, различающиеся средой выращивания. Контрольная группа растений находилась в среде отфильтрованной водопроводной воды, одна опытная инкубировалась в присутствии сочетания  $Pb(CH_3COO)_2$  и катионных СПАВ в концентрациях 100 мкМ/л и 1%, соответственно, другие две – в присутствии взятых по отдельности ксенобиотиков в указанных концентрациях. Непосредственно перед началом исследований фрагменты растений длиной до 50 мм, считая от точки роста, помещали в стеклянные емкости объемом 1 дм<sup>3</sup>.

Продолжительность воздействия выбранных нами поллютантов составила 1, 2 и 4 часа. По истечении указанного периода экспозиции часть растений из каждой группы отбирали на исследования, а часть переносили в чистую отфильтрованную воду для реабилитации (длительностью 5 суток). После реабилитации также проводили измерения биохимических показателей.

Методы исследования. В тканях исследованных растений определяли каталазную активность по М. А. Королюк и Л. И. Ивановой (1988). Полученные экспериментальные данные обрабатывали с использованием стандартных статистических методов. Достоверность различий измеряемых величин между контрольными и опытными вариантами устанавливали на основании t-критерия Стьюдента при доверительном интервале  $P \leq 0,05$ .

Результаты исследования и их обсуждение. После одного часа инкубации *C. demersum* во всех трёх опытных группах не наблюдалось внешних изменений, через два часа воздействия сочетания ксенобиотиков растение стало терять листья. После четырёх часов инкубации в среде 1% катионного СПАВ также начался листопад, а растение в среде с сочетанием поллютантов опустилось на дно сосуда. После пятидневной реабилитации от 1 часа воздействия ионов свинца у растения наблюдались признаки хлороза, одночасовое влияние кати-

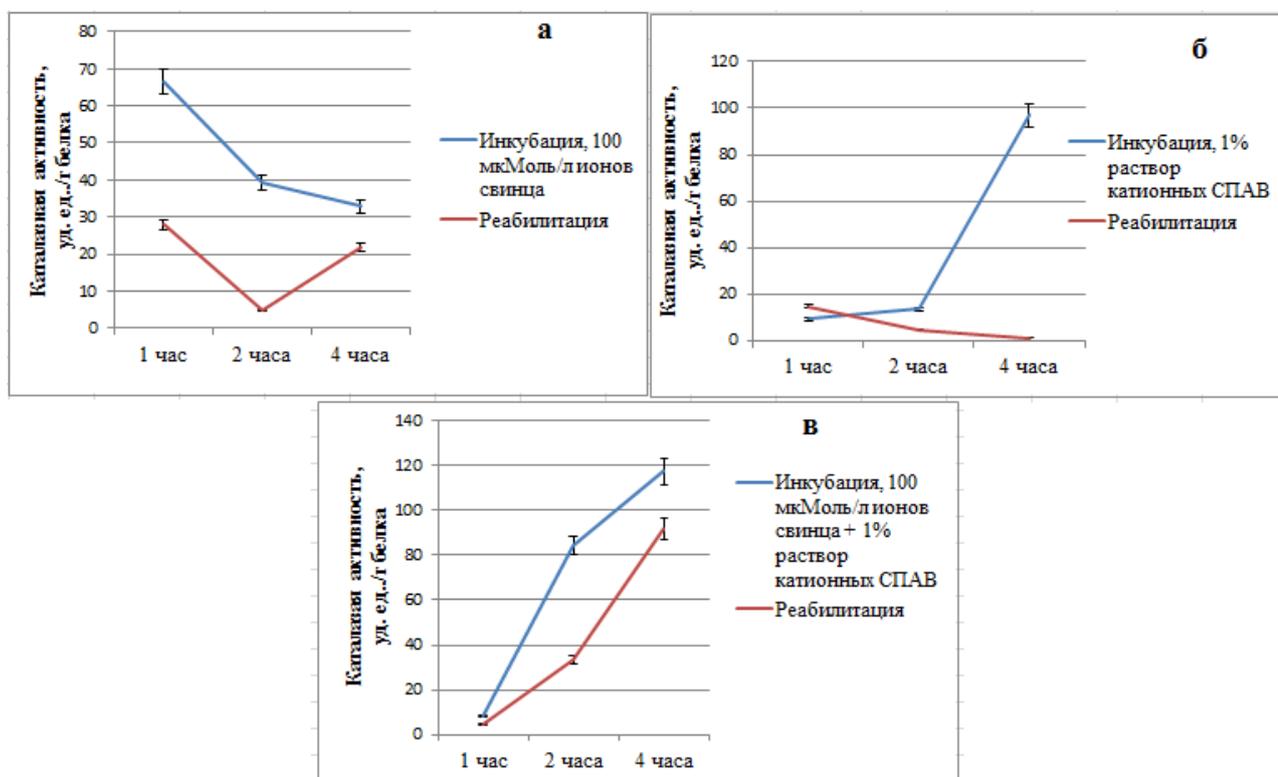
онных СПАВ привело к частичному листопаду, а сочетание ксенобиотиков вызвало лёгкий хлороз и листопад. Реабилитация от двух часов не сняла признаков хлороза и листопада во всех трёх опытных группах. После четырёх часов воздействия ни одна из опытных групп не прошла реабилитацию: наблюдался полный опад листьев и сильный хлороз.

Каталазная активность, замеренная в контрольных точках эксперимента (1, 2, 4 часа) в процентах к контролю, представлена в таблице.

Таблица

**Каталазная активность в тканях *C. demersum* в процентах к контролю**

Инкубация			
	1 час	2 часа	4 часа
100 мкМоль/л ионов свинца	127,5%	888,8%	1043,2%
1% катионные СПАВ	17,5%	309,2%	3081,1%
100 мкМоль/л ионов свинца + 1% катионные СПАВ	16,1%	1917,3%	3733,1%
Реабилитация			
	1 час	2 часа	4 часа
100 мкМоль/л ионов свинца	134,4%	5,4%	1814,0%
1% катионные СПАВ	71,1%	52,3%	81,6%
100 мкМоль/л ионов свинца + 1% катионные СПАВ	21,6%	31,2%	54,4%



Динамика каталазной активности представлена на рис.

Рис. Динамика каталазной активности при воздействии: а – 100 мкМоль/л ионов свинца, б – 1% раствора катионных СПАВ, в - 100 мкМоль/л ионов свинца и 1% раствора катионных СПАВ с последующей реабилитацией

Из полученных данных можно сделать вывод, что 1 час – наименьшее время ответа организма *C. demersum* на действие изучаемых поллютантов. Ионы свинца в первый час воздействия привели к повышению ферментативной активности на треть, а в последующие часа в несколько раз возросла каталазная активность, что, вероятно, связано с окислительным стрессом, вызванным ионами ТМ и компенсаторным ответом клетки. Действие катионных СПАВ и сочетание ксенобиотиков было сходным: после 1 часа инкубации ферментативная активность была угнетена, а потом многократно возросла за счёт индукции синтеза фермента. Очевидно, в сочетанном воздействии преобладает эффект катионных СПАВ: образование плёнки на поверхности раздела сред и на поверхности организма растения, что препятствует дыхательным процессам *C. demersum*.

Реабилитация от воздействия катионных СПАВ и сочетания ксенобиотиков показала снижение ферментативной активности на 20–80% от контрольных значений, что связано с выраженными признаками гибели растения: хлороз, полный листопад. Действие же ионов свинца было менее губительным для организма *C. demersum*: каталазная активность многократно повысилась, и растение компенсировало окислительный стресс, вызванный действием ТМ.

#### Литература

Королук М. А., Иванова Л. И., Майорова И. Г., Токарев В. Е. Метод определения активности каталазы // Лаб. дело. 1988. № 1. С. 16–19.

Холмберг К., Йенссон Б., Кронберг Б., Линдман Б. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. 528 с.

Antosiewicz D. M. Adaptation of plants to an environment polluted with heavy metals // Act. Soc. Bot. Pol. 1992. Vol. 61. P. 281–299.

Rosen M. J., Li F., Morall S. W., Versteeg D. J. The relationship between the interfacial properties of surfactants and their toxicity to aquatic organisms // Environ. Sci. Technol. 2001. Vol. 35. No. 5. P. 954–959.

Rosen M. J., Li F., Morall S. W., Versteeg D. J. The relationship between the interfacial properties of surfactants and their toxicity to aquatic organisms // Environ. Sci. Technol. 2001. Vol. 35. No. 5. P. 954–959.

### ПРИМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕМЯН И ЛИНЕЙНОГО РОСТА ПРОРОСТКОВ В ОЦЕНКЕ ТОКСИЧНОСТИ МЕТИЛФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ И ФТОРИДА НАТРИЯ

Л. С. Свинолунова<sup>1</sup>, С. В. Чиванова<sup>1</sup>, С. Ю. Огородникова<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Вятский государственный гуманитарный университет,

<sup>2</sup> Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,

712ljuba@mail.ru

В настоящее время для оценки качества состояния окружающей среды, наряду с физико-химическими методами, все чаще применяют методы биотестирования, основанные на ответных биохимических реакциях растений. Поллютанты оказывают разнообразные токсические эффекты на растительные организмы, что связано с различными механизмами их действия. Интерес пред-

ставляет изучение токсических эффектов специфических поллютантов на растения для определения перечня наиболее чувствительных к данным веществам показателей жизнедеятельности растений и дальнейшего их применения в мониторинговых исследованиях.

В Кировской области функционирует завод по уничтожению химического оружия в пос. Мирный, в ходе работы которого могут поступать в окружающую среду различные поллютанты. К специфическим поллютантам можно отнести: метилфосфоновую кислоту (МФК) – конечный продукт гидролиза изопропилового и пинаколилового эфира метилфосфоновой кислоты, которые образуются при разложении зарина и зомана; фториды – продукт сжигания реакционных масс уничтожения зарина и зомана (Ашихмина, 2002).

Целью работы было изучить влияние метилфосфоновой кислоты и фторида натрия на показатели жизнедеятельности семян (активность пероксидаз, жизнеспособность), всхожесть семян и показатели линейного роста проростков ячменя.

Изучали эффекты водных растворов метилфосфоновой кислоты (0,01–0,1 моль/л) и фторида натрия (ФН) (0,001–0,005 моль/л) на семена ячменя с. Новичок по показателям: активность пероксидаз в семенах, жизнеспособность семян, всхожесть семян, рост проростков. Опыты проводили в лабораторных условиях, в трёхкратной повторности. Контроль – дистиллированная вода.

Активность пероксидаз оценивали по накоплению продуктов окисления гваякола (Методы., 1987). Оценку жизнеспособности семян проводили по методу, основанному на способности дегидрогеназ живых клеток восстанавливать бесцветный раствор хлористого тетразола в фармазан (ГОСТ 12039-82). Определение всхожести семян проводили по стандартной методике в течение 7 дней (ГОСТ 12038-84).

Набухание и прорастание семян всегда сопровождается активированием окислительных процессов. Дегидрогеназы и пероксидазы участвуют в адаптационных механизмах растений, произрастающих в экстремальных условиях. При этом ферменты необходимы, прежде всего, для сохранения жизнеспособности семян и при запуске процессов, связанных с их прорастанием (Рогожин, 2000).

Было изучено влияние МФК на активность пероксидаз и жизнеспособность семян ячменя (рис. 1). Показано, что инкубация семян в течение суток на растворах МФК в концентрациях 0,01 и 0,03 моль/л не вызывала угнетение данных показателей. МФК в более высоких концентрациях приводила к снижению активности пероксидаз и жизнеспособности семян. Выявлена тесная корреляционная связь между активностью пероксидаз и жизнеспособностью семян ( $r=0,99$ ). Снижение активности пероксидаз в растительных тканях отмечено нами ранее, в экспериментах по изучению хронического действия МФК на растения ячменя (Свинолупова, Огородникова, 2009).

При изучении всхожести семян была выявлена четкая зависимость между концентрацией МФК и всхожестью (рис. 2а). МФК в концентрации 0,01 моль/л приводила к незначительному снижению всхожести семян (на 5 % по сравнению с контролем). Достоверное снижение всхожести семян вызывала МФК в

концентрации 0,02 моль/л и выше. Высокие концентрации МФК (0,06–0,1 моль/л) оказывали летальное действие на семена.

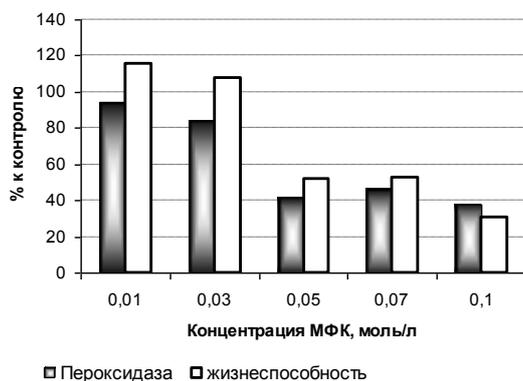


Рис. 1. Влияние метилфосфоновой кислоты на активность пероксидаз и жизнеспособность семян ячменя с. Новичок

Изучено действие метилфосфоновой кислоты на ростовые показатели ячменя. Выявлено, что метилфосфоновая кислота даже в самой низкой из исследуемых концентраций (0,01 моль/л) оказывала существенное влияние на линейный рост листьев и корней растений, причем корневая система растений была более чувствительна к МФК (рис. 2б). Пороговой дозой МФК по показателю линейный рост листьев и корней растений ячменя является 0,01 моль/л. Выявлена тесная обратная корреляционная связь между концентрацией МФК и ростовыми показателями: для листьев  $r = -0,95$ ; для корней  $r = -0,94$ .

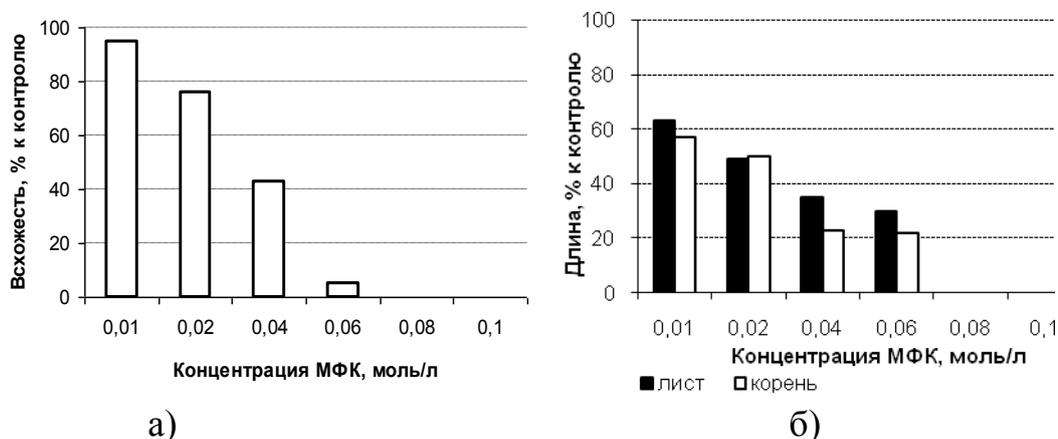


Рис. 2. Влияние метилфосфоновой кислоты на а) всхожесть семян и б) рост проростков ячменя с. Новичок

При изучении эффектов ФН на семена ячменя показано, что токсикант в наибольшей концентрации (0,005 моль/л) вызывал достоверную активацию антиоксидантного фермента – пероксидазы. Ингибирование активности пероксидаз было выявлено при действии ФН в концентрации 0,002 и 0,004 моль/л. Снижения жизнеспособности семян под влиянием ФН в концентрации 0,004 моль/л не выявлено (рис. 3). Однако, при действии ФН в диапазоне более низких концентраций (0,001–0,003 моль/л) жизнеспособность семян не превышала 75 % от контрольного уровня.

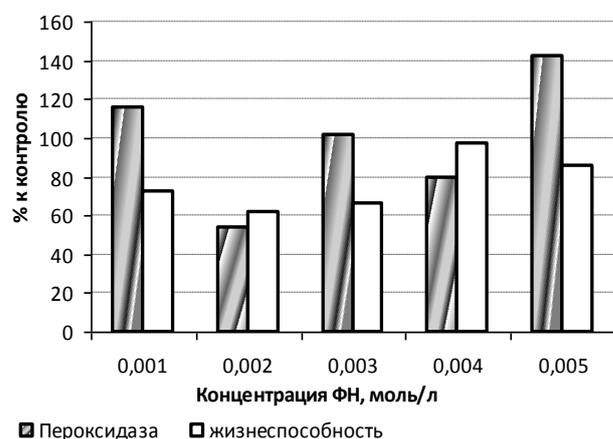


Рис. 3. Влияние фторида натрия на активность пероксидаз и жизнеспособность семян ячменя с. Новичок

Выявлена четкая зависимость между дозой токсиканта в водном растворе и всхожестью семян (рис. 4а). Фторид натрия, даже в самой низкой из исследованных концентраций (0,001 моль/л), приводил к значительному (на 20%, по сравнению с контролем) снижению всхожести семян. Более высокие концентрации фторида натрия (0,002–0,005 моль/л) существенно ингибировали всхожесть семян, она не превышала 37%.

Изучено действие фторида натрия на ростовые показатели ячменя (рис. 4б). Выявлено, что фторид натрия в концентрации 0,002 моль/л и менее не оказывал существенного влияния на линейный рост листьев растений. Однако корневая система растений была более чувствительна к действию низких концентраций фторида натрия (0,001–0,002 моль/л). При увеличении дозы фторида натрия происходит существенное угнетение ростовых процессов: уменьшается длина листьев и корней растений. Выявлена тесная обратная корреляционная связь между концентрацией фторида натрия и ростовыми показателями: для листьев  $r = -0,90$ ; для корней  $r = -0,87$ .

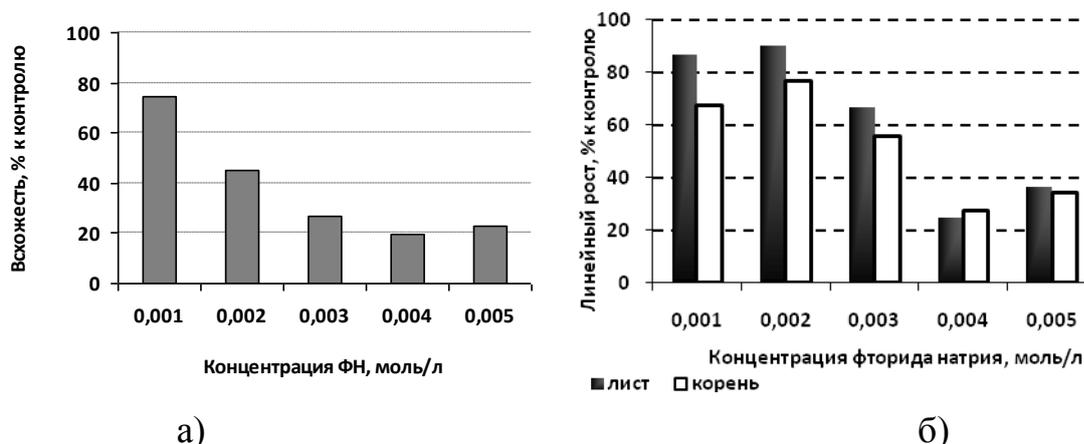


Рис. 4. Влияние фторида натрия на а) всхожесть семян и б) рост проростков ячменя с. Новичок

Таким образом, было изучено влияние токсикантов разной химической природы на биохимические показатели, всхожесть семян и рост проростков яч-

меня сорта Новичок. В опытах с МФК выявлена четкая зависимость между концентрацией кислоты и ответной реакцией, определены пороговые дозы по данным показателя. В опытах с ФН линейной зависимости между дозой токсиканта и биохимическими показателями не установлено. Однако, при определении показателя всхожести семян, выявлена четкая зависимость «доза – реакция». Жизнеспособность семян является показателем, который характеризует ответную реакцию дегидрогеназ семян на непродолжительное (18 часов) действие токсикантов. МФК оказывает ингибирующее влияние на активность дегидрогеназ, ФН, напротив, не вызывает существенных изменений дегидрогеназной активности. Поэтому применение показателя жизнеспособности в биотестировании имеет ограничения, которые связаны со спецификой присутствующих химических веществ. Показатель всхожести семян отражает последствия хронического действия токсикантов на семена и является результатом адаптационных процессов в семенах в течение длительного (7 суток) времени. Выявлено, что ФН является наиболее токсичным по показателю всхожести семян, его пороговая доза на порядок ниже, чем у МФК. Полученные данные по показателю всхожести семян согласуются с классами опасности для данных веществ: ФН – 2 (высокоопасные), МФК – 3 (умеренно опасные).

#### Литература

Ашихмина Т. Я. Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия. Киров: Вятка, 2002. 544 с.

Методы биохимического исследования растений / Под ред. А. И. Ермакова. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.

ГОСТ 12039-82 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения жизнеспособности.

ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести.

Рогожин В. В. Физиолого-биохимические механизмы формирования гипобиотических состояний высших растений: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Иркутск. 2000. 59 с.

Свинолупова Л. С., Огородникова С. Ю. Влияние метилфосфоновой кислоты на активность окислительных процессов в растительных тканях // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Матер. VII Всерос. науч.-практ. конф. в 2 част. Киров: ООО «Лобань», 2009. Ч. 2. С. 51–55.

## ВЛИЯНИЕ ЦИАНОБАКТЕРИЙ *NOSTOC LINCKIA* НА ФИТОТОКСИЧНОСТЬ МЕТИЛФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ

*Е. В. Коваль<sup>1</sup>, С. Ю. Огородникова<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> *Вятский государственный гуманитарный университет,*

<sup>2</sup> *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,  
undina2-10@yandex.ru*

Цианобактерии – морфологически разнообразная группа грамотрицательных прокариотов, которые обладают разнообразными физиологическими особенностями (Домрачева, 2005). Цианобактерии (ЦБ) обладают наивысшим биотическим потенциалом, в массе развиваясь и в почве и в воде. Среди них

встречаются как особо стойкие, так и наиболее чувствительные к внешним воздействиям штаммы. Ряд ЦБ проявляет устойчивость к фосфорорганическим токсикантам (Домрачева и др., 2008) и способность сорбировать тяжелые металлы (Фокина, Узварова, 2006). Доказано, что некоторые виды ЦБ не только устойчивы к неблагоприятным условиям, но и способны при этом оптимизировать существование растений, обеспечивая их доступными формами азота, и переводя токсиканты в недоступные для корней формы (Панкратова и др., 2004). Интересны ЦБ в качестве потенциальных деструкторов метилфосфонатов – производных метилфосфоновой кислоты.

Цель работы – выявить влияние ЦБ *Nostoc linckia* на фитотоксическое действие МФК для растений ячменя с. Новичок.

Изучали влияние МФК, ЦБ и их совместного действия на интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) в листьях ячменя и содержание антоциановых пигментов.

Объектами исследования были растения ячменя сорта Новичок. Цианобактерии *Nostoc linckia* для исследования были взяты из музея фототрофных микроорганизмов кафедры ботаники, физиологии растений и микробиологии им. Э. А. Штиной ВятГСХА.

Для проведения опытов семена ячменя проращивали в чашках Петри на дистиллированной воде. Семидневные проростки пересаживали на водную культуру: 1. Питательный раствор Кнопа (контроль); 2. Раствор Кнопа с добавлением ЦБ (К+ЦБ); 3. Раствор МФК, приготовленный на растворе Кнопа ( $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л); 4. Раствор МФК, приготовленный на растворе Кнопа ( $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л), и аналогичные растворы МФК, на растворе Кнопа, с добавлением ЦБ; 5. Раствор МФК ( $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л) + ЦБ; 6. Раствор МФК ( $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л) + ЦБ. Титр ЦБ в растворах составил 87375 кл/мл. Возраст культуры ЦБ – 2 месяца.

Активность ПОЛ оценивали по накоплению в листьях малонового диальдегида (МДА) (Лукаткин, 2002). Экстракцию и количественное определение антоцианов проводили по общепринятой методике (Муравьева, 1987).

Перекисное окисление липидов представляет собой цепной процесс свободнорадикального окисления, которое нарушает структуру многих молекул. В белках окисляются некоторые аминокислоты. В результате разрушается структура белков. Легко нарушают структуру ДНК активные формы кислорода – частицы, имеющие неспаренный электрон, которые инициируют дальнейшее распространение перекисного окисления (Биохимия, 2003). Активация ПОЛ представляет собой один из первых неспецифических звеньев в общей стресс-реакции организма и может инициировать включение других механизмов защиты (Верхотуров, 2008).

Установлено, что МФК вызывает активацию процессов ПОЛ в листьях. При действии МФК ( $5 \cdot 10^{-3}$  моль/л) в больших количествах, в 2,5 раза выше, чем в контроле, накапливались продукты ПОЛ в листьях. МФК в малой концентрации ( $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л) инициировала повышение накопления МДА в листьях на 60% по сравнению с контролем (рис. 1). Активность ПОЛ в листьях растений, выращенных на среде Кнопа с добавлением ЦБ, также была выше, по сравнению с растениями, выращенными без добавки ЦБ. Данный факт свидетельству-

ет о том, что ЦБ инициируют окислительные процессы в клетках ячменя. Растения, выращенные на МФК ( $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л) в присутствии ЦБ, накапливали в листьях количество продуктов ПОЛ в 2 раза выше, по сравнению с контрольными растениями. Добавка ЦБ к МФК высокой концентрации ( $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л) приводила к снижению фитотоксичности МФК, что проявилось в снижении активности ПОЛ на 30% по сравнению с действием чистой МФК.

Антоцианы – низкомолекулярные антиоксиданты, входящие в состав стрессо-защитной системы растений. Накопление антоцианов является неспецифической реакцией на стрессовые условия произрастания. Содержание антоцианов, выполняющих фоторецепторную, защитную и антиоксидантную функции, может являться наиболее эффективным показателем физиологического состояния растений, находящихся в стрессовых условиях (Масленников, 2001).

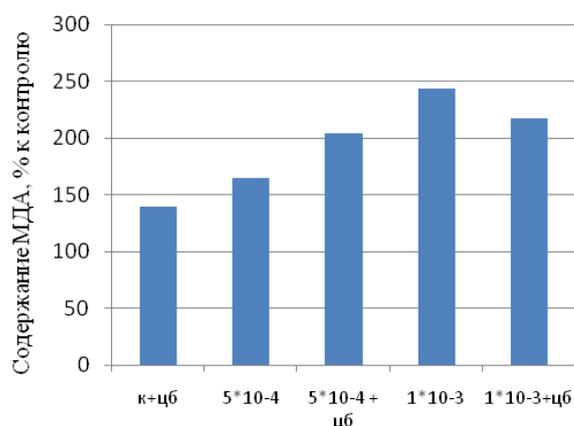


Рис. 1. Содержание малонового диальдегида в листьях ячменя

Содержание антоциановых пигментов в листьях растений, выращенных на среде Кнопа в присутствии ЦБ и на МФК ( $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л), было ниже по сравнению с контрольными растениями (рис. 2). МФК ( $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л) вызывала рост количества антоцианов в листьях на 60%. Добавка ЦБ к МФК данной концентрации приводила к снижению антоцианов до предела контрольного уровня. МФК ( $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л) совместно с ЦБ также способствовала накоплению антоцианов (в 1,6 раза от контроля).

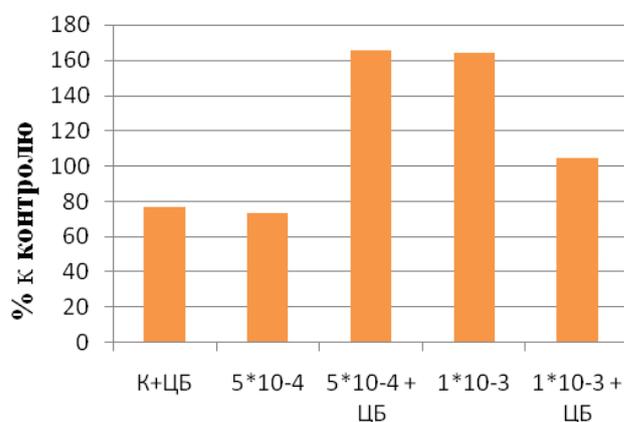


Рис. 2. Содержание антоциановых пигментов в листьях ячменя

Установлено, что МФК в диапазоне изучаемых концентраций приводит к развитию окислительного стресса в листьях ячменя, который сопровождается увеличением активности ПОЛ и накоплением антоцианов. Отмечена зависимость между активностью ПОЛ и количеством антоцианов в листьях при действии МФК, что говорит об активации антиоксидантной системы растения в присутствии токсиканта.

Выявлено, что добавка ЦБ к растворам МФК по-разному воздействует на ее фитотоксические свойства. Добавка ЦБ *Nostoc linckia* к МФК низкой концентрации ( $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л) инициировала активацию антиоксидантной системы, что проявилось в накоплении антоцианов и увеличении интенсивности ПОЛ. Известно, что МФК ( $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л) не вызывает угнетение *Nostoc linckia*, напротив, приводит к росту накопления хлорофилла в культуре ЦБ и снижению интенсивности ПОЛ (Коваль и др., 2013). Возможно, активация окислительных процессов в растениях ячменя, выращенных на растворе МФК ( $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л)+ЦБ, обусловлена фитотоксическим действием продуктов жизнедеятельности ЦБ.

Добавка ЦБ к МФК в высокой концентрации  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л, напротив, вызвала стабилизацию содержания антоцианов в листьях до уровня контрольных растений и снижение активности ПОЛ по сравнению с действием раствора МФК. Полученные данные свидетельствуют о фитопротекторных свойствах ЦБ в условиях действия высокой концентрации ( $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л) МФК.

На основе проведенных опытов можно сделать вывод о потенциальной возможности ЦБ оказывать протекторное действие на растения в условиях загрязнения метилфосфоновой кислотой.

### Литература

Масленников П. В., Бородей А. В. Антоцианы как тест на нефтяное загрязнение // Современные проблемы биоиндикации и биомониторинга: 11 Международный симпозиум по биоиндикаторам Сыктывкар. 2001. С. 124–125.

Биохимия / Под ред. Е. С. Северина. Учеб. для вузов. М. 2003. 779 с.

Верхотуров В. В. Физиолого-биохимические процессы в зерновках ячменя и пшеницы при их хранении, прорастании и переработке: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Москва. 2008. 40 с.

Домрачева Л. И. «Цветение» почвы и закономерности его развития. Сыктывкар. 2005. 336 с.

Домрачева Л. И., Кондакова Л. В., Ашихмина Т. Я., Огородникова С. Ю., Олькова А. С., Фокина А. И. Применение тетразольно-топографического метода определения дегидрогеназной активности цианобактерий в загрязненных средах // Теоретическая и прикладная экология. 2008. № 2. С. 23–29.

Коваль Е. В., Свинолупова Л. С., Огородникова С. Ю. Оценка токсических эффектов метилфосфоновой кислоты по ответным биохимическим реакциям фототрофных организмов // Теоретическая и прикладная экология. 2013. № 1. С. 89–93.

Кононова С. В., Несмеянова М. А. Фосфонаты и их деградация микроорганизмами // Биохимия. 2002. Т. 67. Вып. 2. С. 220–233.

Лукаткин А. С. Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2002. 208 с.

Муравьева Д. А., Бубенчикова В. Н., Беликов В. В. Спектрофотометрическое определение суммы антоцианов в цветках василька синего // Фармакология. 1987. Т. 36. С. 28–29.

Панкратова Е. М., Зяблых Р. Ю., Калинин А. А., Ковина А. Л., Трефилова Л. В. Конструирование микробных культур на основе синезеленой водоросли *Nostoc paludosum* Kutz. // Альгология. Т. 14. № 4. 2004. С. 445–458.

Фокина А. И., Узварова Н. А., Изучение устойчивости некоторых штаммов цианобактерий к свинцу // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Матер. второй обл. науч.-практ. конф. молодежи. Киров, 2006. С. 153.

## РЕАКЦИЯ АКТИНОМИЦЕТОВ НА ПИРОФОСФАТ НАТРИЯ

Е. В. Товстик<sup>1</sup>, И. Г. Широких<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого Россельхозакадемии, [tovstik2006@inbox.ru](mailto:tovstik2006@inbox.ru)

<sup>2</sup> Лаборатория биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ

При функционировании объектов хранения и уничтожения химического оружия (ОХУХО), утилизирующих фосфорсодержащие отравляющие вещества, в качестве твердых отходов производства может образовываться пирофосфат натрия (ПФН) (Проект нормативов ..., 2007). Поступление в почву этого вещества происходит как за счет седиментации твердых аэрозолей, так и за счет биологической деструкции листового опада (Олькова, Ашихмина, 2008). Попадая в почвенную среду, способный к легкому гидролизу пирофосфат натрия (Гинзбург, 1981) становится легко доступным микробному комплексу почвы, неотъемлемым компонентом которого являются актиномицеты.

Целью нашего исследования была сравнительная оценка реакции отдельных представителей актиномицетного комплекса на добавление в питательную среду ПФН в градиенте концентраций.

Исследовали реакции штаммов *Streptomyces rectus* 73-3 (серия Cinereus Aureus), *S. wedmorensis* 88-6, *S. gidrogenanes* 38-11 (серия Cinereus Achromogenes), *S. helveticus* 42-35 (Helvolo-Flavus Helvolus), *S. chromofuscus* 140-6 (серия Cinereus Chromogenes), выделенных из почвенных образцов, отобранных вблизи ОХУХО «Марадыковский». Оценку реакции проводили по радиальной скорости роста колоний актиномицетов и накоплению биомассы в жидкой культуре. Выращивали актиномицеты на модифицированной среде Гаузе 1, в составе которой гидрофосфат калия (ГФК) заменяли на ПФН; контролем служила стандартная среда Гаузе 1 с ГФК. Исследовали следующие концентрации действующих веществ в пересчете на  $P_2O_5$ :  $1 \cdot 10^{-4}$ ,  $1 \cdot 10^{-3}$ ,  $1 \cdot 10^{-2}$  моль/л.

Радиальную скорость роста культур стрептомицетов рассчитывали как увеличение диаметра колоний стрептомицетов за определенный промежуток времени на плотной питательной среде и вычисляли по формуле (Методы почвенной..., 1991):

$$Kr = (d_2 - d_1) / (t_2 - t_1),$$

где  $d_1$  и  $d_2$  – диаметр колоний (мм) в начальный ( $t_1$ ) и конечный ( $t_2$ ) моменты времени измерения соответственно (час). Измерения проводили в 20-ти кратной повторности.

На средах с ГФК радиальная скорость роста исследуемых штаммов при различных концентрациях изменялась незначительно и не превышала 0,05 мм/час (рис. 1). Штаммам 42-35, 140-6 и 73-3, характеризующимися близкими значениями  $K_r$ , существенно уступали по скорости роста стрептомицеты 88-6 и 38-11. На средах с ПФН наблюдалась большая дифференциация культур по  $K_r$ , чем на средах с ГФК, что указывает на штаммовую специфичность реакции актиномицетов на это соединение. Существенно возрастала (до 0,055–0,065 мм/час) в присутствии ПФН в градиенте концентраций  $1 \cdot 10^{-4}$ – $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л  $P_2O_5$  радиальная скорость роста штаммов 42-35 и 73-3, а при  $1 \cdot 10^{-3}$ – $1 \cdot 10^{-2}$  моль/л  $P_2O_5$  –  $K_r$  штамма 88-6. Отмечена также общая, за исключением штамма 88-6, тенденция к снижению значений  $K_r$  при увеличении в среде концентрации ПФН от  $0,5 \cdot 10^{-3}$  до  $1 \cdot 10^{-2}$  моль/л  $P_2O_5$ .

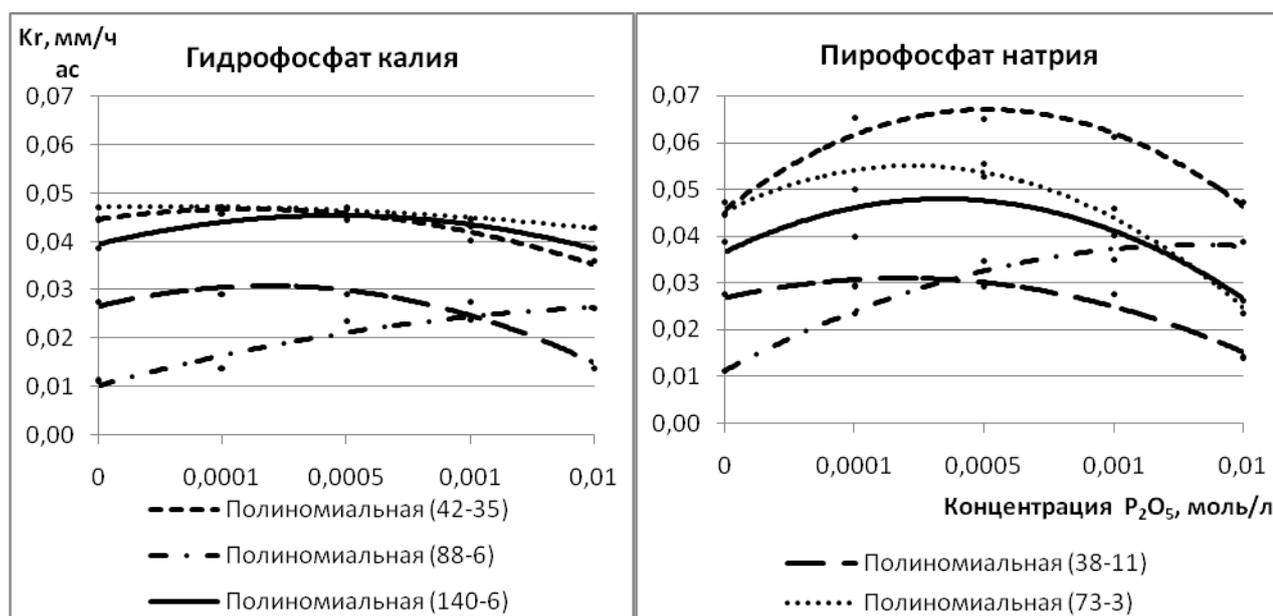


Рис. 1. Скорость роста актиномицетов в зависимости от вида соли и концентрации действующего вещества в среде

Накопление биомассы актиномицетами на средах с различными источниками  $P_2O_5$  изучали на примере штамма 38-11, определяли сухую биомассу гравиметрическим методом (Практикум..., 2005).

При кратковременном (7 сут) культивировании стрептомицета в жидкой культуре существенных различий в накоплении биомассы в зависимости от вида фосфорсодержащей соли или её концентрации в среде не выявлено (рис. 2). Увеличение продолжительности выращивания стрептомицета до 14 сут привело к более активному накоплению биомассы при концентрации той и другой соли, равной  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л  $P_2O_5$ . Через 3 недели культивирования биомасса стрептомицета, выращенного на среде с ГФК, достоверно превосходила биомассу, полученную на среде с ПФН. Концентрация ПФН, соответствующая  $1 \cdot 10^{-2}$  моль/л  $P_2O_5$ , снизила выход биомассы стрептомицета, по сравнению с ГФК, в большей степени, чем концентрации ПФН, соответствующие  $1 \cdot 10^{-4}$  и  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л  $P_2O_5$ .

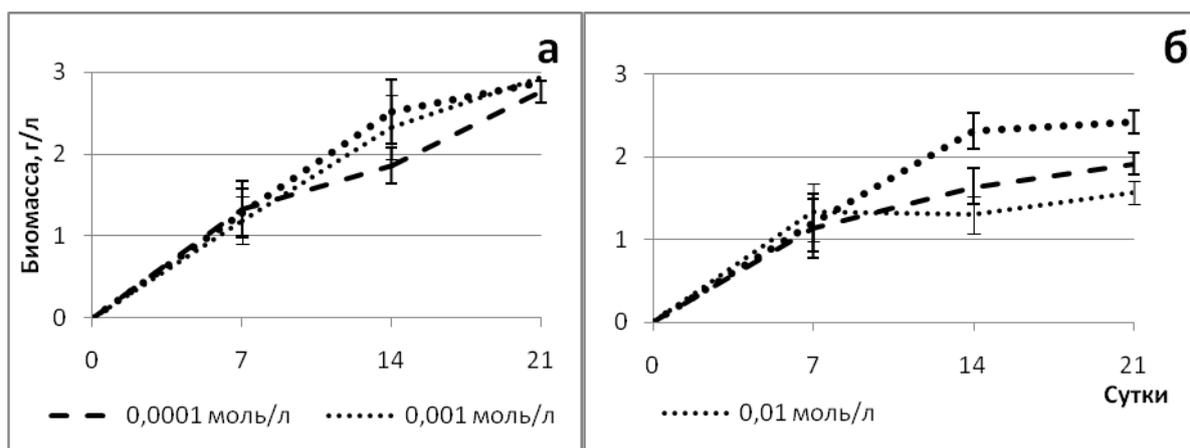


Рис. 2. Динамика накопления биомассы штаммом 38-11 при разных концентрациях  $P_2O_5$  в питательной среде с ГФК (а) и ПФН (б)

Таким образом, в результате исследования установлено, что ПФН в невысоких концентрациях (до  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л  $P_2O_5$ ) избирательно стимулирует радиальную скорость роста отдельных штаммов актиномицетов, а при более высоких ( $1 \cdot 10^{-2}$  моль/л  $P_2O_5$ ) ингибирует её, по сравнению меньшими концентрациями. При длительном воздействии (более 14 сут) концентрации ПФН, соответствующие  $1 \cdot 10^{-2}$  -  $1 \cdot 10^{-4}$  моль/л  $P_2O_5$ , угнетали накопление сухой биомассы *S. gidrogenanes* 38-11, по сравнению с ГФК, введенным в среды в тех же дозах.

Исследованные штаммы в перспективе будут оценены на способность аккумулировать в биомассе фосфор, с целью дальнейшего использования в технологиях биоремедиации загрязненных почв, и оценки возможности их использования в качестве биоиндикаторов высоких концентраций ПФН в почвенной среде.

### Литература

- Гинзбург К. Е. Фосфор основных типов почв СССР. М.: Наука, 1981. 244 с.
- Олькова А. С., Ашихмина Т. Я. Эффективность методов биотестирования при оценке состояния почв в зоне локального загрязнения техногенным минеральным фосфором // Теоретическая и прикладная экология. № 4. 2008. С. 107–117.
- Практикум по микробиологии / Под ред. А. И. Нетрусова. М.: Издательский центр «Академия», 2005. 608 с.
- Проект нормативов предельно допустимых выбросов для 1205 объектов ХУХО. Саратов, 2007.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ШТАММА-АНТАГОНИСТА *STREPTOMYCES HYGROSCOPICUS* A4 НА МИКРОМИЦЕТЫ В РИЗОСФЕРЕ ОВСА

И. Г. Широких<sup>1,2</sup>, О. В. Рябова<sup>1</sup>, Г. А. Баталова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого Россельхозакадемии,

<sup>2</sup> Лаборатория биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ

Химические фунгициды играют важную роль в увеличении производства растениеводческой продукции, но преимущества их использования омрачены величиной ущерба, причиняемого окружающей среде, неблагоприятными последствиями для здоровья человека и появлением устойчивых видов фитопатогенов. Как следствие, увеличивается спрос на альтернативные биологические средства борьбы с возбудителями заболеваний сельскохозяйственных культур, что особенно важно в отношении голозерных форм овса, используемых преимущественно для производства продуктов, предназначенных для детского и диетического питания.

Среди перспективных в качестве продуцентов антифунгальных биопрепаратов особое внимание привлекают почвенные стрептомицеты. Штамм *Streptomyces hygrosopicus* A4 (далее A4) был изолирован из ризосферы овса сорта Аргамак на кислой дерново-подзолистой почве. В лабораторных экспериментах A4 снижал заболеваемость и гибель растений овса, озимой ржи, яровой пшеницы и клевера лугового от корневых гнилей до 60–70% к контролю без бактерицизации. Эффективность A4 в микроvegetационных опытах с картофелем была достоверно выше, чем у биопрепарата Планриз и соизмерима с эффектом Фитоспорина-М.

Цель настоящей работы заключалась в выявлении изменений в структуре комплексов микроскопических грибов в прикорневой зоне овса голозерного в результате предпосевной инокуляции семян *S. hygrosopicus* A4, и их сравнении с изменениями, вызываемыми химическим фунгицидом Дивиденд Стар.

Семена овса Вятский перед посевом инокулировали изготовленным в лабораторных условиях биопрепаратом A4 (титр  $10^4$  КОЕ/мл, из расчета 0,5 л/т). В качестве препарата сравнения использовали системный химический фунгицид Дивиденд Стар (1,0 л/т). Контролем служил вариант с обработкой семян водой (10 л/т). Исследования проводили в микроделяночном (площадь деланки 1,0 м<sup>2</sup>) полевом опыте. Образцы для анализа ризосферы и ризопланы отбирали в 4-х повторениях по фазам развития растений. Численность и качественный состав микромицетов в ризосфере и ризоплане растений определяли при посеве суспензий на среду Чапека со стрептомицином (100 мг/л). Учитывали колонии по морфологическим типам. Морфологические и культуральные признаки грибов изучали в соответствии с определителями (Саттон и др., 2001; Domsh et al., 2007). Длину мицелия грибов определяли с использованием люминесцентного микроскопа «Leica DM 2500». Препараты для микроскопии готовили по общепринятой методике (Методы..., 1991). Каждый образец просматривали в 200 по-

лях зрения. Статистическую обработку данных проводили стандартными методами с использованием программы EXEL 7.

В результате предпосевной обработки семян препаратом А4 существенных различий, по сравнению с контролем и химическим фунгицидом Дивиденд Стар, в показателях поражения растений болезнями не выявлено.

Количество колониобразующих единиц (КОЕ) микромицетов в ризосферной почве овса в результате обработки биологическим и химическим фунгицидами существенно отличалось от контроля только в фазу цветения растений (рис. 1).

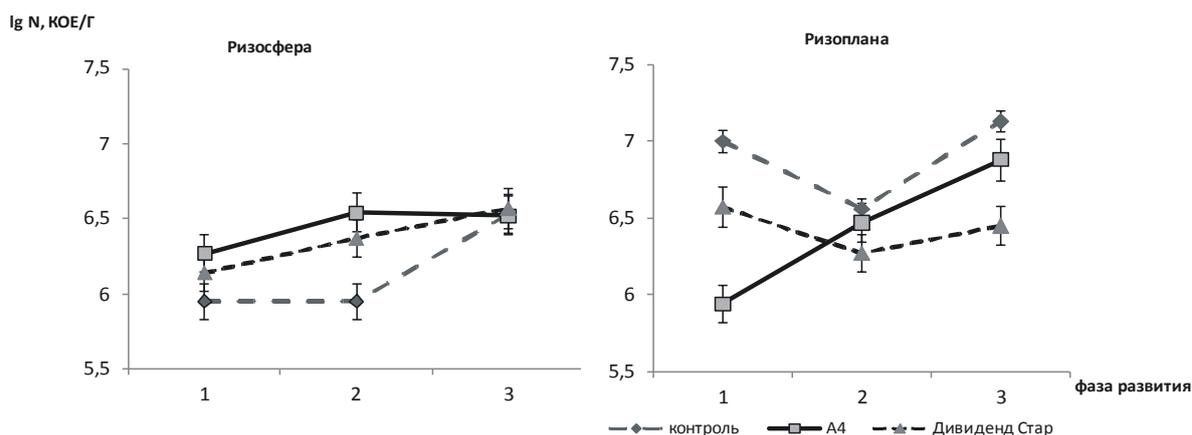


Рис. 1. Динамика численности микромицетов по фазам развития овса (1 – кущение, 2 – цветение, 3 – молочно-восковая спелость) в зависимости от обработки семян химическим (Дивиденд Стар) и биологическим (А4) препаратами

Увеличение в 2,6 раз (Дивиденд Стар) – 3,9 (А4) численности грибных пропагул в этот период, как показали результаты люминесцентной микроскопии, связано с возрастанием числа спор, а не длины мицелия – функционально активного компонента грибной популяции. В период цветения длина мицелия в ризосфере, напротив, снизилась под воздействием А4 в 1,5 раза, а химического фунгицида – в 4 раза по сравнению с контролем (рис. 2).

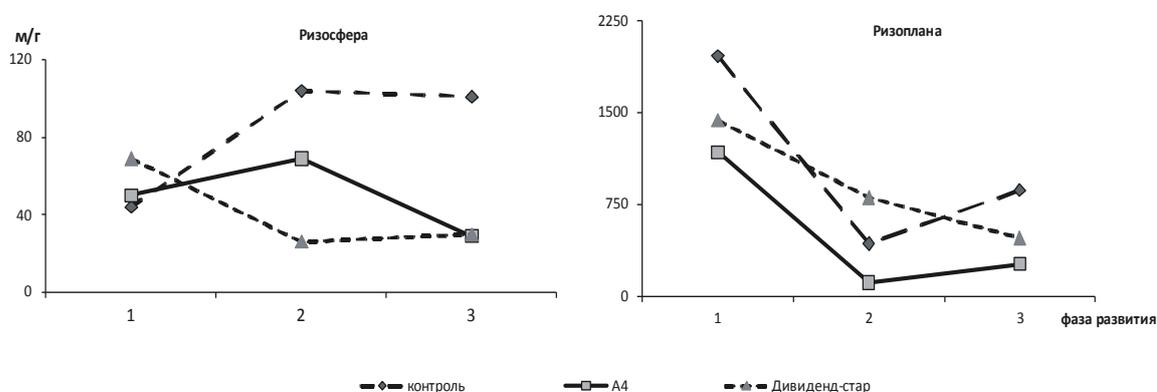


Рис. 2. Динамика длины грибного мицелия по фазам развития овса (1 – кущение, 2 – цветение, 3 – молочно-восковая спелость) в зависимости от обработки семян химическим (Дивиденд Стар) и биологическим (А4) препаратами

Концентрации мицелия грибов в ризосфере растений, подвергнутых предпосевной обработке препаратами А4 ( $29 \pm 0$  м/г) и Дивиденд Стар ( $30 \pm 12$  м/г), в фазу молочно-восковой спелости существенно не различались и были в 3,5 раза ниже, чем в контроле без обработки семян. В ризоплане уже в фазу кущения овса количество грибных пропагул и концентрация мицелия в результате обработки семян препаратами А4 и Дивиденд Стар были существенно ниже, чем в контроле (рис. 1 и 2). При этом биопрепарат А4 снижал оба показателя в большей степени (в 11,4 и в 1,7 раза), чем химический фунгицид (в 2,7 и в 1,4, раза соответственно). В фазу цветения интенсивность колонизации микромицетами корней слабо различалась по вариантам и находилась в обратной зависимости от заселенности грибами прикорневой почвы (рис. 2). Ингибирующее действие препаратов на грибы прослеживалось вплоть до фазы молочно-восковой спелости растений. Химический фунгицид, хотя и превосходил в этот период биопрепарат А4 по снижению общей численности грибных пропагул на корнях (рис. 1), в большей степени подавлял в ризоплане развитие микромицетов препарат А4, снижая концентрацию мицелия в 3,3 раза, тогда как Дивиденд Стар – только в 1,8 раза, по сравнению с контролем (рис. 2).

В условиях дерново-подзолистой почвы доминировали в ризосфере и ризоплане овса микромицеты рода *Penicillium*. На долю различных видов пенициллов в контрольном варианте приходилось до 70% в ризосфере и до 94% в ризоплане. В числе типичных (частота встречаемости  $\geq 40\%$ ) в комплексах выявлены представители родов *Fusarium*, *Acremonium*, *Cladosporium* и *Mucor*, потенциально опасных в отношении корневых инфекций. Доля их участия в комплексах была, как правило, менее значительной, чем рода *Penicillium*, и сильно варьировала в зависимости от фазы развития растений.

В результате обработки семян биопрепаратом А4 частота встречаемости и относительное обилие представителей родов *Fusarium* и *Acremonium* в ризосферном комплексе существенно снизились, тогда как при обработке Дивиденд Стар продолжали оставаться высокими. В ризоплане эффекты от обработки семян химическим фунгицидом проявились в начале развития растений в снижении частоты встречаемости грибов из родов *Fusarium* (в 2 раза) и *Acremonium* (в 3 раза), а в конце вегетации – относительного обилия пенициллов в ризосфере (в 7,3 раза) и ризоплане (в 2,5 раза). Изменения в структуре комплекса ризопланы под воздействием препарата А4 заключались в снижении частоты встречаемости грибов из родов *Acremonium* (в 1,6 раза) и *Cladosporium* (в 1,3 раза), относительного обилия пенициллов в 4 раза (на первом этапе развития растений), а также в увеличении спектра минорных компонентов комплекса с низкими показателями частоты встречаемости (6–28%) и/или долевого участия (0–9%). Тем самым биопрепарат на основе местного изолята А4 способствовал поддержанию биоразнообразия почвенной микробной системы, что, в свою очередь, обеспечивает участие природных агентов в регулировании численности фитопатогенов и содействует процессам естественной супрессивности почвы (Van Bruggen, Semenov, 2000; Van Elsas et al., 2002). Вместе с тем, биоконтрольное влияние стрептомицета А4 на прикорневой комплекс микромицетов сопоставимо по ряду исследованных параметров (численность грибных пропа-

гул, длина мицелия грибов, состав и структура микромицетного комплекса) с эффективностью химического фунгицида и оказало защитный эффект на растения овса голозерного, способствуя получению экологически чистой продукции и сохранению функций почвы.

#### **Литература**

- Методы почвенной микробиологии / Под ред. Д. Г. Звягинцева, М.: МГУ, 1991. 304 с.
- Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов. М.: Мир, 2001. 486 с.
- Domsh K. H., Gams W., Anderson T. H. Compendium of soil fungi. Eching: IHW-Verlag, 2007. 672 p.
- Van Bruggen A. H. C., Semenov A. M. In search of biological indicators for soil health and disease suppression // *Appl. Soil Ecol.*, 2000. 15. P. 13–24.
- Van Elsas J. D., Garbeva P., Salles J. Effects of agronomical measures on the microbial diversity of soils as related to the suppression of soil-borne plant pathogens // *Biodegradation*, 2002. 13. P. 29–40.

### **РЕАКЦИЯ СТРЕПТОМИЦЕТОВ НА ТОКСИЧЕСКИЕ ДОЗЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ**

*Е. С. Соловьёва, И. Г. Широких*

*Лаборатория биомониторинга Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, blueberry17@mail.ru*

Хозяйственная деятельность человека по производству пищи, энергии, промышленных материалов, а также транспортные перевозки сопровождаются преднамеренным или непреднамеренным выбросом в окружающую среду солей тяжелых металлов (ТМ). Повышенные концентрации ТМ в соответствующих условиях вызывают негативные изменения в структуре микробного сообщества или в его функциональной активности, а зачастую – то и другое одновременно.

Значительную долю среди бактерий, доминирующих в загрязненных ТМ почвах, составляют, по данным ДНК-анализа, мицелиальные спорообразующие актинобактерии – стрептомицеты. В природе они играют важную роль в поддержании динамического гомеостаза почвы, перерабатывая недоступные другим бактериям углеродсодержащие субстраты. Помимо универсальности и высокой активности вторичного метаболизма, мицелиальные актинобактерии имеют множественные приспособления для жизни в почве: апикальный рост, разнообразие типов спорообразования, наличие воздушных гиф, позволяющих проникать через границу раздела фаз в воздушную среду. Эти морфологические приспособительные особенности обеспечивают стрептомицетам возможность в экстремальных условиях загрязнения ТМ колонизировать новые пространства.

Ранее нами было выявлено, что структура стрептомицетного комплекса городских почв меняется в зависимости от уровня загрязнения почвы (Соловьёва, Широких, 2012). Перестройки в таксономической структуре стрептомицет-

ного комплекса могут сопровождаться изменением физиологической толерантности к ТМ его отдельных представителей.

Уже сегодня имеются сведения о выделении из сильно загрязнённых ТМ экотопов устойчивых к свинцу, цинку, меди штаммов, пригодных для использования в проектах по биоремедиации почв (Schütze, Kothe, 2012).

Цель настоящей работы – изучение влияния свинца, меди и цинка в градиенте концентраций на кинетические характеристики представителей рода *Streptomyces*, выделенных из городских почв, отличающихся по уровню загрязнения ТМ.

В модельных опытах нами были исследованы по 10 культур рода *Streptomyces*, изолированных из почв промышленных и транспортных экотопов (грязный экотоп), садово-огородных и селитебных (чистый экотоп) и фоновых почв заповедника Нургуш (фоновый экотоп). Радиальную скорость роста (Кг) стрептомицетов определяли, выращивая культуры на среде Гаузе 1 при 28 °С. Соли ТМ (сульфат меди (II), ацетат свинца, сульфат цинка) добавляли в среду в концентрациях, соответствующих для ионов свинца 3, 6 и 30 мг/кг; меди – 3, 6 и 15 мг/кг; цинка – 3, 6 и 115 мг/кг. Каждый изолят выращивали в 5 повторениях. Диаметр колоний измеряли на 3-и и 6-е сутки после посева в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Радиальную скорость роста колоний рассчитывали по формуле:

$$K_r = \frac{d_2 - d_1}{t_2 - t_1}, \text{ где}$$

$d_1$  и  $d_2$  - диаметр колонии (мм) в начальный и конечный моменты измерения соответственно;  $t_1$  и  $t_2$  – время (сутки) начального и конечного измерения.

Экспериментальные данные обработаны стандартными методами статистического анализа с использованием пакета программ Excel.

При добавлении в питательную среду ионов свинца в дозах 3, 6 и 30 мг/кг наблюдали изменение Кг стрептомицетов, по сравнению со значениями, отмеченными без добавления токсичных ионов.

При концентрации свинца 3 мг/кг наблюдается увеличение средней радиальной скорости роста культур, по сравнению с контролем, причем более интенсивное у штаммов из чистых экотопов. Для этих штаммов при концентрации 3 мг/кг скорость роста была максимальной (36,1–55,5 мкм/ч).

При добавлении в питательную среду ионов меди наблюдались следующие изменения Кг стрептомицетов: при концентрации ионов меди 3 мг/кг у изолятов из грязных и чистых экотопов, в отличие от фоновых, наблюдалось увеличение радиальной скорости роста. При увеличении концентрации меди в два и более раза скорость роста у всех изолятов резко снижалась.

При добавлении в питательную среду до 6 мг/кг ионов цинка, для изолятов грязных и фоновых экотопов наблюдалось постепенное увеличение Кг, по сравнению с контролем, а при концентрации цинка 115 мкг/кг скорость роста резко снижалась до значений ниже контрольных.

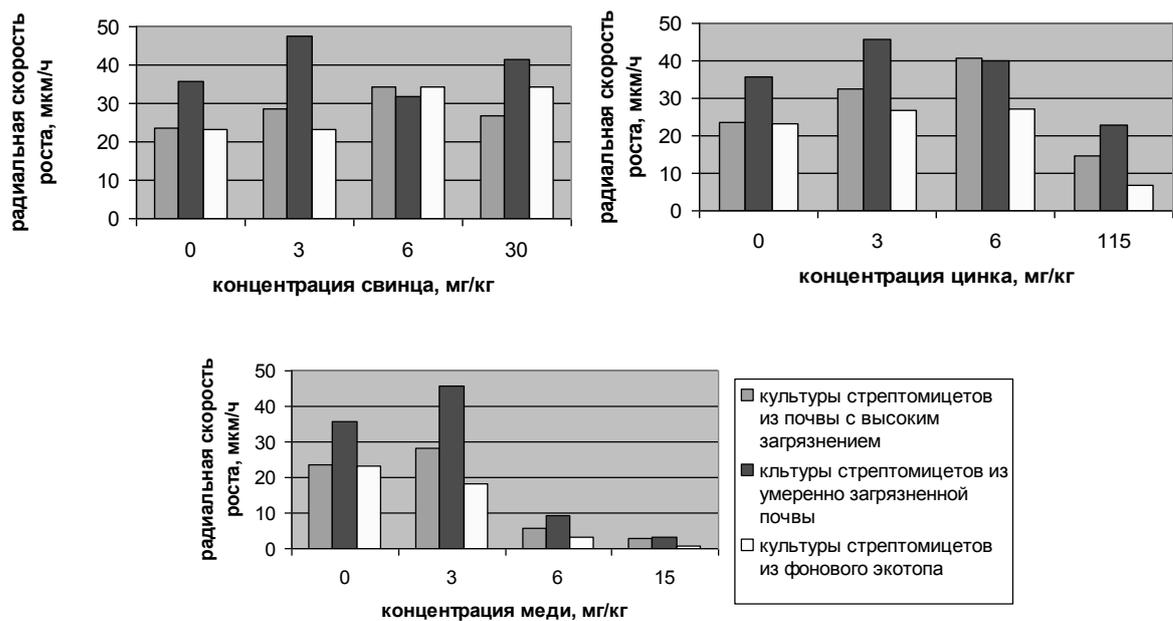


Рис. Средние значения радиальной скорости роста культур стрептомицетов в зависимости от концентрации ТМ

Далее была подробно рассмотрена структура выбранных комплексов стрептомицетов из экотопов с различной степенью загрязнения по отношению к различным концентрациям ТМ. Рассматривалось изменение радиальной скорости роста, по сравнению с контролем.

В эксперименте со свинцом в структуре комплекса культур из грязного экотопа преобладали культуры, увеличивающие скорость роста, по сравнению с контролем, причем как при низких, так и при высоких концентрациях металла. На структуру комплекса стрептомицетов из чистых экотопов негативнее всего повлияла концентрация свинца 6 мг/кг, при которой 60% изолятов снизили скорость радиального роста. Культуры фоновых почв сильнее всего отреагировали на низкую концентрацию свинца, и у половины изолятов было отмечено снижение радиальной скорости роста.

При анализе частот встречаемости культур в эксперименте с медью было выявлено, что при концентрации меди 6 мг/кг и выше преобладают изоляты, радиальная скорость роста которых снижена, по сравнению с контролем. Частота встречаемости таких культур колеблется от 80 до 100%. Причем 100% снижение скорости роста, вплоть до полного его отсутствия, отмечено для изолятов фоновых экотопов. Это может быть связано с тем, что культуры фоновых почв не сталкивались с загрязнением ТМ в той мере, как культуры стрептомицетов городской загрязненной почвы, эволюционно развившие в результате длительного контакта с ТМ специальные механизмы устойчивости.

В эксперименте с цинком, при концентрации 6 мг/кг и ниже для всех экотопов преобладали культуры, увеличивающие радиальную скорость роста, по сравнению с контролем. А при концентрации 115 мг/кг, наоборот, было отмечено преобладание культур со сниженной скоростью роста, их частота встречаемости находилась на уровне 80–90%.

В целом отмечено, что невысокие концентрации ТМ (3 мг/кг) в среде чаще всего, вызывают увеличение радиальную скорость роста колоний. При сопоставлении этих данных с принадлежностью изолята к определенному экотопу увеличение Кг при низких концентрациях ТМ преимущественно наблюдалось для культур из городских экотопов с высокой и умеренной степенью загрязнения (частота встречаемости 60–90%). Для изолятов из фонового экотопа частота встречаемости культур, увеличивающих скорость роста при низких концентрациях ТМ, колебалась только в пределах 30–40%.

Далее была проанализирована концентрация ТМ 6 мг/кг на предмет ингибирования скорости роста. У изолятов из чистых экотопов преобладают культуры, у которых Кг снижается, причем более существенно это проявляется по свинцу и меди (80% культур). На изоляты из грязных экотопов наиболее существенно повлияла эта концентрация меди, вызвав уменьшение Кг у 100% культур. Медь в концентрации 6 мг/кг также оказала более сильное влияние на культуры фоновых экотопов, чем другие металлы. Таким образом, концентрацию меди 6 мг/кг можно считать ингибирующей Кг для 80–100% всех культур, исследованных в эксперименте.

Таким образом, в результате эксперимента были выявлены различия в кинетике роста стрептомицетов, выделенных из экотопов с различной степенью загрязнения тяжелыми металлами. Культуры, увеличивающие Кг под воздействием ТМ, встречались с наибольшей частотой в комплексе стрептомицетов, выделенных из почв с умеренным загрязнением ТМ (селитебные и рекреационные районы города), тогда как штаммы, снижающие Кг в присутствии ТМ, чаще встречались в комплексах стрептомицетов, изолированных из чистых (фоновых) почв и из почв со значительным транспортным и промышленным загрязнением. Невысокие концентрации свинца, меди и цинка (3 мг/кг) вызывали увеличение Кг, по сравнению с контролем, у изолятов их всех исследованных экотопов. В большей степени это наблюдалось для культур из городских экотопов с высокой и умеренной степенью загрязнения. Наиболее сильное влияние на кинетические характеристики стрептомицетов оказала медь. Минимальная ингибирующая рост стрептомицетов концентрация для меди (6 мг/кг), была значительно ниже, чем для цинка (115 мг/кг). Для свинца ингибирующая концентрация в исследованном диапазоне (3–30 мг/кг) не выявлена.

### Литература

Соловьёва Е. С., Широких И. Г. Стрептомицеты в урбаноземах г.Кирова // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Материалы X Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием. Книга 1. Киров: ООО «Лобань», 2012. 252 с.

Schütze E., Kothe E. Heavy Metal-Resistant Streptomyces in Soil . In: Bio-Geo Interactions in Metal-Contaminated Soils // Soil Biology, 2012, Volume 31, P. 163–182.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ФЕНОТИПИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ, ТРАНСГЕННЫХ ПО ГЕНУ Fe-SOD

И. Г. Широких<sup>1,2</sup>, С. Ю. Огородникова<sup>2</sup>, Р. И. Абубакирова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства  
Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого Россельхозакадемии,

<sup>2</sup> Лаборатория биомониторинга Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ

Антиоксидантный фермент супероксиддисмутаза (СОД, КФ 1.15.1.1) является одним из ключевых компонентов системы защиты клеток и тканей от окислительной деструкции (Бараненко, 2006). Антиокислительную активность внутри клетки можно значительно повысить, внедрив в геном реципиентного растения ген фермента СОД с промотором, обеспечивающим высокий уровень его экспрессии.

Трансформацию растений картофеля осуществляли на базе Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной биотехнологии Россельхозакадемии. Использовали штамм *Agrobacterium tumefaciens* AGL0 с бинарным вектором pVIN 19. Вектор содержал кассеты экспрессии целевого гена – ген Fe-зависимой супероксиддисмутазы (Fe-SOD) из *Arabidopsis thaliana*, и маркерного гена – неомицинофосфотрансферазы (NPT II), продукт которого придает устойчивость к антибиотику канамицину.

Пробирочные растения картофеля линий Trf1 и Trf 2, трансгенность которых была доказана с использованием селективной среды с 500 мкг/мл канамицина и методом ПЦР, высаживали в заполненные почвенной смесью вегетационные сосуды и выращивали в летний период при естественном световом и температурном режиме до получения первого клубневого поколения. На 30 сутки вегетации определяли биохимические показатели в листьях, по окончании вегетации – продуктивные признаки картофеля. В качестве контроля использовали растения исходного сорта Беллароза.

Оценку устойчивости картофеля к токсичности алюминия проводили используя пробирочные растения линии Trf1, выращенные на кислой (рН 3,8) питательной среде МС с концентрацией ионов алюминия 10 мг/л в течение 30 суток. Контролем служили одновозрастные растения, выращенные на среде без добавления ионов  $H^+$  и  $Al^{3+}$ . В каждом варианте у 15 пробирочных растений определяли высоту побега и количество междоузлий. В смешанных пробах листьев и корней измеряли биохимические показатели.

Содержание пластидных пигментов определяли на спектрофотометре «Spectol» (Германия) в ацетоновой вытяжке (Шлык, 1971) при длинах волн 662, 644 (хлорофиллы *a* и *b*) и 440.5 нм (каротиноиды).

Интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) в листьях и корнях растений анализировали по цветной реакции тиобарбитуровой кислоты с малоновым диальдегидом (МДА), образующимся в процессе ПОЛ (Лукаткин, 2002).

Активность СОД определяли методом, основанном на способности фермента ингибировать фотохимическое восстановление тетразолиевого нитросинего (Aebi, 1971).

Анализ пластидных пигментов в листьях растений в почве не выявил значимых различий между исходной формой и трансформированными линиями картофеля по содержанию хлорофиллов и каротиноидов (табл. 1).

Таблица 1

**Содержание фотосинтетических пигментов в листьях растений картофеля *in vivo***

Картофель Беллароза	Хлорофиллы, мг/г		Каротиноиды, мг/г	Соотношение	
	<i>a</i>	<i>b</i>		хлорофиллов <i>a/b</i>	хлорофиллы/ каротиноиды
Исходная форма	5,51±0,48	1,91±0,19	0,97±0,08	2,88	7,63
Линия Trf1	5,53±0,08	2,03±0,13	0,83±0,05	2,72	9,07
Линия Trf 2	5,94±0,31	2,16±0,05	0,94±0,10	2,75	8,65

Соотношения хлорофиллов *a* и *b*, хлорофиллов и каротиноидов также находились в пределах нормы, что говорит о том, что трансформированные растения картофеля были фенотипически нормальны. Отличие между ними и исходным сортом заключалось только в достоверно более высоких показателях активности СОД в листьях, при равной интенсивности перекисного окисления липидов (ПОЛ) (табл. 2).

Таблица 2

**Активность СОД и ПОЛ в листьях растений картофеля *in vivo***

Показатель	Картофель Беллароза		
	исходная форма	линия Trf2	линия Trf2
СОД, ед./г сырой массы	3,83±0,12	4,05±0,05*	4,66±0,31*
МДА, нмоль/г сырой массы	14,41±1,66	17,09±3,66	16,28±3,41

По продуктивным показателям в почвенной культуре различия между трансформированными растениями и исходной формой также находились в пределах ошибки опыта (табл. 3).

Таблица 3

**Показатели продуктивности картофеля Беллароза в первом клубневом поколении**

Вариант	Количество клубней с растения, шт.	Средняя продуктивность растения, г	Количество клубней по фракциям		
			≤1 см	1–2 см	≥2 см
Исходная форма	6,86±1,08	4,95±1,61	7	29	7
Линия Trf1	7,17±2,56	6,08±1,83	7	28	9
Линия Trf 2	7,83±1,72	5,05±2,05	8	28	9

Оценка линии картофеля Trf1 в условиях модельного опыта *in vitro* по устойчивости к алюминию, как индуктору окислительного стресса, показала,

что количество междоузлий и высота побега у трансформантов в присутствии токсичных ионов достоверно превысили соответствующие показатели у растений исходного сорта (табл. 4).

Таблица 4

**Морфометрические показатели полученных и исходных растений картофеля в обычных условиях и в присутствии алюминия**

Среда	Картофель Беллароза	
	линия Trf1	исходная форма
Высота побега, мм		
МС	83,9±13,2	72,2±7,5
МС+ 10 мг/л Al <sup>3+</sup>	92,1±10,1*	66,1±1,05
Длина корня, мм		
МС	91,6±19,9	94,9±19,4
МС+ 10 мг/л Al <sup>3+</sup>	74,7±14,4	61,6±12,8
Количество междоузлий, шт.		
МС	4,93±1,33	3,67±0,72
МС+10 мг/л Al <sup>3+</sup>	5,97±1,13*	4,07±0,7
* достоверно отличается от исходной формы при P≥095		

Проверка функциональной активности встроенного гена Fe-SOD показала, что каталитическая активность СОД в листьях растений, выращенных как в обычных условиях, так и на фоне ионной токсикации, выше, чем у исходного сорта в 1,5–2,1 раза (рис.).

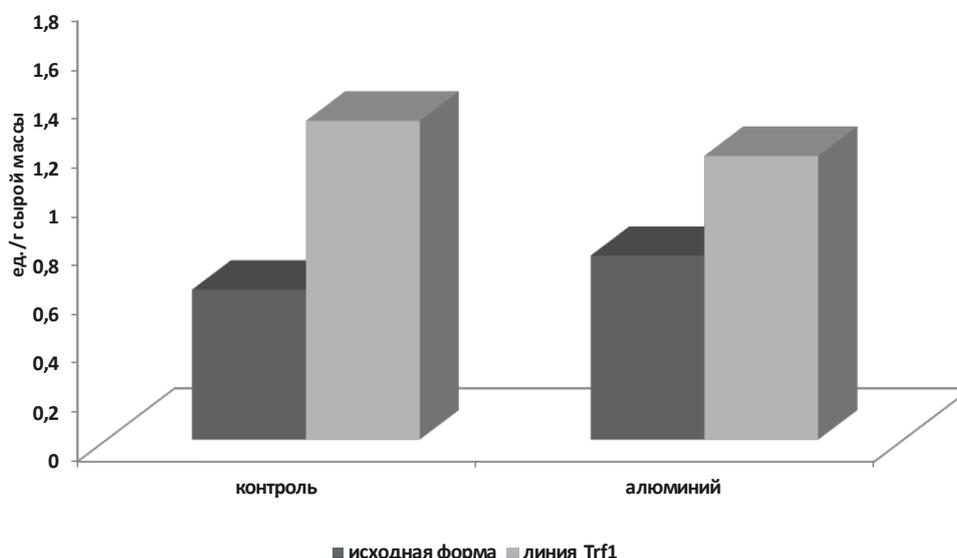


Рис. Изменение активности СОД в листьях меристемного картофеля при воздействии ионов алюминия

Это соответствует ожидаемому эффекту, т.к. экспрессия добавочной порции гена Fe-SOD возможна именно в хлоропластах, где, как известно (Бараненко, 2006), локализуется данная изоформа фермента.

Таким образом, агробактериальная трансформация геном Fe-зависимой супероксиддисмутазы картофеля Беллароза не вызвала в вегетативном потомстве трансформантов фенотипических нарушений и сопровождалась усилением

функциональной активности супероксиддисмутазы, особенно в присутствии ионов алюминия, одним из механизмов цитотоксического действия которого является окислительный стресс.

#### Литература

Бараненко В. В. Супероксиддисмутаза в клетках растений // Цитология. 2006. Т. 48. № 6. С. 465–474.

Лукаткин А. С. Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2002. 208 с.

Шлык А. А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зелёных листьев // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 154–171.

Aebi H. Catalases // Methods of Enzymatic Analysis. 1971. V. 3. P. 273–286.

### ЭДАФИЧЕСКИЙ СТРЕСС И КОРМОВАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОГО ОВСА

*Н. В. Кротова<sup>1</sup>, Г. А. Баталова<sup>1,2</sup>, И. И. Русакова<sup>1</sup>, Е. М. Лисицын<sup>1,2</sup>*

*<sup>1</sup> Зональный НИИСХ Северо-Востока Россельхозакадемии,*

*<sup>2</sup> Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
g.batalova@mail.ru*

Уровень продуктивности сельскохозяйственных культур является генетически детерминированным признаком, однако потенциальная возможность сорта дать реальный урожай зависит от почвенно-климатических условий вегетации растений и уровня устойчивости сорта к стрессовым экологическим факторам окружающей среды (Баталова, 2013). Важным экономическим и экологическим стрессом является эдафический стресс, обусловленный почвенной кислотностью, связанный с низкой величиной рН и ионной токсичностью алюминия (Delhaize et al., 2004). Известно, что низкие концентрации алюминия могут оказывать положительное влияние на рост растений, а при возрастании концентрации этого элемента возникают симптомы отравления. В почвах с рН ниже 5,5 растворимость алюминия резко увеличивается, проникший в значительных количествах в надземную часть чувствительных к нему растений, алюминий концентрируется, главным образом, в ядрах, митохондриях и хлоропластах клеток фотосинтезирующих органов, нарушает восстановительную, фосфорилирующую и фосфатазную активность хлоропластов (Драгавцев и др., 1995). В результате наблюдается депрессия в формировании площади листьев, высоты растения, сокращается количество колосков и зерен в метелке (Губанова, Баталова, 2013). Поэтому важным является создание толерантных к условиям произрастания сортов овса.

Материал и методика. В 2012–2013 гг. в мелкоделяночном опыте (1 м<sup>2</sup> в трех повторениях) изучено по комплексу признаков 28 сортов пленчатого овса в сравнении со стандартом Аргмак в условиях варьирующих агроклиматических ресурсов на дерново-подзолистых почвах: окультуренные почвы (селекционный севооборот) – фон 1 (рН 5,3–4,8, Al<sup>3+</sup> 0–0,57 мг/100 г почвы), естественно кислые почвы – фон 2 (рН 3,93–4,05, Al<sup>3+</sup> 12,60–13,49 мг/100 г почвы).

Наблюдения, оценки и учеты проводили по соответствующим методикам (Методика ..., 1971; Методические указания ..., 2012). Измерение площади и отбор проб листьев проводили в фазу цветения. Содержание пигментов определяли с использованием спектрофотометра UV mini 1240 (Shimadzu Corporation, Japan), расчет содержания по методике (Lichtenthaler, Buschmann, 2001). Обработка данных с использованием программы «Agros 2.07» и пакета прикладных программ Microsoft Excel из стандартного набора Microsoft Office.

Результаты и обсуждение. Повышенная почвенная кислотность негативно влияла на содержание хлорофилла (Chl) в листьях растений овса. По содержанию Chl а депрессия относительно окультуренного фона составила 35,4%, по содержанию Chl b она была выше – 36,1%. На кислых почвах наиболее высокое содержание Chl а и b отмечено у стандарта Аргамак (7,36 и 3,60 мг/г сухой массы соответственно), сорта Конкур (7,62 и 3,67), низкие показатели у овса Гунтер отзывчивого на улучшение условий возделывания (4,51 и 1,82). В условиях окультуренного фона получены среднего уровня положительные зависимости (корреляции) содержания Chl а и Chl b с площадью листьев с растения, площадью флагового листа, высотой растения и длиной метелки. На фоне эдафического стресса корреляционные зависимости между перечисленными выше признаками отсутствовали.

Определенный вклад в сбор световой энергии вносят каротиноиды, которые являются компонентами пигментных систем. Они выполняют роль дополнительных пигментов, передающих энергию поглощенных квантов хлорофиллу. В исследованиях под действием повышенной почвенной кислотности содержание Car снижалось, депрессия составила 22,09% относительно окультуренного почвенного фона. В условиях эдафического стресса содержание Car у сортов 397h07, Кречет, 343h08 было выше, чем у стандарта Аргамак. Индикатором «зрелости» растений выступает весовое соотношение хлорофиллов и каротиноидов (Chl/Car) (Lichtenthaler, Buschmann, 2001). В исследованиях средний по опыту показатель весового соотношения хлорофиллов и каротиноидов (Chl/Car) составил на фоне почвенной кислотности 4,29 (3,46–4,88). Восемь из 20 сортов испытывали стресс под влиянием почвенной кислотности, связанной с наличием алюминия в почве, в т. ч. 137h08, 343h08 и Гунтер, весовое соотношение Chl/Car у которых составило 3,46–3,62. Наибольшую стресс устойчивость, в соответствии с данным показателем, проявили: 488h08, Конкур, Улов и стандарт Аргамак (4,72–4,88).

Стрессовое состояние фотосинтетического аппарата отразилось на формировании кормовой продуктивности растений и ее элементов. Средняя за 2012–2013 гг. урожайность зеленой массы на окультуренных почвах составила 1904 г/м<sup>2</sup>, в условиях стресса – 707 г/м<sup>2</sup>, депрессия показателей в среднем по опыту была 62,8% (табл. 1).

Максимальную урожайность в среднем за два года на фоне 1 имел сорт 44h06 (2473 г/м<sup>2</sup>), на фоне 2 – 345h08 (1109 г/м<sup>2</sup>). Высокая средняя урожайность зеленой массы в различных почвенных условиях была у сортов 2h09, 343h08, Конкур.

Сбор сухого вещества на окультуренном почвенном фоне в среднем по опыту составил 459 г/м<sup>2</sup>. На фоне эдафического стресса наблюдали снижение показателя до 221 г/м<sup>2</sup> (депрессия 52,0%). На окультуренном фоне дерново-подзолистых почв по сбору сухого вещества выделились сорта 44h06 (592 г/м<sup>2</sup>), 194h06 (628 г/м<sup>2</sup>), 488h08 (707 г/м<sup>2</sup>). Уровень депрессии под влиянием повышенной почвенной кислотности у них варьировал от 65,2 до 82,6%. Уровень депрессии у сорта 397h07 был относительно невысокий, составил 63,0%, при 4,34% у стандарта Аргамак. На фоне эдафического стресса по сбору сухого вещества выделены сорта 343h08, 345h06 и И-3778 (302–301 г/м<sup>2</sup>, что выше стандарта на 67–66 г/м<sup>2</sup>). Овес Сапсан в разных почвенных условиях по данному показателю превышал стандарт Аргамак на 130 и 19 г/м<sup>2</sup> на окультуренных и кислых почвах соответственно (фон 1 – 545 г/м<sup>2</sup>, фон 2 – 254 г/м<sup>2</sup>).

Таблица 1

**Характеристика некоторых сортов по кормовой продуктивности в среднем за 2012–2013 гг.**

Каталог	Урожайность зеленой массы			Сбор сухого вещества		
	г/м <sup>2</sup>					
	фон 1	фон 2	Д, %	фон 1	фон 2	Д, %
44h06	2473	711	71,2	592	206	65,2
Конкур	2136	958	55,1	527	253	52,0
345h08	1558	1109	28,8	380	301	20,8
2h09	2026	725	64,2	597	250	58,1
343h08	2245	896	60,1	556	302	45,7
194h06	2364	651	72,5	628	192	69,4
488h08	2205	422	80,9	707	123	82,6
397h07	2218	669	69,8	598	221	63,0
И-3778	1851	1040	43,8	377	301	20,2
Сапсан	2202	805	63,4	545	254	53,4
ст. Аргамак	1679	868	48,3	415	235	43,4
Среднее	1904	707	62,8	459	221	52,0

Примечание: Д, % – депрессия показателей в условиях почвенного стресса относительно благоприятных условий

В исследованиях получена высокая достоверная положительная корреляционная связь урожайности зеленой массы и сбора сухого вещества с основными элементами структуры кормовой продуктивности: площадь листьев с растения, площадь флагового листа, высота растения (табл. 2).

Таблица 2

**Коэффициенты корреляции урожая зеленой массы и сухого вещества с некоторыми элементами кормовой продуктивности**

Признак	Урожай зеленой массы		Урожай сухого вещества	
	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2
Площадь листьев растения	0,80*	0,87*	0,82*	0,81*
Площадь флагового листа	0,78*	0,84*	0,72*	0,79*
Высота растения	0,81*	0,89*	0,78*	0,86*

Примечание: \* – корреляция достоверна на уровне P = 0,05

Средняя высота растений на окультуренных почвах составила 79,0 см (табл. 3). Уровень депрессии признака в условиях почвенного стресса был сравнительно невысоким – 29,2%. Наиболее высокорослыми на окультуренном фоне были сорта 194h06, 488h08, в условиях стресса – Конкур, 343h08, 423h08. Это определило низкий уровень депрессии показателя (менее 30%).

Таблица 3

**Показатели «высота растения» и «площадь листьев с растения»  
в среднем за 2012–2013 гг.**

Каталог	Высота растения, см			Площадь листьев, см <sup>2</sup>					
	фон 1	фон 2	Д, %	с растения			флагового		
				фон 1	фон 2	Д, %	фон 1	фон 2	Д, %
44h06	84,3	54,5	35,3	96,06	40,89	57,4	18,32	8,43	54,0
194h06	92,2	53,8	41,6	93,22	31,02	66,7	20,31	8,88	56,3
488h08	90,1	58,4	35,2	73,99	35,54	52,0	14,74	7,91	46,3
343h08	84,8	59,5	29,8	69,00	34,01	50,7	13,93	7,43	46,7
423h08	82,4	59,0	28,4	68,94	33,73	51,1	14,53	8,75	39,8
153h08	81,1	56,6	30,2	67,53	29,98	55,6	17,43	6,02	65,5
Сапсан	85,7	58,9	31,3	71,20	33,42	53,1	15,31	6,45	57,9
Конкур	80,9	62,0	23,4	111,84	58,12	48,0	21,75	11,18	48,6
ст. Аргмак	78,8	55,8	29,2	76,07	31,76	58,2	17,12	6,60	61,4
Среднее	79,0	55,8	29,2	70,17	33,70	51,3	15,97	7,45	52,8

Примечание: Д, % – депрессия показателей в условиях почвенного стресса

Важнейшей задачей повышения продуктивности растений является получение посевов с оптимальной площадью листьев. Лист – основной орган фотосинтетической деятельности. Эдафический стресс негативно отразился на площади листьев с растения и площади флагового листа – депрессия составила в среднем по сортам 51,3% и 52,8% соответственно. Минимальный показатель депрессии площади флагового листа отмечен у сорта 423h08 (39,8%), максимальный уровень развития признака был у овса Конкур (11,18 см<sup>2</sup>), при уровне депрессии 48,6%. Высокие показатели площади флагового листа на благоприятном и стрессовом фонах имел сорт 194h06 – 20,31 и 8,88 см<sup>2</sup>, соответственно.

Выводы. В исследованиях установлено, что снижение кормовой продуктивности в условиях эдафического стресса связано с депрессией показателей элементов структуры продуктивности. На формировании которых, в свою очередь, отразилась депрессия процессов фотосинтеза на фоне стресса. Повышенная почвенная кислотность негативно влияла на содержание хлорофилла (*Chl*) в листьях растений овса. По содержанию *Chl a* депрессия относительно окультуренного фона составила 35,4%, *Chl b* – 36,1%. В то же время только 8 из 20 сортов испытывали стресс под влиянием почвенной кислотности, связанной с наличием алюминия в почве по весовому соотношению *Chl/Car*. Сорта 343h08, 423h08, 488h08, Сапсан, Конкур проявили толерантность к почвенной кислотности, имели высокие показатели урожая зеленой массы, сбора сухого вещества, высоты растения и площади листьев, как на фоне стресса, так и в благоприятных экологических условиях.

## Литература

- Баталова Г. А. Овес в Волго-Вятском регионе. Киров: ООО «Орма», 2013. 288 с.
- Губанова А. С., Баталова Г. А. Фотосинтетическая деятельность овса в условиях экологического стресса дерново-подзолистых кислых почв // Бизнес. Наука. Экология родного края: проблемы и пути их решения: Мат. Всероссийской науч.-практ. конференции-выставки экологических проектов с межд. участием. (Киров, 18–20 апреля 2013 г.). Киров: Изд. «Веси», 2013. С. 102–104.
- Драгавцев В. А., Удовенко Г. В., Батыгин Н. Ф. и др. Физиологические основы селекции растений / Под ред. Г. В. Удовенко. СПб.: Изд-во ВИР, 1995. Т. 2. Ч. 1.
- Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. СПб.: ВИР, 2012. 64 с.
- Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. 1985. 239 с.
- Delhaize E., Ryan P. R., Hebb D. M., Yamamoto Y., Sasaki T., Matsumoto H. Engineering high-level aluminum tolerance in barley with the ALMT1 gene // Proc. Natl. Acad. Sci. Am. 2004. V. 101. N. 42. P. 15249–15254.
- Lichtenthaler H. K., Buschmann C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy // Current protocols in food analytical chemistry. 2001.

## ВЛИЯНИЕ ЭДАФИЧЕСКОГО СТРЕССА НА ЗЕРНОВУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ОВСА И ЭЛЕМЕНТЫ ЕЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ

*Е. Н. Вологжанина<sup>1</sup>, Г. А. Баталова<sup>1,2</sup>, И. И. Русакова<sup>1</sup>*  
<sup>1</sup> Зональный НИИСХ Северо-Востока Россельхозакадемии,  
<sup>2</sup> Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
*g.batalova@mail.ru*

В основе селекции стрессоустойчивых сортов лежит изучение влияния стресса на формирование урожайности, элементов продуктивности, процессы фотосинтеза. К числу наиболее важных лимитирующих факторов следует отнести эдафический стресс, обусловленный ионной токсичностью алюминия и марганца, связанный с низкой величиной рН, т.е. почвенной кислотностью (Delhaize et al., 2004).

Овес посевной (*Avena sativa* L.) является относительно устойчивой к неблагоприятным факторам кислых почв культурой. Тем не менее, оптимум рН почвенного раствора для культивирования овса составляет 5,0–7,7, а избыток алюминия в кислой почве приводит к существенному недобору зерна, депрессии фотосинтезирующего аппарата, элементов структуры зерновой продуктивности (Баталова, 2013; Неттевич и др., 1980). В связи с этим создание кислотоустойчивых сортов – одно из важнейших направлений в селекции овса. Такие сорта способны в большей степени усваивать труднодоступные почвенные элементы, требуют при выращивании меньших доз извести и минеральных удобрений (Косарева и др., 2013). Увеличение зерновой продуктивности может быть обеспечено путем повышения интенсивности фотосинтеза у растений, увеличения размеров ассимиляционной поверхности, перераспределения ассимилятов в пользу репродуктивных органов (Климашевский, 1995). Повышение устойчивости видов и сортов сельскохозяйственных растений на основе изуче-

ния влияния почвенной кислотности на формирование продуктивности и ее элементов, подбора устойчивых и/или толерантных к почвенной кислотности генотипов позволяет не только повысить экономическую эффективность сельхозпроизводства, но и сохранить сложившееся на конкретной территории растительные сообщества за счет снижения техногенной нагрузки в виде известкования, фосфоритования и других технологических приемов снижения токсичности кислых почв.

Материал и методика. В 2012–2013 гг. в мелкоделяночном опыте (1 м<sup>2</sup> в трех повторениях) изучено по комплексу признаков 28 сортов пленчатого овса в сравнении со стандартом Аргамак на дерново-подзолистых почвах: окультуренные почвы (селекционный севооборот г. Киров, НИИСХ Северо-Востока) – фон 1 (рН 5,3–4,8, Al<sup>3+</sup> 0–0,57 мг/100 г почвы), естественно кислые почвы (п. Фаленки, Фаленская селекционная станция) – фон 2 (рН 3,93–4,05, Al<sup>3+</sup> 12,60–13,49 мг/100 г почвы).

Наблюдения, оценки и учеты проводили в соответствии с Методическими указаниями (2012). Обработка данных с использованием программы «Agros 2.07» и пакета прикладных программ Microsoft Excel из стандартного набора Microsoft Office.

Результаты и обсуждение. Средняя по опыту урожайность на окультуренном фоне составила в 2012 г. 426 г/м<sup>2</sup> и 526 г/м<sup>2</sup> в 2013 гг. На фоне естественно-кислых почв с высокой концентрацией алюминия урожайность в условиях благоприятного температурного режима и достаточного увлажнения в 2012 г. составила 140 г/м<sup>2</sup>. В 2013 г. средняя по опыту урожайность составила только 64 г/м<sup>2</sup>, что объясняется сочетанием действия эдафического стресса – алюминий и засуха (атмосферная на начальных этапах онтогенеза – всходы-кущение, перешедшая в дальнейшем в почвенную – выход в трубку-цветение-налив зерна). В исследованиях отмечен высокий уровень депрессии урожая зерна изученных сортов под действием стресса – в среднем по опыту 78,5%, при 79,5% у стандарта Аргамак (табл.). Наименьшие значения депрессии получены у генотипов с низкой урожайностью на окультуренных почвах и высокой – на кислых: 153h08 (70,5%), 423h08 (74,6%).

Таблица

**Влияние эдафического стресса на формирование урожайности овса и ряда элементов ее структуры, среднее за 2012-2013 гг.**

Сорт	Урожайность, г/м <sup>2</sup>			Масса зерна с метелки, г			Масса 1000 зерен, г		
	фон 1	фон 2	Д,%	фон 1	фон 2	Д,%	фон 1	фон 2	Д,%
Эклипс	514	113	78,0	1,72	0,67	61,0	35,9	28,2	21,4
Аватар	504	112	77,9	1,48	0,86	41,9	35,5	33,1	6,8
Сапсан	596	117	80,4	1,76	0,83	52,8	38,9	35,1	9,8
Факир	510	91	82,3	1,56	0,60	61,5	34,5	28,4	17,7
Кречет	506	110	78,3	1,59	0,86	45,9	36,8	32,3	12,2
397h07	524	119	77,3	1,62	0,58	64,2	40,5	31,7	21,7
153h08	455	134	70,5	1,14	0,81	28,9	37,7	37,2	1,3
423h08	472	120	74,6	1,36	0,83	39,0	34,9	32,8	6,0
44h06	546	99	82,0	1,42	0,68	52,1	39,4	35,8	9,1

Сорт	Урожайность, г/м <sup>2</sup>			Масса зерна с метелки, г			Масса 1000 зерен, г		
	фон 1	фон 2	Д,%	фон 1	фон 2	Д,%	фон 1	фон 2	Д,%
194h06	589	102	82,8	2,11	0,61	71,1	44,6	39,9	10,5
2h09	525	84	84,0	1,56	0,90	42,3	40,1	33,4	16,7
207h08	514	92	82,2	1,41	0,49	65,2	35,3	30,7	13,0
И-4224	529	90	83,0	1,33	0,55	58,6	37,0	30,8	16,8
ст. Аргатак	477	98	79,5	1,77	0,65	63,3	34,2	31,1	9,1

Примечание: Д, % – депрессия показателей в условиях почвенного стресса относительно благоприятных условий

Высокая относительно стандарта урожайность на окультуренных почвах отмечена у сортов Кречет, 397h07, Эклипс, Аватар, Сапсан. Уровень депрессии на фоне стресса был на уровне среднего по опыту показателя (77,3–80,4%). У сортов Аватар и Сапсан в условиях алюмокислых почв получена высокая относительно стандарта Аргатак масса 1000 зерен (33,1 и 35,1 г соответственно) и выход зерна (56,2 и 53,8%).

У сортов 44h06 и 194h06 высокая урожайность получена в наиболее благоприятных почвенных условиях – 546 и 589 г/м<sup>2</sup> при 477 г/м<sup>2</sup> у стандарта. На кислых почвах в присутствии засухи их урожайность была 99 и 102 г/м<sup>2</sup>, что на уровне стандарта Аргатак (98 г/м<sup>2</sup>). В условиях стресса данные сорта имели высокую относительно стандарта массу 1000 зерен – 35,8 и 39,9 г соответственно. Сорта 2h09, И-4224 и 207h08 сформировали высокую урожайность 514–529 г/м<sup>2</sup> при отсутствии стресса, на кислых почвах Фаленской СС урожайность составила 84–90 г/м<sup>2</sup>, депрессия – 82,2–84,0%.

Из элементов структуры продуктивности наиболее чувствительными к повышенной почвенной кислотности были масса зерна с метелки и растения (продуктивность метелки и растения): депрессия в среднем по сортам составила 52,7 и 52,9% соответственно. В меньшей степени снижение показателей наблюдали по числу колосков в метелке (41,0%), массе 1000 зерен (10,3%) и выходу зерна (8,4%).

В исследованиях 2013 г. для окультуренного фона установлена положительная корреляционная зависимость урожая зерна от высоты растения ( $r=0,48...0,52$ ), числа зерен в метелке ( $r=0,37...0,50$ ), массы зерна с метелки ( $r=0,40...0,51$ ). На алюмокислом фоне данные корреляционные связи были очень слабыми или отсутствовали. Существенная положительная зависимость урожая зерна от массы 1000 зерен была получена только на окультуренном фоне в г. Кирове ( $r=0,72$ ).

Как на окультуренных почвах, так и в условиях эдафического стресса отмечены достоверные положительные связи продуктивности метелки с числом колосков ( $r=0,82...0,91$ ) и зерен ( $r=0,92...0,95$ ) в ней, в меньшей степени с длиной метелки ( $r=0,63...0,69$ ), высотой растения (0,49...0,58) и выходом зерна из снопового образца ( $r=0,49...0,58$ ).

Стресс оказал неоднозначное влияние на формирование качества зерна овса – белок и жир. В исследованиях в среднем по опыту содержание белка в зерне сортов пленчатого овса на окультуренном фоне (11,47%) было ниже на

0,12%, чем на естественно-кислом фоне (11,59%). В разрезе сортов наблюдали отклонения от среднего распределения по содержанию белка в зерне. Высокий процент белка был отмечен, как в благоприятных почвенных условиях, так и на фоне стресса у сортов Кречет (12,38 и 12,11%, соответственно) и 2h09 (12,07 и 12,29%), но в первом случае показатель был ниже на фоне с высокой концентрацией алюминия, во втором – наоборот. Практически равнозначное содержание белка в зерне на окультуренном фоне и в присутствии высокой концентрации алюминия имели сорта 418h07 – 11,47% и 11,57%, соответственно, аналогично у овса Конкур – 11,68 и 11,78%. Возможно, это связано с генетически обусловленной высокой массой 1000 зерен данных сортов – 40,7 и 41,5 г в благоприятных условиях, 33,6 и 36,4 г на фоне эдафического стресса. Более высокое содержание белка на фоне стресса в зерне ряда генотипов может быть обусловлено снижением крупности зерна, как следствие увеличением процентной доли достаточно стабильного показателя – «белок в зерне» в поменьшей массе зерновки. При этом ведущим фактором остается реакция генотипа (отклик) на стресс (раздражение).

Аналогичные результаты получены при оценке содержания жира в зерне овса. Средние по опыту показатели составило 3,10 и 3,13% на окультуренном и естественно-кислом фонах, соответственно. Данная закономерность сохраняется в разрезе сортов, так у стандарта Аргамак содержание жира в зерне на окультуренном фоне было 3,39%, в условиях стресса – 3,51%, у сорта И-3778 – 3,43 и 3,71%, соответственно. Однако концентрация белка у данных генотипов была выше на окультуренном фоне – 11,5 и 12,10%, соответственно по сортам, при 10,59 и 11,34% в условиях стресса. У ранее отмеченного сорта Конкур влияние стресса на биохимические показатели качества зерна были однонаправлены: белок 11,68 и 11,78% соответственно фон 1 и 2, жир – 3,14 и 3,53%.

Вывод. Повышенная почвенная кислотность, наличие ионов  $Al^{3+}$  и засуха оказали негативное влияние на формирование урожая зерна и элементов структуры урожая. Влияние эдафического стресса, обусловленного низкой рН и наличием алюминия (рН 3,93-4,05,  $Al^{3+}$  12,60-13,49 мг/100 г почвы), оказало неоднозначное влияние на биохимические показатели качества зерна и требует дальнейшего изучения. Наибольшую толерантность к эдафическому стрессу проявили сорта: 397h07 – с высоким урожаем зерна, более высокорослый, чем стандарт Аргамак на окультуренном и естественно кислом фонах и 44h06, Эклипс, Аватар, Сапсан, 194h06 – урожайные по зерну на окультуренных и кислых почвах.

#### Литература

- Баталова Г. А. Овес в Волго-Вятском регионе. Киров: ООО «Орма», 2013. 288 с.
- Климашевский Э. Л. Физиолого-генетические основы агрохимической эффективности растений // Физиологические основы селекции растений. СПб.: ВИР, 1995. Т. 2. Ч. 2. С. 97–156.
- Косарева И. А., Лоскутов И. Г., Мельникова С. В. Алюмоустойчивость овса отечественной селекции // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. СПб., 2013. Т. 171. С. 114–116.

Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. СПб., 2012. 63 с.

Неттевич Э. Д., Сергеева А. В., Лызлов Е. В. Зерновые фуражные культуры. М., 1980. 234 с.

Delhaize E., Ryan P.R., Hebb D.M., Yamamoto Y., Sasaki T., Matsumoto H. Engineering high-level aluminum tolerance in barley with the ALMT1 gene // Proc. Natl. Acad. Sci. Am. 2004. V. 101. N. 42. P. 15249–15254.

## **СТРОЕНИЕ МИКОРИЗ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ОТВАЛАХ УЧАЛИНСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА**

*Л. И. Фаизова<sup>1</sup>, Г. А. Зайцев<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина,*

<sup>2</sup> *Институт биологии Уфимского научного центра РАН, forestry@mail.ru*

Добыча полезных ископаемых влияет практически на все компоненты ландшафта. При подземной добыче и добыче открытым способом формируются терриконы, провалы, отвалы, карьеры, выемки и насыпи различного размера (Герасимова и др., 2003). При этом отмечается частичное или полное уничтожение растительного и почвенного покрова, происходит снижение уровня грунтовых вод, ускоряются процессы водной и ветровой эрозии, происходит вторичное загрязнение почв токсикантами, содержащимися в отвальной породе (Крупа, 1988). Восстановление биологического разнообразия является важным результатом рекультивации отвалов.

Цель работы – изучение особенностей анатомического строения микориз сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах Учалинского горно-обогатительного комбината (УГОК). Объектом исследования являлись насаждения сосны обыкновенной, произрастающие на промышленных отвалах УГОК.

Промышленные отвалы УГОК расположены в Учалинском районе Республики Башкортостан на юго-восточной границе Зауральской степной подзоны горно-лесостепной провинции восточной Башкирии (Физико-географическое районирование..., 2005). Отвалы сложены плохо выветривающимися порода различного химического состава и легко подвергающимися выветриванию глинистыми и песчаными сланцами, различными глинами. Отсыпка отвалов проведена в один ярус (до 30 м), местами сохранились выступы ярусов ранней отсыпки. Платообразная вершина отвалов имеет несколько уступов с разницей высот до 10 м, среди которых встречаются замкнутые поверхности, лежащие ниже обрамляющих их платообразных вершин. В составе отвалов присутствуют многокомпонентные медно-колчеданные руды, которые при физическом выветривании способствуют вторичному загрязнению прилегающей территории различными металлами (свинец, цинк, медь, кадмий). Особенностью данных отвалов является то, что отдельные участки северной экспозиции соприкасаются с березово-сосновыми лесами и вследствие постоянного заноса семян зарастают без вмешательства человека, преимущественно древесными растениями.

Пробные площади в насаждениях сосны обыкновенной заложены на отвалах УГОК (склоны северной экспозиции). Относительным контролем служили культуры сосны в 20 км к северу от отвалов УГОК.

Сбор образцов микориз сосны обыкновенной проводился в конце вегетационного периода (сентябрь). Материал предварительно фиксировали в этиловом спирте (Яценко-Хмелевский, 1961; Барыкина, Кострикова, 1963). Поперечные срезы (толщиной 10–15 мкм) поглощающих корней готовили на санном микротоме МС-2 (Точмедприбор, Россия). Постоянные и временные препараты поперечных срезов микориз просматривали на световом микроскопе исследовательского класса с реализацией ДИК-контраста «Axio Imager A2» (Carl Zeiss Jena, Germany).

Исследования показали, что на отвалах происходит увеличение общего радиуса поглощающих корней сосны (с учетом микоризного чехла) на 12–17% (на 13–28 мкм), по сравнению с контролем. Общий радиус поглощающих корней сосны (с учетом микоризного чехла) при произрастании на отвалах УГОК составляет  $190,0 \pm 3$  мкм, при произрастании в условиях относительного контроля –  $172,7 \pm 5$  мкм. При этом средний радиус поглощающих корней сосны (без микоризного чехла) на отвалах составляет  $169,3 \pm 5$  мкм, в условиях относительного контроля происходит снижение среднего радиуса поглощающих корней и составляет  $155,2 \pm 4$  мкм. Оценка соотношения размеров поглощающих корней и микоризного чехла показала, что при произрастании на отвалах доля микоризного чехла в общем радиусе поглощающих корней составляет 21,8%, тогда как в условиях относительного контроля – 17,8%.

На отвалах УГОК разнообразие грибных чехлов представлено следующими подтипами: А, В, ВF, F, Н, I, К, L, О, SR. Разнообразие грибных чехлов на отвалах ниже по сравнению с относительным контролем - индекс разнообразия Шеннона на отвалах составляет 0,85, в относительном контроле 1,15. В условиях контроля доля псевдопаренхиматических чехлов (F, Н, I, К, L, О) составляет 54,4%, на отвалах их доля ниже на 8–9% и составляет 45,7% от всех типов эктомикориз корня сосны. Толщина данного подтипа чехлов зависит от условий произрастания – на отвалах толщина увеличивается и составляет в среднем 29,6 мкм, в условиях относительного контроля толщина этих чехлов 20,7 мкм. Доля плектенхиматических чехлов (А, В, ВF) на отвалах и в относительном контроле значительно не различаются – на отвалах на их долю приходится 34,9% всех окончаний, а в условиях контроля – 33,4%. Толщина данных чехлов на отвалах в среднем 25,4 мкм, в условиях относительного контроля – в 16,2 мкм. Подтип SR (бесструктурные грибные чехлы эктомикориз) на отвалах отмечается у 19,4% от всех изученных корней, в относительном контроле данный тип чехлов отмечен у 12,2% корней. Толщина грибных чехлов данного подтипа в условиях относительного контроля составляет 14,2 мкм, на отвалах – 16,8 мкм.

Изучение наружных слоев коры поглощающих корней показало, что при произрастании на отвалах происходит увеличение встречаемости таниновых клеток в коре. Кроме того, при произрастании на отвалах, примерно у 20% поглощающих корней, клетки всех слоев коры корня утратили тургор. И еще при-

мерно 5% поглощающих корней имеют на разрезе форму многолучевой звезды, то есть характеризуются глубокой потерей тургора клеток коры корня.

В заключении следует отметить, что при произрастании на отвалах УГОК отмечается увеличение среднего радиуса поглощающих корней сосны обыкновенной, по сравнению с контролем. При этом отмечается увеличение доли, приходящейся на микоризный чехол. Известно, что микоризные чехлы служат барьером, препятствующим поступлению тяжелых металлов в клетки корня (Bertels et al., 1983; Круга, 1988). Таким образом, увеличение среднего радиуса поглощающих корней и доли, приходящейся на микоризный чехол, можно рассматривать как адаптивную реакцию, направленную на обеспечение устойчивого роста и развития поглощающих корней сосны обыкновенной. Вместе с тем, отмечается негативное влияние экстремальных факторов среды на поглощающие корни сосны обыкновенной. Появление таниновых клеток, потеря тургора и звездообразная форма на срезе может диагностироваться как последовательные этапы снижения физиологической активности и старении поглощающих корней сосны обыкновенной при произрастании на отвалах Учалинского горно-обогатительного комбината.

Работа выполнена при поддержке Гранта Министерства образования и науки РФ «Микоризообразование хвойных на отвалах горнодобывающей промышленности», регистрационный номер 4.3458.2011.

#### Литература

Барыкина Р. П., Кострикова Л. Н. Практикум по анатомии растений. М.: Росвузиздат, 1963. 184 с.

Герасимова М. И., Строганова М. Н., Можарова Н. В., Прокофьева Т. В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Смоленск: Ойкумена, 2003. 268 с.

Физико-географическое районирование Башкирской АССР // Репринтное издание – Ученые записки. Т. XVI. Серия географическая № 1. Уфа: БГУ, 2005. 212 с.

Яценко-Хмелевский А. А. Краткий курс анатомии растений. М.: Высш. школа, 1961. 282 с.

Bertels C., Rütger P., Kahle H., Breckle S. Die Entwicklung des Wurzelsystems von Buchenkeimlingen bei Cadmium- und kombinierter Cadmium- / Bleibelastung // Verh. Ges. Ökol.. Bd 18.18. Jahrestag. Gfö, Essen 25. Sept. – 1 Okt. 1988. Göttingen, 1989. S. 367–371.

Круга Р. Wpływ mikoryzy ektotroficznej na pobieranie ołowiu przez sosne zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.) // Acta biol. biles. 1988. № 10. S. 7–14.

### ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ ФИТОПЛАНКТОНА В оз. СУУРИ (КАРЕЛЬСКИЙ ПЕРЕШЕЕК) В СВЯЗИ С ВЛИЯНИЕМ МАКРОФИТОВ

А. Э. Бакулина<sup>1</sup>, Е. А. Курашов<sup>1,2</sup>, Ю. В. Крылова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет,

<sup>2</sup> Институт озероведения РАН,

*bakulinaalina@gmail.com, evgeny\_kurashov@mail.ru, juliakrylova@mail.ru*

Впервые в сравнительном плане оценен видовой состав и количественное развитие фитопланктона оз. Суури в разнотипных ассоциациях макрофитов и за

их пределами. Фитопланктон прибрежной части озера в период 14–15 июля 2012 г. был представлен 67 видами из 7 отделов. На всех исследованных станциях биомасса фитопланктона изменялась от 0,3 до 1,33 мг/л, что свидетельствует о низкой биологической продуктивности планктонных сообществ озера. Дана оценка качества воды по величине индекса сапробности. Выявлено стимулирующее действие экзометаболитов *Nuphar lutea* и *Nymphaea candida*, а также ингибирующее действие *Potamogeton natans* и *Sparganium angustifolium* на развитие микроводорослей.

Введение. Изменения в озерных экосистемах, связанные с процессом эвтрофирования озер, прежде всего отражаются на сообществах автотрофных организмов (фитопланктон и макрофиты), являющихся первым звеном трофических сетей. Известно, что в водоемах, заросших высшей водной растительностью, «цветение» воды синезелеными водорослями, как правило, не происходит (Сиренко, Гавриленко, 1978). Немаловажную роль в регулировании численности фитопланктона играют метаболиты макрофитов, проявляющие фитонцидные свойства и угнетающие развитие водорослей (Иванова, 2004). В оз. Суури (Карельский перешеек) имеются хорошо развитые ассоциации макрофитов, которые являются удобными природными объектами для изучения явления аллелопатии. Одним из необходимых этапов оценки влияния высшей водной растительности на фитопланктонные сообщества должно быть изучение особенностей развития водорослей в ассоциациях различных макрофитов.

В связи с этим цель работы состояла в изучении особенностей развития фитопланктона в ассоциациях макрофитов в оз. Суури и анализе возможного влияния экзометаболитов высших водных растений на качественный и количественный состав фитопланктона.

Материалы и методы исследования. Исследования фитопланктона проводились 14–15 июля 2012 года на оз. Суури (территория Приладожской научно-учебной базы, пос. Кузнечное Приозерского района Ленинградской области). Сбор фитопланктона осуществлялся на восьми станциях оз. Суури (ассоциации *Nuphar lutea* (L.) Smith, *Equisetum fluviatile* L., *Potamogeton natans* L., *Potamogeton perfoliatus* L., *Sparganium angustifolium* Michx, *Nymphaea candida* Presl., а также акватории за пределами зарослей).

Физико-химические характеристики водной толщи определялись при помощи многопараметрического зонда YSI 6600D. Фитопланктон отбирался батометром в поверхностном горизонте воды, фиксировался раствором люголя с глицерином. Сгущение количественных проб фитопланктона осуществляли осадочным методом. Для подсчета клеток была использована счетная камера Нажотта объемом 0,05 мл. Вычисление численности и биомассы фитопланктона проводилось по соответствующим алгоритмам и формулам (Абакумов, 1983; Садчиков, 2003). Идентификацию видов проводили под микроскопом «Carl Zeiss AxioPlan 2 Imaging» по общепринятым методикам с помощью определителей. Оценка сапробности проводилась по методу Пантле и Букк в модификации Сладечека.

Собраны и высушены вегетативные побеги 6 видов изучаемых растений и генеративные побеги *N. lutea*, *P. natans* и *N. candida*, которые в дальнейшем бу-

дуг использованы для оценки состава и количества содержащихся в них низкомолекулярных органических соединений, некоторые из которых могут выделяться растениями в воду в виде экзометаболитов.

Результаты и обсуждение. Фитопланктон оз. Суури 14–15 июля 2012 г. формировали 67 видов водорослей из 7 отделов: синезеленые (Cyanophyta), диатомовые (Bacillariophyta), зеленые (Chlorophyta), желто-зеленые (Xanthophyta) золотистые (Chrysophyta), эвгленовые (Euglenophyta) и криптофитовые (Cryptophyta). По числу видов ведущее место занимали зеленые водоросли – 27, затем следовали диатомовые – 19 и синезеленые – 12. Остальные отделы были представлены 1–4 видами фитопланктона.

На всех станциях встречены *Aphanothece sp.*, *Cyclotella sp.*, *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs, *Chlamydomonas sp.*, *Crucigenia tetrapedia* (Kirch.) W. Et G.S.West, *Dictiosphaerium sp.*, *Monoraphidium arcuatum* (Korsch.) Hind. и *Tetraedron incus* (Teil.) G.M.Smith. Во всех ассоциациях макрофитов, кроме ассоциации *N. lutea*, были обнаружены такие виды, как *Anabaena spiroides* Klebahn var. *minima* (wg. Nygaard), *Merismopedia tenuissima* Lemm., *Tetrastrum triangulare* (Chod.) Kom. и *Dinobryon bavarium* Imhoff (Krieg.).

Индикаторная роль фитопланктона определяется не только фактом нахождения или отсутствия определенных видов в водоеме, но и степенью их количественного развития. На всех станциях оз. Суури наибольший вклад в численность фитопланктона внесли представители отдела Cyanophyta. Среди них доминирующим видом можно считать *Aphanothece sp.*, образующего многочисленные колонии мелких клеток. Максимальное количество фитопланктона (более 1 миллиона клеток в 1 мл воды) наблюдалось в ассоциации *N. lutea*.

Наибольшие показатели биомассы фитопланктона (1,33 и 0,93 мг/л) зафиксированы в ассоциациях *N. lutea* и *N. candida*, соответственно. Для этих же точек были характерны наибольшие показатели концентрации хлорофилла. Сниженные значения биомассы и хлорофилла отмечены в акватории за пределами зарослей, а также в ассоциациях *P. natans* и *S. angustifolium*. Наибольший вклад в биомассу фитопланктона вносили представители диатомовых, синезеленых и зеленых водорослей.

Распределение общей численности фитопланктона в целом повторяло таковое для биомассы. Однако, при рассмотрении данных по отделам наблюдаются обратные значения. При небольшой численности водоросли отдела Bacillariophyta создают довольно большую биомассу. Это объясняется тем, что клетки диатомовых (например *Fragilaria danica* Kutz. и *Nitzschia acicularis* W. Smith) имеют крупные размеры (до 150 мкм). У синезеленых наблюдается обратная картина – большую биомассу составляют представители колониальных форм водорослей, имеющих размеры клеток до от 0,9 до 4 мкм в диаметре (роды *Aphanothece*, *Merismopedia* и *Woronichinia*).

В ассоциациях *N. lutea* и *N. candida* наблюдались схожие физико-химические условия, что можно объяснить близостью их расположения, а также видовой принадлежностью макрофитов – и кубышка, и кувшинка относятся к одному семейству Nymphaeaceae. Однако, в акватории за пределами зарослей, где не наблюдалось прямого влияния высшей водной растительности, была за-

фиксирована минимальная биомасса фитопланктона. Можно предположить, что экзометаболиты *N. lutea* и *N. candida* стимулировали развитие микроводорослей. Полученные данные расходятся со сведениями, имеющимися в литературе, которые указывают на активную фитонцидную и алелопатическую деятельность кубышки, способную подавлять развитие других растений, препятствовать «цветению воды» и угнетать патогенные организмы (Курашов и др., 2013).

Полученные данные по количественному развитию фитопланктона (численность и биомасса водорослей, концентрация хлорофилла) в зоне озера, свободной от макрофитов, свидетельствует о низкой продуктивности данного водоема. Используя классификацию типов водоемов по биомассе фитопланктона (Трифонов, 1990), воды в ассоциации *N. lutea* можно отнести к мезотрофным, на остальных станциях – олиготрофным, поэтому фитопланктон не является серьезным конкурентом для макрофитов за биогенные вещества, которые те могут брать для своего развития непосредственно из донных отложений. Более того, в зарослях макрофитов создаются условия для стимулирования развития фитопланктона, по-видимому, за счет выделяемых высшими водными растениями в воду экзометаболитов.

Ассоциации *P. natans*, *P. perfoliatus* и *S. angustifolium* находятся в непосредственной близости друг от друга (поэтому можно пренебречь разницей в минеральном питании), но при этом там наблюдаются совершенно разные количественные характеристики фитопланктона. В ассоциации *P. natans* были зафиксированы максимальные показатели температуры (21, 7 °С), концентрации кислорода (7,99 мг/л). При этом наблюдалось минимальное значение численности и биомассы фитопланктона, как и в ассоциации *S. angustifolium*, что может являться результатом воздействия метаболитов рдеста и ежеголовника. Похожие физико-химические условия отмечены в ассоциации *P. perfoliatus*, но, ввиду того, что она была с небольшой примесью *N. lutea*, биомасса фитопланктона здесь выше, чем на соседних станциях.

При оценке экологического состояния изученных местообитаний озера по показателям индекса сапробности было выявлено 28 индикаторов сапробности, из которых 32% относились к β-мезосапробным, 18% – олигосапробным и 14% к олиго-β-мезосапробным формам. Индекс сапробности колебался от 1,62 до 1,8, что соответствует бета-олигосапробным (в ассоциациях *E. fluviatile*, *P. natans* и *S. angustifolium*) и олиго-альфамезосапробным водам (на остальных станциях). Среднее значение составило 1,7, т.е. в целом вода оз. Суури может быть отнесена к III классу чистоты (умеренно-загрязненные воды по сапробной характеристике).

Заключение. Изучение качественного и количественного состава фитопланктона в ассоциациях макрофитов в оз. Суури показало, что планктонные сообщества озера обладают низкой биологической продуктивностью.

Можно предположить, что экзометаболиты *N. lutea* и *N. candida* стимулировали развитие микроводорослей в ассоциациях этих макрофитов. В ассоциациях *Potamogeton natans* L. и *Sparganium angustifolium* Michx наблюдались минимальные значения численности и биомассы фитопланктона, что может яв-

ляться результатом ингибирующего воздействия экзометаболитов макрофитов. Отмеченные факты стимулирования высшей водной растительностью развития фитопланктона, по-видимому, возможны только для малопродуктивных водоемов, где фитопланктон не является значимым конкурентом для макрофитов за жизненно необходимые ресурсы среды.

Аллелохимические взаимодействия высшей водной растительности и микроводорослей в пресноводных водоемах требуют более глубокого изучения и анализа.

### Литература

Иванова Е. А. Динамика и функциональная роль фитопланктона в экосистемах водохранилищ бассейна Верхнего Енисея: Автороферат дис. д.б.н.: 03.00.16. Красноярск: КрасГАУ, 2004. 32 с.

Курашов Е. А., Крылова Ю. В., Чернова А. М., Митрукова Г. Г. Компонентный состав летучих низкомолекулярных органических веществ *Nuphar lutea* (Nymphaeaceae) в начале вегетационного сезона // Вода: химия и экология, 2013. № 5. С. 67–80.

Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В. А. Абакумова. Ленинград: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.

Садчиков А. П. Методы изучения пресноводного фитопланктона: методическое руководство. М: Университет и школа, 2003. 158 с.

Сиренко Л. А., Гавриленко М. Я. «Цветение» воды и эвтрофирование. Киев: Наукова Думка, 1978. 232 с.

Трифонов И. С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Л.: Наука, 1990. 184 с.

## **КЛЕТОЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ У МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ К ТЕХНОГЕННОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ**

*А. Г. Кудяшева*

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, kud@ib.komisc.ru*

Одним из механизмов адаптационных процессов организма мелких млекопитающих к техногенному радиоактивному загрязнению являются функциональные изменения, характеризующие метаболический гомеостаз организма. Исследования природных популяций мышевидных грызунов, обитающих в условиях техногенного радиоактивного загрязнения, показывают неоднозначность ответной реакции животных на новые условия среды обитания. Важнейшим фактором обеспечения устойчивости биосистемы, её способности к самоорганизации и адаптации являются гетерогенность и вариабельность ответных реакций организма. Цель данных исследований – выявление механизмов адаптации на основе анализа изменчивости и гетерогенности ответных реакций клеточных систем регуляции у мышевидных грызунов при обитании их на фоновых (контрольных) и радиоактивно загрязненных территориях (район бывшего радиевого производства в Республике Коми, зона отчуждения Чернобыльской АЭС).

В среднетаежной подзоне Республики Коми биохимические исследования проводили в 1981 по 1990 гг. на наиболее распространенном виде – полевке-экономке на трех участках (радиевом, урано-радиевом и контрольном). В зоне отчуждения ЧАЭС объектами исследований служили разные виды мышевидных грызунов (*Microtus oeconomus* Pall. – полевка-экономка, *Apodemus agrarius* Pall. – полевая мышь, *Cletrionomys glareolus* Schreb. – европейская рыжая полевка, *Microtus arvalis* Pall. – обыкновенная полевка, *Apodemus flavicollis* Melchior – желтогорлая мышь), отловленные на семи участках с разным уровнем радиоактивного загрязнения в зоне аварии и окрестностях г. Киев в период с 1987 по 1993 гг. Анализировали биохимические показатели от зверьков трех возрастных групп, характеризующих уровень активности ферментов цикла Кребса и гликолиза, антиокислительной активности (АОА) липидов, состава фосфолипидов, обобщенных показатели липидного обмена в функционально различных тканях (печень, головной мозг, селезенка, сердечная мышца). Подробная радиационная обстановка на исследуемых территориях и методы анализа приведены в (Кудяшева и др., 2013).

В тканях грызунов природных популяций, обитающих на фоновых территориях как в Республике Коми, так и в Украинском Полесье, выявлена зависимость изменчивости уровня активности ферментов энергетического обмена (сукцинат-, пируват- и лактатдегидрогеназ — СДГ, ПДГ и ЛДГ), АОА липидов, состава фосфолипидов не только от вида, возраста, пола, сезона отлова зверьков, но и от эколого-физиологических особенностей полевок, находящихся в разных фазах популяционного цикла. Обнаружена высокая вариабельность АОА липидов в разных органах: АОА липидов печени в 15–25 раз, а в мозге в 1,4–1,8 раз выше у грызунов природных популяций, чем у лабораторных животных. По величине АОА липидов печени зверьков соответствующего возраста, отловленных на фоновых территориях украинского Полесья, позволяет расположить их в следующий ряд: желтогорлые мыши > рыжие полевки > полевые мыши > полевки-экономки. Величины АОА липидов печени полевок в целом ниже, чем соответствующие показатели для лабораторных животных, а во многих случаях липиды обладают прооксидантными свойствами. Установлено, что прооксидантная активность липидов, кроме обеднения их антиоксидантами, обусловлена и высокой степенью их ненасыщенности. Сравнение АОА липидов в органах мышевидных грызунов Украинского Полесья с аналогичными данными у полевок из Республики Коми, обитающих на фоновых территориях, показало одинаковый масштаб этих изменений и близкие значения по уровню этого показателя. Полученные данные позволяют предположить, что система антиоксидантной защиты достаточно устойчива и способна сохранять видовую специфичность биохимических параметров на уровне клеток, тканей и органов для осуществления единой регуляции процесса ПОЛ у природных популяций мелких млекопитающих. Изменения качественного и количественного состава фосфолипидов (ФЛ) в тканях у диких грызунов, по сравнению с лабораторными животными, обнаружил также особенности. К ним можно отнести следующие: значительное содержание минорных фракций кардиолипина и фосфатидной кислоты, высокая вариабельность относительного содержания лизофосфа-

тидилхолина и фосфатидилхолина в составе общих липидов. В селезенке полевок-экономок, отловленных с разных мест обитания с фоновых территорий, содержание минорной фракции лизофосфатидилхолина может колебаться от 1,9 до 14,3%, другой минорной фракции – кардиолипина с фосфатидной кислотой — от 14 до 21%. Доля фосфолипидов в составе общих липидов еще больше может варьировать — от 5,1 до 41,1% (т.е. в 8 раз). Таким образом, высокая вариабельность АОА липидов, особенности количественного состава ФЛ печени, головного мозга и селезенки, более высокая степень ненасыщенности липидов, являются необходимым условием для поддержания гомеостаза и нормального функционирования клеточных систем в органах диких грызунов в среде обитания (Кудяшева, 2009).

В условиях повышенного уровня радиоактивности в зоне аварии на ЧАЭС при анализе процессов дегидрирования в тканях мышевидных грызунов установлено возрастание коэффициента вариации активности исследуемых ферментов, что указывает на увеличение степени изменчивости показателей в результате влияния совместных экологических и техногенных факторов среды на организм животных. Установлено, что во всех исследуемых тканях полевок-экономок со среднезагрязненного участка 4 из зоны аварии коэффициент вариации значений активности ферментов СДГ и ПДГ достигал более 30%. Наиболее высокие значения коэффициента вариации чаще наблюдали у неполовозрелых самцов и самок, чем у старших возрастных групп зверьков. В то же самое время, у половозрелых и перезимовавших полевок обыкновенных и полевых мышей сильно- и среднезагрязненных участков (1–3) во всех исследуемых тканях отмечали размах колебаний коэффициентов вариации от 2 до 15,7%, которые обычно характерны для животных фоновых территорий. Эти данные подтверждаются исследованиями, проведенными в 1980-е годы на полевках-экономках, обитающих на радиовом участке в Республике Коми. Таким образом, под воздействием радиационных и экологических факторов в природной среде возрастает амплитуда изменений активности ферментов, что связано с появлением в группах животных некоторого числа особей с признаками, значения которых далеко выходят за пределы изменчивости исследуемых биохимических параметров у контрольной группы животных. Динамика изменчивости биохимических показателей в тканях мышевидных грызунов в 30-км зоне аварии на ЧАЭС показала фазовые изменения. Установлены значительные отклонения функциональных сдвигов от нормы в тканях грызунов в первые годы после аварии (1987–1989 гг.), которые характеризовались спадом численности зверьков на средне- и слабозагрязненных участках (2–5 участки). Так, у полевых мышей на фоне снижения АОА липидов в органах, первоначальное угнетение активности ферментов энергетического обмена в исследуемых тканях, развивающиеся в первые три года исследования, переходят в активацию окислительных ферментов с одновременным повышением уровня АОА липидов печени, что свидетельствует о высоких компенсаторных возможностях и защитных свойствах этого органа. Об этом свидетельствуют не только колебания самих значений активности ферментов, но и значения их коэффициентов вариации. Особенно это было отмечено в сердечной мышце и головном мозге у полевых

мышей в 1990 г., отловленных на средне и сильно загрязненных участках. Следует отметить, что на следующий второй год наблюдений (1988 г.) размах колебаний коэффициента вариации возрос до 50 и более % снова у полевок-экономок участка 4. При этом в печени молодых полевок с одного и того же участка 4 мы отмечали разные ответные реакции по активности СДГ: у большей части полевок значения активности СДГ были на уровне предыдущего года, а у 1/5 части полевок эти значения были в 5,4 раза выше. В этот же период аналогичную гетерогенность ответных реакций в печени и мозге полевок-экономок обнаружили и по активности ПДГ, где животные по значениям данного показателя разделились на две группы, отличающиеся друг от друга в среднем в 1,8–2,9 раза соответственно. На четвертый год исследований мы уже отмечали возрастание коэффициента вариации не только у полевок-экономок среднезагрязненного участка 4, но и у полевок слабозагрязненных участков 5 и 6, а также у полевых мышей и полевок обыкновенных, отловленных на сильно и среднезагрязненных участках 1–3. Размах колебаний коэффициента вариации активности ферментов в некоторых случаях достигал от 50 до 70%. По коэффициенту вариации самой лабильной их трех рассматриваемых ферментов дегидрирования оказалась СДГ, высокую вариабельность которой чаще наблюдали у неполовозрелых животных. Вместе с тем, при высокой вариабельности коэффициентов вариации значений активности ферментов наблюдали возрастание гетерогенности значений этих показателей. Так, в сердечной мышце у полевых мышей участка 1 (сильнозагрязненный) и одной трети проанализированных мышей участка 2 (среднезагрязненный) выявлено повышение активности дегидрогеназ, превышающие предыдущие уровни (по сравнению с 1989 г.) в среднем в 2,4–6,9 раза ( $p < 0,001$ ). У остальной части мышей участка 2 интенсивность окисления сукцината и пирувата была не столь существенной и находилась практически на уровне значений, отмеченных в первый год анализа. Подобную гетерогенность ответных реакций у полевок-экономок с одного и того же участка из зоны аварии наблюдали в 1987 г. и по составу фосфолипидов (по содержанию минорных фракций и основных фракций фосфолипидов, доли фосфолипидов в составе общих липидов печени, отношению фосфатидилхолина к фосфатидилэтаноламину, отношению сумм легкоокисляемых к таковым трудноокисляемым фракциям фосфолипидов). При этом существенные изменения в составе фосфолипидов, суммарных показателей липидного обмена, активности ферментов цикла Кребса и гликолиза были отмечены у животных, отловленных с участков со слабым и средним уровнем техногенного загрязнения в зоне ЧАЭС.

Совокупность представленных данных свидетельствует о значительном возрастании внутрипопуляционной изменчивости показателей процессов энергетического обмена и перекисного окисления липидов у грызунов из районов с техногенным загрязнением. Полагаем, что процессы адаптации организма к повышенному уровню радиоактивности в среде обитания в тканях мышевидных грызунов происходит через механизмы метаболической регуляции ферментативной активности процессов дегидрирования и перекисного окисления липидов. Наличие разнородных групп животных с разными ответными реакциями,

выявляемыми на клеточном и тканевом уровнях, следует рассматривать как ответные реакции у животных природных популяций на стресс-воздействие: хроническое облучение в малых дозах в природной среде. Увеличение гетерогенности ответных реакций и высокая вариабельность значений исследуемых показателей в тканях мышевидных грызунов природных популяций при обитании их в районах с повышенным уровнем радиоактивности, является одним из универсальных механизмов ответа клеточных систем того или иного органа на совместное действие факторов радиационной и нерадиационной природы в среде их обитания и являются проявлениями их адаптивных реакций. Высокая вариабельность различных биохимических параметров и гетерогенность ответных реакций, свидетельствует об увеличении неспецифической реакции организма мышевидных грызунов природных популяций к техногенному радиоактивному загрязнению, что способствует адаптации организма к изменяющимся условиям среды.

Работа частично поддержана грантом по Программе Президиума РАН «Молекулярно-клеточная биология» П12-П-4-1021.

#### Литература

Кудяшева А. Г. Изменчивость биохимических показателей в тканях мышевидных грызунов из районов с радиоактивным загрязнением // Биологические эффекты малых доз ионизирующей радиации и радиоактивное загрязнение среды: Матер. межд. конф. Сыктывкар, 2009. С. 70–72.

Кудяшева А. Г., Ермакова О. В., Шевченко О. Г., Башлыкова Л. А., Раскоша О. В. Биологические последствия популяций мышевидных грызунов на техногенно загрязненных территориях // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Матер. IV межд. конф. Томск, 2013. С. 309–312.

### ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЙ АППАРАТ И СТРУКТУРУ ПРОДУКТИВНОСТИ ГОЛОЗЕРНОГО ОВСА

*А. И. Майорова<sup>1</sup>, Г. А. Баталова<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> *Вятская государственная сельскохозяйственная академия,*

<sup>2</sup> *Зональный НИИСХ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого,  
g.batalova@mail.ru*

Продуктивность растений определяется величиной образования их общей биомассы, либо ее хозяйственноценной части, она зависит от уровня реализации разнообразных функций организма, среди которых важнейшую роль играют фотосинтетическая деятельность и утилизация ассимилятов для построения всех структурных частей растения. Одним из показателей фотосинтетической деятельности является величина листовой поверхности – главного аппарата взаимодействия растений со средой, при помощи которого улавливается энергия солнечной радиации и в процессе фотосинтеза преобразуется в потенциальную энергию органического вещества (Ерошенко, 2006). Одним из косвенных индексов фотосинтетической активности служит содержание хлорофилла, который является важнейшим внутренним фактором, определяющим интенсив-

ность фотосинтеза и общую биологическую продуктивность растений (Баталова, 2013).

Важным элементом стимулирования деятельности фотосинтетического аппарата растений, повышения интенсивности обменных процессов следует считать биологические препараты. Применение биопрепаратов для обработки семян и вегетирующих растений способствует накоплению запасных форм питательных веществ, позволяет повысить продуктивность растений за счет рост-стимулирующего, антистрессового и фунгицидного действия (Вакуленко, 2004), является фактором адаптации растений к среде обитания. При этом биологические препараты практически не оказывают негативного влияния на окружающую среду.

Материал и методика. Исследования проведены в 2013 г. на фоне атмосферной засухи. В период от посева до цветения растений овса выпало 42 мм осадков или 51,4% нормы, при этом в критический, по отношению к влаге, межфазный период «выметывание – цветение» количество осадков составило 37,8% нормы (18 мм) на фоне повышенных температур (+2,6° к норме). В мелкоделяночном полевом опыте НИИСХ Северо-Востока (площадь делянки 2,0 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная) изучали влияния биопрепаратов на фотосинтетический аппарат и элементы структуры зерновой продуктивности овса голозерного (*Avena sativa* subsp. *nudisativa*) сорта Вятский. Для предпосевной обработки семян (ОС) и обработки посевов (ОП) использовали микроудобрение жидкое Силиплант – 60 мл/т и 0,8 л/га, соответственно; регуляторы роста Эмистим (0,01 г/л продуктов метаболизма симбионтного гриба *Acremonium lichenicola*) – 1 мл/т и 1 мл/га и Циркон (0,1 г/л гидроксикоричных кислот – природная смесь) – 2 мл/т и 20 мл/га. Системный химический фунгицид Дивиденд Стар, КС (дифеноконазол 30 г/л + ципроконазол 6,3 г/л) – 1 л/т применялся для предпосевной обработки семян индивидуально и в составе баковой смеси. Контрольные варианты – семена без обработки (К 1), семена обработанные водой 10 л/т (К 2).

Наблюдения, оценки и учеты проводили по соответствующим методикам (Методика, 1971; Методические указания, 2012). Измерение площади и отбор проб листьев проводили в фазу цветения. Содержание пигментов определяли с использованием спектрофотометра UV mini 1240 (Shimadzu Corporation, Japan), расчет содержания по методике (Lichtenthaler, Buschmann, 2001).

Обработка данных с использованием программы «Agros 2.07» и пакета прикладных программ Microsoft Excel из стандартного набора Microsoft Office.

Результаты исследований. На фоне атмосферной засухи наблюдали влияние биологических и химического препаратов разной степени на структурные части растений. Существенное увеличение площади флагового и подфлагового листьев происходило в четырех (1, 4, 8, 10) из пяти вариантов и суммарной площади листьев с растения в двух вариантах (1 и 8) использования биопрепарата Эмистим относительно контрольных вариантов (табл. 1). Наибольший уровень развития признаков был при обработке посевов голозерного овса препаратом Эмистим в фазу кущения (23,10; 12,52; 66,05 см<sup>2</sup>, соответственно). Возможно регулятор роста, наряду со стимулирующим действием, оказывал

влияние на растительные организмы как фактор адаптации к проявлению засухи в период от посева до цветения, когда формируется максимальная площадь листьев у растений овса.

Таблица 1

**Площадь листовой поверхности и содержание пигментов  
в зависимости от обработки препаратами**

Вариант	Площадь, см <sup>2</sup>			Содержание хлорофилла во флаговом листе, мг/г сух. массы		
	главного стебля	флагового листа	подфлагового листа	<i>Chl a</i>	<i>Chl b</i>	<i>Chl (a+b)</i>
1	62,18	18,28	12,02	11,06	6,39	17,45
2	51,69	18,05	8,07	10,42	5,40	15,82
3	56,24	18,13	9,06	11,78	6,98	18,76
4	56,30	22,37	11,9	12,76	8,08	20,84
5 (К 1)	47,90	14,67	6,96	10,27	5,49	15,76
6 (К 2)	50,85	17,26	9,17	9,49	4,80	14,29
7	59,16	17,15	9,75	12,65	8,66	21,31
8	66,05	23,1	12,52	12,45	8,11	20,56
9	33,51	12,87	6,80	7,53	3,22	10,75
10	58,99	19,42	10,45	11,96	6,96	18,92
11	65,00	17,12	8,46	11,25	6,66	17,91
12	48,71	15,11	8,95	10,37	6,80	17,17
НСР <sub>05</sub>	9,53	3,2	5,00			

Примечание: \* – 1 – ОС Эмистим, 2 – ОС Силиплант, 3 – ОС Циркон, 4 – ОС Дивиденд Стар + Эмистим, 5 (К 1) – контроль – семена без обработки, 6 (К 2) – контроль – семена обработанные водой, 7 – контроль – семена обработанные Дивиденд Стар, 8 – ОП Эмистим, 9 – ОС и ОП Эмистим, 10 – ОС Дивиденд + Эмистим, ОП Эмистим, 11 – ОС и ОП Силиплант, 12 – ОС и ОП Циркон

При использовании препарата Эмистим в баковой смеси с системным фунгицидом Дивиденд Стар (вариант 4) и варианте с дополнительной обработкой посевов данным биопрепаратом (10) наблюдали более высокие показатели площади флагового (22,37 и 19,42 см<sup>2</sup>) и подфлагового (11,90 и 10,45 см<sup>2</sup>) листьев относительно уровня развития признаков в варианте 7 – обработка семян химическим препаратом (17,15 и 9,75 см<sup>2</sup>), что указывает на проявление регулятором роста Эмистим антистрессового влияние в отношении фунгицида Дивиденд Стар. По общей площади листьев с растения существенных различий в данных вариантах не отмечено, что может говорить о большей чувствительности листьев верхнего яруса растений голозерного овса к улучшению условий вегетации при использовании биопрепарата Эмистим.

На чувствительность флагового и подфлагового листьев к изменению факторов среды обитания указывает и положительное влияние на их размеры других препаратов, в т. ч. химического как средства борьбы с патогенной микрофлорой, а также воды, относительно контроля – семена без обработки. Следует отметить, что флаговый лист, фотоассимилянты из которого, в основном, идут на формирование хозяйственно ценной части урожая (например, зерна или сухого вещества), был более отзывчив на улучшение условий вегетации. В

большинстве вариантов получены значимые прибавки по площади флагового листа от 3,38 до 8,43 см<sup>2</sup> относительно контроля – семена без обработки.

С другой стороны, варианты с использованием химического препарата для обработки семян и его сочетанным применением с биопрепаратом Эмистим, наряду с вариантом – обработка посевов регулятором роста Эмистим, обеспечили высокие показатели содержания хлорофилла а и b (Chl a, Chl b) и суммы хлорофиллов Chl (a+b) во флаговом листе. Содержание Chl a составило 12,45–12,76 мг/г сухой массы, Chl b – 8,08–8,66 мг/г и Chl (a+b) – 20,56–21,31 мг/г. Высокое содержание Chl a, Chl b и Chl (a+b) отмечено при использовании препаратов Силиплант и Циркон для обработки семян и растений в фазу кущения.

В исследованиях установлены высокие значимые корреляции содержания Chl a во флаговом листе с площадью листьев с растения и подфлагового листа, высотой растения, массой метелки и растения ( $r=0,77-0,82$ ), средней степени ( $r=0,54-0,69$ ) с массой 1000 зерен, числом зерен в метелке, сбором сухого вещества. Корреляции данных показателей с содержанием Chl b были ниже ( $r=70-78$  и  $r=50-70$ , соответственно). Высокие зерновая (масса зерна с метелки) и кормовая продуктивность (сбор сухого вещества), озерненность метелки и масса 1000 зерен были характерны для вариантов, выделенных по показателям фотосинтетического аппарата растений (табл. 2). В частности, при обработке семян и посевов регулятором роста Эмистим, в т.ч. совместно с системным фунгицидом Дивиденд Стар, а также при сочетании последнего с микроудобрением Силиплант.

Таблица 2

**Элементы структуры продуктивности в зависимости от обработки препаратами**

Вариант*	Высота растения, см.	Зерен в метелке, шт.	Масса, г		Выход зерна, %
			зерна с метелки	1000 зерен	
1	81,8	45			34,3
2	75,8	52	1,14	21,9	41,1
3	76,7	58	1,43	24,9	44,9
4	78,0	66	1,53	23,1	43,0
5 (К 1)	65,9	43	0,94	22,0	41,1
6 (К 2)	75,5	49	1,05	21,6	39,6
7	78,0	51	1,29	25,5	42,2
8	83,0	60	1,58	26,3	40,6
9	55,4	38	0,89	23,3	47,3
10	77,3	65	1,51	23,2	43,0
11	79,8	58	1,47	25,5	41,8
12	69,5	37	0,88	23,9	36,7
НСР <sub>05</sub>	3,5	11	0,25	2,0	

Примечание: \* см. табл. 1

Таким образом, регулятор роста Эмистим оказывал комплексное влияние на рост и развитие растений голозерного овса как антистрессант и фактор адаптации к среде обитания. При обработке посевов в фазу кущения биопрепаратом

Эмистим в чистом виде и в сочетании с фунгицидом Дивиденд Стар на растениях и семенах наблюдали положительное влияние на формирование фотосинтезирующего аппарата голозерного овса (площадь листьев, содержание *Chl a* и *b*, *Chl (a+b)*) и, как следствие, элементов структуры зерновой и кормовой продуктивности (количество зерен в метелке, продуктивность метелки и растения, массы 1000 зерен). При обработке семян препаратами Циркон и Силиплант наблюдали увеличение показателей элементов структуры продуктивности овса, содержания *Chl a* и *b* во флаговом листе. Силиплант был эффективен в баковой смеси с системным фунгицидом Дивиденд Стар.

#### Литература

- Баталова Г. А. Овес в Волго-Вятском регионе. Киров: ООО «Орма», 2013. 288 с.
- Вакуленко В. В. Регуляторы роста // Защита и карантин растений. 2004. № 1. С. 24–26.
- Ерошенко Ф. В. Особенности фотосинтетической деятельности сортов озимой пшеницы. Ставрополь: Сервисшкола, 2006. 200 с.
- Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. 1971. 239 с.
- Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса. СПб., 2012. 64 с.
- Lichtenthaler H. K., Buschmann C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy // Current protocols in food analytical chemistry. 2001.

#### ДИАТОМОВОЕ «ЦВЕТЕНИЕ» ГОРОДСКИХ ПОЧВ

**Л. В. Кондакова<sup>1,2</sup>, Л. И. Домрачева<sup>2,3</sup>, Ю. Н. Зыкова<sup>3</sup>, И. А. Кондакова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Вятский государственный гуманитарный университет,

<sup>2</sup> Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,

<sup>3</sup> Вятская государственная сельскохозяйственная академия, *dil-alga@mail.ru*

Диатомовые водоросли (отдел Bacillariophyta) – постоянный и чрезвычайно подвижный компонент почвенных ценозов. Они являются наиболее легко узнаваемой группой микрофототрофов. Среди форм, оккупирующих поверхность почвы при её «цветении», преимущественно развиваются представители четырех родов, резко различающиеся по форме, внешнему виду и размерам: *Navicula*, *Hantzschia*, *Nitzschia*, *Pinnularia*. Чаще всего диатомеи не являются эдификаторами поверхностных разрастаний, находя благоприятную для себя экологическую нишу в слизи и чехлах других водорослей и цианобактерий.

Некоторые исследователи отводят диатомовым водорослям особую роль в функционировании комплексов фототрофов (Кабиров и др., 2008; Фазлутдинова, Кабиров, 2013). Они участвуют в естественных зарастаниях техногенных субстратов – зольных, шламовых, песчаных и угольных отвалов, в биологической рекультивации почв, нарушенных сильными загрязнениями. Так, накопление кремнезема в первичных почвах южной тайги, развивающихся на техногенных наносах, связывают с интенсивным развитием диатомей: содержание аморфного кремнезема в слое 0–4 см наносов составляет до 0,69% от веса суб-

страта при численности клеток диатомовых водорослей 3,3 млн./см<sup>2</sup> и 10,49% – при численности 25,2 млн./см<sup>2</sup> (Дорохова, 1989).

Сравнительные исследования сообществ диатомовых водорослей в условиях техногенного загрязнения показывают, что изменения в видовом составе Bacillariophyta происходят за счет исчезновения отдельных видов или замещения одних видов водорослей другими. В серии опытов при использовании летальных концентраций были установлены пределы устойчивости данных сообществ к различным экологическим факторам с составлением экотоксикологической карты сообщества Bacillariophyta (Фазлутдинова, Кабиров, 2013). Проведенные исследования показали, что диатомеи обладают высоким адаптационным потенциалом в экстремальных условиях жизнедеятельности, вызванных такими антропогенными факторами, как действие тяжелых металлов, нефти, бензина, поверхностно активных веществ.

Исследования «цветения» городских почв, проведенные в последние годы на территории г. Кирова, показали, что диатомовые водоросли в течение всего вегетационного периода являются постоянными партнерами в наземных альгоцианобактериальных сообществах в различных зонах города (табл. 1).

Таблица 1

**Показатели численности клеток водорослей и цианобактерий при «цветении» в различных зонах города (тыс./см<sup>2</sup>)**

Зона обследования	Зелёные водоросли	Диатомовые водоросли	БГЦ цианобактерии	ГЦ цианобактерии	Всего
Промышленная	1265±40	515±20	5850±150	18600±1000	26300
Селитебная	446±42	2050±57	17978±781	0	20474
Парковая	0	540±30	10660±500	7070±213	18270
Транспортная	200±10	610±20	43360±900	3500±210	46860

Примечание: БГЦ – безгетероцистные цианобактерии, ГЦ – гетероцистные цианобактерии.

«Цветение» почвы на городской территории, как правило, имеет более длительный срок по сравнению с природными экотопами и агроэкосистемами. Это, в первую очередь, связано с тем, что рядом с теплоцентралями происходит постоянное таяние снега и часто отмечаются факты зимнего «цветения» почвы, которое может продолжаться более двух недель, и в формировании которого принимают участие и диатомеи (табл. 2).

Таблица 2

**Особенности зимнего «цветения» почвы**

Показатель	Водоросли		Цианобактерии		Всего
	Зеленые	Диатомовые	БГЦ	ГЦ	
Численность клеток, тыс./см <sup>2</sup>	1270±200	180±9	3017±130	6020±190	10487±529
Структура популяций фототрофов, %	13,8		86,2		100
Структура популяций ЦБ, %			33,4	66,6	100
Биомасса, мг/см <sup>2</sup>	0,115	0,201	0,238	0,975	1,529

В подавляющем большинстве случаев диатомовые водоросли – сопутствующий элемент других видов водорослей и цианобактерий. Однако, и в почве техногенных территорий (Кондакова, 2012), и в городских почвах на отдельных участках отмечаются факты безусловного доминирования Bacillariophyta как во внутрипочвенных комплексах, так и на поверхности почвы. В частности, активное размножение и доминирование диатомей в пленках «цветения» неоднократно отмечено в Александровском саду.

Таблица 3

**Структура популяций фототрофов (%)**

Место отбора проб (г. Киров)	Водоросли	Цианобактерии
ТЭЦ-5	6,8	93,2
Александровский сад	70,3	29,7
Бульвар на УЛ. Производственной	2,9	97,1

Как правило, в конце вегетационного сезона массово размножаются цианобактерии. Однако, в Александровском саду главный вклад в формирование наземных альгоценозов вносят эукариотные водоросли, в первую очередь, диатомеи, которые чрезвычайно редки даже в начале сезона доминируют в плёнках «цветения» (табл. 3). В данном случае численность диатомей составляла около 7 млн. кл./см<sup>2</sup> и более 70% от общей численности фототрофов. Факт массового развития диатомей в городских почвах может быть обусловлен спецификой солевого режима, так как именно эта группа водорослей является устойчивой к засолению почв или каким-то другим факторам, выяснение которых может способствовать использованию диатомовых водорослей для биодиагностики определенного состояния почвы.

**Литература**

Дорохова М. Ф. Формирование и значение группировок почвенных водорослей в условиях промышленного загрязнения (на примере угледобычи): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1989. 24 с.

Кабилов Р. Р., Пурина Е. С., Сафиуллина Л. М. Почвенные водоросли: качественный состав, количественные характеристики, использование при проведении экологического мониторинга // Успехи современного естествознания, 2008. № 5. С. 54–55.

Кондакова Л. В. Альго-цианобактериальная флора и особенности её развития в антропогенно нарушенных почвах (на примере почв подзоны южной тайги Европейской части России): Автореф. ... дис. докт. биол. наук. Сыктывкар, 2012. 34 с.

Фазлутдинова А. И., Кабилов Р. Р. Почвенные диатомовые водоросли Южного Урала. Уфа: Гилем, 2013. 128 с.

## МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА РАЗВИТИЕМ ФУЗАРИОЗНЫХ ИНФЕКЦИЙ

*Л. И. Домрачева<sup>1,2</sup>, Л. В. Трефилова<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup> Вятская государственная сельскохозяйственная академия,*

*<sup>2</sup> Лаборатория биомониторинга Института биологии*

*Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ,*

*dli-alga@mail.ru*

Фузариозные инфекции растений наносят значительный урон как в количественном плане (снижение и потери урожая возделываемых культур), так и в качественном (заражение пищевых продуктов разнообразными фузариотоксинами). Поэтому к числу задач, направленных на регулирование и ограничение численности вредных организмов, относятся задачи, связанные с разработкой антифузариозных мероприятий. В первую очередь возникает вопрос о рационализации стратегии биологической борьбы с фитопатогенами

Наиболее экологически приемлемыми являются биометоды, основанные на введении в экосистемы организмов, способных регулировать размеры фузариозных популяций. Понижение функциональной значимости фитопатогенов может быть обеспечено посредством интродукции/активизации разнообразных микроорганизмов (Кожевин, 2006). Организмы – антагонисты фузариев теоретически должны обладать следующими особенностями: размножаться в почве быстрее гриба-паразита; интенсивно заселять ризосферу и ризоплану растений; быть активными конкурентами фузариев не только за пространство, но и за определенные элементы питания; обладать механизмами репрессии фитопатогена, лимитирования его роста или разрушения клеточных структур; способностью длительное время сохранять жизнеспособность при неблагоприятных условиях.

Принципы получения микробиологических препаратов с антагонистической активностью включают: отбор микробов в природе, их ступенчатую селекцию, получение препаративных форм, разработку регламентов производства и применения (Захаренко, 2000).

Важным аспектом применения микробов-антагонистов является тщательная проверка состояния почвенных микробоценозов после внедрения в них интродуцентов, поскольку может происходить изменение структуры комплекса микроорганизмов, не являющихся мишенью биоконтроля.

Механизмы подавления фузариев организмами-антагонистами базируются на следующих их способностях: выделение антифузариозных соединений; трофической активности и гиперпаразитизме. В настоящее время скрининг антагонистических микроорганизмов включается во все без исключения программы биологического метода борьбы с болезнями растений. Поиск потенциальных агентов биометода среди обитателей почвы и филопланы осуществляется *in vivo* и *in vitro*.

Среди антагонистов фузариума известны микроорганизмы различной систематической принадлежности. Так, фузариевофаговую активность проявляют

простейшие (Pussard, 1988), нематоды (Rossner, Urland, 1988) и коллемболы (Nakamura et al., 1992). В случае беспозвоночных, скорее всего, приемлемы методы активизации животных-резидентов непосредственно в почве, что приведет к усилению её естественной супрессивности.

Известны факты гиперпаразитизма одних грибов на других грибах-фитопатогенах (Simay, 1990). Отмечены факты гиперпаразитической активности нескольких штаммов грибов р. *Penicillium* по отношению к *Fusarium solani*, *F. anthrosporioides*, *F. oxysporum* (Бикетов, Сойтонг, 2002; Farquhar, Peterson, 1991). Доказаны факты микопаразитизма гриба *Myrothecium roridum*, который не только выделяет ряд активных антибиотиков, но и внедряется в гифы, конидии, ооспоры, конидиеносцы *F. oxysporum*, *F. graminearum*, *F. culmorum* (László, 1987).

Но самая обширная группа биохимических антагонистов выявлена среди микромицетов и прокариотных микроорганизмов. Среди грибов наиболее активными антагонистами фузариумов являются представители р. *Trichoderma* (Гринько и др., 1998; Горьковенко и др., 1999; Корсак, 2002; D'Ercole et al., 1983; Dwivedi, 1984), которые распознают патогена на расстоянии и обладают хемотропической реакцией. Антагонист начинает продуцировать литические ферменты только после распознавания и прикрепления к стенке фитопатогена. Ферменты способны разлагать полимеры, входящие в состав клеточной стенки патогенного гриба. В почвах, где встречается *Trichoderma spp.*, обнаружена активная хитиназа (Chet, 1989).

Фузариотоксическим и фузариоцидным действием обладают более 150 видов почвенных бактерий (Поздняков, 1998; Сорокина и др., 1998; Lambert et al., 1986; Gaikward et al., 1987), включая актиномицеты (Калько и др., 2000; Широких, Шешегова, 2001; Mohamed, 1982; Brown, Brown-Skrobot, 1985; Borghi et al., 1992).

Повышенную антифузариозную активность проявляют бактерии р. *Pseudomonas*. Более 20 лет препараты на основе псевдомонад используются в сельском хозяйстве, конкурируя с химическими средствами защиты растений. Механизм действия этих препаратов основан на выделении корневыми волосками растения углерода в виде сахаров, которые запускают механизм размножения бактерий и выработку ими комплекса феназиновых и триглицеридпептидных антибиотиков, супрессирующих рост фитопатогенных грибов. Феназины взаимодействуют с флавиновыми окислительно-восстановительными ферментами с образованием активных форм кислорода, которые обладают цитотоксическим действием. Кроме того, активные формы кислорода активируют защитные гены растительных клеток. Штаммы псевдомонад также способны продуцировать сидерофоры, связывающие железо и делающие его недоступным для почвенных патогенов (Горбунов, 2012).

Получены мутированные штаммы *Ps. solanacearum*, синтезирующие ферменты, которые превращают молекулы микотоксинов в нетоксичную форму (Ouchi et al., 1989). Таким образом, стратегия борьбы с грибными болезнями может включать использование микроорганизмов, деградирующих токсины паразитов.

При совместном глубинном культивировании *F. culmorum* с *Ps. aureofaciens* было отмечено микопаразитическое действие бактерии на ранней стадии развития гриба. В опыте уже на 3 сутки наблюдалась значительное число лизированных участков грибных гиф и скопление бактериальных клеток вокруг них. На конечных этапах опыта увеличивалось число спор гриба, прорастание которых не наблюдалось в течение 10 суток, при этом количество псевдомонад оставалось на высоком уровне (Бурдов и др., 2012).

Всё большую актуальность для защиты растений от болезней приобретает использование бактерий р. *Bacillus* в качестве биоагентов. Механизмы их воздействий на фитопатогенные грибы разнообразны, что определяет активность штаммов в тех или иных условиях. Поэтому применяют различные методические подходы к оценке антагонизма бацилл по отношению к микромицетам-фитопатогенам, включающие отбор потенциальных антагонистов в опытах *in vitro* и *in vivo*. В частности, с помощью последовательного применения данных методов были отобраны эффективные штаммы *B. subtilis* против *F. graminearum* (Крючкова и др., 2012). Штамм *B. subtilis*, основа биопрепарата Алирин Б, подавлял развитие выделенного из пораженных корней огурца фитопатогенного гриба *F. oxysporum* (Калько и др., 2000) и выделенного из клубней картофеля *F. sambucinum* (Калько, 2002). При высоком титре ( $10^6$  конидий/мл) патогена наблюдали аутоингибирование его популяции. При низком ( $10^5$  конидий/мл) начальном титре, через 24 часа роста, доля проросших конидий фузариума составляла в отсутствие антагониста 80%, а при высоком 13%. Препарат на основе *B. subtilis* подавлял развитие *F. oxysporum* на рассаде томата. Бактерии защищали кору, васкулярные ткани растений от внедрения патогена, не повреждая клеток растения (Abd-Allah et al., 2007). Исследование антагонистической активности различных штаммов *Bacillus* против *F. moniliforme* на зерне кукурузы показало, что снижение численности пораженных растений колебалось от 65 до 78% (Bressan, Fontes, 2010).

Доказана способность мицелиальных бактерий актиномицетов подавлять фузариозную инфекцию. Так, *Streptomyces felleus* (продуцент Алирина С) замедляет развитие *F. oxysporum* (Калько и др., 2000). Выделен штамм *S. lateritius*, обладающий широким спектром антагонистической активности в отношении фитопатогенов р. *Fusarium*, не обладающий фитотоксичностью и зоопатогенными свойствами, который стимулирует энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян хвойных. Данные свойства делают выделенный штамм актиномицета перспективным для создания на его основе препарата с активностью биопротектора и биостимулятора (Громовых и др., 2005). Выделен штамм *Streptomyces sp.* № 1278, продуцирующий антибиотик ИННА-№1278, обладающий выраженной антифунгальной активностью против *F. oxysporum* (Тренин и др., 2012).

Изучение динамики численности интродуцированных в гнотобиотическую систему микроорганизмов показало, что, несмотря на более низкие, по сравнению с грибами, темпы роста актиномицет *S. hygrosopicus* ограничивает мицелиальный рост *F. avenaceum*, снижая заболеваемость проростков озимой ржи и клевера лугового (Широких, Мерзаева, 2008). Авторы предполагают, что

действие актиномицета на фитопатоген связано с продукцией им антифунгально активных метаболитов (антибиотиков, хитинолитических ферментов либо других соединений). Одновременно с антифунгальным действием актиномицет оказал стимулирующее влияние на корневой рост проростков.

Широкое применение микробов-антагонистов в защите растений от фузариозов и других инфекций сдерживается нестабильностью получения положительных результатов. Частично это определяется особенностями биологии и экологии фитопатогенов. Предполагается, что пропагулы некоторых потенциально опасных патогенов нечувствительны к антагонистическим микроорганизмам. Такая нечувствительность связана с рядом временных, пространственных, структурных, эволюционных факторов (Jonson, 2010). Внутри специфической патосистемы размер убежища для патогена можно установить в эксперименте по определению числа пропагул, остающихся инфекционными в присутствии антагониста. Уменьшение размера убежища необходимо для повышения эффективности биологического метода борьбы с болезнями растений, что достигается применением смеси антагонистов, интеграцией химического и биологического методов. Так, при оценке эффективности предпосевной обработки семян сои препаратами микробов-антагонистов в борьбе с грибными патогенами корней и корневой шейки (*F. solani*, *F. culmorum*) было установлено, что оптимальная эффективность достигается при совместной обработке семян *Vas. spp.* + *Trichoderma spp.* + *Ps. fluorescens* (Piena et al., 1998).

До последнего времени было очень мало сведений о фунгицидной активности фототрофных микроорганизмов, в частности, цианобактерий (ЦБ). Именно ЦБ, в отличие от гетеротрофных микроорганизмов, традиционно используемых для производства биопрепаратов, по темпам размножения сопоставимы с фитопатогенными грибами. Они известны своей способностью размножаться в почвах до степени макроразрастаний – пятен «цветения», в которых численность достигает 40 млн. клеток на 1 см<sup>2</sup> (Домрачева, 2005). Благодаря способности фиксировать как углерод, так и атмосферный азот, ЦБ вносят существенный вклад в плодородие почвы. Однако до недавнего времени ЦБ практически не применялись для борьбы с фитопатогенами. Исследования, проведенные в последние годы (Домрачева, 2005; Домрачева и др., 2013), показали, что ЦБ занимают важное место среди естественных антагонистов грибов рода *Fusarium*. Например, из ЦБ *Nostoc commune* изолирован липопептид, обладающий ярко выраженным фунгицидным действием (Kajiuma et al., 1998). Проверка 70 штаммов ЦБ р. *Anabaena* на фунгицидную активность показала, что 35 исследованных штаммов вызывают подавление роста ряда фитопатогенных грибов, включая фузариум (Prasanna et al., 2008).

Исследования, проведенные с различными видами почвенных ЦБ, показали, что ярко выраженный фунгицидный эффект проявляется на уровне межпопуляционных отношений чистых культур ЦБ и фузариев в сапрофитной фазе развития гриба, а также в становлении супрессивности почв, загрязненных фитопатогенами. Цианобактериальная обработка семян, рассады, сеянцев и саженцев сельскохозяйственных, декоративных и лесных культур не только стимулирует рост и развитие растений, но приводит или к полному подавлению

или к существенному снижению фузариозных инфекций даже при провокационном заражении растений (Домрачева, Трефилова, Фокина, 2013).

### Литература

Бикетов Д. С., Сойтонг К. Поиск, идентификация и скрининг грибов-антагонистов для борьбы с болезнями сахарной свеклы // Современная микология в России. I съезд микологов России. Тез. док. М., 2002. С. 174.

Бурдов Л. Г., Тремасова А. М., Белецкий С. О. Результаты мониторинга зеараленона в кормах Удмуртской республики // Современная микология России. Матер. 3-го Съезда микологов России. М., 2012. Т. 3. С. 423–424.

Горбунов О. П. Бактерии рода *Pseudomonas*: углеродный цикл, защита и стимуляции растений // Современная микология России. Матер. 3-го Съезда микологов России. М., 2012. Т. 3. С. 334–335.

Горьковенко В. С., Приходько И. Е., Шадрина Л. А., Бондаренко И. И. Влияние плодородия почвы и минеральных удобрений на фитосанитарное состояние ризосферы озимой пшеницы (Плотность популяций фитопатогенных и антагонистичных видов грибов) // Труды Кубан. гос. аграр. университет. 1999. Вып. 377. С. 46–53.

Гринько Н. И., Сидляревич В. И., Стрижак Т. В. Мониторинг супрессивности почвосубстратов к фузариозному увяданию огурца в закрытом грунте // Защита растений. Минск, 1998. Вып. 21. С. 82–93.

Громовых Т. И., Литовка Ю. А., Садыкова В. С., Габидулина И. Г. Биологические особенности нового штамма *Streptomyces laterilius* 19/97 М перспективного для использования в растениеводстве // Биотехнология, 2005. № 5. С. 37–40.

Домрачева Л. И., Трефилова Л. В., Фокина А. И. Фузарии: биологический контроль, сорбционные возможности. LAP LAMBERT Academic Publishing. Германия, 2013. 182 с.

Домрачева Л. И. «Цветение» почвы и закономерности его развития. Сыктывкар, 2005. 336 с.

Захаренко В. А. Биологическая защита растений как фактор оптимизации фитосанитарного состояния растениеводства // Актуальные вопросы биологизации защиты растений. Пушкино, 2000. С. 11–26.

Калько Г. В., Лагутина Т. М., Новикова И. И., Воробьев Н. И. Кластерный анализ влияния микробов-антагонистов на динамику популяционной плотности фитопатогенного гриба *Fusarium oxysporum* на мембранных фильтрах в торфогрунте [Влияние штаммов-продуцентов биопрепаратов алирина Б и С на возбудителя корневой гнили огурца] // Микология и фитопатология, 2000. Т. 34. Вып. 6. С. 71–77.

Калько Г. В. Влияние биологического агента *Bacillus subtilis* 10 ВИЗР на развитие популяций фитопатогенного гриба *Fusarium sambucinum* в модельных опытах *in vitro* // Информ. Биол. ВПРС МОББ. Междунар. Орг. По биол. Борьбе с вредными животными и растениями, 2002. № 33. С. 132–136.

Кожевин П. А. Некоторые аксиомы почвенной биотехнологии и применение эффективных микроорганизмов // Микробиологические препараты «Байкал ЭМ1», «Тамир», «ЭМ-курунга». Практическая биотехнология в сельском хозяйстве, экологии, здравоохранении. Сб. трудов. М.: ООО Изд-во «Агрорус», 2006. С. 76–80.

Корсак И. В. Применение биологических препаратов против корневых гнилей огурца (Опыты по отбору и испытанию некоторых штаммов и изолятов грибов р. *Trichoderma* в борьбе с грибами р. *Fusarium*) // Культ. Растения для устойчивого сель. хозяйства в XXI в. (иммунитет, селекция, интродукция). М., 2002. С. 372–379.

Крючкова Л. А., Драгатов И. В., Лапа С. В., Жукова Д. А., Авдеева Л. В. Методические подходы к оценке антагонизма бактерий рода *Bacillus* по отношению к фитопатогенным грибам // Современная микология России. Матер. 3-го Съезда микологов России. М., 2012. Т. 3. С. 342–343.

- Поздняков В. Н. Почвенные бактерии-антагонисты фитопатогенной микрофлоры // Биотехнология, 1998. № 1. С. 29–32.
- Сорокина Т. А., Леманова Н. Б., Линосова В. А., Хмелев И. А. Антагонистическое действие двух штаммов *Pseudomonas* на фитопатогенные грибы и бактерии и перспективы их использования для биологической борьбы с заболеваниями растений // Биотехнология, 1998. № 2. С. 37–44.
- Тренин А. С., Лапчинская О. А., Куляева В. В., Гладких Е. Г., Галатенко О. А., Федорова Г. Б., Катруха Г. С. ИНА-1278 – антибиотик из группы ирумамицина, обладающий высокой противогрибковой активностью // Современная микология России. Матер. 3-го Съезда микологов России. М., 2012. Т. 3. С. 355–356.
- Широких И. Г., Мерзаева О. В. Биологическая активность *Streptomyces hygrosopicus* против фитопатогенного гриба *Fusarium avenaceum* в ризосфере // Микология и фитопатология, 2008. Т. 42. № 6. С. 586–591.
- Широких И. Г., Шешегова Т. К. Метаболические взаимодействия актиномицетов с фитопатогенными грибами рода *Fusarium* // Матер. науч. сессии. Киров, 2001. С. 228–230.
- Abd-Allah E. F., Ezzat S. M., Tohamy M. R. *Bacillus subtilis* as an alternative biologically based strategy for controlling *Fusarium* wilt disease in tomato: A histological study // *Phytoparasitica*, 2007. V. 35. № 5. P. 474–478.
- Borghi A. L., Fulgueira C. L., Bracalenti B. J. C. Antagonism between toxigenic fungi and a strain of *Streptomyces* sp. // *Rev. microbial.*, 1992. V. 23. № 3. P. 194–198.
- Bressan W., Fontes F. J. E. Chitinolytic bacillus spp. Isolates antagonistic to *Fusarium moniliforme* in maize // *J. Plant Pathol.*, 2010. V. 92. № 2. P. 343–347.
- Brown L. R., Brown-Skrobot S. A. Controlling plant fungi using streptomycetes growth on chitin // *Cheoron Research Co. Пат. 4534965, США. Заявл. 26.09.83. № 536625. опубли. 13.08.85. МКИА 01 № 63/00, С 12 P 1/00, НКИ 424/93.*
- Chet I. Mycoparasitism: recognition, physiology and ecology // *J. Cell. Biochem.*, 1989. V. 13. P. 153.
- D'Ercole N., Sportelli M., Nipoti P. Prove di antagonism in vitro tra miceti di interesse fitopatologico // *Inf. Fitopatol.*, 1983. V. 33. № 1. P. 55–58.
- Dwivedi R. Biocontrol of fusarial wilt by *Trichoderma harzianum* Rifai // *Indian J. Agr. Sci.*, 1984. V. 54. № 6. P. 513–514.
- Farquhar M. L., Peterson R. L. Later events in suppression of *Fusarium* root rot of red pine seedlings by the ectomycorrhizal fungus *Paxillus involutus* // *Can. J. Bot.*, 1991. V. 69. № 6. P. 1372–1383.
- Gaikward S. J., Meshram S. U. Effect of bottlegourd seed coating with antagonists on seedlings, quantum of the pathogen inside the seedlings and population of the against *Fusarium oxysporum* // *Plant and soil*, 1987. № 2. P. 205–210.
- Johnson K. B. Pathogen refuge: A key to understanding biological control // *Annual Review of Phytopathology*, 2010. V. 48. P. 141–160.
- Kajiyama S., Kanzaki H., Kawazu K., Kobayashi A. Nostofungicide, an antifungal lipopeptide from the fieldgrown terrestrial blue-green alga *Nostoc commune* // *Tetrahedron Lett.*, 1998. V. 39. № 22. P. 3737–3740.
- Lambert B., Leyns F., Gossell F., Swings J. Antifungal activities from maize rhizobacteria // *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent.*, 1986. V. 51. № 31. P. 1371–1372.
- László V. Új adatok a ismert gombafaj mikoparazitikus tulajdon sa gairól // *Mikol. Közl.*, 1987. № 2–3. P. 99–100.
- Mohamed Z.K. Physiological and antagonistic activities of streptomycetes in rhizosphere of Some plants // *Egypt. J. Phytopathol.*, 1982. V. 14. № 1-2. P. 121-128.
- Nakamura Y., Matsuzaki J., Itakura J. Effect of grazing by *Sinella curviseta* (Collembola) on *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cucumerinum* causing cucumber disease // *Pedobiologia*, 1992. V. 36. № 3. P. 168–171.

Ouchi S., Toyoda H., Utsumi R., Hashimoto H., Hadama T. A promising strategy for the control of fungal disease by the use of toxin-degrading microbes // *Phytopathology and plant pathogenesis*, 1989. P. 301–317.

Piena D., Pastucha A., Patkowska E. The efficiency of microbiological dressing of soybean seed against root and stem base disease // *Ann. Agr. Sc Ser. E-Plant protect.*, 1998. V. 27. № 1–2. P. 103–109.

Prasanna R., Nain L., Tripathi R., Gupta V., Chaudhary V., Middha S., Joshi M., Ancha R., Kaushik B.D.J. Evaluation of fungicidal activity of extracellular filtrates of cyanobacteria – possible role of hydrolytic enzymes // *Basic Microbiol.*, 2008. V. 48. № 3. P. 186–194.

Pussard M. Predation et lutte microbiologique Potentialités de l'association protozoairesmicroflore // *Bull OEPP.*, 1988. V. 18. № 1. P. 119–129.

Rossner J., Urland K. Mycophage nematodes der Gattung Aphelenchoides an der Halmbasis von Getreidepflanzen and ihre Wirkung gegen p Fusskrankheitserreger von Getreide // *Nemutologica*, 1988. V. 4. C. 454–462.

Simay E. I. Some pathogene-hyperparasite relationships occurring in vivo on seeds // *Connect. Between Biol. Basic. Res. And environ. Prot: 19 th Congr. Hung. Biol. Soc. And Bessenyei György Coll, Nyi regyhczia*, 1990. P. 75.

## **ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ФТОРОПЛАСТОВ НА ДИНАМИКУ ЧИСЛЕННОСТИ ПОЧВЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ**

*Т. С. Елькина*

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
tatyana\_1@inbox.ru*

Изделия из фторопластов широко используются в машиностроении (подшипники, поршневые кольца), в электронике и радиотехнике, для хранения и транспортирования химически активных веществ. Так, например, фторопласт СКФ-26 используют для изготовления резинотехнических, кабельных и других изделий, работающих в среде воздуха, окислителей и других агрессивных сред, масел, бензина и растворителей (ГОСТ 18376-79). Одним из отходов производства данного фторопласта являются маточные растворы, попадающие в окружающую среду вместе со сточными водами. В них содержится от 0,02 до 0,05% целевого продукта. В настоящее время не установлены ПДК для этих соединений, так как их считают практически безопасными.

Ранее нами были проведены опыты, которые показали, что возрастающие концентрации СКФ-26 обладают токсическим действием на такие тест-организмы, как цианобактерии (Елькина и др., 2012) и вызывают изменения количественных показателей альгоценозов в модельных опытах (Елькина и др., 2012).

Цель работы – изучить влияние возрастающих концентраций СКФ-26 на динамику численности почвенных водорослей в полевом опыте.

Объекты и методы. Опыт был заложен в конце мая 2012 г. в Даровском районе. Почва – дерново-подзолистая супесчаная,  $pH_{KCl}$  не превышает 4,4. Содержание гумуса не выше 2%. Предварительно участок был вскопан на глубину 25 см и выровнен. В качестве покровной культуры использовали семена ярового ячменя сорта Эльф. Посев производился на глубину 4 см. После посева в

почву внесли возрастающие концентрации СКФ-26 (разведение 1:100, 1:50, 1:1 и маточный раствор). В контроле для полива использовали артезианскую воду.

Состояние альгофлоры оценивали через сутки после внесения возрастающих концентраций СКФ-26, через 7, 30 и 90 суток с момента закладки опыта. Для этого в почвенных образцах проводили количественный учет фототрофных организмов (эу- и прокариотных водорослей) методом прямого микрофотографирования на мазках.

Результаты и обсуждения. При изучении влияния возрастающих доз СКФ-26 на динамику численности почвенных водорослей установлено, что это соединение по-разному действует на развитие микрофототрофов (рис.). Через сутки после внесения СКФ-26 во всех вариантах, кроме варианта с разведением СКФ-26 1:100, отмечено снижение численности водорослевых. В варианте с разведением СКФ-26 1:1 и в варианте с внесением маточного раствора данный показатель снижается в 2 раза по сравнению с контролем. Через сутки в варианте с разведением СКФ-26 1:100 численность альгофлоры осталась на уровне контроля (250 тыс. кл./г почвы).

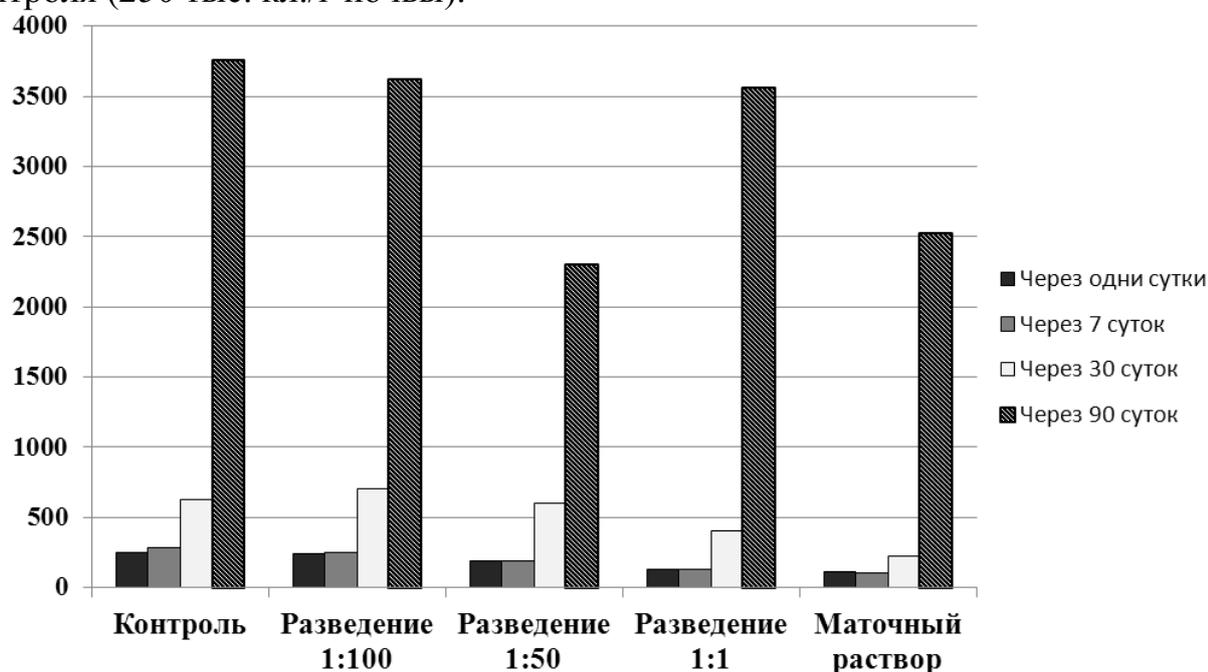


Рис. Влияние возрастающих концентраций СКФ-26 на динамику численности фототрофных организмов (ось ординат – тыс. кл./г почвы)

Через 7 суток численность водорослей во всех вариантах практически не изменилась.

Через 30 суток наблюдался рост численности фототрофных популяций во всех вариантах, особенно выраженный при внесении в почву СКФ-26 в разведении 1:100 (в 2 раза по сравнению с первым сроком наблюдения).

Эта же тенденция – неуклонного роста численности клеток почвенных альгоценозов сохраняется и через 90 суток с момента закладки опыта. Однако, ни в одном варианте с применением СКФ-26 не был достигнут уровень развития водорослей, характерный для контроля.

Изучение группового состава почвенных фототрофов показало, что на завершающих этапах сезонной сукцессии (через 90 суток) решающую роль играют прокариотные фототрофы (цианобактерии), которые вносят основной вклад в количественную характеристику альго-цианобактериальных комплексов (табл.). При этом безгетероцистные формы интенсивно развиваются во всех вариантах, а гетероцистные формы (азотфиксаторы) обнаружены только в контроле и в варианте с разведением 1:100. Следовательно, достаточно высокие концентрации СКФ-26 1:50, 1:1 и маточный раствор, не оказывая существенно-го влияния на общую численность популяций в альгоценозе, выбивают из структуры популяций важнейшую для почвенного плодородия группу – азотфиксирующие цианобактерии.

Таблица

**Влияние возрастающих концентраций СКФ-26 на численность фототрофов, через 90 суток с момента закладки опыта (тыс.кл./г почвы)**

Вариант	Водоросли	Цианобактерии			Фототрофов (всего), через 90 суток с закладки опыта
		БГЦ	ГЦ	Всего	
Контроль	830±25	2200±36	730±100	2930±136	3760±161
Разведение 1:100	1060±200	1930±50	630±150	2560±200	3620±400
Разведение 1:50	830±33	1470±60	–	1470±60	2300±93
Разведение 1:1	1230±185	2330±50	–	2330±50	3560±235
Маточный раствор	560±20	1967±150	–	1967±150	2520±170

Примечание: БГЦ – безгетероцистные цианобактерии; ГЦ – гетероцистные цианобактерии, «–» – цианобактерии не обнаружены

В результате проведенного полевого опыта было доказано угнетающее действие испытуемого препарата СКФ-26 на почвенные водоросли. Поэтому данное соединение в высоких концентрациях нельзя считать нейтральным для почвенных микробоценозов. Вероятно, если будет производиться выброс данного соединения в окружающую среду, необходимо установить его ПДК.

**Литература**

- ГОСТ 18376-79 Фторкаучуки СКФ-26 и СКФ-32. Технические условия.
- Елькина Т. С., Домрачева Л. И., Хитрин С. В., Фукс С. Л., Девятерикова С. В. Использование семян высшего растения и цианобактерий для биотестирования токсичности отходов производства фторопластов // Науче нового века – знания молодых. Матер. межд. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и соискателей. Ч. 1. Агрономические, биологические и ветеринарные науки. Киров, 2012. С. 18–21.
- Елькина Т. С., Домрачева Л. И., Хитрин С. В., Фукс С. Л., Девятерикова С. В. Влияние отходов производства фторопластов на почвенную альгофлору (модельные опыты) // Молодые ученые – аграрной науке Евро-Северо-Востока. Матер. 1-й Молодежной конф. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2012 г. С. 64–66.

## СТРУКТУРА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА *BETULA NANA* НА ПРИПОЛЯРНОМ УРАЛЕ

С. В. Загирова, С. Н. Плюснина

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,  
zagirova@ib.komisc.ru, pljusnina@ib.komisc.ru

*Betula nana* L. является широко распространенным бореально-арктическим видом растений, характеризующимся разнообразием морфотипов. На Европейском Северо-Востоке России наибольшее распространение этот вид имеет в подзоне южных тундр и поясе горных тундр на Урале (Флора северо-востока..., 1976). Цель данной работы – характеристика морфо-, мезо-, ультраструктуры и некоторых физиологических параметров листа *Betula nana*, произрастающей в природных популяциях вдоль высотного градиента на западном макросклоне Приполярного Урала.

Исследования проводили в июле-августе 2009–2010 гг. Образцы полностью сформированных листьев *B. nana* отбирали в популяциях из разных сообществ в горно-лесном поясе (лиственничник кустарничково-зеленомошный, 264 м над у.м.; лиственничник чернично-зеленомошный, 496 м над у.м.) и поясе горных тундр (кустарничково-моховое сообщество, 570 м над у.м.). Материал для электронно-микроскопических исследований фиксировали по общепринятой методике. Количественный анализ микропрепаратов проводили с использованием электронного микроскопа Tesla BS 500 (Tesla, Чехословакия). Для определения фотосинтетических пигментов образцы листьев фиксировали кипящим ацетоном (Сапожников и др., 1978). Концентрацию пигментов определяли спектрофотометрически на приборе UV-1700 (Shimadzu, Япония). Скорость фотосинтеза измеряли на не отрезанных побегах березы с использованием газоанализатора Li6400 и камеры Conifera (LiCor, США).

В результате проведенных исследований выявлено, что с увеличением высоты на Приполярном Урале средняя площадь листовой пластинки возрастает почти в два раза (табл.). Устьица формируются на нижней поверхности листа, плотность их минимальна на высоте склона 496 м. У листьев *B. nana* на адаксиальной и на абаксиальной сторонах имеются пельтантные (эфиромасляные) железки, их максимальная плотность отмечена у особей, произрастающих в нижней точке. Основная функция этих железок заключается в синтезе эфирных масел, их плотность положительно коррелирует с содержанием этих веществ в растениях (Kofidis, Vosabalidis, 2008). Снижение числа пельтантных железок с увеличением высоты, вероятно, связано с сокращением энергоемких процессов синтеза вторичных метаболитов в условия высокогорья в пользу поддержания основного обмена в клетках. Толщина листа в условиях Приполярного Урала с изменением альтитуды менялась незначительно, отмечается лишь тенденция к снижению данного показателя у растений в горной тундре. С увеличением высоты над уровнем моря меняется соотношение толщины столбчатого и губчатого мезофилла, так как в столбчатом мезофилле появляется второй ряд клеток.

**Структура листа *B. nana*  
вдоль высотного градиента на Приполярном Урале**

Показатель	Высота над уровнем моря, м		
	264	496	570
Площадь листа, мм <sup>2</sup>	106,2±18,7	188,7±23,6	270±57,8
Плотность устьиц, тыс. на 1 см <sup>2</sup>	13,7±1,8	8,6±0,5	14,5±0,9
Плотность пельтантных желез на нижней стороне листа, шт./мм <sup>2</sup>	5,5±1,3	4,4±1,3	3,9±1,5
Толщина листа, мкм	215,2±6,1	205,3±13,3	203,1±16,0
Толщина мезофилла, мкм	174,9±3,8	161,6±13,3	160,3±15,5
Толщина столбчатого/губчатого мезофилла, мкм	<u>55,3±4,0</u> 109,0±11,0	<u>85,8±8,7</u> 131,2±16,1	<u>63,7±5,6</u> 97,5±12,8
Высота клетки 1-го ряда столбчатого мезофилла, мкм	37,8±4,1	36,8±3,5	38,0±3,5
Число хлоропластов на срезе клетки	11,3±1,7	11,5±1,4	12,5±2,8
% хлоропластов с крахмалом	47,4±17,2	51,3±17,6	73,7±11,1
Площадь сечения хлоропласта без крахмала, мкм <sup>2</sup>	5,3±2,3	7,2±1,8	9,1±3,0
Парциальный объем крахмального зерна в хлоропласте, %	10,9±3,8	12,6±5,2	15,1±5,7
Число гран на срез хлоропласта	37,4±6,9	39,5±9,5	47,1±8,6
Число тилакоидов в грани	4,7±1,2	4,4±1,3	4,1±1,1
Плотность гранальных тилакоидов на срезе хлоропласта, шт./мкм <sup>2</sup>	33,2	24,1	21,2
Число митохондрий на срезе клетки	13,8±4,5	10,3±4,0	30,3±6,9
Площадь сечения митохондрии, мкм <sup>2</sup>	0,54±0,15	0,58±0,12	0,71±0,21
Толщина оболочки в клетках столбчатого мезофилла	0,26±0,05	0,24±0,04	0,18±0,07

В клетках столбчатого мезофилла у растений в верхней точке отбора образцов отмечена тенденция к увеличению числа и площади сечения хлоропластов, а также числа хлоропластов с крахмальными гранулами. Одновременно происходило снижение насыщенности хлоропластов гранальными тилакоидами. Число и площадь сечения митохондрий в клетках столбчатого мезофилла в листьях березы карликовой также увеличиваются с повышением альтитуды. Полученные результаты подтверждают некоторые закономерности структурных преобразований, описанных для *B. nana* в Хибинах. Так авторы отмечают, что при переходе от пояса березового криволесья к горной тундре на высоте 580 м над у. м. свойственная многим видам растений тенденция к уменьшению листовых пластинок и увеличению толщины листа у березы не проявляется, но возрастает число хлоропластов в клетках мезофилла (Меньшакова и др., 2008).

По содержанию пигментов в листьях *B. nana* не отличается от березы извилистой *B. tortuosa*, которая часто образует лесные сообщества на Приполярном Урале. Содержание хлорофиллов у березы карликовой составило 1,27–1,56, каротиноидов 0,27–0,44 мг г<sup>-1</sup> сырой массы. Соотношение хл/каротиноиды (3,6–4,8) не превышало значения, полученные ранее другими авторами для древесных растений Приполярного Урала (Головки и др., 2007). Скорость видимого

фотосинтеза березы карликовой в условиях безоблачной погоды в горах достигала  $0,24 \text{ мкмоль г}^{-1} \text{ с}^{-1}$ , а в пасмурную снижалась почти в два раза.

Таким образом, в результате проведенных нами исследований установлено, что в условиях Приполярного Урала с поднятием от горно-лесного пояса в высокогорные тундры меняются такие параметры, как площадь листа, плотность расположения пельтантных железок на поверхности листа, число и площадь хлоропластов и митохондрий в клетках мезофилла. Плотность расположения устьиц, вероятно, зависит от фитоценологических условий, поэтому не проявляется зависимость этого показателя от высоты. Ранее на примере *B. pendula* Roth и *B. pubescens* Ehrh. было также показано, что при удалении от климатического оптимума не все структурные и биохимические параметры ассимиляционного аппарата древесных растений меняются по широтному или высотному градиенту (Мигалина, 2011; Махнев и др., 2012).

Работа выполнена при финансовой поддержке программы Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития» по теме «Видовое, ценологическое и экосистемное разнообразие ландшафтов территории объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО «Девственные леса Коми»», рег. № 12-П-4-1018.

#### Литература

Головко Т. К., Табаленкова Г. Н., Дымова О. В. Пигментный комплекс растений Приполярного Урала // Ботанический журнал. 2007. Т. 92. № 1. С. 1732–1741.

Махнев А. К., Дегтярев Е. С., Мигалина С. В. Внутривидовая изменчивость *B. pendula* Roth по содержанию тритерпенов в листьях // Сибирский экологический журнал. 2012. № 2. С. 237–244.

Меньшакова М. Ю., Жиров В. К., Хаитбаев А. Х., Гайнанова Р. И. Изменчивость фотосинтетического аппарата растений: бореальные и субарктические экосистемы. М.: Наука, 2008. 117 с.

Мигалина С. В. Особенности структурной адаптации листа белых берез (*Betula pendula* Roth и *B. pubescens* Ehrh.) к климату // Структурные и функциональные отклонения от нормального роста и развития растений под воздействием факторов среды: Матер. Межд. конф. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011. С. 191–195.

Сапожников Д. И., Маслова Т. Г., Попова О. В. и др. Метод фиксации и хранения листьев для количественного определения пигментов пластид // Ботанический журнал. 1978. Т. 63. С. 1586–1592.

Флора северо-востока европейской части СССР. Т. II. Семейства *Scrophylaceae* – *Caryophyllaceae* / Под ред. А. И. Толмачева. Л.: Наука, 1976. 316 с.

Kofidis G., Bosabalidis A.M. Effects of altitude and season on glandular hairs and leaf structural traits of *Nepeta nuda* L. // Botanical Studies. 2008. Vol. 49. № 4. P. 363–372.

## К ЭКОЛОГИИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ДИРОФИЛЯРИОЗА – НОВОГО ЗООНОЗА НА ТЕРРИТОРИИ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*О. В. Масленникова, О. В. Бякова, С. А. Ермолина*  
Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
*olgamaslen@yandex.ru*

Дирофиляриоз – трансмиссивное зоонозное заболевание, вызываемое нематодами подотряда Filariata (Skrjabin, 1915). В настоящее время известно 26 видов дирофилярий плотоядных (Сонин, 1975). Дирофилярии относятся к типу Nematelminthes, классу Nematoda, отряду Spirurida, семейству Onchocercidae, роду *Dirofilaria* (Railliet et Henry, 1911). На территории России и в странах СНГ регистрируется три вида: *Dirofilaria repens* (Railliet, Henry, 1911), *Dirofilaria immitis* (Leidy, 1856) и *Dirofilaria ursi* (Yamaguti, 1941). Переносчиками возбудителя дирофиляриоза являются комары. Еще совсем недавно дирофиляриоз в России считался редким гельминтозом.

В последние годы отмечена тенденция к расширению границ этого заболевания: его регистрируют не только в южных и восточных районах России, но и в средней полосе и даже на северо-востоке Европейской части России и в Сибири. Это происходит благодаря ввозу животных из эндемичных регионов, неограниченных перемещений больших партий инвазированных животных из одного региона в другой. По данным Н.Н. Дарченковой и др. (2009) ареал дирофиляриоза охватывает территорию России от 41° 30' с.ш. до 58° 30' с.ш. Границы распространения дирофиляриоза определяются ареалом комаров – переносчиков данного зооноза и количеством тепла, необходимого для комаров и личинок дирофилярий, которые развиваются в нем до инвазионной стадии. Кировская область по материалам этого исследования относится к зоне низкого риска передачи и является северной границей распространения дирофиляриоза у человека. Кроме Кировской области северной границей данного зооноза и зоной низкого риска передачи являются Московская область – 15 случаев заражения человека, Нижегородская область – 53 случая, Владимирская область – 8, Омская область – 5, Новосибирская область – 5, Тюменская – 7, Свердловская область, г. Екатеринбург – 1, Пермский край – 9 случаев.

За период 1915–2008 гг. в России зарегистрировано 564 случая заражения человека дирофиляриозом. В Европейской части России (в зоне низкого риска передачи) – 90 случаев, в зоне умеренного риска — 36, в зоне устойчивого риска — 386 случаев, из них в Ростовской области 141 случай (Дарченкова и др., 2009).

В последние годы в России количество людей, зараженных дирофиляриями, продолжает увеличиваться. За период с 2000 по 2011 гг. количество случаев заражения человека на территории Ростовской области составило 214. Возраст больных дирофиляриозом варьировал от 2 до 79 лет. Половина больных – активного трудоспособного возраста от 20 до 49 лет. Из числа обратившихся – женщин в 2,7 раза больше, чем мужчин, городские жители обращались за помощью в 1,7 раз чаще, чем сельские. Почти у 60% больных паразит локализо-

вался в области головы и шеи, у 25% – в области конечностей, у 11% – туловища и у 4% больных гельминты были удалены из наружных половых органов. 173 гельминта по морфологическим признакам были идентифицированы как *Dirofilaria repens*, в остальных случаях (41) гельминты были повреждены и провести видовую идентификацию не представлялось возможным. По данным анамнеза заболевания активная миграция паразита наблюдалась у 35% больных (Нагорный и др., 2012).

Заражение человека происходит трансмиссивным путем через укусы кровососущих комаров родов *Aedes*, *Culex* и *Anopheles*. На территории Кировской области официальная регистрация диروفилариоза у человека произошла впервые в 2008 году. Однако поздней осенью 2000 года на кафедру зоологии и пчеловодства Вятской ГСХА неоднократно обращался мужчина средних лет с жалобами на шевеления и перемещения под кожей в области спины, плеча и предплечья живых объектов. Обращения в медицинские учреждения не дали результатов. Вполне возможно, что это могли быть диروفиларии.

В 2008 г. практически одновременно были зарегистрированы два случая диروفилариоза у человека: у женщины, проживающей в Нововятске, и у мужчины из Котельничского района. Больные не выезжали за пределы Кировской области, однако, в весенне-летний период постоянно подвергались укусам летающих насекомых. В этом же году в Пермскую краевую клиническую больницу обратилась студентка ПГМА (возраст 25 лет), жительница г. Слободского с жалобами на припухлость и чувство «шевеления» в области верхнего века (Гаврилова и др., 2012). Во всех случаях при оперативном лечении были извлечены нематоды *Dirofilaria repens*.

В последующие годы в Кировской области ежегодно регистрируются по 2 случая диروفилариоза (0,14 на 100 тыс. населения), в 2011 г. – 3 случая глазной формы диروفилариоза. В мае 2012 г. обратились за помощью еще 2 пациента с тем же диагнозом. Было установлено, что заражение во всех случаях произошло на территории области через укусы кровососущих насекомых – комаров. Источник распространения данного зооноза не выявлен.

Материал и методы. Исследования проводились на северо-востоке Европейской части России на территории Кировской области с 1996 по 2012 гг. Методом полных гельминтологических вскрытий (Скрябин, 1928) изучена паразитофауна у 524 диких хищных млекопитающих (*Canidae*, *Ursidae*, *Felidae* и *Mustelidae*) и домашних – 25 собак и 16 кошек.

Результаты исследования. В природных биоценозах у диких хищных млекопитающих на территории Кировской области нематода *Dirofilaria repens* (Railliet, Henry, 1911) не обнаружена. Основным хозяином *D. repens* в России являются собаки (Архипов, Архипова, 2004), хотя изредка она стала регистрироваться и у диких псовых, особенно на юге. В природной среде диروفилариоз зарегистрирован у бурых медведей (Масленникова, 2002; Масленникова, 2004), который вызывается нематодой – *Dirofilaria ursi* (Yamaguti, 1941). Длина самок медвежьих диروفиларий составляет 25–30 см. В 2009–2012 гг. у всех исследованных медведей (100%) обнаружены нематоды *Dirofilaria ursi* (Масленникова, Масленников, 2012).

У кошек дирофилярии не обнаружены. Первое сообщение о дирофиляриозе у немецкой овчарки в г. Кирове опубликовано нами в 2012 г. (Масленникова, Перлецкая, 2012). Животное содержалось в городской квартире, на выставки не вывозилось. В конце октября 2011 г. у собаки в возрасте двух лет на внешней стороне ушной раковины было обнаружено два уплотнения, при вскрытии которых были извлечены 2 самки нематоды *Dirofilaria repens* длиной 13,0 и 13,5 см.

С февраля 2013 г. нами на базе зональной кинологической службы (ЗЦКС) при УМВД России проводятся научные исследования по диагностике, лечению и профилактике дирофиляриоза у собак. Изучение данного заболевания началось со случая падежа служебной собаки, породы немецкая овчарка, возраст 6 лет. Во время вскрытия животного из правой половины сердца и легочной вены было извлечено 8 нематод: 7 самок длиной от 22,0 до 28,3 см и 1 самец – 14,2 см. С учетом морфологии и места локализации гельминта определен вид данных нематод – *Dirofilaria immitis* (Leidy, 1856). Собака была привезена из Петрозаводска в питомник в возрасте 2-х лет и пределы Кировской области не покидала.

В мае 2013 г. при полном гельминтологическом вскрытии собаки породы лабрадор, 10 лет, в подкожной клетчатке было обнаружено 8 уплотнений (узелков), из двух извлечены две живые самки *Dirofilaria repens* (Railliet, Henry, 1911) длиной 15,4 и 18,5 см. В остальных уплотнениях – фрагменты нематод.

В августе 2013 г. проведено гельминтологическое вскрытие немецкой овчарки, 9 лет, содержащейся в частном секторе пос. Субботиха. Обнаружено 5 подкожных узелков, из двух извлечены живые самки *D. repens* длиной 14,8 и 17,9 см, а в остальных – фрагменты нематод. У 3 собак из 25 зарегистрированы нематоды *Dirofilaria repens*, и у одной – *Dirofilaria immitis*.

Выводы. Таким образом, в Кировской области в синантропном очаге у собак нами впервые зарегистрирована инвазия дирофиляриоза, вызванная *Dirofilaria repens* (Railliet et Henry, 1911) и *Dirofilaria immitis* (Leidy, 1856), в природном очаге – *Dirofilaria ursi* (Yamaguti, 1941) у бурого медведя. У человека выявлен 1 вид дирофилярий – *D. repens*. Данные факты указывают, что источником дирофиляриоза человека в Кировской области служат собаки. На данной территории в настоящее время сформировался очаг дирофиляриоза. Чтобы исключить заражение человека, необходимо свести к минимуму группировки бродячих собак, провести диагностику и лечение, по возможности, всех собак в городе и области. Поставить в известность службу Роспотребнадзора, Департамент здравоохранения и ветеринарных специалистов о необходимости регистрации всех выявленных случаев заражения животных и человека с целью последующего статистического анализа, определения районов наибольшего риска заражения, усовершенствования методов диагностики, профилактики и лечения.

Работа выполнена в рамках гранта ФГБОУ ВПО «Вятская ГСХА».

#### Литература

Архипов И. А., Архипова Д.Р. Дирофиляриоз. М., 2004. 194 с.

Гаврилова Т. В., Черешнева М. В. Редкие случаи дирофиляриоза органа зрения в Перми // Офтальмохирургия. М., 2012. № 4. С. 4–6.

Дарченкова Н. Н., Супряга В. Г., Гузеева М. В., Морозов Е. Н., Жукова Л. А., Сергиев В. П. Распространение дирофиляриоза человека в России // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. № 2. М., 2009. С. 3–6.

Масленникова О. В. Паразитофауна бурого медведя (*Ursus arctos L.*) Кировской области // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства: Матер. Межд. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию ВНИИОЗ. Киров, 2002. С. 568–569.

Масленникова О. В., Масленников А. В. Экологические механизмы регуляции численности бурого медведя (*Ursus arctos L.*) на северо-востоке Европейской части России // Проблемы региональной экологии. 2012. № 6. С. 113–118.

Масленникова О. В. Гельминтофауна хищных млекопитающих (*Canidae, Ursidae, Felidae*) Кировской области // Труды Всерос. ин-та гельминтологии. М., 2004. Т. 40. С. 190–199.

Масленникова О. В., Перлецкая О. В. Обнаружение *Dirofilaria repens (Railliet et Henry, 1911)* у собаки в Кировской области // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. М., 2012. Вып. 13. С. 243–245.

Нагорный С. А., Ермакова Л. А., Криворотова Е. Ю. Особенности эпидемиологии и эпизоотологии дирофиляриоза в городе Ростов-на-Дону и Ростовской области // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. № 4. М., 2012. С. 46–47.

Скрябин К. И. Метод полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая человека. М.: МГУ, 1928. 45 с.

Сонин М. Д. Филяриаты животных и человека и вызываемые ими заболевания. Ч. 3. Филярииды, онхоцерцины. М., 1975. С. 237–292.

## ПАРАЗИТЫ БУРОГО МЕДВЕДЯ, ОПАСНЫЕ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА

**О. В. Масленникова**

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
olgamaslen@yandex.ru*

В последние десятилетия в связи с возросшей численностью бурого медведя все чаще стали регистрироваться встречи человека и зверя. Жаркое лето 2010 г., когда горели большие площади лесов, отдельные бурые медведи не смогла нагулять достаточно жира для зимовки и стали выходить к населенным пунктам, городам не только на территории европейской части России, но и в Сибири. В Кировской, Мурманской, Тюменской, Томской области, Красноярском крае, Ханты-Мансийском АО зарегистрированы случаи неспровоцированного нападения бурого медведя на человека (Железнова, 2011; Зырянов и др., 2011; Хохлов, Макарова, 2011). Участились случаи непреднамеренных контактов человека и зверя. Осенью 2009 года в Верхнекамском районе Кировской области ночью бурый медведь вышел к рыбакам. В различных районах Кировской области зарегистрировано несколько неспровоцированных случаев нападения медведя на человека. Страдали чаще егеря и охотоведы. По сообщению охотоведа А. В. Носкова в республике Коми (пос. Водный) в сентябре 2012 г. медведь напал на мужчину лет 40, собирающего клюкву на болоте. Сильно его изувечил: снял скальп, разодрал живот, левую руку и ногу.

При непреднамеренных контактах человека и зверя страдал и бурый медведь. Его отстреливали и употребляли в пищу часто без ветеринарно-санитарной экспертизы.

Паразиты в жизни хозяина играют большую роль и приводят к регуляции численности вида. Гельминтологическому вскрытию было подвергнуто 56 медведей по методике К. И. Скрябина (1928). На территории Кировской области у бурого медведя выявлено 7 видов паразитических червей: пять видов нематод, один вид трематод и один вид цестод (табл. 1). Гельминтофауна бурого медведя соответствует его характеру питания и образу жизни.

Самым опасным паразитом для человека являются личинки трихинелл. Они локализуются в поперечнополосатой мускулатуре, исключая сердечную мышцу. В Кировской области в последние десятилетия зараженность человека трихинеллезом происходила через непроверенное мясо бурого медведя. В соседней Республике Коми (по сообщению охотоведов) в 2000 году 4 охотника-промысловика ушли осенью в зимовье и не вернулись. Нашли их мертвыми. Оказалось, что они отстреляли медведя, зараженного личинками трихинелл, и использовали его в пищу.

Впервые в Кировской области трихинеллез у медведей был зарегистрирован в Шабалинском районе в 1957 году (Полуэктов, Сенников, 1962). Впоследствии практически во всех районах области в разные охотничьи сезоны и не по одному разу были зарегистрированы зараженные медведи. Вскоре была введена обязательная трихинеллоскопия всех добытых туш бурого медведя. По данным ветслужбы области с 1986 по 1995 гг. было утилизировано 49 туш медведя в 10 районах области с диагнозом «трихинеллез». От 10 до 17 случаев трихинеллеза было в 3 районах: Арбажском, Яранском, Мурашинском. В Мурашинском районе из 17 случаев трихинеллеза только в 1993 г. было утилизировано 7 туш медведя – 100% от числа добытых. По сообщениям охотоведов В. Б. Фалалеева и В. А. Торопова – в 1997 г. в Сунском районе, а в 1999 г. – в Орловском районе из 7 добытых медведей один был заражен личинками трихинелл.

Нами нахождение личинок *Trichinella spiralis* в мышцах в первый период исследовано 23 медведя. У двух из них из Слободского и Нагорского районов зарегистрирован трихинеллез. Экстенсивность инвазии – 8,7% при интенсивности инвазии –  $12 \pm 4$  личинок в 1 г. мышечной ткани (табл.). У черных медведей (*Ursus americanus*) в Канаде при исследовании на трихинеллез 544 медведей личинки трихинелл обнаружили лишь у 2 (экстенсивность инвазии – 0,37%), интенсивность инвазии – 3,3 и 30,7 личинок в 1 г. пробы (Duffy et al., 1994).

Трихинеллезом медведи чаще заражаются весной после выхода из берлог, когда еще нет растительной пищи, а брошенные в угодьях охотниками туши волков, лисиц и других хищников, часто зараженные личинками трихинелл, вытаскивают из-под снега и становятся добычей медведей. Личинки *T. spiralis* сохраняет свою жизнеспособность всю зиму, особенно хорошо они перезимовывает под снегом. В гниющем мясе она сохраняет свою жизнедеятельность до 4 мес (Бессонов, 1978; Pozio et al., 1989 и др.). Значительно зараженные личин-

ками трихинелл медведи не могут накопить достаточно жира, не залегают в берлоги и становятся шатунами.

Таблица

**Зараженность бурого медведя гельминтами в Кировской области**

Вид гельминта	Заражено, % 1995–2001 гг.	Заражено, % 2003–2012гг.
1. <i>Dicrocoelium lanceatum</i>	100	100
2. <i>Taenia sp.</i>	–	13,3
3. <i>Trichinella spiralis</i>	8,7	11,1
4. <i>Baylisascaris transfuga</i>	85,7	100
5. <i>Dirofilaria ursi</i>	37,5	100
6. <i>Crenosoma sp.</i>	16,7	92,8
7. <i>Thominx aerophilus</i>	–	12,1

В последние годы вырос процент зараженных личинками трихинелл медведей и составил 11,1%. Во второй период исследований нами два случая трихинеллеза у медведей зарегистрировано в Даровском районе. В одном случае это был взрослый медведь-самец, во втором – молодая самка, добытая осенью 2011 г. У нее практически полностью отсутствовали жировые запасы и такой медведь не пережил бы зимний период.

Очень часто, а при тщательном рассмотрении почти всегда, в подкожной жировой клетчатке (при снятии шкуры), фасциях мышц, на трахее, пищеводе, легких и даже на поверхности желудка можно обнаружить нитевидные белые нематоды, длиной до 20–25 см. Это диروفиларии – *Dirofilaria ursi*. Заражаются ими медведи от кровососущих насекомых, главным образом, комаров. Случаев заражения человека медвежьими диروفилариями в России не зарегистрировано, в Северной Америке выявлено 10 случаев. Заражение человека происходит при укусе комара, у которого развивается инвазионная личинка.

Почти у каждого медведя (85,7%–100%) в кишечнике обитают аскариды (*Baylisascaris transfuga*). Итальянские исследователи Papini R. и Mancianti F. (1990) экспериментально заразили мышей эмбрионизированными яйцами *B. transfuga*, полученными из матки самок аскарид, выделившихся с экскрементами естественно зараженных медведей в зоопарке. Уже через три дня после заражения личинки выявились в легких, печени и в головном мозге мышей. Таким образом, они установили, что личинки *B. transfuga* могут служить этиологическим фактором синдрома *visceral larva migrans*. В связи с этим данная нематода представляет определенную опасность заражения личинками *B. transfuga* человека в местах концентрации медведей, в частности на ягодниках, которые посещаются как человеком, так и медведем.

По данным В. И. Шахматовой (1989), грызуны являются промежуточными хозяевами бэйлисаскаридов. При изучении жизненного цикла *Baylisascaris melis* (Мозговой, Шахматова, 1979), выявлена важная особенность личинок третьей стадии к многократному «пассажированию» у резервуарных хозяев. Можно предположить, что резервуарные хозяева в биологии бэйлисаскаридов имеют существенное значение. «Пассажиование» удлиняет срок жизни личинок, способствует их росту и накоплению в одном хозяине, что ускоряет развитие

нематод до половозрелого состояния в кишечнике хозяина. Исследования Papini R. и Mancianti F. (1990) подтверждают данные В. И. Шахматовой (1989). Попав в организм человека (через грязные руки, лесные ягоды), из яиц этих нематод выходят личинки, которые способны мигрировать по организму, и попадают в легкие. Могут вызвать бронхопневмонию, особенно опасную для детей. В кишечнике они не развиваются и погибают.

В печени бурого медведя почти всегда можно обнаружить трематоду длиной 3–7 мм – ланцетовидного сосальщика – *Dicrocoelium lanceatum*. Заражение медведя может произойти при разорении муравейников, питании растительной пищей, когда медведь проглатывает муравьев, которые являются промежуточными хозяевами данного сосальщика. Человек может заразиться этой трематодой только лишь от муравья, если нечаянно съест его. При слабом заражении после удаления пораженных желчных протоков и термической обработки печень можно использовать в пищу.

Таким образом, наиболее опасными для человека следует признать следующих паразитов бурого медведя: *Trichinella spiralis*, *Dirofilaria ursi*, *Baylisascaris transfuga*. Контактное заражение человека возможно только *T. spiralis* и *B. transfuga*. Дирофиляриозом можно заразиться только от комаров.

#### Литература

Бессонов А. С. Устойчивость трихинелл к факторам среды и способы обезвреживания пораженного мяса // Трихинеллы и трихинеллез / Отв. редактор С.Н. Боев. Алма-Ата: Наука Каз. ССР, 1978. С. 62–67.

Железнова Т. К. Бурый медведь (*Ursus arctos*) в Томской области // Медведи. Современное состояние видов. Перспектива сосуществования с человеком: Матер. VIII Всерос. конф. специалистов, изучающих медведей. Торопецкая биол. станция «Чистый лес», 17–21 сентября 2011 г. Великие Луки, 2011. С. 124–127.

Зырянов А. Н., Смирнов М. Н., Минаков И. А. Бурый медведь (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758) в Красноярском крае: состояние и перспективы использования ресурсов, проблемы взаимоотношений с человеком // Медведи. Современное состояние видов. Перспектива сосуществования с человеком: Матер. VIII Всерос. конф. специалистов, изучающих медведей. Торопецкая биол. станция «Чистый лес», 17–21 сентября 2011 г. Великие Луки, 2011. С. 143–150.

Мозговой А. А., Шахматова В. И. Основы нематодологии. М., 1973. Т. 23. Кн. 3. С. 20–145.

Полуэктов А. М., Сенников М. И. Случай трихинеллеза у медведя и барсука в Кировской области // Тр. Кировского СХИ. 1962. Т. 17. Вып. 29. С. 165–166.

Скрябин К. И. Метод полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая человека. М.: МГУ, 1928. 45 с.

Хохлов А. М., Макарова О. А. К оценке популяции бурого медведя в Мурманской области // Медведи. Современное состояние видов. Перспектива сосуществования с человеком: Матер. VIII Всерос. конф. специалистов, изучающих медведей. Торопецкая биол. станция «Чистый лес», 17–21 сентября 2011 г. Великие Луки, 2011. С. 301–303.

Шахматова В. И. Гельминты плотоядных Таймыра // Экология гельминтов позвоночных Сибири: Сб. научных трудов. Новосибирск, 1989. С. 179–189.

Duffy M. S., Greaves T. A., Burt M. D. B. Helminths of the black bear, *Ursus americanus*, in New Brunswick // J. Parasitol. 1994. 80. N 3. P. 478–480.

Papini R., Mancianti F. Experimental infection in mice with larval of *Baylisascaris transfuga* (Nematoda) // Angew. Parasitol. 1990. 31. N 4. P. 199–201.

# КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ АЛЬГОГРУППИРОВОК ПОЙМЕННЫХ БИОЦЕНОЗОВ ГПЗ «НУРГУШ»

О. С. Пирогова<sup>1</sup>, Л. В. Кондакова<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Вятский государственный гуманитарный университет,  
karabarsic@mail.ru

<sup>2</sup> Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

Почвенные водоросли являются единственным фототрофным компонентом почвенной микрофлоры и вносят существенный вклад в жизнь биогеоценозов. Изучение их видового разнообразия и количественных характеристик важно как в рамках выявления биоразнообразия заповедных территорий, так и в экологическом мониторинге территорий.

Цель исследования: изучить флористический состав и количественные показатели альгофлоры пойменных биоценозов ГПЗ «Нургуш».

Пробы почв для анализа были отобраны в июле 2013 г. в шести пойменных биоценозах заповедника, характеризующимися различными почвенно-растительными условиями: ивовый лес, осиново-липовый лес, дубовый лес, липово-дубовый лес, кострово-осоково-таволговый луг, пойменный разнотравно-злаковый луг. Всего было отобрано 12 проб. Изучение видового состава проводили методом чашечных культур со стеклами обрастания (Штина, Голлербах, 1976). Численность определяли методом прямого микроскопирования на мазках (Домрачева, 2005).

Альгофлора пойменных биоценозов разнообразна в видовом отношении, и на момент исследования была представлена 41 видом, из которых цианобактерии (ЦБ) составили 14 видов (34%), из них безгетероцистных – 12 видов, гетероцистных – 2 вида; зеленые – 14 видов (34%); желтозеленые – 8 видов (20%); видовое разнообразие диатомовых водорослей представлено 5 видами, что составило 12 % от общего видового разнообразия (табл. 1).

Таблица 1

**Видовое разнообразие альгофлоры пойменных биоценозов р. Вятки**

Биоценоз	Видовые показатели					Всего видов
	Cyanophyta		Chlorophyta	Xanthophyta+Eustigmatophyta	Bacillariophyta	
	БГЦ*	ГЦ*				
Пойменный злаково-разнотравный луг кострово-осоково-таволговый	7	1	7	4	3	22
Пойменный разнотравно-злаковый луг таволго-мятликово-костровый	5	–	7	5	4	21
Осиново-липовый лес хвощово-будрово-снытевый	6	2	5	2	4	19
Липово-дубовый лес клевероснытево-костровый	4	–	6	3	5	18
Дубняк чинно-подмаренниково-снытево-клеверный	7	1	3	3	4	18

Биоценоз	Видовые показатели				Всего видов	
	Cyanophyta		Chlorophyta	Xanthophyta+Eustigmatophyta		Bacillariophyta
	БГЦ*	ГЦ*				
Ивняк горцево-двуклесточниково-осоковый	8	–	4	1	4	17
Всего видов	14		14	8	5	

БГЦ\* – безгетероцистные цианобактерии. ГЦ\* – гетероцистные цианобактерии

Наибольшее видовое разнообразие представлено зелеными водорослями и ЦБ. Из представителей отдела ЦБ в видовом отношении преобладают безгетероцистные формы над гетероцистными. В почвах луговых фитоценозов ведущее место принадлежит отделам Chlorophyta и Xanthophyta. Из представителей отдела Xanthophyta по встречаемости преобладают нитчатые формы (табл. 2).

Таблица 2

**Виды-доминанты почв пойменных биоценозов р. Вятки**

Биоценоз	Альгофлора			
	Cyanophyta	Chlorophyta	Xanthophyta+Eustigmatophyta	Bacillariophyta
Пойменный злаково-разнотравный луг кострово-осоково-таволговый	<i>Phormidium autumnale</i> , <i>Nostoc punctiforme</i>	<i>Stichococcus bacillaris</i> , <i>Ulothrix sp.</i>	<i>Tribonema minus</i>	<i>Hantzschia amphioxys</i> , <i>Navicula pelliculosa</i>
Пойменный разнотравно-злаковый луг таволго-мятликово-костровый	<i>Phormidium autumnale</i> , <i>Phormidium boryanum</i>	<i>Stichococcus bacillaris</i>	<i>Tribonema minus</i>	<i>Nitzschia palea</i> , <i>Hantzschia amphioxys</i>
Осиново-липовый лес хвощово-будрово-снытевый	<i>Phormidium boryanum</i> , <i>Borzia trilocularis</i>	<i>Pseudococcomyxa sp.</i> , <i>Klebsormidium flaccidum</i>	<i>Xanthonema exile</i> , <i>Tribonema minus</i>	<i>Hantzschia amphioxys</i> , <i>Navicula pelliculosa</i>
Липово-дубовый лес клеверо-снытево-костровый	<i>Phormidium boryanum</i> , <i>Phormidium molle</i>	<i>Chlorococcum sp.</i>	<i>Xanthonema exile</i> , <i>Tribonema minus</i>	<i>Hantzschia amphioxys</i> , <i>Nitzschia palea</i>
Дубняк чинно-подмаренниково-снытево-клеверный	<i>Leptolyngbya angustissima</i>	<i>Chlamydomonas sp.</i> , <i>Pseudococcomyxa sp.</i>	<i>Tribonema minus</i>	<i>Hantzschia amphioxys</i> , <i>Pinnularia borealis</i>
Ивняк горцево-двуклесточниково-осоковый	<i>Phormidium corium</i>	<i>Chlamydomonas sp.</i>	<i>Tribonema minus</i>	<i>Hantzschia amphioxys</i>

Количественный анализ альгофлоры выявил преобладание представителей Cyanophyta и Chlorophyta (табл. 3).

**Количественные показатели альгофлоры пойменных биоценозов  
р. Вятки**

Фитоценоз	Количество клеток (тыс. кл. в 1 г. почвы)				Всего
	Суанophyta	Chlorophyta	Xanthophyta+ Eustigmatophyta	Bacillariophyta	
Пойменный злаково-разнотравный луг кострово-осоково-таволгавый	43,5±2,6	60,6±4,6	96,4±4,3	57,1±5,6	257,6±17,1
Пойменный разнотравно-злаковый луг таволгмятликово-костровый	75,1±4,3	15,2±3,1	8,4±1,3	117,1±11,7	215,8±20,4
Осиново-липовый лес хвощово-будрово-снытевый	120,4±21,8	98,2±9,3	158,6±35,4	75,9±15,1	453,1±81,6
Липово-дубовый лес клеверо-снытево-костровый	25,5±3,8	37,2±6,1	34,1±1,7	21,1±1,2	117,9±12,8
Дубняк чинно-подмаренниково-снытево-клеверный	54,4±5,4	43,1±4,9	17,4±1,6	21,8±3,5	136,7±15,4
Ивняк горцево-двукисточниково-осоковый	95,6±6,3	89,5±5,1	44,4±2,9	64,3±4,2	293,8±18,5

Наибольшая численность клеток фототрофов выявлена в осиново-липовом лесу, где ведущее место принадлежит желтозеленым водорослям, преобладают представители родов *Xanthonema* и *Tribonema minus*. В липово-дубовом лесу численность зеленых и желтозеленых водорослей почти одинаковая. Наименьшие количественные показатели представителей отдела Xanthophyta отмечены в почвах пойменного разнотравно-злакового луга, а наибольшие количественные показатели принадлежат диатомовой водоросли *Nitzschia palea*, индикатору переувлажненных почв.

Таким образом, видовой состав и количественные характеристики альгофлоры почв пойменных фитоценозов р. Вятки отражают тип фитоценоза, водный режим почв.

#### Литература

Алексахина Т. И., Штина Э. А. Почвенные водоросли лесных биогеоценозов. М.: Наука, 1984. 148 с.

Домрачева Л. И. «Цветение» почвы и закономерности его развития. Сыктывкар, 2005. 336 с.

Новаковская И. В., Патова Е. Н. Почвенные водоросли еловых лесов и изменения в условиях аэротехногенного загрязнения. Сыктывкар, 2011. 128 с.

Штина Э. А., Голлербах М. М. Экология почвенных водорослей. М.: Наука, 1976. 143 с.

## АЛЬГОИНДИКАЦИЯ В ДИАГНОСТИКЕ СЕВЕРНЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ, НАРУШЕННЫХ В ПРОЦЕССЕ НЕФТЕДОБЫЧИ

*Н. М. Зимонина*

*Вятский государственный гуманитарный университет*

Проблема альгоиндикации углеводородного загрязнения остаётся весьма актуальной, в связи с его широким распространением в природно-техногенных и техногенных ландшафтах, но особенно остро она стоит для территорий нефтедобывающих регионов. Плановые исследования альгофлоры нефтезагрязнённых почв и субстратов были начаты в рамках комплексных работ на кафедре ботаники Кировского сельхозинститута под руководством доктора биологических наук профессора Э. А. Штиной. Особенности изменения количественных и качественных характеристик водорослевых сообществ под влиянием нефтедобывающего производства рассматривались на примерах нефтепромыслов, расположенных в различных природно-климатических зонах, бывшего СССР и России (Неганова и др., 1977; Бусыгина и др., 1982; Кабиров, Минибаев, 1982; Ельшина, 1986; Штина, Некрасова, 1988; Кузяхметов и др., 2010; Дорохова, 2011). Опасность загрязнения почв нефтью увеличивается в направлении с юга на север в соответствии с ростом значения опадо-подстилочного коэффициента (Глазовская, 1981). Особенно велика опасность нефтяного загрязнения для заболоченных и болотных почв с торфянистыми горизонтами.

В данной работе приводятся оригинальные данные альгофлористических исследований, проведённых автором на территории Возейского нефтепромысла Усинского района республики Коми (граница южной лесотундры и северной тайги).

Исследованы характерные для плакорных условий растительного сообщества елового редколесья и ерника осоково-политрихового на торфянисто-подзолисто-глееватых почвах, а также участке крупнобугристого торфяника. В данных растительных сообществах альгологические пробы отобраны на участках: без видимых нарушений (контроль); с механически нарушенным почвенно-растительным покровом, без следов нефтяного загрязнения; на нефтезагрязнённых участках с целостным почвенно-растительным покровом и на нефтезагрязнённых, механически нарушенных участках.

Для характеристики почв использованы результаты физико-химических анализов, проведённых сотрудниками лаборатории отдела почвоведения Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Описания высшей растительности выполнены к.б. н. Л. В. Чалышевой. В тексте в отношении исследованных почв применяется термин «торфяные», используемый в ряде альгологических работ для обозначения почв болотного ряда, верхний горизонт которых представлен слабо минерализованными растительными остатками (торфом) вне зависимости от его мощности. Отбор проб проводили в соответствии с принятыми в почвенной альгологии методическими подходами. В сравнительном анализе альгофлоры участков использованы коэффициенты Сьеренсена-Чекановского и

Стугрена-Радулеску. Проанализирована структура эковиоморф водорослевых группировок.

*Альгогруппировки ненарушенных торфяных почв.* В ненарушенных торфяных почвах елового редколесья (голубично-сфагновая ассоциация; осоково-разнотравная ассоциация, бруснично-лишайниково-моховая ассоциация) и ерника осоково-политрихового обнаружено 57 видов водорослей. По видовому разнообразию преобладают *Chlorophyta*, составляя от 58 (осоково-разнотравная ассоциация) до 100% (голубично-сфагновая ассоциация) от общего числа видов. В ернике осоково-политриховом и осоково-разнотравном сообществе 25% видов приходится на долю диатомовых водорослей, среди которых отмечены специфические ацидофильные виды: *Eunotia exigua* (Bréb.) Rabenh., *E. faba* (Ehr.) Grun., *Pinnularia subcapitata var. hilseana* (Janisch.) O.Müll. Видовой состав водорослей осоково-разнотравной ассоциации обогащается за счет синезеленых водорослей. В числе эпифитов сфагновых и политриховых мхов обнаружено 13 видов зеленых водорослей.

Доминирующий комплекс ненарушенных торфяных почв образуют виды: *Myrmecia bisecta* Reisingl, *Chlamydomonas lobulata* Ettl, *Ch. augustae* Skuja, *Ch. gloeophila* Skuja, *Ch. gloeogama* Korsch., *Pseudococcomyxa simplex* (Mainx) Fott. На пятне вымораживания интенсивно развивались *Anabaena verrucosa* Boye-Pet., *Pleurochloris magna* Boye-Pet. В вертикальном профиле почвы число видов и количество клеток водорослей убывает с глубиной. Численность водорослей в слое 0-5 см невелика и составляет 10–133 тыс. клеток/г абс. сух. почвы.

Господствующее положение во всех изученных альгогруппировках занимают эдафотрофные виды Ch- и C- жизненных форм. Число амфибиальных и гидрофильных видов составляет 30% от общего числа водорослей в переувлажненных экотопах ерника осоково-политрихового и осоково-разнотравной ассоциации елового редколесья. Основу этих экологических групп составляют диатомовые водоросли.

Таким образом, особенности водорослевых сообществ контрольных почв, а именно: бедность флористического состава, резкое преобладание зеленых, слабое развитие синезеленых водорослей, присутствие специфических видов диатомовых и гидрофильных видов, - отражают условия существования, характерные для кислых, влажных и бедных торфяных почв.

*Альгогруппировки механически нарушенных участков.* Процесс поиска и добычи углеводородного сырья часто сопровождается механическим нарушением почвенно-растительного покрова. Изменения термических и световых условий при разрушении мохово-торфянистого горизонта влияют на состояние почвенной биоты, в том числе и на почвенные водоросли. Для выявления изменений в составе водорослевых сообществ под влиянием механических нарушений были исследованы участки ерника осоково-политрихового (линейный тип нарушений – транспортная колея), елового редколесья (площадное нарушение – минеральное пятно) и крупнобугристого торфяника.

Основу альгогруппировок механически нарушенных участков составляют зеленые водоросли. Видовой состав водорослевых сообществ пополняется новыми, не встреченными в контрольных почвах видами из разных отделов, часть

из которых входит в состав доминантов. Это: *Phormidium autumnale* Ag. ex Gom., *Pleurochloris magna* Boye-Pet., массового развития достигают *Anabaena verrucosa* Boye-Pet., *Leptosira terricola* (Bristol) Printz. В изначально переувлажненном ернике осоково-политриховом в числе специфических отмечены виды, предпочитающие влажные почвы: *Microcystis pulverea* (Wood) Elenk., *Cylindrocystis brebissonii* Menegh. Неустойчивыми к воздействию данного фактора оказались виды: *Chlamydomonas sphagnophila* Pasch. и *Chloromonas* sp. Численность водорослей колебалась в пределах 100-288 тыс. клеток в 1 г почвы с преобладанием синезеленых водорослей, их количество составило 68–96% общей численности клеток водорослей. В составе эковиоморф по сравнению с контролем увеличивается значение С- и Р- жизненных форм.

Сходный по характеру воздействия техногенный фактор вызывает в альгогруппировках сходные изменения их состава, о чем свидетельствуют значения коэффициентов флористической общности (53%) и связи (-0,2) водорослевых сообществ механически нарушенных участков ерника и елового редколесья.

*Альгогруппировки нефтезагрязненных почв.* Влияние товарной нефти на почвенные водоросли в условиях ненарушенного почвенно-растительного покрова исследовалось на модельных площадках с дозами внесённой нефти – 1; 8; 12 л/м<sup>2</sup>, заложенных в ернике осоково-политриховом. В нефтезагрязненных почвах с целостным растительным покровом обнаружено 15 видов водорослей. По сравнению с контролем видовое разнообразие снизилось более чем в 2 раза. Внесение товарной нефти не изменило кислотность почв. Сильнокислая реакция нефтезагрязненных почв обуславливает господство приспособленных к перенесению неблагоприятных условий среды широко распространенных видов-убикивистов из зеленых, характерных для ненарушенных торфяных почв. Диагомные водоросли исчезают полностью, желтозеленые представлены одним видом. Специфических видов не выявлено. Наименьшее видовое разнообразие водорослей выявлено на участке с дозой 12 л/м<sup>2</sup>, где альгогруппировка слагается исключительно одноклеточными зелеными водорослями. С уменьшением дозы загрязнителя состав сообществ пополняется нитчатými зелеными из семейств *Ulotrichaceae* и *Chaetophoraceae*. Зависимость количественных показателей от степени загрязнения нефтью наиболее четко прослеживается для верхних торфяных горизонтов исследованных почв. Количество клеток водорослей в слое 0–5(6) см при дозе 1 л/м<sup>2</sup> колеблется в пределах 3–17 тыс. клеток в 1 г почвы, биомасса – 0,1–0,7 г/м<sup>2</sup>; при дозе 8 л/м<sup>2</sup> численность колеблется в пределах 1,9–12 тыс. клеток в 1 г почвы, биомасса – 0,09–0,2 г/м<sup>2</sup>; при дозе 12 л/м<sup>2</sup> – в пределах неучитываемых методом величин: до 1,6 тыс. клеток в 1 г почвы, биомасса – 0,03 г/м<sup>2</sup>. Спектр эковиоморф отличает ведущее положение Сh-формы, наблюдается исчезновение амфибиальных и гидрофильных видов.

На участке ерника осоково-политрихового с механически нарушенным мохово-торфянистым горизонтом в присутствии нефти в количестве, не препятствующем вегетации водорослей (содержание  $C_{орг}=2,44\%$ ;  $C/N=23/1$ ), общее число видов увеличивается до 41 по сравнению с контролем. Разреженный растительный покров, наличие пятен голого грунта и слабокислая реакция среды ( $pH=6$ ) способствуют развитию синезеленых водорослей. Все они (за исключе-

нием *Anabaena verrucosa* Boye-Pet.) в контрольных почвах ерника обнаружены не были и для участка являются специфическими.

В экотопе интенсивно развиваются гетероцистные виды синезеленых. Входящий в состав доминантов *Nostoc punctiforme* (Kütz.) Hariot. создает до 88% численности водорослей. Переувлажненность участка индицируют устойчивые к нефтяному загрязнению влаголюбивые виды зеленых: *Scotiellopsis oocystiformis* (Lund) Fott, *Monoraphidium sp.*, *Planophila communis* S. Watan. Численность водорослей колебалась в пределах 35–297 тыс. клеток в 1 г почвы.

*Альгогруппировки крупнобугристого торфяника.* На севере Усинского района широко распространены крупнобугристые торфяники. В процессе поиска и добычи нефти они подвергаются интенсивному механическому разрушению и химическому загрязнению: На контрольном участке торфяника под вейниково-ожиково-моховой ассоциацией обнаружено 26 видов водорослей с преобладанием зелёных (71% от общего числа видов). В освоении механически нарушенных торфяников главную роль играют зеленые водоросли, всего на незагрязненных участках обнаружено 30 видов водорослей, в том числе: синезеленые – 6 (20%), зеленые – 18 (60%), желтозеленые – 3 (10%) и диатомовые – 3 (10%). Численность водорослей па участках колеблется в пределах 148- 360 тыс. клеток на 1 г почвы. Численность в основном создаёт зеленая нитчатая водоросль *Klebsormidium flaccidum* (Kütz.) Silva et al. / *Chlorhormidium flaccidum* (Kütz.) Fott (40–78% от общего числа клеток).

Нефтяное загрязнение резко снизило число видов водорослей, способных осваивать данный экотоп. В пропитанных нефтью пробах торфа обнаружено всего 6 видов: синезеленые и зеленые. Массового развития достигает гетероцистный вид *Anabaena sp.* (отмечены спороносные стадии). Из зеленых отмечены представители рода *Chlamydomonas*.

Своеобразие экологических условий нарушенных местообитаний обусловило формирование разнообразных альгогруппировок северных торфяных почв. Направленность преобразования группировок почвенных водорослей обусловлена степенью и характером техногенного воздействия. Сходные по характеру воздействия техногенные факторы вызывают и сходные изменения в составе водорослевых сообществ на участках, которые исходно различны по составу альгогруппировок.

Так, механическое нарушение почвенно-растительного покрова сообществ ерника, елового редколесья, крупнобугристого торфяника вызывает бурное развитие нитчатых форм синезеленых из *Oscillatoriaceae*, зеленых из *Ulotrichaceae* и *Chaetophoraceae*. В освоении как минеральных, так и торфяных субстратов принимают участие одни и те же виды устойчивые к данному типу воздействия водоросли – представители Ch- и P- жизненных форм. Нефтяное загрязнение приводит к исчезновению, либо угнетению желтозеленых и диатомовых водорослей. Участки, подвергшиеся воздействию комплекса техногенных факторов наибольшей интенсивности (механически нарушенные нефтезагрязненные участки), имеют в сравнении с контрольными самые низкие значения коэффициента общности с контролем. Водорослевые сообщества техногенно нарушенных почв сохраняют некоторые характерные для северной альго-

флоры зональные черты, это отражает комплекс альгофлористических показателей.

### Литература

Бусыгина Е. А., Некрасова К. А., Носкова Т. С. Фитоценотический подход к изучению альгофлоры почв, загрязненных при нефтедобыче // Микроорганизмы как компонент биогеоценоза: Матер. Всесоюз. симпоз., 27–29 сентября Алма-Ата: Изд-во КазГУ, 1982. С. 119–122.

Глазовская М. А. Теория геохимии ландшафтов в приложении к изучению техногенных потоков рассеяния и анализу способности природных систем к самоочищению // Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состояние экосистем. М.: Наука, 1981. С. 7–41.

Дорохова М. Ф. Сообщества почвенных водорослей как индикаторы состояния почв в районах нефтедобычи // Водоросли: проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. С. 281–288.

Ельшина Т. А. Почвенные водоросли как индикаторы некоторых видов техногенного загрязнения почвы (на примере загрязнений, связанных с нефтедобычей): Автореф. дис.... канд. биол. наук. Л.: ЛГУ, 1986. 16 с.

Кабилов Р. Р., Минибаев Р. Г. Влияние нефти на почвенные водоросли // Почвоведение. 1982. № 1. С. 86–91.

Кузяхметов Г. Г., Хайбуллина Е. Ф., Киреева Н. А. Почва как среда сохранения биоразнообразия водорослей в загрязнённых нефтью землях // Водоросли и цианобактерии в природных и сельскохозяйственных экосистемах: Матер. Международной науч.-практ. конф. посвящённой 100-летию со дня рождения профессора Эмилии Адриановны Штиной, 11–15 октября 2010 г. Киров: Вятская ГСХА, 2010. С. 184–187.

Неганова Л. Б., Шилова И. И. Альгофлора техногенных ландшафтов нефтегазодобывающих районов Среднего Приобья // Развитие и значение водорослей в почвах Нечерноземной зоны: Матер. межвуз. конф. (Киров, 24–27 мая, 1977 г.). Пермь, 1977. С. 43–44.

Штина Э. А., Некрасова К. А. Водоросли загрязненных нефтью почв // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М.: Наука, 1988. С. 57–81.

## ПОБЕГООБРАЗОВАНИЕ ТАВОЛГИ ВЯЗОЛИСТНОЙ (*FILIPENDULA ULMARIA* (L.) MAXIM.)

*Н. П. Савиных, Е. А. Михайлова*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
botany@vshu.kirov.ru*

Изучение структурной организации растений позволяет оценить их положение в условиях конкретной среды, механизмы формирования приспособлений к ним. В последние годы активно изучается биоморфология не только наземных, но и растений из других экологических групп. Особенно интересны для изучения виды, произрастающие в условиях с переменной влажностью: с одной стороны они имеют много общего с наземными растениями, с другой – собственные адаптации, обеспечивающие существование в особых условиях среды. Таволга вязолистная – *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. растёт по сырым низинным, послелесным лугам и низинным травяным болотам, на опушках заболоченных лесов, в пойменных и влажных тенистых лесах, по берегам водоёмов и канавам (Губанов и др., 2003; Камелин, 2001). Именно она и стала объек-

том нашего исследования для выяснения особенностей структурной организации в связи с жизнью в условиях переменного увлажнения.

*F. ulmaria* распространена в Европе (Скандинавия, Центральная Европа, страны на побережье Атлантического океана, редко в центральных областях Украины и на Карпатах, в Северном Причерноморье) и во многих районах Азии (в северной части Средней Азии, в горах до Джунгарского Алатау; в Малой Азии и Монголии). В России встречается в европейской части (кроме крайнего юго-востока; в европейской части Верхне-Волжского бассейна редко), в Предкавказье, Западной и Восточной Сибири только в южной части Забайкалья (Губанов и др., 2003; Камелин, 2001).

Мы изучили побегообразование таволги вязолистной в окр. г. Кирова, пос. Левинцы и д. Тарасовы Оричевского района Кировской области. Характеризовали структурную организацию с использованием 3 категорий модулей (Савиных, Мальцева, 2008) на основе системного подхода, жизненную форму – согласно эколого-морфологической классификации И. Г. Серебрякова (1962), фазы в развитии монокарпического побега – по И. Г. Серебрякову (1952), структурно-функциональные зоны монокарпического побега – по W. Troll (1964), И. В. Борисовой и Г. А. Поповой (1990).

*F. ulmaria* – поликарпическое многолетнее неяснополицентрическое летнезеленое травянистое растение со специализированной морфологической дезинтеграцией; корневище гипогенное, образовано резидами из укороченных метамеров геофильных участков монокарпических побегов последовательных порядков. Именно они – однажды цветущие вегетативно-генеративные монокарпические побеги – являются видимыми в надземной части элементами структуры растения. К подземной сфере побега относится утолщенный короткий геофильный участок со стеблеродными придаточными корнями. Эта часть побега образована короткими междоузлиями с небольшими чешуевидными листьями и зачатками почек. Она служит в основном для запаса питательных веществ. Иногда, особенно в условиях с повышенной влажностью, она утолщена значительно. Зона поворота в месте перехода от плагиотропного участка к ортотропному соответствует зоне возобновления. Осенью, в ноябре, здесь располагаются почки разных размеров, вместе с геофильным участком от 0,2 до 4 см длиной и от 0,2 до 0,8 см шириной. Более крупные содержат почечные чешуи (до 6), до 10 катафиллов в виде зеленых чешуй и 7 зачатков листьев с отчетливо выраженной листовой пластинкой. У почек мельче заложены лишь зачатки катафиллов. В крупных почках заложена с осени часть будущего побега. Ось почки, также как и несущая ее часть стебля, утолщена. У растений в условиях с высоким уровнем воды эта ось клубневидно утолщена на верхушке. Более мелкие почки имеют в своем составе лишь зачатки чешуй. Это – спящие почки. Некоторые из них не реализуются в побеги. Возможно они являются специализированными структурами и служат для запаса веществ. В зоне возобновления имеется 1–2 крупные почки. К осени (начало ноября) эти почки трогаются в рост: удлиняются черешки, становятся различимы листовые пластинки первых настоящих листьев, содержимое почки дополнительно защищено их основаниями. У некоторых побегов уже с осени формируются ассимилирующие розе-

точные побеги. В таком состоянии растение зимует. Почки возобновления располагаются в приповерхностном слое почвы. Согласно их положению по классификации биологических типов Х. Раункиера это растение – криптофит. В случае разворачивания листьев с осени – гемикриптофит.

Весной за счет дальнейшего развития почек возобновления формируется надземная часть побега. Побеги высотой от 50 до 180 см зацветают в начале июня. К этому времени нижние, сформированные первыми, листья отмирают. Основание наземной части сложено длинными метамерами с листьями в разной степени расчлененными, без боковых побегов, что соответствует средней зоне торможения. Венчает побег соцветие – сложное моноподиальное – кубковидная метелка. Поэтому в строении монокарпического побега в соответствии с представлениями W. Troll (1964), И. В. Борисовой и Г. А. Поповой (1990) выделяются следующие структурно-функциональные зоны: короткая нижняя торможения, возобновления, средняя торможения, верхушечное соцветие. В зависимости от степени увлажнения и онтогенетического состояния особи монокарпические побеги различаются по длине побегов, числу метамеров, степени ветвления и числу метамеров соцветия, числу почек возобновления, что свидетельствует о морфологической поливариантности (Жукова, 1955) в развитии этого растения, что станет предметом наших дальнейших исследований.

В развитии монокарпического побега выделяются фазы: 1) почка – инициальная почка (терм. по: Серебрякова, 1983) – располагается в пазухе первых развернувшихся осенью листьев; продолжается с осени до середины будущего лета. Фаза геофильного побега начинается с середины лета и продолжается до следующей весны. В самом начале этого периода формируется множество придаточных корней. Зимует побег с промежуточной почкой (терм. по: Серебрякова, 1983) на верхушке утолщенного геофильного побега длиной вместе с нею до 5 см. Фаза вегетативного ассимилирующего побега – промежуток развития побега от начала формирования ассимилирующих листьев срединной формации с осени или весной до фазы бутонизации, цветения и плодоношения весной и летом. Осенью побег розеточный, при разворачивании весной формируется полурозеточный, а только весной – удлинённый. Весной побег интенсивно нарастает в длину за счет растяжения междоузлий заложенных с осени метамеров и формирования выше расположенной его части. При этом активно используется запас питательных веществ геофильного участка. В условиях повышенной влажности в этом участке часто образуется воздушная полость, дополнительно с полым стеблем выполняющая функцию снабжения растения газами. Осенью в сентябре после плодоношения надземная часть побега отмирает до зоны возобновления, а геофильный участок включается в состав многолетнего гипогенного корневища; наступает фаза вторичной деятельности. Резид существует еще в течение нескольких лет. Поэтому с учетом фазы почки и вторичной деятельности по оценке полного онтогенеза монокарпический побег *F. ulmaria* полициклический, без учета фазы вторичной деятельности – трициклический, по длительности жизни надземной части – моноциклический или озимый.

С позиции модульной организации универсальный модуль – монокарпический трициклический побег. В зависимости от числа почек возобновления на его основе формируется симподиальная система в виде моно- или дихазия. Так происходит регулярно. Поэтому растение в целом образовано близко расположенными симподиями-монохазиями. Они и являются основными модулями особой таволги. Из спящих почек через несколько лет возможно образование новых монокарпических или вегетативных побегов и вторичное освоение освоенной уже занятой территории. Из-за большого числа утолщенных коротких укороченных резидов с многочисленными придаточными стеблеродными корнями зрелые генеративные особи представлены плотной дерновиной, что сближает *F. ulmaria* с неявнополицентрическими прибрежно-водными короткокорневищными растениями типа частухи подорожниковой – *Alisma plantago-aquatica* L. (Лелекова, 2006) с одной стороны и сплавинообразующими длинопобеговыми растениями типа сабельника болотного – *Comarum palustre* L. (Вишницкая, Савиных, 2008). Этот способ формирования побеговых систем обеспечивает образование плотных кочек в заливаемых весной местах. Возможно, именно за счет вторичного освоения территории растение возвышается над поверхностью и способно расти в этих местах.

Исследование поддержано Грантом РФФИ № 13-04-01057.

#### Литература

- Борисова И. В., Попова Г. А. Разнообразие функционально-зональной структуры побегов многолетних трав // Бот. журн. 1990. Т. 75, № 10. С. 420–426.
- Вишницкая О. Н., Савиных Н. П. О побегообразовании и структуре соцветий *Comarum palustre* (*Rosaceae*) // Растительные ресурсы. 2008. Т. 44. Вып. 1. С. 3–12.
- Жукова Л. А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола: РИИК «Ланар», 1995. 224 с.
- Губанов И. А., Киселёва К. В., Новиков В. С., Тихомиров В. Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. М.: Т-во научных изданий КМК, Ин-т технологических исследований, 2003. Т. 2. С. 368.
- Камелин Р. В. Лабазник, Таволга // Флора Восточной Европы. / Отв. ред. и ред. тома Н. Н. Цвелёв. СПб.: Мир и семья; Издательство СПХФА, 2001. Т. X. С. 316.
- Лелекова Е. В. Биоморфология водных и прибрежно-водных семенных растений северо-востока Европейской России: Дисс. канд. биол. наук. Пермь, 2006. 189 с.
- Савиных Н. П., Мальцева Т. А. Модуль у растений как структура и категория // Вестн. Твер. гос. ун-та. Серия «Биология и экология». 2008. Вып. 9. С. 227–234.
- Серебрякова Т. И. Почка как этап развития побега // Тезисы докладов VII делегатского съезда ВБО. Л., 1983. С. 232–233.
- Серебряков И. Г. Морфология вегетативных органов высших растений. М., 1952. 392 с.
- Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. М., 1962. 378 с.
- Troll W. Die Infloreszenzen. Jena, 1964. Bd. 1. 615 s.

## СЕКЦИЯ 4 ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ

### ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К АГРОЭКОСИСТЕМАМ

*И. Ю. Винокуров, А. Л. Ильин*

*Владимирский НИИСХ Россельхозакадемии, adm@vnish.elcom.ru*

Под системным подходом понимается направление методологии научного познания, в основе которого лежит рассмотрение объектов как целостной системы, т.е. комплекса взаимосвязанных элементов. Его применение может соответствовать научной конвергенции, совместному рассмотрению параметров, относящихся к различным областям научного познания. Рассматривая агроэкосистему как объект исследования, мы акцентируем внимание на агрономии, агрохимии и фитопатологии.

В табл. приведены полученные нами результаты по антропогенному воздействию на агроэкосистему различных систем удобрений.

Таблица

#### **Влияние техногенного минерального и органического биогенного воздействия на почвенную систему при производстве ячменя на биологическую эффективность Б эфф, %**

Фитопатология	Антропогенное воздействие		
	Минеральные удобрения N <sub>70</sub> P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>	Навоз 20 т\га	Вермикомпост 5т\га
Ринхоспориоз ( <i>Rhynchosporium graminicola</i> )	-460	0	+20
Темно-бурая пятнистость ( <i>Drechslera sorokiniana</i> Subram)	0	-300	+40
Корневые гнили (root rot)	0	0	+59
Гельминтоспориоз ( <i>Helminthosporium panici-miliacei</i> Nisikado)	0	0	+43

Обращает на себя внимание распространение заболеваний при минеральном воздействии на агроэкосистему. Навоз может содержать аммиачные формы минеральных соединений.

Эти результаты подтверждаются многочисленными данными, полученными в процессе полевых опытов. Длительное использование минеральных удобрений без соблюдения севооборотов приводит к распространению в почве патогенных микроорганизмов (грибов). Этот феномен мы интерпретируем, применяя системный подход.

Многочисленные опыты свидетельствуют о том, что техногенное минеральное воздействие азота на почвенную и водную оболочки биосферы приво-

дит к сокращению активности микроорганизмов, задействованных в системе фиксации органического азота (Кудеяров, 1989; Кудеяров, 1980). Происходит снижение азотфиксации, вызываемой как жизнедеятельностью симбиотических микроорганизмов, так и несимбиотических (свободноживущих), например, синезеленых водорослей.

С другой стороны, усиливается минерализация и денитрификация почвенного азота – переход его в подвижные формы: система сокращает фиксацию органического азота и стремится «выбросить» имеющийся азот посредством перевода его в подвижные формы.

Масса азота, фиксируемого почвенными бактериями, оценивается в  $44\text{--}200 \cdot 10^6$  т/год. Техногенное воздействие на биологические и почвенные системы имеет негативные последствия. Продукция процессов денитрификации до вмешательства человека была сбалансирована с продукцией биологической фиксации (Добровольский, 2003), но в настоящее время имеет тенденции превысить последнюю.

Отмеченным выше особенностям биологических и почвенных систем соответствуют синонимы: синергизм, саморегуляция, отрицательная обратная связь. Для них характерно миграционное участие подвижных форм азота в процессе саморегуляции, т. к. при этом вещества могут подвергаться превращениям и мигрировать в другие компоненты географической оболочки – водную (грунтовые воды) или воздушную (тропосферу).

Распространение патогенных грибов при минеральном техногенном воздействии, на наш взгляд, есть системный эффект. Саморегуляция агроэкосистемы, обусловленная снижением азотфиксации, приводит к высвобождению в ней «ниш», но «природа не терпит пустоты» и эти «ниши» заполняются патогенными грибами.

#### **Литература**

- Кудеяров В. Н. Цикл азота в почве и эффективность удобрений. М.: Наука, 1989. 215 с.  
Кудеяров В. Н. Генезис, плодородие и мелиорация почв. Пушино, 1980.  
Добровольский В. В. Основы биогеохимии. М.: Академия, 2003. 400 с.

### **МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ**

*И. Я. Копысов, П. Г. Овечкин*

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
klon9991@mail.ru*

Морфологическая характеристика почв – один из главных информативных признаков при почвенных изысканиях для выбора объекта мелиорации. Почвенный профиль в естественном и осушаемом состоянии отражает важнейшие особенности водно-воздушного режима почв (Зейдельман, 1991).

В мелиоративной практике всё большее значение приобретают объекты реконструкции осушительных систем, построенные в шестидесятые, семидесятые годы прошлого столетия, поэтому становится актуальным вопрос о диагностическом значении морфологических признаков гидроморфизма, их изменчивости в результате длительного осушения почв. Такие сведения в научной литературе весьма ограничены.

Исследования проведены на стационаре, заложенном в 1987 г. на опытном поле ВГСХА. Почва стационара дерново-подзолистая среднесуглинистая грунтово-глееватая на элювии пермских глин. Источниками водного питания, вызывающими избыточное переувлажнение, являются атмосферные осадки, грунтовые и склоновые воды.

Почва осушается закрытым дренажем с междренним расстоянием 10–12 м и глубиной заложения 1,0–1,2 м. Нормальную работу осушительной системы подтверждают систематические наблюдения за дренажным стоком и уровнем грунтовых вод (УГВ). Для примера, на рис. 1 и 2 представлены графики колебания УГВ и модуля дренажного стока на третий, восемнадцатый, двадцать пятый год осушения. Средневегетационный УГВ за все годы наблюдений составляет 70–80 см, а модуль дренажного стока колеблется от 0,001 до 0,560 л/с с га. Осушительная сеть своевременно отводила поверхностные и почвенно-грунтовые воды. Следовательно, значительного заиления дренажа не произошло. Незначительное заиление дренажных трубок закрытого коллектора было отмечено только при восстановлении устьевого сооружения. До 1995 г. стационар использовался под пашню, в 1995 г. было проведено залужение сложной бобово-злаковой травосмесью.

Годы стационарных исследований приходятся в целом на влажную фазу многолетнего цикла с большими колебаниями суммы осадков. Наблюдения за режимом влажности, проведённые в 1990 г. и 2006 г., вегетационные периоды которых оцениваются как влажные, показали, что наиболее благоприятные условия влагообеспеченности многолетних трав создавались на осушаемой дерново-подзолистой среднесуглинистой глееватой почве по сравнению с неосушаемым аналогом, а урожайность была выше в 1,8 раза.

Для изучения влияния дренажа на морфологические признаки, водно-физические, химические свойства и продуктивность осушаемой почвы разрезы закладывали в июне 1987, 1990, 1995, 2004, и 2013 гг. При повторной закладке местоположения разрезов определялись с помощью теодолита. Для характеристики морфологических особенностей почвы стационара приводится описание разреза 33, заложенного в июне 1987 г. и 2013 г.

Разрез заложен в 1987 г. (до осушения) на пологоувалистой равнине, в нижней части юго-восточного склона:

$A_{\text{пах}} g$  0–23 см Влажный, серый, с сизоватыми и ржавыми пятнами, среднесуглинистый, комковато-мелкоореховатый, уплотнённый, много корней, переход ясный.

$A_2B_1g$  23–34 см. Влажный, сизовато-светло-белесый, ржавые пятна, среднесуглинистый, плитчато-ореховатый, плотный, с корнями растений, крупные орштейновые зёрна по всему горизонту, переход постепенный.

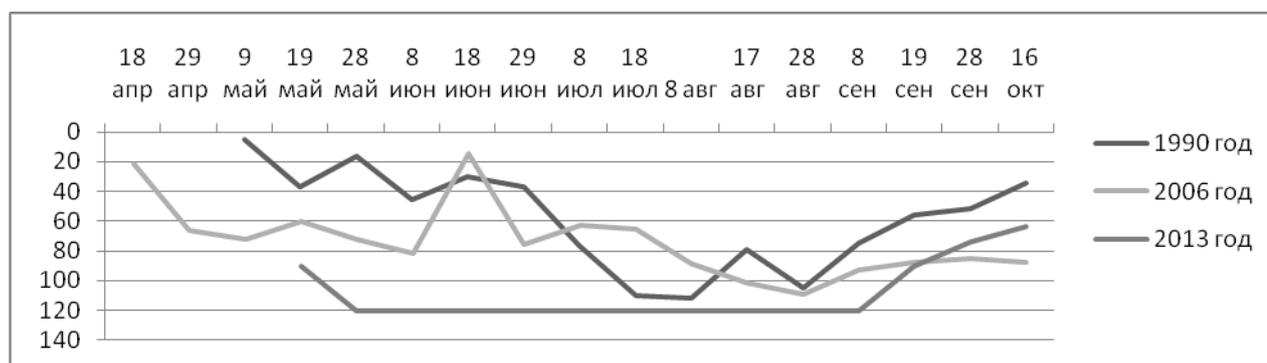


Рис. 1. График колебания грунтовых вод

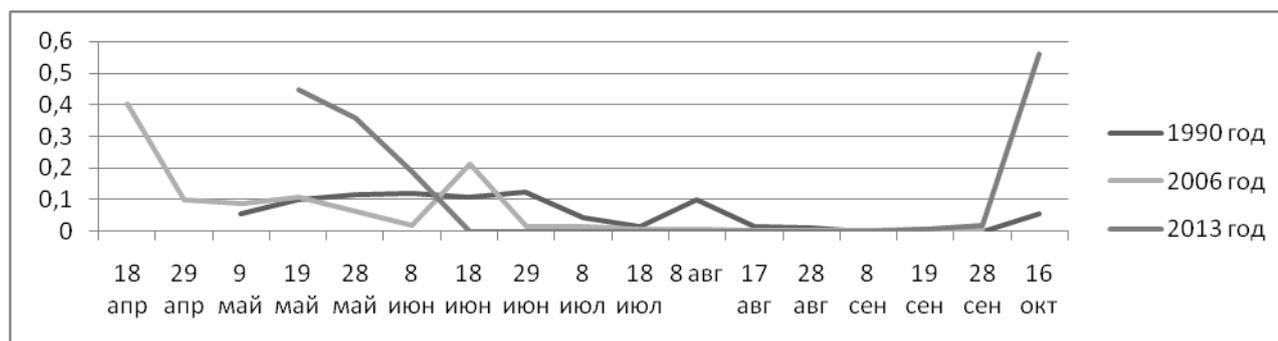


Рис. 2. График колебания гидромодуля дренажного стока

$B_1g$  34–58 см. Сырой, красновато-бурый с сизовато-голубоватыми и ржавыми пятнами, Тяжелосуглинистый, ореховатый, мелкие орштейновые зёрна в верхней части горизонта, единичные корни, переход постепенный.

$B_2g$  58–89 см. Мокрый, красновато-бурый с зеленовато – голубоватыми пятнами, на глубине 60см из стенок сочится вода, плотный, единичные корни растений, тяжелосуглинистый, мелкоореховатый, переход постепенный.

$B_2Cg$  89–112 см. Мокрый, из стенок сочиться вода, красно-бурый с мелкими зеленовато-голубоватыми пятнами, глинистый, глыбисто-ореховатый, плотный, переход постепенный.

$Cg$  112–153 см. Мокрый (заливает вода) красный с грязно-зеленоватыми пятнами, глинистый, глыбисто-ореховатый, вязкий, плотный.

Почва: дерново-подзолистая, среднесуглинистая, грунтово-глееватая на элювии пермских глин.

Разрез, заложен в 2013 г.:

$A_0$  0–4 см. Дернина плотная.

$A_{пах.}$  4–18 см. Серый, уплотненный, комковато-пылеватый, свежий, суглинистый, переход заметный по плотности.

$A_1$  18–28 см. Серый с темноватым оттенком, среднесуглинистый, с припашкой оподзоленного горизонта, плотный, свежий, комковато-ореховатый, с буровато-белесыми вкраплениями, единичные корни растений.

$A_2g$  28–42 см. Белесый с ржаво-охристыми, сизоватыми пятнами с редкими орштейновыми зёрнами, свежий, очень плотный, среднесуглинистый.

A<sub>2</sub>B<sub>1g</sub> 42–49 см. Буровато-белесый с ржаво-охристыми пятнами, средне-суглинистый, плотный, свежий, комковато-ореховатый, с обильной кремнезёмистой присыпкой, марганцевыми примазками.

B<sub>1g</sub> 49–63 см. Белесовато-бурый с сизовато-охристыми пятнами, тяжело-суглинистый, средне-ореховатый, более плотный, чем A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>, переход заметный по плотности и цвету.

B<sub>2g</sub> 63–100 см. Буровато-красный с белесовато-сизыми пятнами, вязкий, средне и крупно-ореховатый, глинистый, более плотный и более влажный, чем B<sub>1g</sub>.

C<sub>g</sub> 100–120 см. Буровато-красный с яркими сизыми пятнами, вязкий крупно-ореховатый, глинистый, очень влажный.

Почва: дерново-подзолистая среднесуглинистая грунтово-глееватая на элювии пермских глин, осушаемая закрытым дренажем.

Таблица

**Изменение морфологических свойств дерново-подзолистой грунтово-глееватой почвы в результате осушения**

Морфологические признаки	С естественным водным режимом	После дренажа			
	1987 г.	1990 г.	1995 г.	2004 г.	2013 г.
Глубина оподзоливания, см	34	34	37	44	49
Вид и глубина проявления цветных признаков оглеения	Оглеение в виде ржавых пятен с Апах.	Оглеение в виде сизых и ржавых пятен с Апах.	Оглеение в виде слабо-выраженных пятен с сизоватым оттенком с 44 – 50 см и грязно-зеленоватыми прожилками со 100 см.	Оглеение в виде слабо-выраженных пятен, с заметным сизоватым оттенком с 44–60 см и грязно-зелёными пятнами с 100 см	Отдельные ржаво-охристые пятна с 42 см и с яркими сизыми пятнами со 110 см
Железо-марганцевые новообразования	В горизонтах А <sub>2</sub> B <sub>1g</sub> и B <sub>1g</sub> ортштейновые зёрна	В горизонтах Апах. И А <sub>2</sub> B <sub>1</sub> ортштейновые зёрна	Ортштейны без изменений	В горизонтах Апах и особенно в А <sub>2</sub> B <sub>1</sub> многочисленные ортштейновые зёрна	В горизонтах А <sub>2</sub> , А <sub>2</sub> B <sub>1</sub> ортштейновые зёрна; в горизонте А <sub>2</sub> B <sub>1</sub> марганцевые примазки. Глубже залегания дрен морфологические признаки не изменились

Полученные данные показывают, что под влиянием дренажа наиболее отчётливые изменения признаков гидроморфизма наблюдаются в верхней метровой толще, т. е до глубины закладки дрен. В верхних горизонтах исчезают сизые пятна оглеения, тогда как с глубины 110 см сизые пятна ярко выражены.

В результате резкой смены гидрологического режима и выноса продуктов разрушения за пределами элювиальных горизонтов в морфологическом облике дерново-подзолистых почв под влиянием осушения увеличивается зона оподзоленности профиля (Копысов, 2002).

Таким образом, полученные данные на ограниченном стационарном материале показывают, что в результате дренажа изменяется не только водный режим, но и морфологические признаки переувлажнения почв, что следует учитывать при почвенно-мелиоративных изысканиях на осушительных системах, требующих реконструкции.

#### Литература

Зайдельман Ф. Р. Эколого-мелиоративное почвоведение гумидных ландшафтов. М: Агропромиздат, 1991. С. 19–44.

Копысов И. Я. Изменения качества почв Северо-востока Нечерноземья под влиянием антропогенного воздействия: Киров: ВГСХА, 2002. 240 с.

### ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ТИПИЧНЫХ СЕВЕРНЫХ ТУНДР НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА р. ЧЕРНАЯ (ЕВРОПЕЙСКИЙ СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ)

*А. Е. Добрынин<sup>1</sup>, А. В. Пастухов<sup>2</sup>, Д. А. Каверин<sup>2</sup>, Е. М. Лантева<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Сыктывкарский государственный университет,  
Институт естественных наук, *dobrynin92@inbox.ru*  
<sup>2</sup> Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, *alpast@mail.ru*

В связи с обширным ресурсным освоением районов Крайнего Севера большое значение приобретают исследования почвенного покрова тундры. Известно, что тундровые экосистемы очень чувствительны к воздействию человека, поэтому расширение знаний об особенностях их структурной организации и разнообразии дают возможность более рационального освоения северных территорий. Характеристика почвенного покрова позволяет выявить современное экологическое состояние тундровых экосистем, а также дать прогноз их изменения при разведке и добыче полезных ископаемых.

Цель данной работы – выявить разнообразие почв, формирующихся в биоклиматических условиях северных тундр в бассейне р. Черная (бассейн Баренцева моря).

Территория района исследований расположена в тундровой зоне, подзоне типичной тундры, на севере центральной части Большеземельской тундры (Ненецкий автономный округ). Согласно почвенно-географическому районированию Восточно-Европейской равнины (Добровольский, Урусевская, 1997), территория исследования относится к Полярному географическому поясу, Европейской полярной почвенно-биоклиматической области, зоне тундровых субарктических почв.

Климат исследуемого района формируется преимущественно под воздействием арктических и, в меньшей степени, атлантических масс воздуха. Сред-

негодовая температура минус 3,3° С, среднегодовая температура января – минус 14,6°С, июля – плюс 11,3° С (веб-сайт: <http://www.meteo.infospace.ru>). Годовая сумма осадков – 500 мм (Атлас Арктики, 1985), что при крайне низкой испаряемости приводит к избыточному увлажнению почв. Средняя глубина снежного покрова 40 см, продолжительность периода со снежным покровом – около 220 дней. Территория исследований характеризуется распространением преимущественно сплошной многолетней мерзлоты. Рельеф представляет собой низменную аккумулятивную равнину, абсолютная высота большей ее части ниже 100 м над ур. м. Почвообразующими породами служат преимущественно четвертичные отложения. Для диагностики и идентификации почв, формирующихся на исследуемом участке, при проведении полевых почвенных исследований использованы принципы современной классификации почв России (Классификация ..., 2004) и ключи-определители «Полевого определителя почв России» (2008).

Как показали проведенные исследования, в северной и северо-западной части исследованного участка преобладают торфяные поверхностные отложения, на которых развиты торфяные почвы плоскобугристых и полигональных болотных комплексов. На водоразделах широко распространены пылевато-суглинистые отложения морского и ледникового генезиса, а также озерно-аллювиальные и озерно-болотные отложения (Атлас Архангельской области, 1976). К почвообразующим породам суглинистого гранулометрического состава обычно тяготеют глееземы криометаморфические и торфяно-глееземы. Наиболее высокие позиции рельефа – сопки, возвышенные части мусюров – обычно сложены песками, на которых представлены различные подтипы подбуров. В долине реки Черная хорошо выражены пойменные комплексы с более сложным почвенно-растительным покровом, чем на пойменных террасах ее притоков первого и второго порядка. Систематический список почв, выделенных на территории исследования, включает 12 типов и 16 подтипов (табл.).

Таблица

**Систематический список почв и почвенных комплексов,  
распространенных на территории бассейна р. Черная**

Классификация и диагностика почв России, 2004		Индекс	Классификация, используемая в почвенных картах
Тип почвы	Подтип почвы		
<b>Зональные почвы</b>			
Подбуры	иллювиально-гумусовые	ПБ <sup>ИП</sup>	не выделялись; описывались в литературе как скрытоподзолистые, подбуры тундровые и таежные, таежно-мерзлотные поверхностно-ожелезненные почвы
Органо-криометаморфические	глееватые	К	
Глеезёмы	мерзлотные	Гм	Тундровые поверхностно-глеевые

Классификация и диагностика почв России, 2004		Индекс	Классификация, используемая в почвенных картах
Тип почвы	Подтип почвы		
Глеезёмы	потечно-гумусовые	Г <sup>III</sup>	Тундровые поверхностно-глеевые потечно-гумусовые
	перегнойные	Г <sup>II</sup>	Тундровые поверхностно-глеевые
	криогенно-ожелезненные	Г <sup>ОЖ</sup>	Тундровые поверхностно-глеевые
Глееземы криометаморфические	криогенно-ожелезненные	Г <sub>км</sub> <sup>ОЖ</sup>	Тундровые поверхностно-глеевые
Темногумусовые глеевые	криометаморфизованные	Г <sub>тг</sub>	Дерново-глеевые
Торфяно-глееземы	криогенно-ожелезненные	Г <sub>т</sub> <sup>ОЖ</sup>	Торфяно- и торфянисто-глеевые (мерзлотные)
	перегнойные	Г <sub>т</sub> <sup>II</sup>	Торфяно- и торфянисто-глеевые
	криометаморфические	Г <sub>ткм</sub>	Торфяно- и торфянисто-глеевые
	потечно-гумусовые	Г <sub>т</sub> <sup>III</sup>	Торфяно- и торфянисто-глеевые (потечно-гумусовые)
Интразональные почвы			
Болотные почвы			
Комплексы почв полигональных (бугристых) болот с сухоторфяными мерзлотными почвами торфяных бугров и торфяными олиготрофными почвами мочажин	не выделены	ТсТо	Болотные верховые торфяные и тундровые остаточнo-торфяные почвы
Комплексы почв полигональных (бугристых) болот с торфяными олиготрофными почвами мочажин и сухоторфяными мерзлотными почвами торфяных бугров	не выделены	ТоТс	Болотные верховые торфяные и тундровые остаточнo-торфяные почвы
Аллювиальные почвы			
Аллювиальные гумусовые	не выделены	А <sup>Д</sup>	Аллювиальные дерновые
Аллювиальные серогумусовые глеевые	не выделены	А <sup>Г</sup>	Аллювиальные глеевые
Слаборазвитые почвы			
Слоисто-аллювиальные	не выделены	СА	Аллювиальные слоистые примитивные
Слоисто-аллювиально-гумусовые	не выделены		

Таким образом, в качестве зональных почв на исследуемом участке можно выделить глееземы, глееземы криометаморфические, торфяно-глееземы, органо-криометаморфические почвы. Среди широко распространенных почв полугидроморфного и криогидроморфного типов – торфяно-глееземы, чаще всего

в сочетаниях с глеевыми и торфяными почвами. Особое место занимают подбуры, приуроченные к песчаным почвообразующим породам, и темногумусовые глеевые почвы, занимающие склоновые поверхности южной экспозиции, занятые разнотравными луговыми сообществами не типичными для тундровой зоны. Среди интразональных почв наиболее типичны комплексы почв полигональных болот с сухоторфяными мерзлотными почвами торфяных бугров и торфяными олиготрофными почвами мочажин (плоскобугристый болотный комплекс). Для пойменных речных террас характерны слоисто-аллювиальные, слоисто-аллювиальные гумусовые, аллювиальные гумусовые и аллювиальные серогумусовые глеевые почвы. На морских лайдах развиты специфичные аллювиальные маршевые почвы.

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект №12-Т-4-1006 «Экологические качества эталонных почв Европейского Северо-Востока России, их биоорганический потенциал как критерий продуктивности и охраны в свете подготовки Красной книги почв Республики Коми».

#### Литература

- Атлас Архангельской области. М.: ГУГК, 1976. 72 с.  
Карта почвенно-экологического районирования Восточно-Европейской; равнины М 1:2,5 млн. / научн. ред. Г. В. Добровольский, И. С. Урусевская. М.: ЭКОР, 1997.  
Классификация и диагностика почв России / Под ред. Г. В. Добровольского. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.  
Web: <http://www.meteo.infospace.ru>  
Полевой определитель почв России. М.: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева, 2008. 182 с.

### СУТОЧНЫЙ ХОД ЭМИССИИ МЕТАНА В СООБЩЕСТВАХ РАСТЕНИЙ *CAREX* И *SCHEUCHZERIA* НА МЕЗО-ОЛИГОТРОФНОМ БОЛОТЕ

*М. В. Лукашева*<sup>1</sup>, *М. Н. Мигловец*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Сыктывкарский государственный университет,  
*mari.lukasheva.91@mail.ru*

<sup>2</sup> Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, *miglovec@bk.ru*

Болотные экосистемы играют важную роль в поддержании газового состава атмосферного воздуха. Растительность болот обогащает атмосферу кислородом, усваивает углекислый газ, консервирует углерод в торфяниках. В результате разложения растительных остатков в анаэробных условиях в атмосферу поступает значительное количество метана. Метан является «парниковым газом» и увеличение его содержания в атмосфере способствует усилению парникового эффекта, так как метан интенсивно поглощает тепловое излучение Земли.

По современным представлениям, метан образуется в анаэробной среде благодаря деятельности бактерий. Метаногенез зависит от: положения уровня

болотных вод, химических характеристик торфов, температуры и влажности почвы, характера растительности. Наряду с исследованием процессов образования и потребления метана, изучают механизмы его транспорта из торфяной залежи в атмосферу. Определенный вклад в транспорт метана вносят сосудистые растения (Shimel, 1995; Глаголев, Смагин, 2006; Whitting, Chanton, 1992).

В Республике Коми болотные экосистемы занимают 7,7% территории (Лесное хозяйство..., 2000). Исследования эмиссии метана с болот тундровой зоны Республики Коми единичны (Heikkinen et al., 2002). Цель настоящей работы – показать роль сосудистых растений в эмиссии метана с поверхности мезо-олиготрофного болота на примере трав видов *Carex* и *Scheuchzeria*.

Исследования проводили с мая по сентябрь 2013 г. на мезо-олиготрофном болоте Медла-Пэв-Нюр, расположенном в подзоне средней тайги, в бассейне р. Вычегда на территории Республики Коми. Площадь болота составляет 2790 га, а максимальная мощность торфа – 3,4 м. Для оценки суточной динамики скорости эмиссии были выбраны 3 участка: олиготрофная мочажина, мезо-евтрофная топь и участок осоково-сфагнового ковра.

В травяно-кустарничковом ярусе олиготрофной мочажины доминируют *Scheuchzeria palustris* (10%) и *Oxycoccus palustris* (5%). *Carex limosa*, *Drosera rotundifolia* и *Chamaedaphne calyculata* встречаются единично. Моховый ярус образован мхами рода *Sphagnum* (100%).

В травянисто-кустарничковом ярусе мезо-евтрофной топи доминируют *Scheuchzeria palustris* (до 50%) и *Utricularia intermedia* (20%). Незначительное пространство занимают *Oxycoccus palustris* (4%), *Menyanthes trifoliata* (4%), *Carex limosa* (4%) и *Andromeda polyfolia* (3%). Единично встречается *Betula nana*. Моховой ярус представлен мхами рода *Sphagnum* (80%).

В травяно-кустарничковом ярусе мезотрофного участка (участок № 18) доминируют *Carex rostrata* (20%), *Oxycoccus palustris* (10%) и *Carex limosa* (10%). Незначительное пространство занимают *Andromeda polyfolia* (4%) и *Scheuchzeria palustre* (4%). В моховом ярусе доминируют мхи рода *Sphagnum* (100%).

Для количественной оценки потока метана с поверхности болота применялся метод статических камер. Отбор проб производился с использованием двух алюминиевых камер размером 500\*500 мм и высотой 300 и 380 мм, объемами 0,075 м<sup>3</sup> и 0,095 м<sup>3</sup> соответственно, установленных на стальных рамках, углубленных в торф. Газ собирался в пластиковые шприцы объемом 60 мл в определенные промежутки времени суток с общей экспозицией 20 мин. Камеры укомплектованы электрическими вентиляторами для охлаждения и перемешивания воздуха, термометрами и пластиковой трубкой для поддержания нужного атмосферного давления внутри камеры. Шприцы и пробка камеры снабжены сдерживающими кранами.

Нами были проведены эксперименты с *Scheuchzeria palustre* и *Carex rostrata*. Для этого были выбраны отдельные растения *Carex rostrata* и *Scheuchzeria palustre*, произрастающие на разных участках болота. На растения устанавливали камеру, представляющую собой прозрачную полипропиленовую бутылку объемом 1,5 л с основанием из пенополистирола, покрытым силико-

ном для обеспечения герметичности. Перед каждым отбором пробы проводилась дополнительная герметизация камеры вазелином. Камера была укомплектована пробкой и герметичным краном, к которому прикреплялся шприц для отбора проб воздуха.

Отбор проб воздуха проводился сразу после установки камеры на растение (нулевая концентрация) и спустя 20 мин. Анализ полученных образцов воздуха проводили на газовом хроматографе «Кристалл 5000.2» (ОАО «Хроматэк», Россия).

Эмиссию рассчитывали по уравнению состояния идеального газа, с учетом объема камеры и микроклиматических характеристик. Величину суммарной скорости эмиссии метана через исследуемые сосудистые растения на единицу площади ( $\text{мкг м}^{-2} \text{с}^{-1}$ ) производили с учетом числа их побегов.

В результате исследования нами установлено, что в весенний и летний сезоны эмиссия на участках мезоевтрофной топи выше эмиссии на участках, приуроченных к олиготрофному микроландшафту (рис.). Осенью значения эмиссии на топи и на олиготрофных участках существенно не отличались. Различия в значениях эмиссии метана на участках могут быть связаны с тем, что летом на мезоевтрофной топи обилие и плотность травянистых растений (шейхцерии и осоки) выше, чем на олиготрофной мочажине.

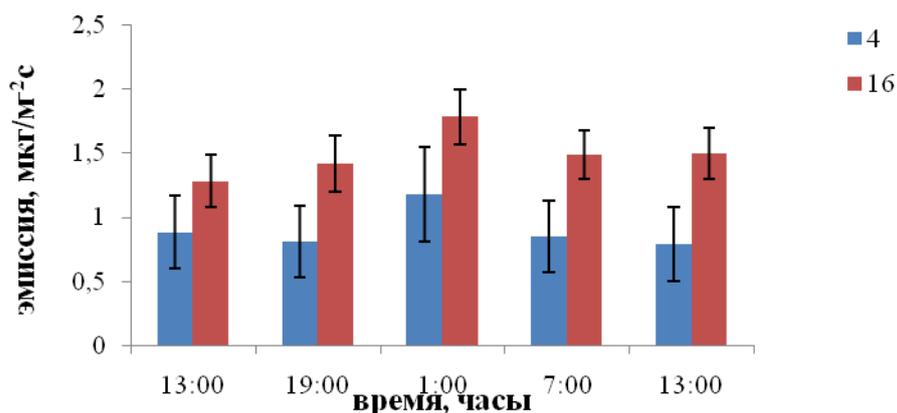


Рис. Суточная динамика эмиссии метана на олиготрофной мочажине (участок №4) и мезоевтрофной топи (участок №16) 23.05.2013

Возможно, сезонные изменения скорости эмиссии метана связаны с включением различных механизмов транспорта метана из торфа в атмосферу. Растения болотных экосистем транспортируют метан двумя путями: активным и пассивным (Chanton et al., 2002). Согласно авторам, пассивный путь заключается в молекулярной диффузии и осуществляется в таких растениях как *Carex rostrata*, *Oryza Sativa* и *Peltandra virginica* L. Активный транспорт метана происходит за счет конвективных потоков газа от области высокого давления к области низкого давления. Разница давлений может быть достигнута тепловой транспирацией или перепадом влажности.

Некоторые авторы отмечают доминирование диффузионного транспорта метана из почвы в атмосферу с участков, на которых травянистые растения отсутствуют (Whiting, Chanton, 1992; Heyer et al., 2002). Осенью у травянистых растений заканчивается вегетационный период, и их надземные органы начи-

нают отмирать. В своей работе Kutzbach с соавт. (Kutzbach et al., 2004) отмечает, что травянистые растения за счет развитой аэренхимы способны проводить метан из почвы в атмосферу.

Мы сравнили скорость выделения метана через надземные органы отдельно взятых растений *Carex rostrata* и *Scheuchzeria palustre* с поверхности нескольких участков болота, где эти растения произрастают. Максимальная скорость эмиссии в начале и конце июля отмечена на участке с доминированием осоки (табл.). Минимальная эмиссия метана отмечается на участке олиготрофной мочажины (участок №4), где плотность *Scheuchzeria palustre* почти в 1,5 раза меньше, чем на участке мезоевтрофной проточной топи (участок № 16).

Суточные измерения на модельных участках показали, что днем скорость эмиссии метана с поверхности болота ниже, чем в ночное время (рис. 1). Это же характерно для эмиссии через отдельные органы растений. Однако, 23.07–24.07 наблюдалась обратная тенденция: ночью скорость эмиссии метана была гораздо ниже, чем днем. В эти дни выпало большое количество осадков (ливневые дожди) и произошло снижение температуры воздуха в вечерние и ночные часы.

Учитывая доминирование *Scheuchzeria palustre* и *Carex rostrata* на разных участках, можно предположить, что вклад надземных органов этих растений в общий поток метана в атмосферу с поверхности болота может составлять 37–92%.

Таблица

**Интенсивность эмиссии метана в дневное и ночное время**

Время суток	Вид растения	Эмиссия через надземные органы одного растения, (мкг/м <sup>2</sup> сек)	Плотность растений на участке, (шт/м <sup>2</sup> )	Эмиссия через все растения на участке, (мкг/м <sup>2</sup> сек)	Эмиссия с поверхности участка, (мкг/м <sup>2</sup> сек)
день	<i>Scheuchzeria palustre</i>	0,0044	73	0,3235	0,7522
		0,0044	104	0,4609	1,4770
	<i>Carex rostrata</i>	0,0997	46	4,5847	4,9459
ночь	<i>Scheuchzeria palustre</i>	0,0092	73	0,6741	1,5565
		0,0092	104	0,9604	2,0271
	<i>Carex rostrata</i>	0,1255	46	5,7750	12,2131

Максимальное участие исследуемых растений в транспорте метана отмечается в дневное время суток. В ночное время эмиссия через надземные органы *Scheuchzeria palustre* и *Carex rostrata* составляет около 50% эмитируемого метана. По всей видимости, оставшиеся 50% приходятся на другие механизмы транспорта метана из торфяной толщи в атмосферу в это время, в частности молекулярную диффузию и пузырьковый перенос.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в вегетационный период растения могут влиять на скорость эмиссии метана на болоте. Максимальные значения эмиссии CH<sub>4</sub> характерны для сообществ *Carex rostrata*. Несколько ниже проводимость метана через растения *Scheuchzeria palustre*.

## Литература

Глаголев М. В., Смагин А. В. Количественная оценка эмиссии метана болотами: от почвенного профиля до региона // Доклады по экологическому почвоведению, 2006. № 3. Вып. 3.

Козубова Г. М., Таскаева А. И. Лесное хозяйство и лесные ресурсы Республики Коми. М.: Дизайн. Информация. Картография, 2000. 512 с.

Chanton J., Arkebauer T., Harden H. and Verma S. Diel variation in lacunal CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> concentration and <sup>13</sup>C in *Phragmites australis* // Biogeochemistry, V. 59. 2002. P. 287–301.

Heikkinen Juha E. P., Elsakov V., Martikainen P.J. Carbon dioxide and methane dynamics and annual carbon balance in tundra wetland in NE Europe, Russia // Global Biogeochemical Cycles. 2002. Vol. 16. No. 4. P. 62–77.

Heyer J., Berger U., Kuzin I.L., Yakovlev O. N. Methane emissions from different ecosystem structures of the subarctic tundra in Western Siberia during midsummer and during the thawing period // Tellus, 2002. V. 54. B. P. 231–249.

Kutzbach L., Wagner D. and Pfeiffer E-M. Effect of microrelief and vegetation on methane emission from wet polygonal tundra, Lena Delta, Northern Siberia // Biogeochemistry, V. 69. 2004. P. 341–362.

Schimel J. Plant transport and methane production as controls on methane flux from arctic wet meadow tundra // Biogeochemistry. V. 28. 1995. P. 183–200.

Whiting G. J., Chanton J. P. Plant-dependent CH<sub>4</sub> emission in a subarctic Canadian fen // Global Biogeochem. Cycles, V. 6. 1992. P. 225–231.

## ИЗМЕНЕНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВЫ ПРИ ЕЁ ЗАГРЯЗНЕНИИ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

**В. А. Мязин**

*Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН,  
myazin@inep.ksc.ru*

Активность почвенных ферментов является достаточно информативным показателем состояния почвы и может использоваться для диагностики её загрязнения, в том числе и нефтепродуктами.

Исследования, проведённые различными авторами, показывают, что активность многих почвенных ферментов возрастает до определённого уровня содержания углеводов в почве, а после его превышения – ингибируется (Ибрагимова, 2009; Киреева, Ямалетдинова, 2000; Сулейманов и др., 2007; Щемелинина, 2008). Этот уровень определяется как природой самого фермента, так и почвенно-климатическими условиями и типом поллютанта. Снижение активности определенных ферментов объясняется прямым ингибированием каталитической активности ферментов, а также подавлением роста микроорганизмов в результате возникновения анаэробных условий и влияния на них продуктов окисления углеводов, таких как пальмитиновая, бензойная и салициловая кислоты, гексадециловый спирт и др. (Галиулин и др., 2010).

В течение ряда лет на территории Мурманской области сотрудниками ИППЭС КНЦ РАН проводятся полевые модельные эксперименты, направленные на изучение влияния нефтепродуктов на свойства подзолов Кольского полуострова и исследование методов биоремедиации загрязненных почв. Одним из критериев оценки состояния почвы была её ферментативная активность –

исследовали 3 фермента: инвертаза (гидролитический фермент), каталаза и дегидрогеназа (окислительно-восстановительные ферменты).

Выбор исследуемых ферментов был обусловлен тем, что изменение их активности является одним из наиболее показательных при загрязнении почвы нефтепродуктами. Так, активность дегидрогеназы и каталазы характеризует интенсивность протекания микробиологических процессов в почве, а уровень плодородия и биологическая активность почв определяется активностью инвертазы (Киреева и др., 2008).

В условиях загрязнения почвы нефтепродуктами каталаза и дегидрогеназа участвуют в разложении углеводов. Каталаза ускоряет окисление углеводов, разрушая перекись водорода, образующуюся в процессе жизнедеятельности микроорганизмов, до необходимого для этой реакции кислорода, а дегидрогеназа катализирует реакцию дегидрирования – отщепления водорода от углеводов и продуктов их разложения (Галиулин и др., 2010).

Объекты и методы. Исследования проводили в западной части Кольского полуострова в районе г. Апатиты на площадке Полярной опытной станции Всероссийского института растениеводства. Почва – агрозем Al-Fe-гумусовый на песчаных озерно-ледниковых отложениях. Пахотный горизонт – 20 см. Среднее годовое количество осадком – 600–700 мм. Среднегодовая температура воздуха –1 °С. Средняя температура воздуха в июле +13 °С (Атлас Мурман. обл., 1971).

В качестве загрязнителя применяли дизельное топливо марки Л-0,2-62, ГОСТ 305-82 (ДТ) в количестве 10 л/м<sup>2</sup> почвы и смесь дизельного топлива и мазута марки 100, ГОСТ 10585-99 в соотношении 1,5:1 (смесь НП) в количестве 10 л/м<sup>2</sup> почвы.

Отбор проб проводили в течение вегетационного периода, через 5, 10, 20, 30, 60 и 90 суток после загрязнения почвы нефтепродуктами.

Активность каталазы определяли по методу Штефаника и Думитру (Stefanic, Dumitru), активность дегидрогеназы – по методу А. Ш. Галстяна в модификации Хазиева, активность инвертазы – методов Гоффманна и Паллауфа (Hoffmann, Pallauf) (Хазиев, 1976).

Результаты. Исходное содержание углеводов в слое почвы 0–10 см через сутки после загрязнения составляло для ДТ – 50,5±3,9 г/кг, для смеси НП – 57,9±1,1 г/кг.

При загрязнении почвы ДТ наблюдалась тенденция к снижению активности инвертазы. Минимальные значения отмечались через 20 и 30 суток после начала эксперимента, после чего активность восстанавливалась до контрольных значений. Загрязнение почвы смесью НП приводило к достоверному снижению активности инвертазы через 30 суток после начала эксперимента, при этом до конца вегетационного периода восстановления активности не произошло (рис. 1).

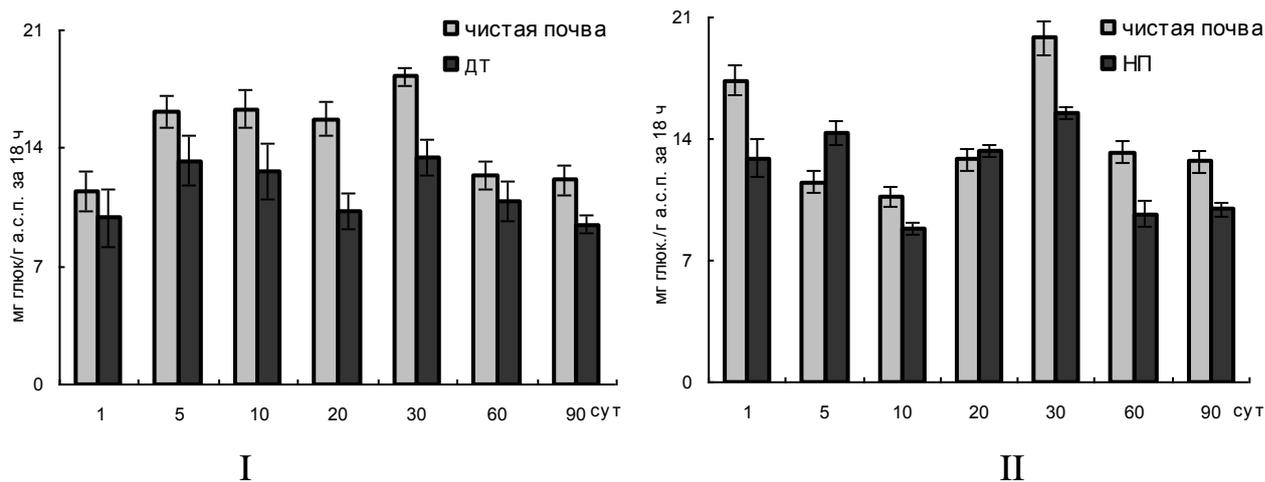


Рис. 1. Активность инвертазы в чистой и загрязненной ДТ (I) и смесью НП (II) почве

В результате загрязнения почвы ДТ наблюдалось достоверное снижение активности каталазы через 10 и 20 суток, после чего активность фермента восстанавливалась до контрольного значения. При загрязнении почвы смесью НП активность каталазы достоверно снижалась уже с первых дней после загрязнения и оставалась пониженной в течение всего вегетационного периода (рис. 2).

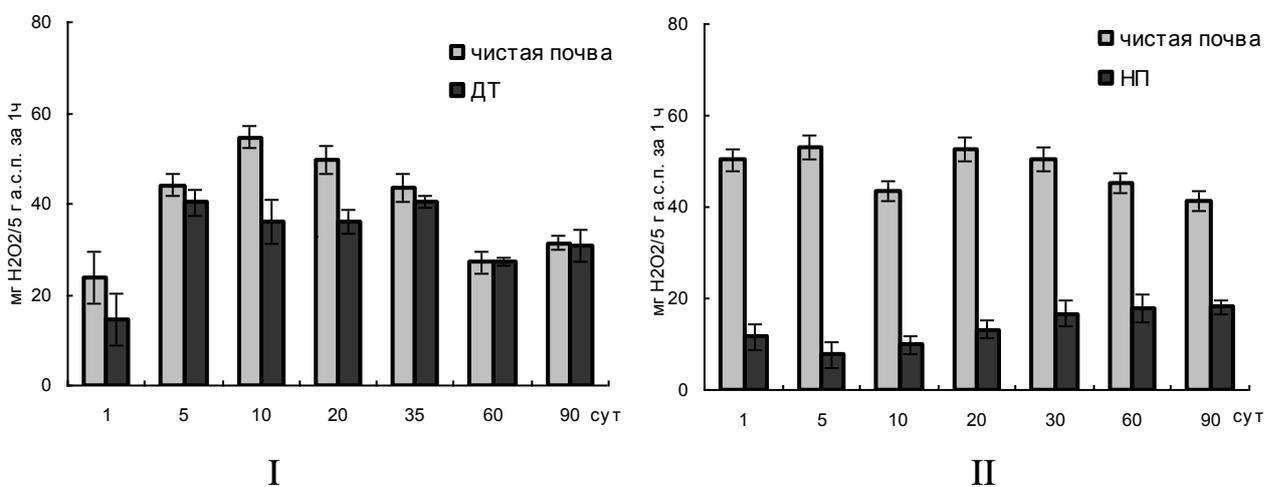


Рис. 2. Активность каталазы в чистой и загрязненной ДТ (I) и смесью НП (II) почве

При загрязнении почвы ДТ активность дегидрогеназы возрастала относительно контрольных значений уже в первые сутки после начала эксперимента, но через 2 месяца снижалась до контрольного уровня. Загрязнение почвы смесью НП вызывало достоверное увеличение активности дегидрогеназы через 5 дней после начала эксперимента и сохранялось в течение всего периода наблюдения (рис. 3).

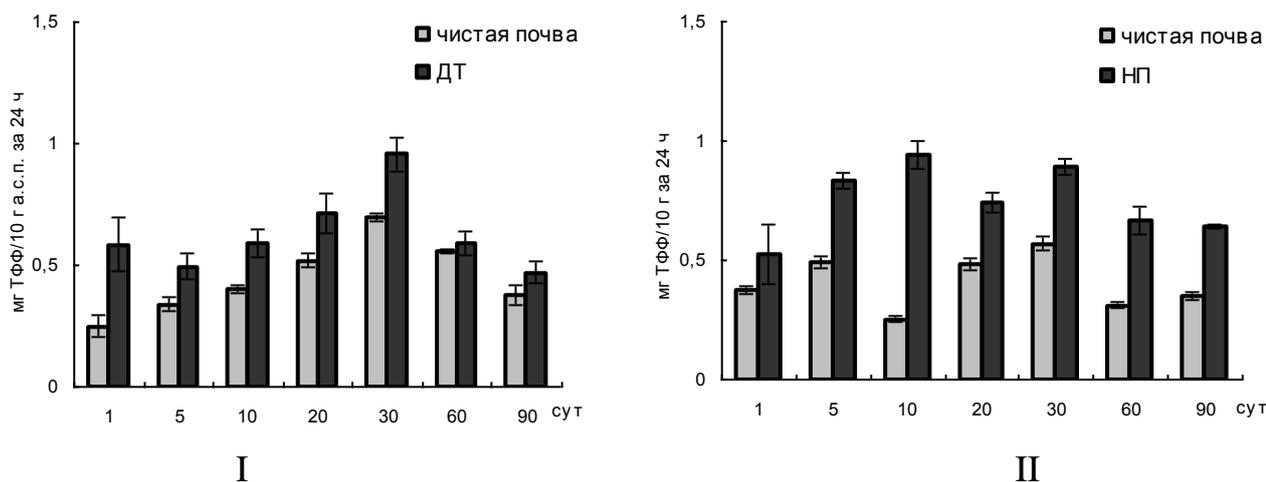


Рис. 3. Активность дегидрогеназы в чистой и загрязненной ДТ (I) и смесью НП (II) почве

Таким образом, полученные данные об изменении активности инвертазы, каталазы и дегидрогеназы при загрязнении Al-Fe-гумусового агрозема нефтепродуктами согласуется с данными, полученными исследователями для других типов почв в различных природно-климатических условиях: активность инвертазы и каталазы снижается, дегидрогеназная активность увеличивается.

Загрязнение почвы смесью НП, содержащей высокомолекулярные углеводороды, оказывало более интенсивное влияние на активность исследуемых почвенных ферментов. В результате такого воздействия мы наблюдали более продолжительное по времени и интенсивности снижение активности инвертазы и каталазы и увеличение активности дегидрогеназы.

### Литература

- Атлас Мурманской области. 1971. 33 с.
- Галиулин Р. В., Галиулина Р. А., Башкин В. Н., Акопова Г. С., Листов Е. Л., Балакирев И. В. Сравнительная оценка разложения углеводов газового конденсата и нефти в почве под действием биологических средств // *Агрохимия*, 2010. № 10. С. 52–58.
- Ибрагимова С. Т. Биологическое диагностирование нефтезагрязненных почв месторождений Казахстана: Автореферат дисс. канд. биол. наук. Казахстан, Алматы, 2009.
- Киреева Н. А., Онегова Т. С., Григориади А. С. Характеристика Белвитамила, используемого для рекультивации нефтезагрязненных природных объектов // *Вестник Башкирского университета*, 2008. Т. 13, № 2. С. 279–281.
- Киреева Н. А., Ямалетдинова Г. Ф. Фенолоксидазная активность нефтезагрязненных почв // *Вестник Башкирского университета*, 2000. № 1.
- Сулейманов Р. Р., Абдрахманов Т. А., Жаббаров З. А., Турсунов Л. Т. Ферментативная активность и агрохимические свойства лугово-аллювиальной почвы в условиях нефтяного загрязнения // *Самарская Лука*, 2007. Т. 16. № 3(21). С. 574–580.
- Хазиев Ф. Х. Ферментативная активность почв. Методическое пособие. М.: Наука, 1976. 180 с.
- Щемелинина Т. Н. Биологическая активность нефтезагрязненных почв крайнего севера на разных стадиях их восстановления и при рекультивации (на примере Усинского района Республики Коми): Автореферат дисс. канд. биол. наук. Воронеж, 2008.

# ОСОБЕННОСТИ СУКЦЕССИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ПОЧВ НА ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЛЯХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ

Г. Я. Елькина, Е. М. Лаптева, И. А. Лиханова, Ю. В. Холопов  
Институт биологии Коми научного центра УрО РАН,  
elkina@ib.komisc.ru

В конце 90-х гг. прошлого столетия произошло значительное сокращение сельскохозяйственных угодий. На заброшенных пашнях, сенокосах и пастбищах начался процесс самовосстановительной сукцессии. В связи с этим, актуальными становятся исследования изменений структуры и строения растительного покрова и почв на залежах.

Наблюдения за трансформацией растительности и почв в ходе самовосстановительной сукцессии в постагрогенных экосистемах проводили на территории Сыктывдинского района РК (среднетаежная подзона европейской части России).

Первый ключевой участок представляет собой часть бывшего пахотного угодия, перед переводом в залежь на нем был произведен посев многолетних трав, и в настоящее время он периодически используется в качестве сенокосного участка. В травостое преобладают луговые злаки: *Dactylis glomerata* L., *Festuca pratensis* Huds., *Phleum pratense* L., *Agrostis tenuis* Sibth., *Poa pratensis* L., *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv и другие. Из разнотравья характерны обычные луговые виды: *Centaurea jacea* L., *Centaurea phrygia* L., *Veronica chamaedrys* L., *Geranium pratense* L., *Vicia sepium* L., *Vicia cracca* L., *Stellaria graminea* L., *Campanula patula* L., *Trifolium pratense* L., *Alchemilla* sp., *Galium mollugo* L., *Lathyrus pratensis* L., *Achillea millefolium* L., *Prunella vulgaris* L. и др. Поскольку ежегодное сенокосшение препятствует внедрению в сообщество древесной растительности, на данном участке, минуя рудеральную стадию, сохраняется луговая стадия зарастания.

Характеристика морфологического строения почвы, сформировавшейся на данном участке, дана на примере разреза 5Г-I. Ниже приведено описание верхней части профиля, наиболее преобразованной в процессе окультуривания и последующей демутационной сукцессии:

О	1(1.5) - 0 см	Луговой войлок из отмерших остатков трав;
Pwpa	0-3(4) см	Темно-серый рыхлый легкий суглинок, пронизан корнями, мелкокомковатой структуры, переход заметный;
Ppa I	3(4)-12(15) см	Серый легкий суглинок комковатой структуры, встречаются отдельные Fe-Mn-конкреции, корни, переход заметный по структуре, оттенку и плотности;
Ppa II	12(15)-26(27) см	Серый легкий суглинок с бурым оттенком, включение фрагментов подпахотного горизонта, структура плохо выражена, Fe-Mn-конкреции, корни, уплотнен, переход заметный;

EL	26(27)- 42(43) см	Белесый, слоистый, супесчаный, языками заходит в нижележащий горизонт, корни единичные, переход заметный;
BEL	42(43)-50 см	Бурый суглинок с темным охристым оттенком, белесые супесчаные языки, комковатый, плотный.

Ниже 50 см залегает морфологически неизменный в процессе агрогенного воздействия иллювиальный горизонт. Как видно из представленного выше описания, в толще бывшего пахотного слоя, вследствие развития травянистой растительности, за двадцатилетний период сформировался серогумусовый (дерновый) горизонт R<sub>w</sub>ра небольшой мощности. Уплотненность и наличие в нижней части пахотного горизонта фрагментов нижележащих горизонтов свидетельствуют о том, что на этом участке вспашка на полную глубину проводилась ранее лишь периодически. Морфологическое строение рассмотренной почвы позволяет отнести ее, в соответствии с принципами классификации и диагностики почв России (2004), к агроземам текстурно-дифференцированным реградированным.

Второй ключевой участок (залежный участок, который предположительно был выведен из оборота в период проведения посевов однолетних и пропашных культур) в настоящее время занят березовыми и ольховыми молодняками, среди которых отмечены небольшие по площади луговые сообщества. Характер растительного покрова определяется свойствами почвы, качеством обработки, периодом постагрогенной демутиации, близостью расположения ненарушенного лесного массива.

На участке с мощным пахотным горизонтом, образовавшимся в результате вспашки в свал, к моменту проведения исследований сформировался сомкнутый и высокий (до 2 м) покров злаковых трав с преобладанием *Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch. Высокий и густой травянистый покров препятствует внедрению древесных пород, в связи с чем, спустя 20 лет после прекращения использования данного участка в качестве пашни, здесь сохраняется луговая стадия.

Морфологическое описание разреза, заложенного на данном участке, свидетельствует о том, что почва также соответствует подтипу агроземов текстурно-дифференцированных реградированных. Однако обособившийся в верхней части дерновый горизонт R<sub>w</sub>ра имеет несколько большую мощность (до 5 см), чем на сенокосном участке. На поверхности почвы под слоем войлока из опада травянистых растений появляются зеленые мхи. Толща реградированного пахотного горизонта также дифференцирована по оттенку окраски и плотности, что связано как с наличием остаточных признаков пахотного горизонта, так и с его изменением в результате зарастания.

На участках с меньшей мощностью обработки (участки распахавались на небольшую глубину и неравномерно) сформировались древесные насаждения из: (1) *Alnus incana* (L.) Moench., (2) *Betula pendula* Roth, *Betula pubescens* Ehrh. с участием *Alnus incana*. Высота древостоя 7,2–7,5 м, средний диаметр до 3,9 см, сомкнутость крон 0,8. В сообществах выражен густой подрост из *Picea obovata* Ledeb. высотой до 0,5–0,8 м. В разреженном травяно-кустарничковом

ярус сохраняются некоторые луговые злаки и разнотравье в угнетенном состоянии. От сорной стадии сохраняются *Cirsium setosum* (Willd.) Bess., *Galeopsis speciosa* Mill., *Ranunculus repens* L., *Urtica dioica* L.. Начинают появляться лесные и опушечные виды: *Avenella flexuosa* (L.) Drey., *Angelica sylvestris* L., *Chrysosplenium alternifolium* L., *Cirsium heterophyllum* (L.) Hill, *Pyrola rotundifolia* L., *Pyrola media* Sw., *Solidago virgaurea* L. и др. Следует отметить, что на угодьях, вышедших из сельскохозяйственного использования, березняки зачастую образуют первичные фитоценозы. При сплошном заселении береза успешно конкурирует с луговой растительностью.

Вследствие изначально низкого плодородия пахотных почв на участках, где сформировались молодые леса, луговая стадия деградационной сукцессии не привела к накоплению почвенного органического вещества и формированию в профиле агроземов серогумусового горизонта той же мощности, что и на участках с луговыми сообществами. Не исключено также, что меньшая мощность дернового горизонта связана с кратковременностью луговой стадии, а также его деградацией с переходом к древесной стадии зарастания. В верхней части профилей отчетливо обособляется маломощный (до 1–2 см) подстильно-торфяной горизонт, представленный слабо разложившимися листьями древесных пород и отмершими остатками трав. В деградированном пахотном горизонте отчетливо заметна потеря структуры, что обусловлено снижением роли травянистой растительности в постагрогенных сообществах, развитие которой сдерживается древесным пологом.

Таким образом, характер восстановительной сукцессии, в значительной степени обусловлен исходными свойствами почв, качеством её обработки, хозяйственным использованием залежи. На заброшенных пахотных угодьях формируются в основном листовенные молодняки. На почвах с первоначально низким плодородием и небольшой мощностью пахотного горизонта древесная стадия зарастания начинается раньше, чем на высокоплодородных участках с глубокой обработкой, где сформировавшийся травянистый покров препятствует внедрению древесных пород и способствует сохранению луговой стадии.

На первых этапах почвы постагрогенных экосистем в основном сохраняют признаки, присущие агроземам. В верхней части профиля формируется серогумусовый (дерновый) горизонт  $P_{wpa}$ , который сохраняется и на древесной стадии зарастания. Этот горизонт отличается от толщи бывшего пахотного слоя более высоким содержанием органического вещества и азота. При этом относительное количество углерода в нем в большинстве случаев возрастает более интенсивно, чем содержание азота. Серогумусовый горизонт обогащен обменными основаниями. При зарастании *Betula pendula*, *Betula pubescens* происходит обеднение средней и нижней части бывшего пахотного горизонта углеродом, азотом и обменными основаниями. В деградированном пахотном горизонте отчетливо заметна потеря структуры.

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект № 12-4-022-КНЦ «Изучение почв и почвенного органического вещества пахотных угодий Республики Коми и тенденций их постагрогенной трансформации» и при поддержке РФФИ, проект № 3-04-98818

«Ускоренное восстановление лесных экосистем на посттехногенных территориях таежной зоны Республики Коми».

#### Литература

Шишов Л. Л., Тонконогов В. Д., Лебедева И. И., Герасимова М. И. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

### ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ПОЧВ

*Е. В. Шамрикова, О. С. Кубик*

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, kubik-olesia@yandex.ru*

Почва – это многофазная, полидисперсная, поликомпонентная система. Верхний, органогенный слой почвы – субстрат, содержащий широчайший круг органических соединений, обладающих различной растворимостью. Важную информацию о генезисе и экологии почв можно получить, определяя группы сходных по свойствам соединений, которые извлекаются из почвы действием группового растворителя, одним из таких растворителей является вода. В состав водорастворимых органических соединений (ВОС) входят высокомолекулярные органические вещества – фульвокислоты, а также различные индивидуальные низкомолекулярные соединения. Сформировавшись в поверхностном органогенном горизонте почвы ВОС, претерпевают многообразные физико-химические и биологические превращения при миграции в пределах профиля почвы, что, в конечном счете, определяет их состав и свойства в поверхностных природных водах. В этой связи содержание водорастворимых органических соединений является важнейшей характеристикой биогеоценозов Европейского Севера.

В настоящее время остается актуальной проблема разработки новых приемов количественной оценки показателей почв, упрощающих реализацию поставленной задачи и обеспечивающих необходимую точность. При характеристике объектов окружающей среды исследователи зачастую ограничиваются интегральными показателями. К таким показателям относится и общее содержание углерода водорастворимых органических соединений, который традиционно находят по методу В. И. Тюрина. Данная характеристика не раскрывает природы органических соединений, а способ ее определения трудоемок, затратен и неэкологичен. Поэтому целью работы было показать возможность использования различных физико-химических методов (дихроматометрический метод с фотометрическим окончанием, метод высокотемпературного каталитического окисления, метод газовой хроматографии и хромато-масс-спектрометрии (ГХ/МС)) для анализа водных вытяжек из почв на содержание углерода органических соединений – как общего, так и углерода индивидуальных органических соединений.

1. *Определение общего содержания углерода водорастворимых органических соединений почв.* Первый способ – бихроматометрический (косвенный)

метод с фотометрическим окончанием с использованием анализатора жидкости «Флюорат-02» (ПНДФ14.1.2:4 190-03). Измерение значений дихроматной окисляемости (химическое потребление кислорода) основано на регистрации фотометрическим методом уменьшения концентрации дихромат-ионов, происшедшего в результате взаимодействия этих ионов с органическими соединениями пробы в кислой среде при нагревании в присутствии серебряного катализатора. В ходе исследований показано, что расхождение значений общего углерода водорастворимых органических соединений почв, полученных методом В. И. Тюрина, и косвенным методом незначимы. Таким образом, использование анализатора жидкости «Флюорат-02» возможно для решения данной задачи.

Второй прием – метод высокотемпературного каталитического окисления (ГОСТ Р 52991-2008). Содержание углерода органических соединений определяется по разности общего содержания углерода и углерода неорганических соединений. Окисление соединений углерода, находящихся в водных вытяжках почв, происходит при температуре от 550 до 1000 °С в присутствии кислорода или кислородсодержащего газа и катализатора до диоксида углерода (IV) и последующем определении общего и неорганического углерода с использованием детектора инфракрасного излучения. Установлено, что общая массовая концентрация углерода органических соединений в вытяжках исследуемых почв, определенных первым способом, составляет  $0,344 \div 0,429$ , вторым –  $0,510 \div 0,620$  г/дм<sup>3</sup>. В ряде объектов исследования оценка расхождений измеренных значений массовой доли органического углерода, полученных двумя методами, оказалась значима, причем содержание органического углерода, найденное методом высокотемпературного каталитического окисления, в таких образцах всегда выше по сравнению с дихроматометрическим. Связано это с тем, что метод высокотемпературного каталитического окисления обеспечивает более жесткие условия окисления углерода, что позволяет оценить содержание атомов углерода как в низко-, так и в высокомолекулярных органических соединениях (Воробьева, 1998).

2. *Определение содержания индивидуальных низкомолекулярных водорастворимых органических соединений почв* выполнено методом ГХ/МС. В качестве основы технологии пробоподготовки применяли схему А. Мюллера (Müller et al, 2002), с небольшими изменениями. Исходная схема предполагала следующие этапы: экстракция кислот, сорбционное концентрирование, высушивание при температуре не более 40 °С, дериватизация, выполнение ГХ/МС-анализов. Отличительной особенностью пробоподготовки было силирование органических соединений (вместо метилирования) с целью получения термостабильных и пригодных для анализа триметилсилированных производных. Данный способ пробоподготовки повышает на порядок чувствительность определения соединений по сравнению с детектированием их в виде эфиров. Идентифицированы соединения трех классов: спирты, углеводы и органические кислоты (ароматические, алифатические, в том числе оксикислоты). Наибольшим разнообразием характеризуются органические кислоты, несколько меньшим – углеводы и спирты. Массовая доля углерода идентифицированных органических соединений от общего содержания углерода водных вытяжек составляет

от 1 до 25%. Выявлено, что при сходстве литологического состава пород основным фактором формирования низкомолекулярных органических кислот почв являются состав биоты и особенности ее функционирования. Взаимные связи между этими свойствами почв выявлены как в широтно-зональном направлении, так и в пределах отдельных зон (подзон) в пространственных рядах, соответствующих различным стадиям деструкции растительных остатков и степени увлажнения почв.

Таким образом, обоснованы новые приемы количественной оценки углерода водорастворимых органических соединений почв. Для определения общего углерода органических соединений могут быть успешно применены дихроматометрический метод с фотометрическим окончанием на анализаторе жидкости «Флюорат-02» и высокотемпературный метод каталитического окисления на анализаторе общего углерода ТОС  $V_{\text{СРН}}$ . В обоих случаях все процедуры подготовки проб к измерению протекают в единственном плотно закрытом сосуде, что значительно сокращает время пробоподготовки и предотвращает внесение дополнительных погрешностей в результат анализа. Экспрессное определение содержания индивидуальных органических соединений возможно методом газовой хроматографии и хромато-масс-спектрологии. Использование ионно-молекулярного уровня является новым этапом, позволяющим диагностировать микропроцессы, ответственные за формирование почв криолитозоны.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы УрО РАН «Биогеохимические основы кислотности почв криолитозоны: анализ научного наследия 1950-2010 гг., применение современных инструментальных методов», № 12-У-4-1013.

#### Литература

- Воробьева Л. А. Химический анализ почв. М.: МГУ, 1998. 272 с.  
ГОСТ Р 52991-2008. Вода. Методы определения содержания общего и растворенного органического углерода. М.: Стандартинформ, 2009. 12 с.  
ПНДФ 14.1:2:4.190-03 Методика определения дихроматной окисляемости (ХПК) в пробах природных, питьевых и сточных вод фотометрическим методом с применением анализатора жидкости «Флюорат-02». М., 2003. 18 с.  
Müller A., Düchting P., Weiler E.W. A multiplex GC-MS/MS technique for the sensitive and quantitative single-run analysis of acidic phytohormones and related compounds, and its application to *Arabidopsis thaliana* // *Planta*, 2002. V. 216. P. 44–56.

### **ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ГУМУСОВЫХ КИСЛОТ ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ**

*Н. Н. Бондаренко, Е. М. Лаптева*  
*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, BondNikropolNik@mail.ru*

Основным антропогенным воздействиям, которые испытывают таежные экосистемы на территории республики Коми, является лесозаготовительная

промышленность. Интенсивные лесозаготовки в начале XX века привели к существенному изменению таежных лесов. На месте вырубленных лесов формируются вторичные лиственный насаждения (1), что влечет за собой смену качественного и количественного состава поступающего органического вещества (2), приводит к временному переувлажнению подзолистых почв (6), а также к смене термического режима (3). Все это оказывает влияние на строение наиболее стабильной части почвенного органического вещества – гумусовых кислот. Основные источники аминокислот в почве – растительные остатки и микроорганизмы. Аминокислоты – важнейшие структурные компоненты почвенного органического вещества – гуминовых и фульвокислот. В составе гумусовых кислот почв присутствуют: нейтральные (глицин, валин, аланин, лейцин, изолейцин), дикарбоновые (аспаргиновая и глутаминовая), оксикислоты (треонин, серин), циклические (пролин, фенилаланин, тирозин), основные (аргенин, лизин, гистидин), серосодержащие (цистин, метионин) аминокислоты. Среди них преобладают нейтральные и дикарбоновые кислоты, в наименьшем количестве присутствуют серосодержащие аминокислоты. Аминокислоты составляют 4,0–11,5% от массы и 20–45% азота гумусовых кислот (4).

Цель данной работы заключалась в выявлении закономерностей изменения аминокислотного состава гумусовых кислот подзолистых текстурно-дифференцированных почв, развитых на крупнопылеватых покровных суглинках, в процессе естественного восстановления растительного покрова после сплошнолесосечных рубок еловых лесов.

Объектами исследования были выбраны три ключевых участка: почвы коренного ельника черничного (участок ПП-1), и разновозрастных производных березняков, сформировавшихся после рубок главного пользования (участок ПП-2 вырубка 2011-2002 годов; участок ПП-3 вырубка 1969–1970 гг.). Подробное описание растительного покрова участков дано в работах (2, 6).

При проведении исследований использовали классические методы почвоведения. Гумусовые кислоты экстрагировали из образцов почв 0.1 М смесью растворов  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  с  $\text{NaOH}$  (рН 13). Разделение и очистку препаратов гуминовых (ГК) и фульвокислот (ФК) проводили в соответствии с (5). Аминокислотный состав их гидролизатов (6 М  $\text{HCl}$ ) – на аминокислотном анализаторе ААА Т339 (Microtechna Praha), зольность – прокаливанием до постоянной массы при 550 °С, влажность – по обратному набору веса предварительно высушенной пробы.

Аминокислотный состав гидролизатов ГК и ФК (6М  $\text{HCl}$ ) представлен 17 аминокислотами. Их состав во всех выделенных препаратах гумусовых веществ однотипен. Гуминовые кислоты характеризуются более высоким содержанием практически всех аминокислот в перефирической части молекулы, их содержание варьирует в пределах от 3,3 до 16,7%, по сравнению с фульвокислотами, содержание аминокислот которых варьирует от 1,7 до 4,5%, что свойственно гумусовым кислотам почв. По суммарному содержанию аминокислот прослеживается разница между гумусовыми веществами целинной почвы и почв вырубков. В препаратах ГК, выделенных из почв вырубков подзолистого горизонта, содержание аминокислот в 4,5–4,8 раза выше по сравнению с анало-

гичным горизонтом целинного леса. Для фульвокислот такая картина отмечена только для почвы молодой вырубki, где наблюдается возрастание содержания аминокислот в гидролизатах фульвокислот, выделенных из подстилки, и уменьшение – в гидролизатах фульвокислот из подзолистого горизонта, по сравнению с почвой контрольного участка и более старовозрастной вырубki.

В исследуемых препаратах преобладают нейтральные и кислые аминокислоты, причем содержание кислых аминокислот в фульвокислотах в 1,1–1,7 раз выше, чем в гуминовых. В гуминовых кислотах, по мере увеличения возраста вырубki, возрастает доля кислых аминокислот, в фульвокислотах – противоположная картина. В структуре ГК и ФК уменьшается доля циклических (сумма ароматических и гетероциклических) аминокислот, доля алифатических аминокислот увеличивается, что косвенно свидетельствует об упрощении строения макромолекул ГК за счет более развитой периферической структуры.

Таким образом, в результате антропогенного воздействия и последующей смены растительности изменяются условия гумусообразования и гумификации, что влечет за собой изменение аминокислотного состава гумусовых веществ и упрощение строения макромолекул. Большая степень участия аминокислот в построении гидролизуемой части присуща гуминовым кислотам, нежели фульвокислотам, они различны и по относительному содержанию отдельных аминокислот и их групп. Наиболее чувствительным компонентом в структуре гумусовых веществ подзолистых текстурно-дифференцированных почв к изменению экологических условий на вырубках еловых лесов в подзоне средней тайги являются гумусовые кислоты подзолистого горизонта.

#### Литература

1. Атлас почв Республики Коми / Под ред. Г. В. Добровольского, А. И. Таскаева, И. В. Забоевой. Сыктывкар, 2010. 356 с.
2. Дымов А. А., Бобкова К. С., Тужилкина В. В., Ракина Д. А. Растительный опад в коренном ельнике и лиственнично-хвойных насаждениях // Лесной журнал, 2012. № 3. С. 7–18.
3. Путеводитель научной почвенной экскурсии. Подзолистые суглинистые почвы разновозрастных вырубок (подзона средней тайги). Сыктывкар, 2007. 84 с.
4. Дымов А. А., Лаптева Е. М. Влияние рубок главного пользования на изменение температурного режима среднетаежных подзолистых почв республики Коми // Экологические функции лесных почв в естественных и нарушенных ландшафтах: Матер. IV Всерос. науч. конф. с междунар. участием по лесному почвоведению. Ч. 1. Апатиты, 2011. С. 77–81.
5. Зырин Н. Г., Овчинников М. Ф., Орлов Д. С. Аминокислотный состав гуминовых и фульвокислот некоторых типов почв // Агрохимия 1964. № 4. С. 108–120.
6. Орлов Д. С., Гришина Л. А. Практикум по химии гумуса. М.: Изд-во МГУ, 1981. 272 с.

## МОНИТОРИНГ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ г. САРАТОВА

*Н. А. Соломина, Л. Ф. Щербакова*

*Саратовский государственный технический университет им. Ю. А. Гагарина,  
shchlf@yandex.ru*

Саратов – крупный научный и производственный центр России с многочисленными промышленными, культурными и образовательными учреждениями.

В Саратове сосредоточено большое количество транспорта, разнопрофильных предприятий, оказывающих огромное влияние на состояние окружающей среды.

Наиболее опасными загрязняющими веществами считаются тяжелые металлы (ТМ). Индустриально развитые города являются активными источниками поступления ТМ. Большой процент ТМ, поступивший естественным или техногенным путем, концентрируется в почве. В почве миграция химических соединений происходит медленнее, чем в воздухе, в воде, поэтому загрязнение этой среды носит необратимый характер.

К специфике городского ландшафта Саратова следует отнести плохую проветриваемость воздушного бассейна, наличие многочисленных оползневых участков и зон близкого залегания грунтовых вод.

Саратов представляет собой черезполосицу промышленных площадок, ветхой жилой застройки, городских пустырей, транспортных коридоров. Большинство промпредприятий находятся в Заводском районе, расположенном на юге города. Преобладающие ветра – южные, поэтому шлейф загрязняющих веществ из атмосферы накрывает весь центр города, включая Набережную и Городской парк, которые считаются экологически благоприятными районами Саратова. Оседанию вредных веществ в центре города способствует и расположение Саратова в котловине, окруженной Лысогорским плато и Соколовгорским поднятием.

Основные загрязнители (типичные для городской среды) Pb, Zn, Cu, Cd, Hg и Ni. Ведущими компонентами для Саратова являются свинец и кадмий, в меньшей степени цинк, медь и никель.

Отбор почвенных образцов для последующего лабораторного анализа проведен в селитебной зоне (фоновое содержание тяжелых металлов). Согласно стандартным методикам и методическим рекомендациям (ГОСТ 17.4.4.02-84, Методические указания, 1999) , отбор индивидуальных образцов сделан в количестве не менее 5–10 проб с каждой пробной площадки и массой 0,6–0,8 кг. Индивидуальный образец отбирался с площади размером 10×10 см<sup>2</sup> и глубины 0–15 см. Лабораторный анализ почвенных образцов осуществлен в химической лаборатории СГТУ им. Ю. А. Гагарина.

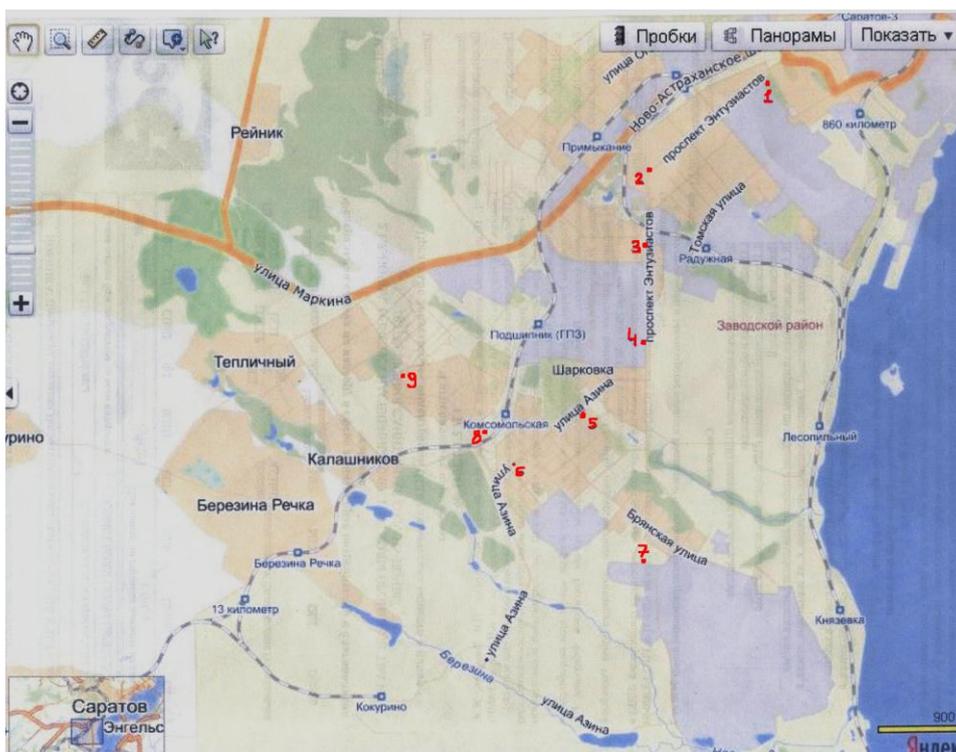


Рис. Карта отбора почвенных образцов.

Места отбора проб: 1 – проспект Энтузиастов / проезд Пожарный, остановка авиастроителей; 2 – проспект Энтузиастов / Барнаульская улица; 3 – проспект Энтузиастов / Крымская улица; 4 – проспект Энтузиастов, Европейская Подшипниковая Корпорация; 5 – ул. Азина, 29; 6 – ул. Азина, 20 квартал; 7 – ул. Брянская, 1, Саратовский Нефтеперерабатывающий завод; 8 – ул. Тульская, 8; 9 – ул. Парковая, парк им. Ю. А. Гагарина

Отобранные почвенные образцы высушивались в лаборатории до воздушно-сухого состояния и анализировались на рентгенофлуоресцентном спектрометре «Spectroskan». В почвах определялась валовая форма соединений тяжелых металлов. В приборе используется источник первичного рентгеновского излучения (рентгеновская трубка) для облучения анализируемого объекта, в результате чего сам объект начинает излучать (флуоресцировать) в рентгеновском диапазоне. Спектральный состав этого вторичного излучения адекватно отражает элементный состав анализируемого образца. Для базовой модели «Спектроскан» – это диапазон от (20)Са до (92)U.

Измерения выполнялись в соответствии с «Программным комплексом» в режиме «Качественный анализ». Каждый образец помещался в специальный контейнер в приборе, в результате чего Spectroskan анализировал каждый образец в течение 40 минут (Инструкция пользователю ...).

Результаты эксперимента показаны в таблице.

Место отбора \ Me, [мг/кг]	Pb	As	Zn	Cu	Ni
1	83,57	16,27	165,84	91,71	107,51
2	16,44	9,87	108,34	27,71	26,52
3	47,64	12,48	165,62	24,70	23,63

Me, [мг/кг]	Pb	As	Zn	Cu	Ni
Место отбора					
4	17,22	6,72	79,84	28,84	28,36
5	<НПКО	5,57	48,28	23,19	23,26
6	23,12	6,87	77,07	21,29	17,95
7	3,47	7,67	51,83	20,43	16,62
8	32,41	10,54	135,84	18,37	17,50
9	33,90	8,85	57,76	17,83	18,05
ПДК, [мг/кг]	20	2	100	55	85

Наибольшее превышение ПДК наблюдалось в 1 точке отбора проб (проект Энтузиастов/проезд Пожарный, остановка авиастроителей). Отмечено наиболее существенное превышение допустимых концентраций мышьяка и свинца.

#### Литература

ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почва. Методы отбора и подготовки почв для химического, бактериологического и гельминтологического анализа. М.: Минздрав России, 1999. 58 с.

Инструкция пользователю рентгенофлуоресцентным спектрометром «Спектроскан». НПО «Спектрон». СПб.

Методические указания МУ 2.1.7.730–99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. М.: Санэпидиздат, 1999. 26 с.

### ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ООО «ПЕТРОВСКОЕ» УРЖУМСКОГО РАЙОНА КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Н. Н. Кочкина, Е. А. Полуэктова*

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
andrei.funt@yandex.ru*

За последние двадцать лет в условиях региона резко сократилось внесение органических и минеральных удобрений, известкование и фосфоритование кислых почв (Молодкин, Охотникова, 2003).

Состояние почвенного плодородия – важнейшее условие получения высоких, стабильных урожаев. Увеличение антропогенной нагрузки на сельскохозяйственные земли привело к снижению почвенного плодородия и продуктивности земель во всём мире. Так за последние 20 лет запасы гумуса сократились более чем на 25% (Бурков, 2008). Достижение экологического равновесия, организация рационального землепользования и природопользования невозможны без организации систематических комплексных наблюдений за состоянием окружающей среды (Минеев, 2004).

Из всего комплекса агрохимических свойств почв, с которыми коррелирует урожайность сельскохозяйственных культур и которые наиболее чётко отражают состояние плодородия почв, наибольшее значение имеют следующие

показатели: содержание органического вещества (гумуса), реакция почвенной среды, содержание подвижных форм фосфора, обменного калия.

Цель исследований – проследить изменение агрохимических показателей (гумуса, реакции почвенной среды, содержания подвижного фосфора, содержания калия) сельскохозяйственных земель между двумя турами обследования (2003 и 2010 гг.) в ООО «Петровское» Уржумского района (табл.).

Таблица

**Динамика плодородия земель сельскохозяйственного назначения  
ООО «Петровское» Уржумского района**

Группировка почв	Площадь, га							
	Пашня, 2003 г.		Средне- взве- шенный	Пашня, 2010 г.		Средне- взве- шенный	Плюс (+) Минус (-)	
	га	%		га	%		га	%
<b>Степень кислотности</b>								
Очень сильнокислые				15	0		+15	0
Сильнокислые	181	3		156	2		-25	-1
Среднекислые	1570	22		1685	24		+115	+2
Слабокислые	2753	38		3076	43		+363	+5
Близкие к нейтраль- ным	2164	30		1801	25		-363	-5
Нейтральные	503	7		445	6		-58	-1
Итого	7171	100	5,4	7178	100	5,4	+7	±0
В т.ч. кислых почв	4504	63		4932	69		+428	+6
<b>Содержание подвижного фосфора</b>								
Очень низкое	164	2		282	4		+118	+2
Низкое	1501	21		1434	20		-67	-1
Среднее	2881	40		3017	42		+136	+2
Повышенное	1629	23		1261	18		-368	-5
Высокое	863	12		1145	16		+282	+4
Очень высокое	133	2		39	0		-94	-2
Итого	7171	100	95	7178	100	92	+7	±0
В т.ч с низким со- держанием	1665	23		1716	24		+51	+1
<b>Содержание обменного калия</b>								
Очень низкое	31	0					-31	0
Низкое	1737	24		818	11		-919	-13
Среднее	3472	49		3041	42		-431	-7
Повышенное	1443	20		1974	28		+531	+8
Высокое	470	7		1272	18		+802	+11
Очень высокое	18	0		73	1		+55	+1
Итого	7171	100	105	7178	100	127	+7	±0
В т.ч с низким со- держанием	1768	24		818	11		-950	-13
<b>Содержание гумуса</b>								
Меньше минималь- ного содержания	402	6		469	7		+67	+1
Слабогумусирован- ные	1664	23		2320	32		+656	+9
Среднегумусирован- ные	4284	60		4337	60		+53	0

Группировка почв	Площадь, га							
	Пашня, 2003 г.		Средне- взве- шенный	Пашня, 2010 г.		Средне- взве- шенный	Плюс (+) Минус (-)	
	га	%		га	%		га	%
Сильногумусиро- ванные	821	11		52	1		-769	-10
Итого	7171	100	2,71	7178	100	2,50	+7	±0
В т. ч. меньше ми- нимального содер- жания и слабогуму- сированные	2066	29		2789	39		+723	+10

В 2010 г. в ООО «Петровское» было проведено плановое агрохимическое обследование сельскохозяйственных угодий на площади 7647 га, в т.ч. пашни – 7178 га, сенокосов – 96 га, пастбищ – 373 га. Со всей площади обследованных сельскохозяйственных угодий было отобрано 543 объединённых почвенных образцов. Площадь элементарного участка, с которого отбирался почвенный образец, в среднем составила 15 га. Каждый почвенный образец составлялся из 30–40 проб, отобранных равномерно по диагонали элементарного участка на глубину пахотного горизонта почвы. На кормовых угодьях – на глубину гумусового горизонта, но не глубже 10 см.

Почвенный покров представлен светло-серыми лесными почвами – 51%, дерново-подзолистыми почвами – 32%, серыми лесными почвами – 13%, дерново-карбонатными почвами – 4%. Пахотные угодья по гранулометрическому составу распределились следующим образом (% к общей площади пашни): среднесуглинистые – 89%, тяжелосуглинистые – 11%.

В формировании почвенного плодородия важная роль принадлежит органическому веществу (гумусу). Содержание органического вещества – важнейший показатель экологической сбалансированности почв. Чем больше органического вещества в почве, тем богаче она азотом, серой, фосфором и другими питательными веществами. По данным агрохимического обследования (2010 г.) в хозяйстве основные площади занимают среднегумусированные почвы – 4337 га (60%), слабогумусированные – 2320 га (32%). Сильногумусированные почвы составляют 1% от площади пашни или 52 га. Динамика плодородия земель сельскохозяйственного назначения VII (2003 г.) и VIII (2010 г.) циклов обследования показывает, что в хозяйстве за этот период произошло увеличение площадей слабогумусированных почв на 656 га (9%) и почв с содержанием гумуса меньше минимального на 67 га (1%), а также снижение площадей сильногумусированных почв на 769 га (10%). Средневзвешенный показатель по содержанию гумуса в почвах хозяйства за этот период уменьшился на 0,21% и составляет 2,50% (Агрохимическая характеристика ..., 2010).

Реакция почвенной среды оказывает большое влияние на развитие растений и почвенных микроорганизмов, на скорость и направленность происходящих в ней химических и биологических процессов. В настоящее время в хозяйстве кислые почвы занимают 4932 га (69%), из них сильнокислые – 171 га (2%). Динамика плодородия земель сельскохозяйственного назначения VII (2003 г.) и

VIII (2010 г.) циклов обследования показывает, что в хозяйстве количество кислых почв за данный период увеличилось на 428 га (6%) от площади пашни, соответственно уменьшились на 6% площади почв с нейтральной и близко к нейтральной степенью кислотности на 58 га (1%) и 363 га (5%). Они перешли в группы среднекислых и слабокислых почв. Средневзвешенный показатель по степени кислотности почв за этот период составляет рН 5,4 ед. Сенокосы и пастбища характеризуются сильнокислой и близко к нейтральной реакцией почвенной среды (рН 4,4 и 5,9) (Агрохимическая характеристика..., 2010).

Для более точного представления о величине всей почвенной кислотности и для достаточно правильного установления нормы известкования в почвенных образцах была определена гидролитическая кислотность (Нг). В хозяйстве средневзвешенное содержание по гидролитической кислотности составляет 2,6 мг/экв. на 100 г почвы (Агрохимическая характеристика..., 2010).

Содержание подвижного фосфора в почвах даёт представление о степени плодородия почв, способствует повышению урожайности и устойчивости сельскохозяйственных культур, улучшает качество продукции. В хозяйстве преобладают почвы со средним, низким и повышенным содержанием подвижного фосфора соответственно (3017 га – 42%, 1434 га – 20% и 1261 га – 18%). Почвы с низким содержанием подвижного фосфора занимают площадь 1716 га (24%). Динамика плодородия земель сельскохозяйственного назначения VII (2003 г.) и VIII (2010 г.) циклов обследования показывает, что в хозяйстве количество почв с низким содержанием подвижного фосфора выросло на 51 га (1%). За данный период наметилась тенденция уменьшения площадей почв с очень высоким и повышенным содержанием подвижного фосфора на 94 га (2%) и 368 га (5%), соответственно. Увеличилось количество почв с очень низким содержанием данного элемента на 118 га (2%). Средневзвешенный показатель по содержанию подвижного фосфора в почвах составляет 92 мг/кг почвы. Сенокосы и пастбища характеризуются низким и средним содержанием подвижного фосфора (45 и 86 мг/кг) (Агрохимическая характеристика..., 2010).

В агрономических целях и при характеристике плодородия почв обычно принимают во внимание содержание в ней водорастворимого, обменного и не-обменного калия, т.к. между этими формами существует динамическое равновесие. В настоящее время в хозяйстве преобладают почвы со средним, повышенным и высоким содержанием обменного калия – 3041 га (42%), 1974 (28%), и 1272 га (18%), соответственно. Почвы с низким содержанием данного элемента занимают площадь 818 га (11%). Количество почв с очень высоким содержанием калия 73 га (1%). Средневзвешенный показатель по содержанию обменного калия составляет 127 мг/кг почвы. Сенокосы и пастбища характеризуются высоким и повышенным содержанием обменного калия (175 и 121 мг/кг), соответственно. Динамика плодородия земель сельскохозяйственного назначения VII (2003 г.) и VIII (2010 г.) циклов обследования показывает, что в хозяйстве количество почв с повышенным, высоким и очень высоким содержанием обменного калия выросло соответственно на 531 га (8%), 802 га (11%) и 55 га (1%). Количество почв с низким, средним содержанием обменного калия

снизилось соответственно на 919 га (13%) и 431 га (7%) (Агрохимическая характеристика..., 2010).

Из проведённого анализа результатов двух туров агрохимического обследования следует, что почвенное плодородие сельскохозяйственных земель в ООО «Петровское» характеризуется следующими средневзвешенными показателями: содержание гумуса 2,50%; рН 5,4; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 92 мг/кг; K<sub>2</sub>O 127 мг/кг. На основании этих данных можно сделать вывод о том, что естественное плодородие почв хозяйства – среднее. За семь лет, прошедших между двумя циклами агрохимических обследований, снизились средневзвешенные показатели содержания гумуса и подвижного фосфора, показатель степени кислотности остался неизменным, а средневзвешенный показатель содержания обменного калия вырос и стал соответствовать почвам с повышенным содержанием.

#### Литература

Агрохимическая характеристика плодородия земель сельскохозяйственного назначения ООО «Петровское» Уржумского района Кировской области, 2010 г.

Бурков Н. А. Прикладная экология с практикумом: учебное пособие. Киров: Вятка, 2008. 448 с.

Минеев В. Г. Агрохимия: Учебник. М.: МГУ, «КолосС», 2004. 720 с.

Молодкин В. Н., Охотникова Т. А. Состояние почвенного плодородия Кировской области // Аграрная наука северо-востока, 2003. № 4. С. 42–46.

### ВЛИЯНИЕ ЦИАНОБАКТЕРИЙ *FISCHERELLA MUSCICOLA* НА УРОВЕНЬ ПОСТУПЛЕНИЯ ИОНОВ МЕДИ (II) В ВЕГЕТАТИВНУЮ МАССУ И СЕМЕНА *SINAPIS ALBA*

*Е. А. Горностаева, А. А. Калинин, Н. А. Кудряшов*  
Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
*g\_lentochka@mail.ru*

В наше время наблюдается постоянное загрязнение городских и сельскохозяйственных почв тяжелыми металлами (ТМ). Из почвы они усваиваются растениями, которые в дальнейшем являются основными источниками поступления ТМ в организм человека и животных. Поэтому от уровня накопления металлов в растениях, используемых в пищу, в значительной степени зависит здоровье населения (Алексеев, 1987; Ильин, Сысо, 2001).

Цель работы – изучить фиторемедиационные способности горчицы белой, инокулированной цианобактериями (ЦБ) *Fischerella muscicola*, при выращивании в почве искусственно загрязненной медью.

Объекты и методы исследования. Полевой опыт был заложен на опытном поле ВГСХА в 2012 г. Почва на данной территории дерново-подзолистая, среднесуглинистая: рН – 5,3, гумус – 1,74%. Площадь учетной делянки – 0,24 м<sup>2</sup>. Повторность опыта 3-х кратная. В качестве объекта исследования была использована горчица белая (*Sinapis alba* L.), лабораторная всхожесть которой составила 95%.

Для обработки семян использовали штамм ЦБ *Fischerella muscicola* из коллекции фототрофных микроорганизмов кафедры биологии растений, селекции и семеноводства, микробиологии ВГСХА, впервые встреченный в Кировской области. Штамм был выделен из дерново-подзолистой луговой почвы (Оричевский район Кировской области) к.б.н., доцентом А. Л. Ковиной. Данный вид ЦБ показал себя перспективным агентом для подавления развития фитопатогенного действия *Fusarium solani* (Гайфутдинова и др., 2013).

Культуру ЦБ выращивали на среде Громова № 6 без азота в течение 3-х недель в люминостате при постоянной температуре (+25 °) и освещении (3000 лк). Подсчёт численности клеток проводили в камере Горяева. Инокулят доводили до титра  $8,3 \cdot 10^8$  клеток/мл путем разбавления дистиллированной водой. Перед посевом семена предварительно замачивали в инокуляте в течение 12 ч. Уборку урожая проводили через 11 недель после посева.

В качестве поллютанта использована медь в виде соли ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) в различных концентрациях – 3; 150; 300 мг/кг, что соответствует 1; 50; 100 ПДК для почвы. Водные растворы токсикантов вносили в почву после посадки семян, проливая 10–15 см верхнего горизонта. Были выделены контрольные варианты для каждой серии опытов. Это варианты, в которых обработка семян ЦБ не проводилась или, в соответствующих вариантах, проводилась – ЦБ *Fisch. muscicola*. Во всех случаях воздействия ТМ на данные участки не было.

Содержание ТМ в почве, семенах и вегетативной массе определяли методом ААС (Методика ..., 2007) на базе экоаналитической лаборатории ВятГГУ.

Результаты и обсуждения. Фоновое содержание ТМ в почве в контрольных вариантах (без добавления меди) составило  $0,22 \pm 0,02$  мг/кг.

Химический анализ горчицы (рис.) показал, что содержание подвижных форм Си в вегетативной массе в большинстве проб не превышает ПДК. В семенах содержание меди превышает значение ПДК более чем в половине вариантов. Это говорит о том, что медь перераспределяется по органам растения неравномерно, и наибольшее количество ТМ наблюдается в семенах.

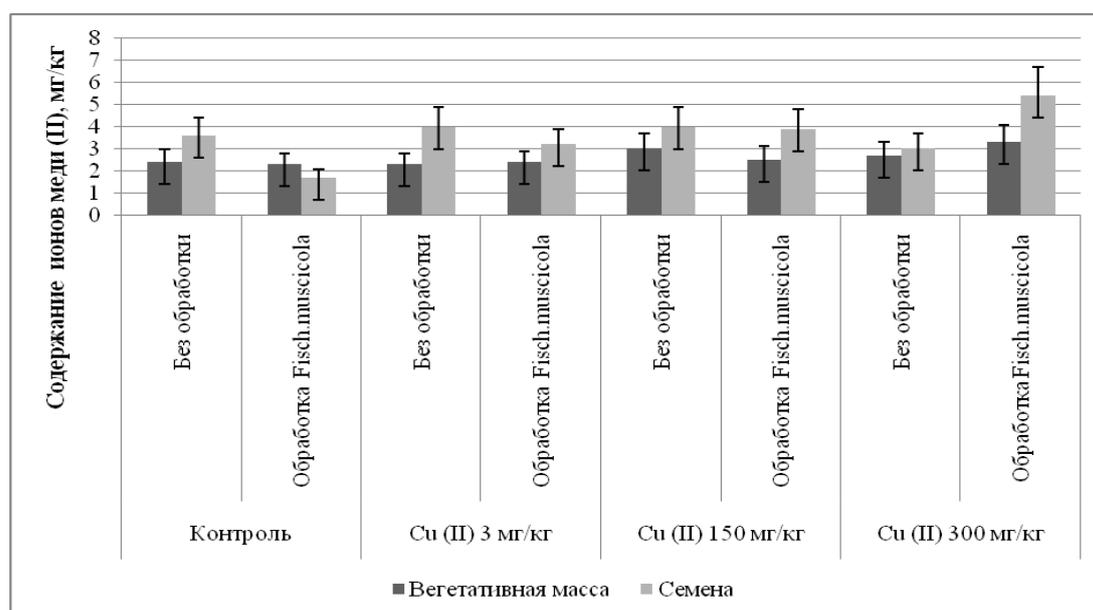


Рис. 1. Содержание меди в семенах и вегетативной массе горчицы, мг/кг

Если проанализировать значения в контрольных вариантах, то можно говорить о протекторном действии ЦБ *Fisch. muscicola*. Наиболее наглядно это выражается в семенах ( $1,7 \pm 0,39$  мг/кг при обработке *Fisch. muscicola*), нежели в вегетативной массе. Без обработки ЦБ данный показатель равен  $3,6 \pm 0,8$  мг/кг. В целом, в контрольных вариантах наблюдается пониженное содержание меди и в вегетативной массе и семенах, что говорит о защитном действии со стороны фотосинтетиков.

При концентрации меди в верхних слоях почвы, 3 мг/кг (1 ПДК), как и в предыдущем варианте, замечен защитный эффект *Fisch. muscicola* при исследовании семян –  $3,2 \pm 0,7$  мг/кг на фоне пробы без обработки ЦБ ( $4,0 \pm 0,9$  мг/кг). Таким образом, выявлен протекторный эффект ЦБ *Fisch. muscicola* на уровне не превышающем 3 мг/кг. Такая реакция на уровне до 1 ПДК возможно обусловлена тем, что при небольших концентрациях ТМ происходит стимуляция ферментных систем, активно участвующих в процессах фотосинтеза, дыхания, восстановления и фиксации азота.

При концентрации ТМ в почве 150 мг/кг (50 ПДК) содержание меди в пробах как с обработкой горчицы *Fisch. muscicola*, так и без обработки ЦБ, практически одинаковое и в семенах, и в вегетативной массе. Так, в пробах стеблей и листьев растений без обработки ЦБ концентрация ТМ составила  $3,0 \pm 0,7$  мг/кг, а при обработке ЦБ –  $2,5 \pm 0,6$  мг/кг. В семенах контрольного варианта –  $4,0 \pm 0,9$  мг/кг, при обработке *Fisch. muscicola* –  $3,9 \pm 0,9$  мг/кг. Снижение токсического действия меди не наблюдается.

Согласно полученным данным, защитный барьер горчицы, обработанной ЦБ, разрушается при концентрации меди 300 мг/кг (100 ПДК). В варианте без обработки ЦБ содержание меди в семенах составило  $3,0 \pm 0,7$  мг/кг, при обработке ЦБ *Fisch. muscicola* –  $5,4 \pm 1,3$  мг/кг. Вероятно, при такой высокой концентрации меди наблюдается увеличение всасывания ТМ в растение. Возможно, ЦБ служат каналом для проведения меди в растение за счет возрастания проницаемости корней для ТМ.

Коэффициент корреляции Пирсона между концентрацией меди в почве и в семенах, а также между концентрацией меди в почве и вегетативной массе растений абсолютно идентичный и наиболее показателен в случае обработки горчицы ЦБ *Fisch. muscicola* – 0,9. В пробах без обработки высшей культуры ЦБ – 0,7.

Таким образом, содержание меди в семенах горчицы белой во всех случаях больше, чем в вегетативной массе; при загрязнении почвы сульфатом меди на уровне до 3 мг/кг наблюдается протекторное действие со стороны *Fisch. muscicola*; при высоких концентрациях меди (от 150 мг/кг) обработка горчицы ЦБ *Fisch. muscicola* привела к увеличению извлечения растением в комплексе с микроорганизмами ионов меди (II). Данный факт свидетельствует об усилении фиторемедиационных способностей *Sinapis alba*.

#### Литература

Алексеев Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л., 1987. 365 с.

Гайфутдинова А. Р., Домрачева Л. И., Трефилова Л. В. Перспективы использования *Fischerella muscicola* и азиды натрия для подавления развития *Fusarium solani* // Теоретическая и прикладная экология, 2013. № 2. С. 124–128.

Ильин В. Б., Сысо А. И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001.

Методика выполнения измерений массовых долей токсичных металлов в пробах почв атомно-абсорбционным методом. ФР.1.31.2007.04106. М. 13 с.

## **ВЛИЯНИЕ ГИДРОМОРФИЗМА НА ПАРАМЕТРЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КРАЙНЕСЕВЕРОТАЕЖНЫХ ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

*Е. М. Лаптева, Ю. А. Виноградова, Н. Н. Шергина, Ю. В. Холопов*  
*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, lapteva@ib.komisc.ru*

Протекание в почвах процессов минерализации и гумификации, а также формирование органофилия почв определяются спецификой функционирования почвенной микробиоты. Живые организмы (особенно, микроорганизмы) чутко реагируют на различные изменения в окружающей среде, что позволяет использовать их в качестве индикаторов природного состояния и техногенного нарушения почв. На северном пределе таежной зоны микробный комплекс почв функционирует в достаточно жестких биоклиматических условиях, которые на слабодренированных равнинных увалах и пологих склонах междуречий, где формируются различные подтипы болотно-подзолистых почв, усложняются влиянием временного или застойного атмосферного переувлажнения (Атлас почв Республики Коми, 2010).

Цель данной работы заключалась в изучении микробиологических и биохимических свойств глееподзолистых и болотно-подзолистых почв крайнесеверной тайги и оценке влияния степени гидроморфизма на функциональную активность почвенной микробиоты.

Исследования проводили в 2013 г. в окрестностях г. Усинск (Усинский р-н, Республика Коми, подзона крайнесеверной тайги). Объектом исследования послужили почвы, образующие естественный ряд по мере нарастания степени гидроморфизма: глееподзолистая (П<sup>Г</sup>) → торфянисто-подзолисто-глееватая (Пб1) → торфяно-подзолисто-глеевая (Пб2). Для изучения микробного комплекса использовали наиболее заселенные микроорганизмами верхние генетические горизонты почв – горизонт лесной подстилки (с разбивкой на подгоризонты О1 и О2) и минеральный подподстилочный оглееный подзолистый горизонт А2hg. Почвенное микробное сообщество характеризовали на основе оценки: численности и соотношения эколого-трофических групп (ЭКТГ) микроорганизмов с использованием классических методов почвенной микробиологии – метода посева почвенных вытяжек на специализированные среды (Звягинцев, 1991); функциональной активности микробиоты – методом мультисубстратного тестирования (Горленко, Кожевин, 2005); активности фермента каталазы (Хазиев, 2005).

Как видно из полученных нами данных (табл.), верхние горизонты исследованных почв существенно различаются по численности микроорганизмов. Максимальной численностью отличаются верхние подгоризонты лесных подстилок (О1). Вниз по профилю численность микроорганизмов снижается на 2–4 порядка. В верхних органогенных горизонтах, в зависимости от типа почвы, содержание микроорганизмов варьирует от  $6,3 \cdot 10^9$  до  $50,4 \cdot 10^9$  КОЕ<sup>2</sup> на 1 грамм а.с.п., в нижних минеральных составляет  $3,4 \cdot 10^6$  –  $41,6 \cdot 10^6$  КОЕ/г а.с.п.

Таблица

**Численность эколого-трофических групп микроорганизмов в почвах крайнесеверной тайги Республики Коми, млн КОЕ/г а.с.п.**

Горизонт	Глубина, см	Микроорганизмы				
		аммонифицирующие	амилолитические	олиготрофные	педотрофные	сумма
Глееподзолистая						
О1	0-5	50388±7558	33±5	23±3	38±6	50481,7
О2	5-10	26±4	21±3	58±9	6,3±0,9	110,3
A2hg	10-14(16)	0,022±0,003	0,53±0,01	13,7±2,1	0,04±0,01	14,3
Торфянисто-подзолисто-глееватая						
О1	0-10	16200±2430	972±146	18,7±2,8	10,8±1,6	17201,5
О2	10-18	314±47	222±33	4,5±0,7	0,55±0,08	540,9
A2hg	18-23	0,48±0,07	0,25±0,04	1,21±0,18	1,50±0,23	3,4
Торфяно-подзолисто-глеевая						
О1	0-12	654±98	5577±837	19,2±2,9	8,0±1,2	6257,8
О2	12-20	330±50	345±52	11,3±1,7	4,5±0,7	691,2
A2hg	20-30	0	3,0±0,5	38±6	0,51±0,08	41,6

Примечание. Аммонифицирующие микроорганизмы учитывали на мясопептонном; амилолитические – крахмало-аммиачном; олиготрофные – голодном; педотрофные (использующие гумусовые вещества) – почвенном агаре.

В рассмотренном ряду почв в направлении от автоморфных (глееподзолистые) к наиболее переувлажненным (торфяно-подзолисто-глеевые) почвам прослеживается четко выраженное снижение в верхнем слое лесной подстилки суммарной численности микроорганизмов, а также численности аммонификаторов – микроорганизмов, использующих органический азот. Нижняя часть подстилок и подзолистый горизонт болотно-подзолистых почв близки по этим показателям и на порядок (гор.О2) или несколько порядков (гор.А2hg) превышают аналогичные показатели глееподзолистой почвы. Резкое снижение численности аммонификаторов в горизонтах О2 и А2hg глееподзолистой почвы обусловило возрастание в них роли олиготрофов и педотрофов, аналогичное соответствующим горизонтам болотно-подзолистых почв, несмотря на снижение в них абсолютных показателей численности данных групп микроорганизмов по мере нарастания степени гидроморфизма.

В направлении от глееподзолистой к торфяно-подзолистой-глеевой почве отмечается существенное возрастание численности микроорганизмов, исполь-

<sup>2</sup> КОЕ – колониобразующие единицы; а.с.п. – абсолютно сухая почва.

зующих минеральные формы азота, в органогенном горизонте, что свидетельствует о более активном протекании в полугидроморфных почвах минерализационных процессов. Данное явление несколько нетипично для рассматриваемого ряда почв и противоречит данным литературы, свидетельствующим о снижении биологической активности по мере нарастания степени гидроморфизма в таежных почвах (Хабибуллина, 2009). По всей видимости, активизация микробиологических процессов в болотно-подзолистых почвах, выявленных в летний период 2013 г., обусловлена особенностями вегетационного периода, а именно: аномально жарким летом с резким недобором осадков, что способствовало созданию более благоприятных условий для функционирования микробиоты в почвах полугидроморфного ряда, характеризующихся более значительным запасом влаги, нежели автоморфные глееподзолистые почвы.

Оценка в почвах активности ферментов, участвующих в процессах дыхания почвенных микроорганизмов (активность фермента каталазы), выявила тренд снижения биологической активности в направлении: глееподзолистая → торфянисто-подзолисто-глееватая → торфяно-подзолисто-глеевая почва (рис.).

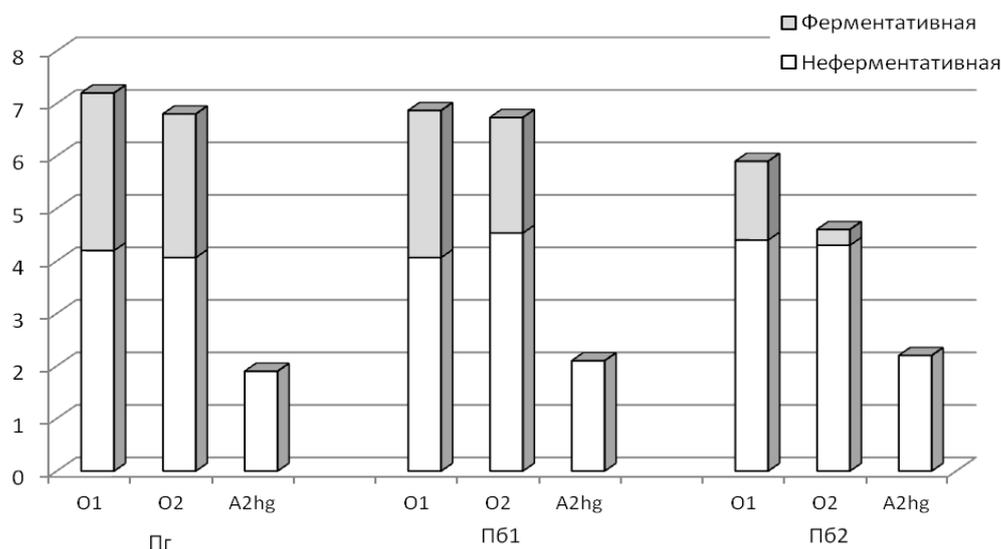


Рис. Каталитическая активность глееподзолистой (Пг), торфянисто-подзолисто-глееватой (Пб1) и торфяно-подзолисто-глеевой (Пб2) почв крайнесеверной тайги. По оси ординат – количество выделившегося кислорода, см<sup>3</sup> O<sub>2</sub>/г за 1 мин

Общая каталитическая активность (КА) обусловлена присутствием как фермента каталазы (ферментативная активность), так и наличием в почве способных к окислительно-восстановительным реакциям минералов на основе соединений железа и марганца. КА органогенного горизонта (O1, O2) почвы Пг и Пб1 находится на уровне 6,7–7,2 см<sup>3</sup> O<sub>2</sub> за 1 мин на 1 г почвы, почвы Пб2 – 4,6–5,9 м<sup>3</sup> O<sub>2</sub> за 1 мин на 1 г почвы. КА минеральных горизонтов (A2hg) характеризуется величиной 1,2–1,83 м<sup>3</sup> O<sub>2</sub> за 1 мин на 1 г почвы. При этом только в органогенном горизонте происходят окислительно-восстановительные процессы за счет ферментов биотического комплекса (ферментативная каталитическая активность). Она составляет в почвах Пг и Пб1 32–42% от общей каталитической

активности, в то время как в почве Пб2 – только 6–25%. Отсутствие ферментативной каталитической активности в минеральном горизонте обусловлено биологической инертностью подзолистого горизонта таежных почв.

Для диагностики и мониторинга состояния почв в последние годы рекомендуется метод мультисубстратного тестирования, с помощью которого можно оценить функциональную активность и функциональное разнообразие микробного сообщества почв (Добровольская и др., 2012). Оценку состояния микробных сообществ в исследуемых образцах почвы проводили на основе анализа спектров потребления органических субстратов по стандартной методике (Горленко, Кожевин, 2005). По полученным данным рассчитывали коэффициенты биоразнообразия (индекс Шеннона, индекс выровненности), удельную метаболическую работу, коэффициент рангового распределения потребления субстратов, а также коэффициенты стабильности сообщества ( $d$ ) и интегральный параметр общего благополучия системы ( $G$ ). Анализ функционального разнообразия бактериальных сообществ органогенных горизонтов исследованных почв позволил выявить четкие различия между различными типами почв, изменение уровня и характера потребления субстратов микробными сообществами при нарастании степени гидроморфизма. Показано, что наиболее стабильное микробное сообщество с максимальным запасом прочности складывается в глееподзолистой (коэффициент  $d = 0,05–0,2$ , коэффициент  $G = 22,7–102,8$ ) и торфянисто-подзолисто-глееватой ( $d = 0,2–0,3$ , коэффициент  $G = 16,7–27,7$ ) почвах. Наиболее гидроморфная почва в рассматриваемом ряду – торфяно-подзолисто-глеевая – характеризуется снижением функциональной активности микробного сообщества, что проявляется в снижении количества потребляемых субстратов (в 1,1–1,3 раза), уменьшении величины такого параметра, как удельная метаболическая работа (в 1,5–1,6 раза). Полученные для почвы Пб2 высокие величины коэффициента  $d$  (0,5–0,8) и низкие величины интегрального параметра  $G$  (6,0–9,4) свидетельствуют о неблагоприятном состоянии микробного сообщества торфяно-подзолисто-глеевой почвы.

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект № 12-Т-4-1006 «Экологические качества эталонных почв Европейского Северо-Востока России, их биоорганический потенциал как критерий продуктивности и охраны в свете подготовки Красной книги почв Республики Коми».

#### Литература

Атлас почв Республики Коми / Под ред. Г. В. Добровольского, И. В. Забоевой, А. И. Таскаева. Сыктывкар, 2010. 356 с.

Горленко М. В., Кожевин П. А. Мультисубстратное тестирование природных микробных сообществ. М.: МАКС-Пресс, 2005. 88 с.

Добровольская Г. В., Горленко М. В., Костина Н. В., Степанов А. Л., Нестеров С. А., Тиунов А. В. Реакция бактериальных сообществ лесной подстилки и почвы на внесение легкодоступных источников углерода и азота // Проблемы агрохимии и экологии, 2012. № 2. С. 36–41.

Звягинцев Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.

Хабибуллина Ф. М. Почвенная микобиота естественных и антропогенно нарушенных экосистем Северо-Востока европейской части России: Автореф. дис...докт. биол. наук. Сыктывкар, 2009. 40 с.

Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 2005. 252 с.

## МИКРОБНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПРИ ТЕХНОГЕННОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОЧВЫ

*Г. И. Березин<sup>1</sup>, С. С. Злобин<sup>1</sup>, Л. И. Домрачева<sup>2,3</sup>, Л. В. Кондакова<sup>1,3</sup>*

<sup>1</sup> *Вятский государственный гуманитарный университет,*

<sup>2</sup> *Вятская государственная сельскохозяйственная академия,*

<sup>3</sup> *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,*

*dil-alga@mail.ru*

Поллютанты, привносимые в почву при техногенном загрязнении, могут оказывать как острое (при первичном поступлении), так и хроническое (при длительном присутствии в почве) действие на развитие микробоценозов. Разнообразии почвенной микрофлоры и разнообразии загрязняющих веществ не позволяют создать стройную концепцию эволюции микробных сообществ, так как техногенный фактор может и стимулировать, и ингибировать микробиологические процессы. Двойко и влияние микроорганизмов на процессы, происходящие в почве. С одной стороны, микроорганизмы, трансформируя неорганические и органические соединения, способствуют переходу химических элементов в растворимое состояние, с другой, они осуществляют биосорбцию элементов, в основе которой лежат процессы взаимодействия элементов с поверхностными структурами клеток микроорганизмов и их метаболитами, включая органические кислоты, внеклеточные ферменты, пигменты и полисахариды (Евдокимова и др., 2008).

При анализе состояния микробоценозов, подвергающихся действию токсикантов, как правило, сравнивают их статус с характеристиками микробных комплексов почв фоновых территорий. Например, в развитии почвенных альгоценозов умеренной зоны выявлены определенные закономерности.

1. Видовой состав альгофлоры включает представителей таких отделов микрофототрофов, как зеленые, желтозеленые, эустигматовые и диатомовые водоросли, а также цианобактерии (ЦБ).

2. Сезонные сукцессии альгофлоры как в глубине почвы, так и на её поверхности при «цветении» проходят последовательно через смену доминирующих группировок: пионерная стадия характеризуется паритетным представительством одноклеточных водорослей – зеленых, желтозеленых, эустигматовых и диатомовых (апрель – май), затем начинается развитие нитчатых зеленых и желтозеленых водорослей (конец мая – июнь), позднее появляются безгетероцистные ЦБ (конец июня – июль) и завершение сукцессии связано с размножением гетероцистных (азотфиксирующих) ЦБ. Таким образом, в течение сезона происходит полная реализация видового и группового потенциала водорослей и ЦБ.

3. На каждом этапе сезонной сукцессии доминируют определенные виды водорослей и ЦБ, характерные для данного типа почвы и конкретной экосистемы.

4. Структура и количественные параметры альгоценозов определяются взаимодействием таких факторов, как активность альгофагов, климатические условия и поток биогенных элементов (Кондакова, Домрачева, 2007).

Исходя из установленных закономерностей развития почвенных альгоценозов, можно выявить тенденции в изменении их состояния при антропогенных воздействиях.

Подобные исследования были проведены в зоне действия Кирово-Чепецкого химического комбината и Кильмезского полигона захоронения ядохимикатов, находящихся в Кировской области. Тот и другой объект длительное время являются источником поступления в почву различных поллютантов: тяжелых металлов (ТМ), радионуклидов, пестицидов и продуктов их деструкции. Химический анализ образцов исследуемых почв постоянно выявляет превышение ПДК по ряду ТМ (Березин и др., 2011; Дабах и др., 2013).

Проведение качественного и количественного анализа фототрофных микробных комплексов показало, что и при загрязнении почвы продолжается активная вегетация почвенной микрофлоры. Происходит стабилизация альгоценозов на определенном уровне видового и количественного обилия. Наиболее динамичными показателями, как и в альгоценозах почв фоновых территорий, являются показатели численности и биомассы водорослевых клеток. Плотность фототрофных популяций в исследуемых почвах достаточно велика, колеблется в широких пределах – от 500 до 2500 тыс. кл/г, с показателями биомассы от 95 до 1500 кг/га, что сопоставимо с альгоценозами незагрязненных почв.

Видовое разнообразие в целом при наличии комплексного загрязнения почвы остается, как правило, высоким. В то же время при монотонном загрязнении почвы, связанном с поступлением в неё какого-то одного токсиканта в возрастающих концентрациях, происходит очень резкое снижение видового обилия с монофикацией альгосообществ на уровне немногих, наиболее резистентных видов. В первую очередь, техногенное загрязнение почвы приводит к цианофитизации фототрофных комплексов, при которой численность этой группы фототрофов может достигать более 80% в структуре популяций (рис. 1).

Из безгетероцистных ЦБ явное доминирование принадлежит представителям р. *Phormidium* (*Ph. autumnale*, *Ph. uncinatum*, *Ph. formosum*), из азотфиксирующих ЦБ толерантными к поллютантам в изученных экосистемах являются представители р. *Nostoc* (*N. commune*, *N. linckia*, *N. muscorum*, *N. punctiforme*).

Ещё одним признаком патологии микробных комплексов является нарушение хода альгосукцессий. Это проявляется в монотонности группового состава альгоценозов в течение всего вегетационного сезона без смены лидирующих группировок, в ускорении или замедлении появления отдельных стадий, в выпадении из состава фототрофных комплексов целых отделов.

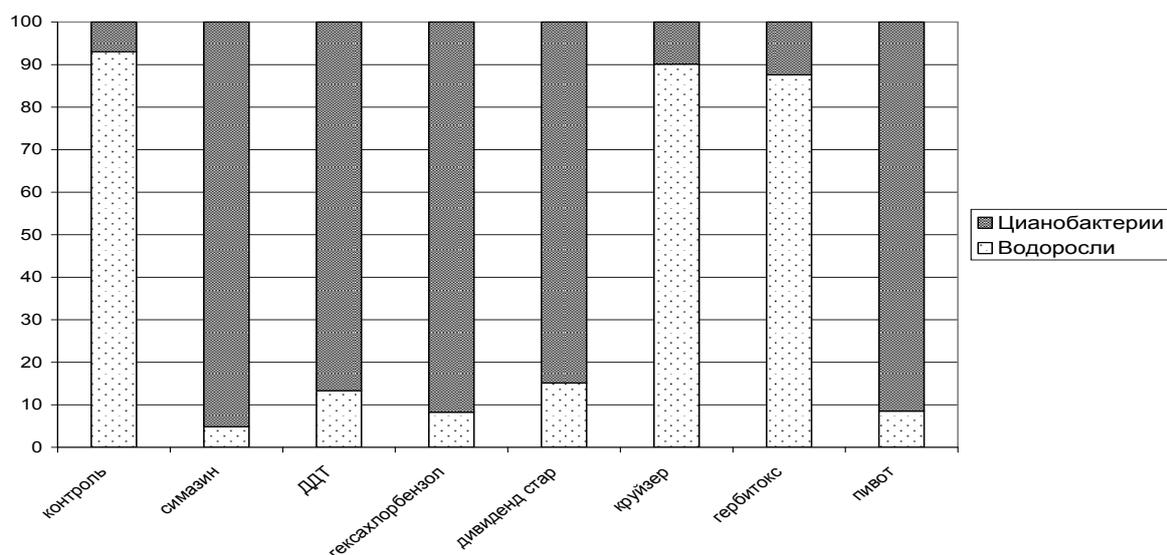


Рис. 1. Влияние пестицидов на развитие фототрофных комплексов почвы (структура популяций, %)

Другим, очень характерным признаком загрязненных почв является состояние микоценозов. Анализ структуры популяций микромицетов показывает, что в загрязненных почвах преобладают грибы с темноокрашенным мицелием при уровне меланизации микоценозов 61,4–95,7% (рис. 2).

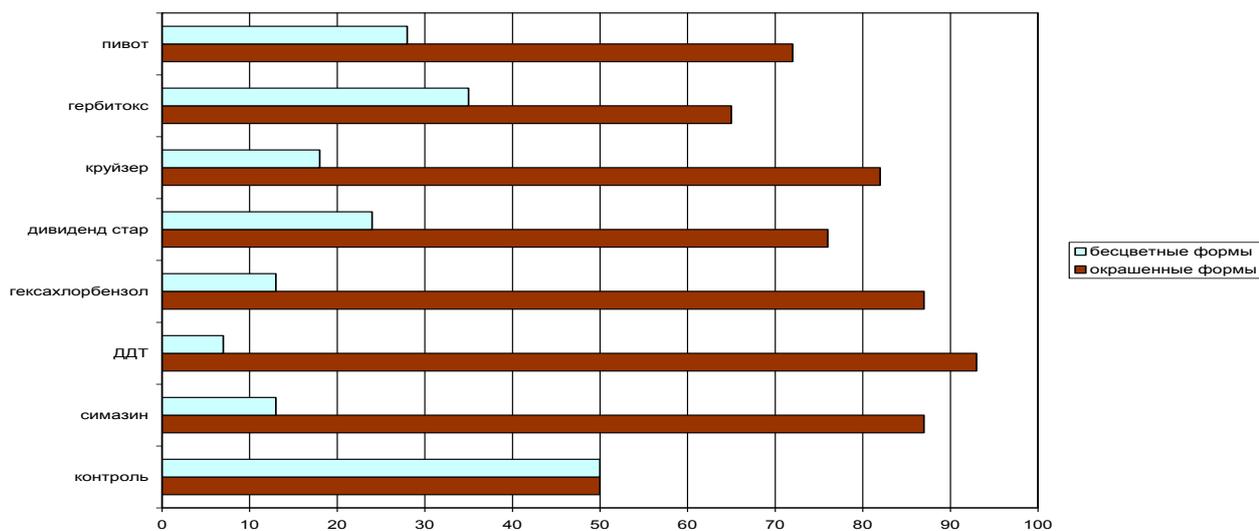


Рис. 2. Влияние пестицидов на структуру популяции микромицетов, %

Проведение параллельного учёта водорослей и микромицетов показывает, что в загрязнённых почвах в структуре биомассы обычно преобладает грибная биомасса (рис. 3).

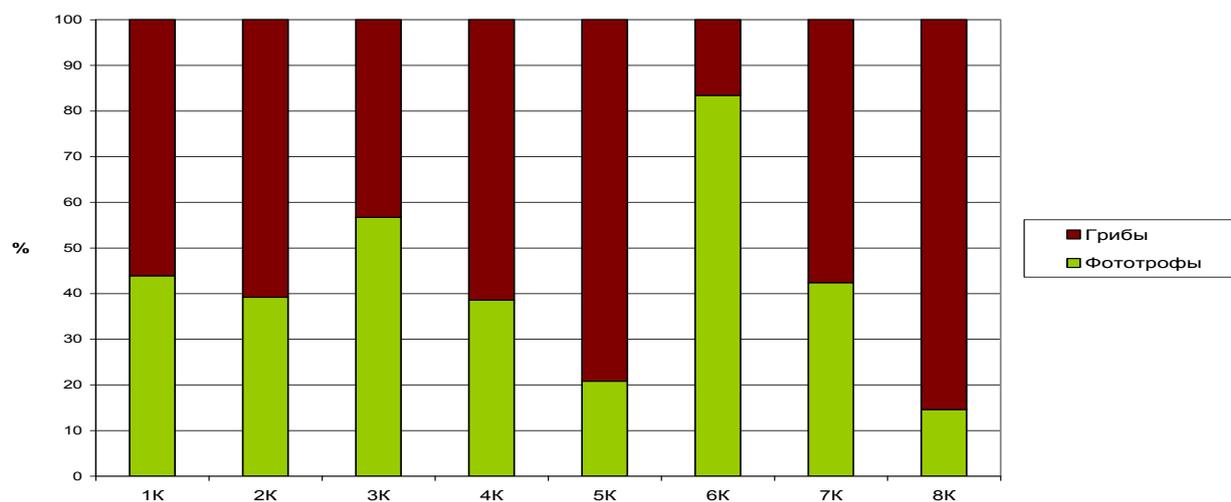


Рис. 3. Структура альго-микологической биомассы (%). По оси абсцисс – площадки мониторинга на территории Кильмезского захоронения ядохимикатов

Таким образом, достаточно явными признаками техногенного загрязнения почвы являются определенные маркерные признаки состояния альго-микологических комплексов.

1. Монофикация видового состава (чаще всего цианофитизация).
2. Нарушение хода сезонных сукцессий фототрофов.
3. Меланизация микоценозов.
4. Доминирование в структуре альго-микологической биомассы грибного компонента.

#### Литература

Березин Г. И., Домрачева Л.И., Помелов А.В. Пестициды как фактор регулирования развития водорослей в почве // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Матер. Всерос. молодежной науч.-практ. конф. Киров, 2011. С. 152–154.

Дабах Е. В., Кондакова Л. В., Домрачева Л. И., Злобин С. С. Альго-микологическая оценка состояния почв в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината // Почвоведение, 2013. № 2. С. 187–194.

Евдокимова Г. А., Гершенкоп А. Ш., Воронина Н. В. Микробиологические процессы в системе добычи и переработки апатит-нефелиновых руд с использованием оборотного водоснабжения. СПб.: Наука, 2008. 102 с.

Кондакова Л. В., Домрачева Л. И. Флора Вятского края. Часть 2. Водоросли (Видовой состав, специфика водных и почвенных биоценозов). Киров: ОАО «Кировская областная типография», 2007. 192 с.

## ВЛИЯНИЕ СПЛОШНОЛЕСОСЕЧНЫХ РУБОК НА ИЗМЕНЕНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ СРЕДНЕТАЕЖНЫХ ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

*Е. М. Лаптева<sup>1</sup>, Е. М. Перминова<sup>1</sup>, О. А. Никифорова<sup>2</sup>, Н. Н. Бондаренко<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *Институт биологии Коми научного центра УрО РАН,*

*lapteva@ib.komisc.ru*

<sup>2</sup> *Сыктывкарский государственный университет*

Почвы – сложные природные образования, выполняющие многообразные функции в биосфере (Добровольский, Никитин, 2000). Они играют важнейшую роль в поддержании устойчивого развития наземных экосистем и сохранения их биоразнообразия. Для оценки деградации почв под влиянием антропогенного (техногенного) фактора используются различные методы и подходы, среди которых наиболее широкое применение нашли биологические методы (Биологический контроль..., 2007). Это обусловлено тем, что почва неотделима от комплекса обитающих в ней живых организмов (почвенные беспозвоночные животные, микроскопические грибы, дрожжи, бактерии), при непосредственном участии которых осуществляются многообразные функции почв в биосфере. Общее представление о биологической активности почв может быть получено при оценке активности в почве ферментов, участвующих в процессах дыхания почвенных микроорганизмов. Одним из таких ферментов является фермент каталаза. В результате ее активирующего действия происходит расщепление ядовитой для живой клетки перекиси водорода на воду и кислород, а также окисление первичных спиртов и других соединений в присутствии перекиси водорода.

Цель настоящей работы заключалась в выявлении закономерностей изменения каталазной активности подзолистых суглинистых почв в процессе восстановления растительного покрова на вырубках еловых лесов в подзоне средней тайги Республики Коми.

Объектами исследования послужили подзолистые суглинистые почвы стационарных участков (Усть-Куломский р-н, Республика Коми), представляющих собой хронологический ряд разновозрастных вырубок еловых лесов. Детальная характеристика участков и их почвенно-растительного покрова представлена в работах (Путеводитель..., 2007; Дымов и др., 2012). Здесь только отметим, что исследования проводили в коренном еловом лесу (участок ПП-1) и на вырубках 2001–2002 гг. (участок ПП-2) и 1970–1971 гг. (участок ПП-3). Для изучения ферментативной каталазной активности использовали органогенные горизонты почв с разделением их на подгоризонты А0(L), А0(F), А0(H) и располагающийся под лесной подстилкой минеральный подзолистый горизонт А2(g). Пробы почв отбирали на каждом выделенном участке в июне и октябре 2009 г. в 9–10 кратной повторности. Готовили смешанные образцы для каждого подгоризонта и горизонта. Активность фермента каталазы определяли в воздушно-сухих образцах почв газометрическим методом в 3-кратной повторности (Хазиев, 2005).

Как видно из полученных нами данных (табл.), верхние горизонты исследованных почв имеют определенные различия в параметрах ферментативной активности. Во всех почвах максимальной ферментативной активностью отличаются органогенные горизонты (A0), где в почвах таежных лесов концентрируется основная масса микроорганизмов (Фомичева и др., 2006). В минеральном подзолистом горизонте всех почв ферментативная активность достоверно ниже во все сроки отбора по сравнению с органогенным горизонтом (лесной подстилкой) и существенно не отличается в почвах вырубок от почвы целинного леса.

Таблица

**Активность фермента каталазы в среднетаежных подзолистых почвах разновозрастных вырубок, см<sup>3</sup> O<sub>2</sub> / 1 г почвы за 1 мин. (по данным 2009 г.)**

Горизонт почвы	Коренной еловый лес		Вырубка 2001–2002 гг.		Вырубка 1970–1971 гг.	
	июнь	октябрь	июнь	октябрь	июнь	октябрь
A0(L)	1,9±0,8	7,4±0,5	3,0±1,3	3,6±0,5	4,7±0,3	3,8±2,7
A0(F)	2,3±0,8	5,1±1,0	1,6±0,5	4,7±1,0	4,0±0,5	4,3±1,0
A0(H)	3,1±1,0	5,9±0,8	1,9±0,3	2,8±0,5	1,7±0,8	7,0±1,0
A2(g)	0,6±0,4	1,6±0,5	0,4±0,44	1,5±0,4	0,13±0,14	1,4±0,3

Основные различия в каталазной активности между почвами вырубок и почвой целинного леса проявляются при исследовании горизонта лесной подстилки. Причем, в июне органогенные горизонты коренного леса и «молодой» вырубки (участки ПП-1 и ПП-2) близки по параметрам ферментативной активности и характеризуются, как правило, низким уровнем обогащенности данным ферментом (1,6–3,1 см<sup>3</sup> O<sub>2</sub> / 1 г почвы за 1 мин.). В «старовозрастной» вырубке (участок ПП-3) отмечен достоверно более высокий уровень каталазной активности в верхних слоях органогенного горизонта – в подгоризонте свежего опада A0(L) и в подгоризонте ферментации A0(F), соответствующий средней обогащенности почвы данным ферментом (4,0–4,7 см<sup>3</sup> O<sub>2</sub> / 1 г почвы за 1 мин.). Подгоризонт гумификации A0(F) по уровню каталазной активности в этот период лета близок к соответствующим подгоризонтам почв участков ПП-1 и ПП-2.

В осенний период различия между почвой целинного леса и «старовозрастной» вырубкой практически нивелируются, за исключением подгоризонта A0(L), для которого отмечено двукратное снижение ферментативной активности в почве участка ПП-3 по сравнению с почвой участка ПП-2 (табл.). На участке ПП-2 достоверное снижение каталазной активности по сравнению с почвой коренного елового леса прослеживается так же в подгоризонте свежего опада A0(L) и, кроме того, в подгоризонте гумификации A0(H).

Таким образом, в результате проведенных исследований нами установлены параметры каталазной активности в подзолистых суглинистых почвах коренных еловых лесов и лиственно-хвойных насаждений, сформировавшихся на разновозрастных вырубках. Выявлено, что на «молодых» вырубках основные различия в уровне каталазной активности почв, по сравнению с почвами корен-

ного ельника, проявляются в осенний период, в «старовозрастных» вырубках – в раннелетний, что обусловлено разнокачественностью опада, поступающего на поверхность почвы на вырубках, и спецификой строения горизонта лесной подстилки на «старовозрастной» вырубке. На участке ПП-3 органогенный горизонт представлен в разной степени трансформированным опадом лиственных пород деревьев (осины и березы), а на участках ПП-1 и ПП-2 – преимущественно оторфованными остатками мхов.

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект №12-П-4-1065 «Взаимосвязь структурно-функциональной и пространственно-временной организации почвенной биоты с динамическими аспектами изменения подзолистых почв и почвенного органического вещества в процессе естественного восстановления таежных экосистем Европейского Северо-Востока после рубок главного пользования».

### Литература

Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / Под ред. О. П. Мелеховой и Е. И. Егоровой. М.: Издательский центр «Академия», 2007. 288 с.

Добровольский Г. В., Никитин Е. Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. М.: Наука, 2000. 179 с.

Дымов А. А., Бобкова К. С., Тужилкина В. В., Ракина Д. А. Растительный опад в коренном ельнике и лиственно-хвойных насаждениях // Лесной журнал, 2012. №3. С. 7–18.

Путеводитель научной почвенной экскурсии. Подзолистые суглинистые почвы разновозрастных вырубков (подзона средней тайги). Сыктывкар, 2007. 84 с.

Фомичева О. А., Полянская Л. М., Никонов В. В., Лукина Н. В., Орлова М. А., Исаева Л. Г., Звягинцев Д. Г. Численность и биомасса почвенных микроорганизмов в коренных старовозрастных северо-таежных еловых лесах // Почвоведение, 2006. № 12. С. 1469–1478.

Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 2005. 252 с.

## ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ В КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

*С. Ю. Максимовских<sup>1</sup>, О. М. Плотникова<sup>1,2</sup>, А. И. Рыкова<sup>2</sup>,  
Ю. Д. Митрохина<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> РЦ СГЭКиМ по Курганской области, *kurgan-rc@yandex.ru*

<sup>2</sup> Курганский государственный университет, *plotnikom@yandex.ru*

Все биологические процессы, связанные с превращением веществ и энергии в почве, катализируются ферментами. Ферменты обуславливают интенсивность и направленность наиболее важных биохимических процессов, связанных с синтезом и распадом гумуса, гидролизом органических соединений и окислительно-восстановительным режимом почвы (Абрамян, 1992).

Формирование и функционирование ферментативной активности почвы сложно и многофакторно и представляет собой единство экологически обусловленных процессов поступления, стабилизации и проявления активности ферментов в почве (Раськова, 2003). Эти три звена определены как блоки продуцирования, иммобилизации и действия ферментов.

Почва способна регулировать протекающие в ней ферментативные процессы в связи с изменением внутренних и внешних факторов посредством факторной или аллостерической регуляции. Под воздействием внесенных в почву химических соединений, в том числе удобрений, происходит аллостерическая регуляция. Факторная регуляция обусловлена кислотностью среды (рН), химическим и физическим составом, температурой, влажностью, водно-воздушным режимом и т.д. Влияние гумуса, биомассы и других факторов на активность ферментов, характеризующих биологическую активность почв, неоднозначно (Нетрусов, 2004).

Ферментативную активность почвы можно использовать в качестве диагностического показателя плодородия различных почв, потому что активность ферментов отражает не только биологические свойства почвы, но и их изменения под влиянием агроэкологических факторов. Основные пути поступления ферментов в почву – это прижизненно выделяемые внеклеточные ферменты микроорганизмов и корней растений и внутриклеточные ферменты, поступающие в почву после отмирания почвенных организмов и растений. Ферменты, попадая из различных источников в почву, не разрушаются, а сохраняются в активном состоянии. Ферменты, являясь наиболее активным компонентом почвы, сосредоточены, прежде всего, там, где максимальная жизнедеятельность микроорганизмов, то есть на поверхности раздела между почвенными коллоидами и почвенным раствором (Звягинцев, 1978). По активности ферментов можно судить об интенсивности протекающих в ней реакций.

Целью нашей работы было изучение ферментативной активности почвенных образцов со стационарных площадок, расположенных в районе объекта по уничтожению химического оружия с фосфорорганическими отравляющими веществами в г. Щучье Курганской области.

Образцы почв были отобраны в июне – сентябре 2012 г. и в мае 2013 г. на стационарных площадках (СП) 26, 28, 33, 34, 35, расположенных на границе санитарно-защитной зоны и удаленных на 2,3 км от объекта по уничтожению химического оружия, на СП 41, удаленной от объекта на 4,2 км, а также на СП 56 между объектом уничтожения и арсеналом хранения химического оружия.

Ферментативную активность каталазы, нитратредуктазы и дегидрогеназы в образцах почв определяли в пятикратной повторности с последующей статистической обработкой результатов (Филиппович, 1999).

Таблица 1

#### Ферментативная активность каталазы

Номера СП	Активность каталазы, объем O <sub>2</sub> мл на 1 г почвы за минуту			
	22.06.12	24.08.12	22.09.12	13.05.13
26	2,4	2,0	1,5	2,3
28	3,8	3,3	3,0	3,2
33	4,0	3,6	2,7	3,8
34	3,2	2,9	2,6	3,0
35	3,4	2,8	1,8	3,2
41	4,6	4,0	3,4	4,4
56	5,0	4,7	4,0	5,2

Анализ полученных данных (табл. 1) показал, что активность каталазы находится в прямой зависимости от времени года: максимальная активность каталазы в почве была отмечена в июне, затем происходило постепенное замедление ферментативных процессов в почве, достигая минимальных показателей в сентябре. В целом из всех СП максимальные значения активности каталазы зафиксированы для почв на СП 56, а минимальные – для почв СП 26.

Данные по ферментативной активности нитратредуктазы показали также зависимость от времени года (табл. 2).

Таблица 2

**Сезонная ферментативная активность нитратредуктазы**

Номера СП	Активность нитратредуктазы, г NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> / 10 г почвы			
	22.06.12	24.08.12	22.09.12	13.05.13
26	7,2	3,0	1,2	7,4
28	6,2	3,4	1,3	4,7
33	4,8	3,0	0,4	6,6
34	4,1	1,2	1,0	2,1
35	3,4	6,4	1,2	2,5
41	9,7	5,9	2,3	9,1
56	15,9	8,1	6,1	14,2

Наибольшая ферментативная активность нитратредуктазы отмечена для почв, отобранных в июне, при этом максимальное значение для этого фермента – в почве СП 56, а минимальное – в почве СП 34 и 35. В августе – сентябре ферментативная активность идёт на спад, однако максимальное значение также присуще почве СП 56.

Согласно данным (табл. 3), ферментативная активность дегидрогеназы максимальна в июне месяце и минимальна в сентябре, при этом максимальное значение характерно для СП 56 по всем месяцам.

Таблица 3

**Показатели активности дегидрогеназы в почвах**

Номера СП	Активность фермента дегидрогеназы, ТТФ г почвы за 24 часа			
	22.06.12	24.08.12	22.09.12	13.05.13
26	3,7	3,3	2,3	3,6
28	3,6	3,2	2,6	3,6
33	3,4	2,9	2,6	3,4
34	3,5	3,0	2,4	3,4
35	3,4	2,9	2,5	3,3
41	4,6	3,7	3,4	4,4
56	5,4	4,8	3,5	5,3

В целом, можно сделать вывод, что активность почвенных ферментов класса оксидоредуктазы находилась в зависимости от времени года и от расположения СП относительно объекта по уничтожению химического оружия. Наибольшее значение отмечалось в июне, а наименьшее – в сентябре. Наибольшая активность каталазы, нитратредуктазы и дегидрогеназы проявляется в почве со стационарной площадки 56. Эта площадка практически одинаково удалена от объекта уничтожения (6 км) и арсенала хранения (8 км) хими-

ческого оружия в г. Щучье Курганской области и находится в 2-х км от села Наумовка.

Таким образом, повышение активности ферментов класса оксидоредуктазы (например, в районе СП 56) указывает на допустимое (не критическое) увеличение степени антропогенной нагрузки на почву как компонент природной среды.

#### **Литература**

Абрамян С. А. Изменение ферментативной активности почвы под влиянием естественных и антропогенных факторов // Почвоведение, 1992. № 7. С. 70–82.

Звягинцев Д. Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей // Почвоведение, 1978. № 6. С. 48–54.

Нетрусов Е. А. и др. Экология микроорганизмов. М.: Академия, 2004. 272 с.

Раськова Н. В., Звягинцев Д. Г. Методические аспекты определения ферментативной активности почв // Микроорганизмы как компонент биогеоценоза. М.: Наука, 2003. С. 127–140.

Филиппович Ю.Б. Основы биохимии. М.: Агар, 1999. 512 с.

### **ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ БИОДИАГНОСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА**

*И. С. Сметанина, А. В. Тюлькин*

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
novo78@yandex.ru*

Почвенные организмы обеспечивают осуществление многих экологических функций почв, в том числе определенные этапы круговорота биогенных элементов, они же поддерживают в почве гомеостаз по многим ее свойствам.

Перспективность биодиагностических методов при оценке состояния почв и почвенного покрова показана ведущими специалистами в области почвенной биологии и почвоведения (Звягинцев, 1976; Стриганова, 1987).

В задачи исследований входило:

1. Оценить биологические свойства дерново-подзолистых почв подзоны южной тайги;

2. Установить наличие и степень проявления деградиционных процессов.

Исследования проводились в период с 2003 по 2005 гг. Стационарные участки находятся на Чепецко-Кильмезском водоразделе в Фаленском районе: два – на территории Фаленской Государственной селекционной станции (ГСС) в лесу и на пашне, два – в рядовом хозяйстве на среднесмытой (эрозионно-опасный склон с уклоном более 3<sup>0</sup>) и несмытой дерново-подзолистой почве. Стационарные площадки в лесу и на пашне (ГСС) расположены на выровненных участках водораздела.

Основные показатели и критерии биологической дегградации почв представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Показатели и критерии биологической  
деградации почв (Копысов, Кузнецов, Прокашев, 1996)**

Показатели	Недеградированные	Степень деградации			
		слабая	средняя	сильная	очень сильная
1. Уровень активной микробной биомассы (кратность уменьшения)	<5	5–10	11–50	51–100	>100
2. Число патогенных микроорганизмов в 1 г почвы	<10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> –10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup> –10 <sup>5</sup>	10 <sup>5</sup> –10 <sup>6</sup>	>10 <sup>6</sup>

Результаты скорости разложения льняного полотна в гумусоаккумулятивных горизонтах и степень биологической деградации изучаемых почв представлены в табл. 2. За контроль принята целинная лесная дерново-подзолистая среднесуглинистая почва на покровном бескарбонатном суглинке (участок № 21).

Таблица 2

**Скорость разложения льняного полотна (%) и степень деградации почв**

Участок	Горизонты	Скорость разложения, %	Степень деградации
№ 20 (П <sub>2</sub> <sup>Д</sup> сП Фаленская ГСС)	A <sub>пах</sub>	15,7	0 (недегр.)
№ 21 (П <sub>2</sub> <sup>Д</sup> сП смешанный лес, территория Фаленской ГСС)	A <sub>1</sub>	50,9	К
№ 22 (П <sub>2</sub> <sup>Д</sup> сП рядовое хозяйство)	A <sub>пах</sub>	11,2	0 (недегр.)
№ 23 (П <sub>2</sub> <sup>Д</sup> сП рядовое хозяйство)	A <sub>пах</sub>	6,6	1 (слабая)

Наибольшими значениями биологической активности среди рассматриваемых почв обладает целинная лесная дерново-подзолистая среднесуглинистая почва на покровном бескарбонатном суглинке (участок № 21), которая принята за контроль. Слабодеградированной является только дерново-подзолистая среднесмытая среднесуглинистая почва на покровном бескарбонатном суглинке (участок № 23), в пахотном горизонте которой отмечено снижение биологической активности по сравнению с контролем в 7,7 раз. Аналогичные результаты были получены А. И. Белолубцевым и др. (2000). Снижение биологической активности в среднесмытой почве связано с неблагоприятными физическими и химическими свойствами и, соответственно, худшими водно-воздушными и питательными режимами, характерными для пахотных горизонтов эродированных почв.

Таким образом, стационарные исследования, проведенные на наиболее распространенных дерново-подзолистых почвах, выявили следующие особенности изменения свойств и режимов почв под влиянием антропогенного фактора: 1. Сельскохозяйственное использование дерново-подзолистых почв на покровных суглинках нарушает естественный ход процессов почвообразования и приводит к доминированию процессов антропогенного характера, не свойственных природным почвам.

2. При освоении целинных дерново-подзолистых почв на покровных суглинках происходит изменение, чаще ухудшение биологических свойств, то есть наблюдается биологическая деградация почв. При этом снижается биологическая активность вследствие нарушения водно-воздушного и питательного режимов, что характерно для пахотных горизонтов эродированных почв.

#### Литература

Белолобцев А. И., Кочетов И. С., Мамонов В. А., Осипов В. Н., Чебаненко С. И. Биологическая активность дерново-подзолистой эродированной почвы // Земледелие, 2000. № 1. С. 47.

Звягинцев Д. Г. Биология почв и их диагностика // Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. М.: Наука, 1976. С. 175–189.

Копысов И. Я., Кузнецов Н. К., Прокашев А. М., Охорзин Н. Д., Зубарев А. И., Дегтярева Т. Л. Региональная программа мониторинга сельскохозяйственных земель Кировской области. Киров: Вятский госпедуниверситет, 1996. 131 с.

Стриганова Б. Р. Основные направления развития почвенной зоологии в СССР // Зоологический журнал. 1987. Т. 66. Вып. 11. С. 1605–1634.

## ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ЧЕПЕЦКО-КИЛЬМЕЗСКОГО ВОДОРАЗДЕЛА

*О. В. Булдакова<sup>1</sup>, А. В. Семенов<sup>2</sup>*

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
setenow2010@yandex.ru*

В современных условиях земледелия России плодородие хорошо окультуренных дерново-подзолистых почв деградирует, что связано с их подкислением, дегумификацией, ухудшением качества гумуса, уменьшением содержания азота, фосфора, калия (Ефимов, 2001).

Появившиеся в последнее время, наряду с традиционными, новые виды антропогенного воздействия могут в значительной степени углубить и расширить деградацию почвенного покрова.

Изучение основных свойств почв особенно актуально с точки зрения создания почвенно-экологического мониторинга. Основные задачи мониторинга – анализ, оценка, прогноз изменения свойств почв, как в ходе естественной динамики, так и под влиянием хозяйственной деятельности человека. Причём деятельность человека зачастую влияет на свойства почв негативно, чем позитивно.

Поэтому очевидна актуальность проблемы, её значимость, необходимость проведения почвенно-экологического мониторинга.

Задача исследования: оценить агрохимические свойства дерново-подзолистых почв Чепецко-Кильмезского водораздела;

Исследования проводились в период с 2003 по 2005 гг. Стационарные участки находятся на Чепецко-Кильмезском водоразделе в Зуевском районе: один на территории Зуевского Госсортоучастка на пашне и два – в рядовом хозяйстве на среднесмытой и несмытой дерново-подзолистой почве. Объектом

наших исследований являются дерново-подзолистые почвы. Дерново-подзолистые почвы в Кировской области распространены повсеместно и составляют основной земельный фонд – 82% пахотных угодий.

Агрохимический анализ образцов проводили по следующим методикам определения: рН – ГОСТ 26483–85; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O – ГОСТ 26207–91; органическое вещество – ГОСТ 26213–91; Ca, Mg – ГОСТ 26487–85; гидролитическая кислотность – ГОСТ 26212–91; сумма поглощенных оснований – ГОСТ 27821–88; обменный алюминий – ГОСТ 26485.

Основная часть аналитических работ выполнены авторами в лаборатории кафедры почвоведения, мелиорации, землеустройства и химии ВГСХА. Отдельные анализы выполнены в государственном центре агрохимической службы «Кировский». Проведена вариационно-статистическая обработка материалов исследований.

Для любого типа почв существуют определённые границы оптимальных параметров, выход за пределы которых может вызвать деградиционные процессы.

В качестве основных изучаемых параметров были выбраны содержание гумуса, элементов питания (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O), актуальная (рН) и гидролитическая (Н<sub>г</sub>) кислотность.

Агрохимические свойства почв играют важную роль, т. к. позволяют решить многие задачи теории и практики почвоведения, земледелия, мелиорации. При отсутствии экспериментальных данных становится затруднительно и даже невозможным проведение научно обоснованных мероприятий по повышению продуктивности возделываемых культур с учётом особенностей конкретного сельскохозяйственного поля. Особая роль принадлежит агрохимическим свойствам в условиях усиливающихся процессов разрушения почвенной структуры, эрозии почв. В таблице представлены основные агрохимические свойства исследуемых почв.

Таблица

**Агрохимические свойства дерново-подзолистых почв Фалёнского района**

Горизонт, глубина, см	Гумус, %	В мг/1000г почвы		рН <sub>ксл</sub>	Н <sub>г</sub> , в мг-экв на 100 г почвы
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		
Участок №10. Пашня ГСУ.					
Апах 0-20	2,15	263,0	230,6	4,4	4,92
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> 30-40	0,66	43,7	125,0	3,8	8,28
B <sub>1</sub> 45-60	0,36	66,7	101,1	3,7	7,41
B <sub>2</sub> 75-85	0,36	97,2	89,7	3,8	6,25
B <sub>2</sub> C 100-110	0,36	139,8	88,0	3,8	5,73
C 114 и более	0,44	164,9	84,7	3,8	4,92
Участок №11. Пашня (смытая почва) рядового хозяйства (СПК «Заря»)					
Апах 0-20	1,64	89,2	91,7	4,7	3,82
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> 30-40	0,74	49,0	86,5	4,0	2,57
B <sub>1</sub> 45-55	0,74	43,7	84,9	4,2	2,25
B <sub>2</sub> 70-85	0,60	96,9	93,1	4,3	2,16
B <sub>2</sub> C 100-110	0,49	723,0	89,2	4,2	1,94
C 112 и более	0,41	534,6	75,9	4,3	1,34
Участок №12. Пашня рядового хозяйства (СПК «Заря»)					
Апах 0-20	2,05	88,8	85,6	4,7	4,42

Горизонт, глубина, см	Гумус, %	В мг/1000г почвы		pH <sub>KCl</sub>	Нг, в мг-экв на 100 г почвы
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> 25-35	0,76	80,7	109,9	4,8	3,05
B <sub>1</sub> 45-55	0,69	153,9	111,5	4,8	2,74
B <sub>2</sub> 65-80	0,49	189,9	95,5	4,7	2,80
B <sub>2</sub> C 90-100	0,62	222,9	90,9	4,7	2,62
C 110 и более	0,52	166,7	80,9	4,9	2,46

Оценивая показатели агрохимических свойств можно констатировать факт, что они являются характерными для дерново-подзолистых суглинистых почв на бескарбонатных покровных суглинках (Копысов, Кузнецов, Прокашев, 1996). Для всех дерново-подзолистых суглинистых почв характерны кислая реакция, низкое содержание гумуса, невысокое содержание подвижного фосфора. Известно, что наиболее чувствительными и быстрее подвергающимися изменению при использовании земель являются химические свойства верхних горизонтов почвенного профиля (Вильямс, 1950).

Дерново-подзолистые суглинистые почвы исследуемых участков имеют низкое содержание гумуса 2,15–2,05%, для смытой почвы содержание гумуса – 1,64%, что характерно для дерново-подзолистых почв данного региона (Тюлин, 1976). Для повышения и поддержания баланса гумуса на высоком уровне необходимо одновременно со вспашкой вносить органические и минеральные удобрения, проводить известкование и травосеяние.

Показатели pH и гидролитической кислотности свидетельствуют о кислой реакции исследуемых почв во всех генетических горизонтах. По данным В. В. Тюлина, А. М. Гушиной (1991) величина pH для данного типа почв составляет 4,4–5,6 в среднем по региону, а гидролитическая кислотность 3,1–6,3 мг-экв на 100 г почвы. В целом же по профилям наблюдается возрастание кислотности. И в этом случае накладывает свой отпечаток промывной тип водного режима, свойственный для подзоны южной тайги.

Содержание подвижных элементов питания (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O) находится на уровне 263,0–43,7 мг/1000г почвы (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и 230,6–79,5 мг/1000г почвы (K<sub>2</sub>O). Исключение составляют эродированная почва, где происходит припашка иллювиального горизонта (B), богатого фосфором. Распределение подвижного фосфора по профилю показывает, что подавляющая часть этого элемента приходится на вторую половину метрового слоя и находится практически за пределами досягаемости корневой системы сельскохозяйственных культур.

Таким образом, стационарные исследования, проведенные на наиболее распространенных дерново-подзолистых суглинистых почвах в Фаленском районе, показали, что свойства почв соответствуют параметрам, характерным для данного типа. Однако, смытая почва отличается более низким содержанием гумуса в пахотном горизонте и подвижного калия – в подпахотном слое (горизонтах A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> и B<sub>1</sub>).

#### Литература

Вильямс В. Р. Избранные сочинения. М.: Московский рабочий, 1950. 459 с.

Ефимов В. Н., Иванов А. И. Деградация хорошо окультуренных дерново-подзолистых почв // Доклады Рос. Академии с.-х. наук, 2001. № 6. С. 21–24.

Копысов И. Я., Кузнецов Н. К., Прокашев А. М., Охорзин Н. Д., Зубарев А. И., Дегтярева Т. Л. Региональная программа мониторинга сельскохозяйственных земель Кировской области. Киров: Вятский госпедуниверситет, 1996. 131 с.

Тюлин В. В. Почвы Кировской области. Киров: Волго-Вят. кн. изд-во, 1976. 288 с.

Тюлин В. В., Гущина А. М. Особенности почв Кировской области и их использование при интенсивном земледелии. Киров, 1991. 92 с.

## **ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДОЛИНЫ СРЕДНЕЙ ВЯТКИ В РАЙОНЕ ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ»**

*А. М. Прокашев<sup>1</sup>, С. Л. Мокрушин<sup>1</sup>, Е. С. Соболева<sup>1</sup>, Р. Р. Чепурнов<sup>1</sup>,  
А. И. Козош<sup>1</sup>, М. И. Парфенов<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Вятский государственный гуманитарный университет,  
amprokashov@gmail.com*

<sup>2</sup> *Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН*

Река Вятка – относительно крупная река на востоке Русской равнины протяженностью 1370 км. В пределах одной из излучин поймы среднего течения реки находится ГПЗ «Нургуш». Активность пойменно-русловых процессов, генерируемых геологической работой воды, предопределяет уязвимость территории заповедника, особенно его северо-западной части, по отношению к разрушительной деятельности реки. Попыткой ответа на вопрос о возрасте и стабильности в пространстве положения современной нургушской меандры продиктована настоящая публикация, которая опирается на литературные материалы (Государственная геологическая карта..., 2001) и результаты личных исследований, включая радиоуглеродное датирование погребённых органических материалов, найденных авторами летом 2012 г. в одной из палеостариц по левобережью Вятки севернее пос. Суводи.

В соответствии с морфодинамической классификацией Р. С. Чалова (1996) р. Вятка по типу русловых процессов относится к категории равнинных рек, а по геоморфологическим условиям формирования русел в основном к широкопойменным, отчасти адаптированным и, на отдельных участках, к врезанным. Примером первых может служить бассейн средней Вятки в районе заповедника, примером вторых – участок долины у Атарской излучины, где река сечёт восходящие структуры Вятских Увалов. Среди основных вариантов возможных морфодинамических деформаций для рассматриваемого участка наиболее типичны свободные излучины (меандрирующие русла) и, отчасти (г. Котельнич – ГПЗ «Нургуш»), прямолинейные адаптированные русла. В подтипе свободных излучин характерны сегментные, петлеобразные, прорванные и некоторые другие (рис. 1, 3).

На исследуемом отрезке течения р. Вятка имеет хорошо разработанную долину шириной около 18–20 км при глубине вреза, считая от бровки правого коренного берега до наиболее опущенной части ложа, около 50–55 м. Абсолютные высоты приподнятых краевых участков долины к её днищу опускаются

со 120 до 70 м. Своеобразие данного участка заключается в положении на тектонически стабильной структуре Средневятской низменности, граничащей на востоке с относительно мобильной зоной Вятских Увалов, испытывающей периодические эндогенные движения различного знака с тенденцией к поднятию. Последняя может соответствующим образом влиять на поймоформирующие геоморфологические и биоценотические процессы, пространственно-временную динамику ландшафтной структуры долины реки.



Рис. 1. Физическая карта долины Средней Вятки в районе ГПЗ «Нургуш»

Долина Вятки в пределах ГПЗ представлена серией из 4-х террас – пойменной и 3-х надпойменных (н. п. т.) (рис. 2). Наиболее древняя и высокая из них III (пильнинская) н. п. т. в районе заповедника представлена главным образом только в левобережной части долины. Эта терраса сформировалась в среднем плейстоцене, в одинцовско-московское время – около 170–140 тыс. лет назад. Аллювий средней мощностью 20–25 м, залегающий на абсолютных высотах около 120–100 м и ниже, сложен преимущественно русловой, в меньшей степени периферийно-русловой, старичной, пойменной фациями, а также фациями размыва и прирусловой отмели. В составе русловых фаций преобладающими являются кварцевые, иногда с гравием и галькой, пески; в пойменных и старичных фациях обычны суглинки разной степени опесчаненности.

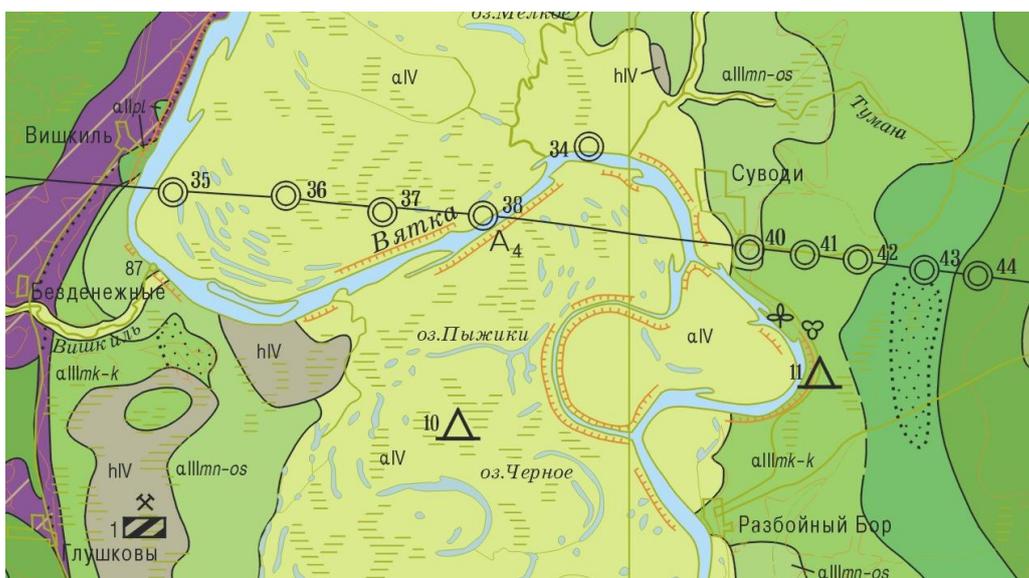


Рис. 2. Строение долины и возраст террасных отложений реки Вятка в районе ГПЗ «Нургуш» (по: Государственная геологическая карта..., 2001). Условные обозначения (фрагмент): aIIIpr – III (пильнинская) н. п. т.; aIIImk-k – II (микулинско-калининская) н. п. т.; aIIImn-os – I (мончаловско-осташковская) н. п. т.; aIV – пойменная (голоценовая) терраса; hIV – болотные голоценовые отложения

II н. п. т. выражена по обеим сторонам долины Вятки (на правом берегу – к западу от охранной зоны ГПЗ) в виде полосы субмеридионального простирания шириной от 1 до 3 км. Она образовалась в микулинско-калининское (микулинско-ранневалдайское) время позднего плейстоцена – около 140–50 тыс. лет назад. Её подошва находится почти на одном уровне с вышележащей террасой, а кровля снижена до гипсометрических отметок около 110 м над у. м. Террасовый комплекс общей мощностью около 15–20 м сложен песками, суглинками, с преобладанием русловых фаций, перекрытых сверху суглинками и песками пойменной фации, а также погребёнными торфами. Спорово-пыльцевые спектры характеризуются преобладанием древесных пород – до 73–99% – с доминированием сосны или березы и подчинённой ролью ели, а в составе трав – разнотравья и ксерофитов, свидетельствующих о сравнительно суровых условиях микулинского межледникового (Государственная геологическая карта..., 2001). На левобережье Вятки в районе пос. Суводи – пос. Разбойный Бор II н. п. т. местами подмывается современным руслом, образуя уступы до 23 м, сложенные песками с линзами илистых суглинков и алевритов и прослоями погребённого торфа возрастом около 40–45 тыс. лет. По палинологическим данным Н. Г. Ивановой (1966, 1973) в них выделены два горизонта: нижний, с прослоями торфа, – межледниковый с господством хвойно-широколиственных пород при участии теплолюбивых видов (дуб, граб, липа, лещина) и верхний, отвечающий более холодным, предледниковым условиям, с преобладанием сосновых и сосново-еловых лесов с берёзой.

I н. п. т. позднеплейстоценового мончаловско-осташковского (среднепоздневалдайского) возраста (50–10 тыс. лет назад) непосредственно примыка-

ет к заповедной территории по правому западному берегу и по левобережью Вятки, близ северо-восточного угла ГПЗ. Ширина террасы на правом берегу 2–3 км, на левом близ Суводей – 1–2 км. Она возвышается над поймой уступом 8–10 м и настолько же опущена относительно вышележащей террасы. Ложе её также погружено на несколько метров по сравнению с II н. п. т. Как и у более высоких террас мощность преимущественно песчаного аллювия составляет примерно 15–16 м. Базальные пачки наносов обогащены гравием и галькой, а в кровле иногда встречаются суглинки с линзами погребённого торфа мощностью до 1,2 м. Спорово-пыльцевые спектры бедны по составу, близкому к современному, с преобладанием пыльцы древесных растений – 55–90% и более: сосна обыкновенная и сибирская, ель, берёза пушистая, ольха, лещина, липа и др. (Иванова, 1966, 1973).

Пойма в районе ГПЗ имеет ширину до 10 км при мощности аллювия от 8 до 20 м. Его ложе местами существенно – на 4–5 м – опущено по сравнению с подошвой аллювия I н. п. т., врезаюсь, как и верхние террасы, в коренные дочетвертичные пермские породы. В основании руслового аллювия залегают песчано-гравийно-галечные отложения кремнисто-кварцито-кварцевого состава мощностью до 6 м, сменяемые выше разнородными кварцевыми песками, перекрытыми суглинисто-глинистой пойменной фацией – до 5–7 м, в среднем – около 1–2 м (Государственная геологическая карта..., 2001, Прокашев и др., 1999). В толще русловой фации на уровне уреза воды ранее нами был вскрыт растительный детрит, радиоуглеродное датирование которого (более 10 тыс. лет) подтвердило современный – голоценовый – возраст пойменных наносов.

Поверхность поймы возвышается на 5–8 м над меженным уровнем Вятки, образуя нижнюю (85–95 м), среднюю и верхнюю ступени (последние в основном по левобережью напротив С-В, суводского, угла ГПЗ) с абсолютными высотами около 95–100 м. Относительно плоский в целом рельеф поймы осложнён множеством грив, межгривных, в том числе староречных понижений. Они сформировались в результате активного бокового блуждания русла Вятки и придают пойме характерный сегментно-гривистый облик.

Последнее косвенно указывает на современную тектоническую инертность Средневятской низменности, с тенденцией к погружению. Это стимулирует боковую эрозионную деятельность реки, меандрирование русла, образование староречий, ложбинно-гривистого, сегментного в плане рельефа (рис. 3). Высота грив варьирует от 1–2 до 3–4 м. Ложбины, как и озёрные котловины (более 60), являются реликтами древних русел и сильно переувлажнены.

Определение возраста образцов древесины (по  $^{14}\text{C}$ ), найденной в толще погребённых старичных отложений на глубинах 1,35–3,2 м от поверхности и вскрытых современным вятским руслом по левобережью на отрезке между устьем р. Мурдюг и п. Суводи напротив С-В угла ГПЗ, показало следующие даты:  $7090 \pm 70$  лет (образец МРІ-21) и  $8000 \pm 50$  лет (образец МРІ-23). Это указывает на то, что в раннем голоцене излучина палеорусла Вятки имела иное плановое положение и её русло следовало в противоположном направлении, т. е. с С-В на Ю-З, образуя очередной изгиб у правобережного нургушского притеррасья, примерно совпадая, вероятно, с положением современной протоки – ру-

чья Прость. Иными словами, за 8–10 тыс. лет голоцена произошло коренное изменение местоположения излучин Вятки в районе заповедника.

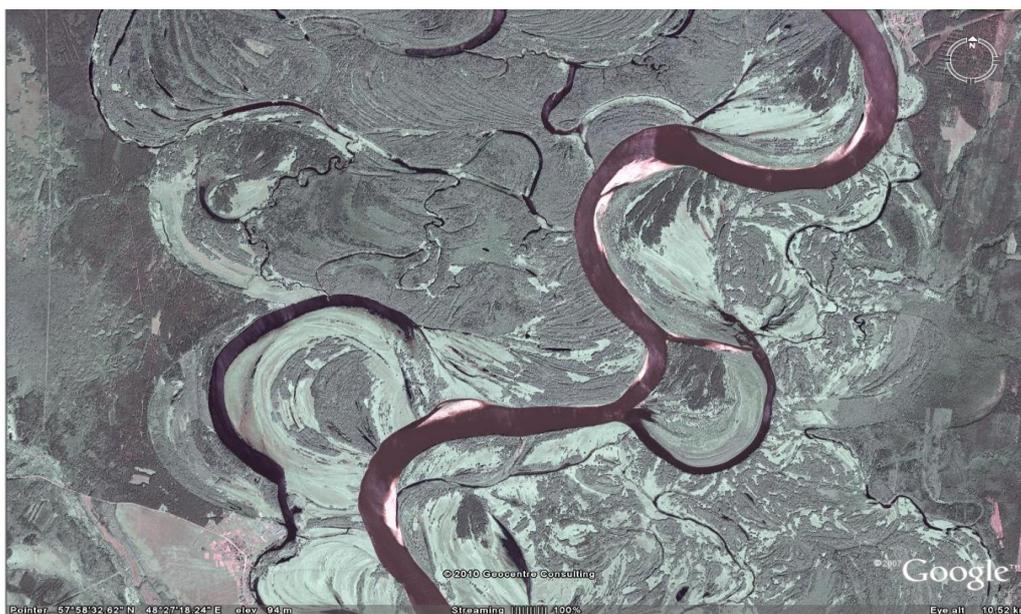


Рис. 3. Излучины р. Вятки на участке пос. Суводи – пос. Разбойный Бор

Изложенное дает представление о скорости миграций русла в ходе меандрирования широкопойменных участков равнинных рек, подобных Вятке, и о перспективах сохранения ГПЗ в условиях активных геоморфологических процессов, вызванных геологической работой воды. Судя по строению долины средней Вятки, её формирование на протяжении среднего-, позднего плейстоцена и голоцена было детерминировано пульсирующими восходящими и нисходящими движениями, сменяющимися периодами тектонического покоя и вызывающими закономерную смену донной и боковой эрозии аккумулятивной деятельностью реки. Генератором этих движений была зона Вятских Увалов с залегающим под ней палеорифтом, сохраняющим свою активность до настоящего времени. На протяжении большей части голоцена в бассейне средней Вятки имела место очередная фаза тектонического затишья. Она замедлила скорость движения воды, спровоцировала меандрирование русла, расширение заливной террасы и отложение пойменного аллювия. Их результатом стал современный сегментно-гвивистый рельеф поймы в пределах средней Вятки и заповедника с обилием староречий и заболоченных ложбин.

#### Литература

Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000. Серия Средневожская. О-38-ХVIII (Свеча), О-39-ХIII (Котельнич). Объяснительная записка. / Составители Б. И. Фридман, Г. С. Кулинич. СПб., 2001. 116 с.

Иванова Н. Г. О возрасте второй надпойменной террасы р. Вятки // ДАН СССР, сер. геологическая, 1966. Т. 166. № 2.

Иванова Н. Г. Опыт датирования аллювиальных отложений р. Вятки и реконструкции растительности по палинологическим данным // Палинология плейстоцена и плиоцена. М.: Наука, 1973.

Прокашев А. М. Особенности истории формирования долины Вятки в районе заповедника «Нургуш» // Научные исследования как основа охраны природных комплексов и заказников: Сб. Матер. Всеросс. науч.-практ. конф. г. Киров, 29 октября 2009 г. Вып. 1. Киров, 2009. С. 116–121.

Прокашев А. М., Бородина Н. В., Тертычная Т. В., Максимов Ф. Е. Состав, возраст и устойчивость пойменных отложений ГПЗ «Нургуш» (Кировская область) // География на рубеже веков: проблемы регионального развития. Курск, 1999. Т. 1. С. 205–206.

Чалов Р. С. Типы русловых процессов и принципы морфодинамической классификации речных русел // Геоморфология. 1996. № 1.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОКУЛЬТУРИВАНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ НА ОСНОВЕ ТОРФОВАНИЯ И ЗЕМЛЕВАНИЯ**

*Я. К. Куликов, Е. Е. Гаевский*

*Белорусский государственный университет, gaevski@rambler.ru*

Эффективное использование низкоплодородных дерново-подзолистых песчаных почв Беларуси возможно при условии коренного изменения их основных свойств – содержания гумуса и физической глины, что осуществляется путем разового внесения высоких доз торфа и минерального грунта. Этот способ позволяет улучшать все свойства почв – физические, водные, воздушные, агрохимические. В отличие от традиционных мелиоративных мероприятий землевание и торфование дает возможность в более короткие сроки решить задачу коренного улучшения всех свойств почв и существенно увеличить урожайность сельскохозяйственных культур. В результате окультуривания песчаной почвы формируется высокоплодородный пахотный горизонт мощностью 25–30 см, с содержанием глины физической 20–22%, органического вещества 6–8%, в том числе 3–4% гумуса и с оптимальными водно-физическими и агрохимическими свойствами, что отвечает параметрам дерновых почв (Куликов, 2000).

Влияние торфования и землевания на структурное состояние перегнойного горизонта дерново-подзолистой песчаной почвы заключается в увеличении количества водпрочных микроагрегатов. Основными факторами усиления агрегации ила в окультуренной песчаной почве наряду со свежим органическим веществом являются минералы с высокой степенью структурной деградированности (слюды – гидрослюды) и с высоким некомпенсированным зарядом в набухающих пакетах (сметиты, вермикулиты), а также полоторные оксиды железа и алюминия. В процессе окультуривания почвы агрегирующая роль органических веществ и глинистых минералов возрастает, а полоторных оксидов – снижается (Куликов и др., 1993; Куликов, 2000).

Внесение высоких доз торфоавозного компоста с суглинком (100–400 т/га) в песчаную почву изменяет соотношение органических и минеральных компонентов в пользу последних. В формировании органоминерального комплекса окультуренной почвы ведущую роль выполняют вторичные глинистые минералы типа смектитов-вермикулитов, обладающих большой удельной по-

верхностью и высокой емкостью катионного обмена. В результате обогащения песчаной почвы минеральными добавками улучшается ее структурное состояние, что ведет к увеличению водоудерживающей способности пахотного горизонта. Торф, обогащенный минеральными компонентами, свободно пропускает через себя атмосферные осадки, которые аккумулируются в нижележащем слое окультуренной почвы. Свободное проникновение атмосферных осадков через оптимизированный пахотный горизонт песчаной почвы является важным фактором в улучшении снабжения растений влагой в периоды ее недостатка в поверхностном слое.

Переувлажнение во влажные годы и острый недостаток влаги в засушливые годы в меньшей мере влияют на влажность пахотного горизонта окультуренной песчаной почвы по сравнению с контрольными участками, что объясняется увеличением коэффициента фильтрации и скорости капиллярного поднятия. Это явление лежит в основе улучшения водного режима окультуренной песчаной почвы и свидетельствует о том, что растения в годы с избыточным увлажнением меньше страдают от переувлажнения на этих почвах благодаря улучшению водопроницаемости, а в годы с недостаточным увлажнением – в результате снижения «мертвого запаса» влаги (Иванов и др., 1985; Куликов, 2000).

Окультурирование песчаных почв на основе торфования и землевания является эффективным мелиоративным мероприятием по регулированию ее биологической активности. Минеральные компоненты, внесенные в торф, коренным образом изменяют среду обитания микроорганизмов, вызывая их перегруппировку в качественном и количественном отношении, в результате чего повышается интенсивность минерализации органического вещества торфо-навозного компоста.

Сравнительный анализ гуминовых кислот, выделенных из исходной песчаной почвы и почвы, окультуренной способом торфования и землевания, показал, что содержание амидных и аминных группировок выше у гуминовых кислот почв с внесением суглинка. Это свидетельствует об участии этих группировок в закреплении гуминовых кислот на глинистых минералах, в результате чего в окультуренной песчаной почве накапливаются биохимически устойчивые глиногумусовые вещества. Это предохраняет органическое вещество от активного вымывания в нижележащие почвенные горизонты.

Окультурирование дерново-подзолистой песчаной почвы на основе торфования и землевания улучшает качественный состав гумуса. Это проявляется в увеличении удельного веса гуминовых кислот и уменьшении доли фульвокислот, что свидетельствует об активизации темпов гумификации органического вещества. Следует отметить, что содержание гуминовых кислот возрастает главным образом, за счет фракций, связанных с полуторными оксидами и с глинистыми минералами. При этом органическое вещество превращается в менее подвижные формы, оно становится более устойчивым против разрушения и вымывания и, следовательно, более способным к закреплению и накоплению в верхних слоях почвы. Это объясняется тем, что внесение высокой дозы торфо-навозного компоста (200 т/га) в песчаную почву изменяет направленность поч-

вообразования в сторону активного развития дернового процесса, сопровождающегося накоплением гумуса.

Агротехнология окультуривания песчаной почвы на основе торфования и землевания позволяет получать урожай картофеля 186–237 ц/га, ячменя – 27,2–36 ц/га и сена многолетних трав за два укоса 81,1–113,4 ц/га. При этом возрастает устойчивость растений к болезням, что уменьшает необходимость применения химических средств защиты растений. Снижается содержание нитратов в продукции растениеводства, так как землевание и торфование почв позволяет уменьшать дозы азотных удобрений, применяемых под сельскохозяйственные культуры. Опыт использования улучшенной почвы показал, что она способна обеспечивать получение высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур даже при экстремальных погодных условиях. Это позволяет говорить о высокой экологической устойчивости окультуренной песчаной почвы (Гаевский, Куликов, 2009а; 2009б).

#### Литература

Гаевский Е. Е., Куликов Я. К. Оптимизация свойств дерново-подзолистой песчаной почвы при внесении торфо-навозного компоста и суглинка // *Агрохимия*. 2009. № 2. С. 5–10.

Гаевский Е. Е., Куликов Я. К. Влияние торфонавозного компоста и суглинка на свойства дерново-подзолистой песчаной почвы и урожайность ячменя // *Агрохимия*. 2009. № 9. С. 18–23.

Иванов Н. П., Ковриго П. А., Куликов Я. К. Оптимизация мелиорированных почв и их охрана. Минск: БГУ, 1985.

Куликов Я. К., Иванов Н. П., Чертко Н. К. Методические рекомендации по оптимизации почв для создания высокопродуктивных угодий. Минск: БГУ, 1993.

Куликов Я. К. Почвенно-экологические основы оптимизации сельскохозяйственных угодий Беларуси. Минск: БГУ, 2000.

### ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ВНЕСЕНИЯ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ

*А. П. Кислицына, С. А. Кузнецова*

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
info@vgsha.info*

Важным резервом в повышении плодородия дерново-подзолистых почв является эффективное использование органических удобрений и в первую очередь навоза. Для поддержания бездефицитного баланса гумуса объёмы применения органических удобрений в Кировской области должны достигать не менее 5–6 т/га пашни (Концепция ..., 1998).

С переходом животноводства на индустриальную основу из года в год увеличивается выход бесподстилочного навоза.

Бесподстилочный навоз (смесь экскрементов с влажностью до 90%) за счет технологических вод при удалении гидросливом составляет 98%, что до 6–8 раз увеличивает общую массу навоза. Хозяйства, имеющие крупные живот-

новодческие комплексы и небольшие площади пашни, постоянно сталкиваются с вопросами его хранения и утилизации.

СПК «Слободской» Слободского района специализируется на откорме крупного рогатого скота. Животноводческий комплекс находится в д. Стулово. Ежегодный выход навоза в хозяйстве (удаление навоза происходит путём гидрослива) при влажности 92,4% составляет около 162000 тонн. Жидкий навоз в хозяйстве вносится машинами РЖТ-16 в агрегате с тракторами Т-150 и К-700 в весенне-летний период с заделкой в почву, в осенне-зимний – на участки с ровным рельефом.

Жидкий навоз, применяемый в хозяйстве (по данным ФГУГЦАС «Кировский»), имеет следующий состав: рН-8,0, содержание в абсолютно-сухом веществе общего азота – 2,39%, фосфора – 2,09%, калия – 2,67%; зольность его составляет 10,9%.

Для оценки влияния систематического внесения жидкого навоза КРС на свойства почвы нами было выбрано поле № 2 первого кормового севооборота. Выбор поля был обоснован тем, что на нём расположен реперный участок ФГУГЦАС «Кировский», заложенный в 1997 г.

Осенью 2012 г. после уборки овса были отобраны среднесмешанные образцы почвы из пахотного горизонта на реперном участке и заложены два почвенных разреза вблизи него. Первый – рядом с реперным участком, второй недалеко от первого на этом же поле (органические удобрения на этом участке почти не вносились в связи с невозможностью подъезда, так как в 10 м находилась опора ЛЭП).

С 1997 по 2012 гг. на поле выращивались культуры полевого севооборота: многолетние и однолетние травы, озимая рожь, яровая пшеница, овёс, под которые вносились органические и минеральные удобрения. Дозы полужидкого навоза составляли от 40 до 120 т/га в зависимости от культуры.

В общей сложности за 16 лет было внесено на 1 гектар 1318 кг действующего вещества (д.в.) азота, 1015,0 кг д.в. фосфора и 846 кг д.в. калия. Из них основная часть элементов питания поступила в составе органических удобрений: азота – 69,6%, фосфора – 88,6%, калия – 99,1%.

Анализ почв в образцах, отобранных в 2012 г., проведен на кафедре почвоведения и агрохимии ВГСХА в соответствии с ГОСТ.

Полученные результаты сравнивались с контролем (агрохимическими показателями почвы на реперном участке, заложенном в 1997 г.).

Почва реперного участка дерново-средне подзолистая легкосуглинистая на морене бескарбонатной.

При длительном использовании жидкого навоза происходящие в почве физико-химические процессы заметно повлияли на её агрофизические и агрохимические свойства, морфологические признаки.

За 16 лет применения органических и минеральных удобрений произошло повышение в пахотном слое подвижных форм фосфора на 70,6 мг/кг, обменного калия – на 90,7 мг/кг почвы, содержание гумуса увеличилось на 0,2% , значительно возросло содержание минеральных форм азота (табл.).

Однако при этом произошли и негативные изменения. В почве снизилось содержание обменных кальция и магния с 13,4 до 9,54 мг-экв/100г, произошло подкисление почвы, обменная кислотность увеличилась на 0,6 ед. рН, гидролитическая на 0,3 мг-экв/100г почвы.

Таблица

**Влияние применения органических и минеральных удобрений на агрохимические свойства почвы (реперный участок)**

Агрохимические показатели	1997 г.	2012 г.	Отклонения от исходных показателей +/-
pH <sub>сол.</sub>	5,1	4,5	-0,6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	113,4	184,0	+70,6
K <sub>2</sub> O, мг/кг	172,9	270,3	+97,4
Гумус, %	1,5	1,7	+0,2
Ca+Mg, мг-экв/100г.	13,4	9,5	-3,9
H <sub>г</sub> , мг-экв/100г.	1,9	2,2	+0,3
N-NO <sub>3</sub> , мг/кг	3,3	28,8	+25,5
N-NH <sub>4</sub> , мг/кг	7,5	7,8	+0,3

Ежегодное внесение жидких органических удобрений привело к изменению не только агрохимических, но и морфологических свойств почв.

Цвет пахотного горизонта при внесении органических удобрений светло-серый, но более тёмный, чем без внесения органических удобрений, граница перехода к горизонту В<sub>1</sub> волнистая, переход по плотности очень четкий. Отмечается прокрашивание гумусом верхней части иллювиального горизонта, что не наблюдается у разреза вблизи ЛЭП. Глубина пахотного горизонта при внесении полужидкого навоза увеличилась до 28–30 см. Во втором разрезе мощность пахотного слоя составляла в среднем 26 см.

Содержание гумуса в пахотном горизонте первого разреза на 0,2% выше, чем во втором и составляет 1,7%. Также выше содержание гумуса в подпахотных горизонтах.

Величина гидролитической и обменной кислотности почвы пахотного горизонта первого и второго разрезов существенно не различаются и составляют: обменная кислотность – 2,3, 2,2 мг-экв/100г почвы, обменная – 4,4, 4,3 ед. рН.

Изменение этих показателей по профилю разрезов соответствует данному типу почв, а их значения практически одинаковые и не зависят от внесённого полужидкого навоза. По-видимому, подкисление пахотного слоя почвы реперного участка за шестнадцатилетний период связано, в основном, с выносом кальция с урожаем сельскохозяйственных культур и вымыванием оснований.

Содержание подвижного фосфора в почве высокое по всему профилю, от 143 мг/кг в пахотном слое до 193 мг/кг в почвообразующей породе (разрез № 2). Внесение жидкого навоза КРС в течение 16 лет привело к повышению содержания подвижного фосфора в пахотном слое до 181,5 мг/кг, а также в горизонте В<sub>1</sub>, с 133 мг/кг (второй разрез) до 165 мг/кг (первый разрез). В нижней части профиля содержание подвижного фосфора было такое же, как и в первом разрезе.

Известно, что азот и калий в жидком навозе в основном представлены водорастворимыми формами и легко передвигаются по профилю почвы (Мерзлая, Митовска, 1998, Минеев, 2000).

Многолетнее внесение жидкого навоза КРС способствовало повышению содержания обменного калия во всех горизонтах почвенного профиля. Так в пахотном слое почвы первого разреза содержание обменного калия на 172,8 мг/кг выше, чем во втором разрезе, и составляет 262,8 мг/кг почвы. В иллювиальных горизонтах первого разреза оно достигает 240...247 мг/кг, второго – 40...45 мг/кг.

Из минеральных форм азота в почве преобладают нитратные формы.

Содержание нитратного азота в пахотном горизонте 26,9, 25,8 мг/кг аммонийного – 8,2, 7,6 мг/кг в первом и втором разрезах соответственно, что связано в основном с поступлением азота осенью при разложении пожнивнокорневых остатков. Содержание аммонийного азота в подпахотных горизонтах невысокое и составляет 3,5...6,0 мг/кг почвы, как в первом, так и втором разрезе. Содержание нитратного азота на 8,9 мг/кг больше в горизонте В<sub>1</sub> первого разреза, по сравнению со вторым, и достигает 26,9 мг/кг.

Содержание нитратного азота в горизонте В<sub>2</sub> и почвообразующей породе к концу вегетации было 17,0 мг/кг почвы, что свидетельствует о его вымывании из верхних слоёв почвы. Можно предположить, что нитратный азот в ранневесенний период будет попадать в грунтовые воды.

Таким образом, многолетнее внесение полужидкого навоза КРС имеет как положительные стороны, так и негативные экологические последствия.

За шестнадцать лет наблюдений в пахотном слое увеличилось содержание подвижного фосфора и обменного калия, минеральных форм азота. Содержание гумуса возросло на 0,2%. Произошло углубление пахотного слоя на 2...4 см.

Удобрение полужидким навозом способствовало миграции гумуса из пахотного слоя и накоплению его в верхней части иллювиального горизонта. Внесённый с полужидким навозом водорастворимый калий активно передвигался по профилю, что способствовало накоплению обменных форм калия во всех почвенных горизонтах.

Содержание нитратного азота осенью в почве было высоким и составляло даже в нижней части иллювиального горизонта и почвообразующей породе 17,0 мг/кг почвы, что может привести к загрязнению грунтовых и поверхностных вод.

### Литература

- Концепция развития адаптивного земледелия Кировской области. Киров, 1998. 112 с.  
Мерзлая Е. Г., Митовска Р. М. Органические удобрения и трансформация азота в почве // Сб. науч. тр. НИИССВ. М., 2006. С. 213–216.  
Минеев В.Г. Экологические функции агрохимии в современном земледелии // Агрохимия, 2000. № 5. С. 5–13.

## СЕКЦИЯ 5 МОНИТОРИНГ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

### СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ДИАГНОСТИКЕ ЖИЗНЕПРИГОДНОСТИ НЕОЛАНДШАФТОВ ПОСТТЕХНОГЕННОГО ПЕРИОДА

*В. С. Артамонова*

*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН,  
artamonova@issa.ngs.ru, artamonovavs@ngs.ru*

Отходы угледобычи и промышленного производства в индустриально развитых регионах занимают значительные территории, формируют новые ландшафты. В них отмечается высокое присутствие разнообразных экотоксикантов, которые загрязняют не только погребенные почвы, но и соседствующие, что обуславливает их деградацию. Природно-техногенные образования, основу которых составляют вскрышные и вмещающие породы, либо промышленные отвалы, слагаемые золошлаками или рудными шлаками, длительное время остаются маложизненными средами. Не следует забывать, что их экология подвержена также воздействию атмополлютантов выбросов промышленных предприятий, расположенных вблизи складирования отходов масс. Они представлены кислыми и щелочными солями галогенов и тяжелых металлов, токсикантов не металлической природы.

Более половины всех отходов России производит в последние годы Кузбасс [<http://www.kuzbass85.ru>]. Из 2,5 миллиардов тонн отходов почти 98% принадлежит предприятиям, специализирующимся на добыче полезных ископаемых, особенно угля различных марок. По состоянию на 1 января 2012 г., площадь нарушенных земель в Кемеровской области достигла 66,8 тыс.га. Из 34 муниципальных образований области только половина имеет полигоны для захоронения отходов, остальные пользуются так называемыми санкционированными свалками. Поэтому проблема рекультивации нарушенных земель очевидна, но чрезвычайно сложна.

В настоящее время ежегодно рекультивируется не более 5% угодий, выведенных угольными предприятиями из хозяйственного оборота. Биологическая рекультивация сводится зачастую к высадке кустов облепихи, лесовосстановление ограничено. Но в посттехногенный период, через 30–40 лет культурного освоения нарушенных земель, обнаруживаются признаки усыхания и гибели растений. Истощение ресурсов (полезных ископаемых и плодородных земель) ведет к ухудшению эколого-экономического благополучия населения.

Учитывая, что в Западной и Средней Сибири формирование отвалов происходит в пределах населенных пунктов и их окрестностей, восстановление

плодородия почв и озеленение техногенных образований неизбежно. Не случайно, в последние годы активизировалась оценка почвенно-экологической эффективности технологий рекультивации нарушенных земель, поисковые работы в направлении ускоренного почвообразования и устойчивого развития лесных сообществ на рекультивированных территориях.

Следует отметить, что к настоящему времени накоплен определенный опыт почвоулучшения маложизненных субстратов путем привноса торфа, сапропеля, шунгита, осадков сточных вод, потенциально плодородных почвообразующих пород – лессовидных карбонатных суглинков, гуминовых препаратов, микробных добавок.

Установлено, что в течение первых 3–4 десятилетий освоения неоландшафтов формирование запасов педогенного углерода в эмбриоземах и техноземах происходит медленно даже на угольных отвалах (Госсен, 2013). Лидером остается литогенный углерод. Несмотря на присутствие высших и низших растений, беспозвоночных животных и микроорганизмов-продуцентов органического углерода, содержание гумуса невысокое. Его присутствие ограничено, ниже слоя 6–14 см гумус отсутствует (Гродницкая, 2013 (а, б)). Микрофлора, участвующая в корневом питании растений, олиготрофна по углероду и азоту, метаболически мало активна, несмотря на экологическую значимость жизнеспособных зачатков (Артамонова, Андроханов, Соколов и др., 2011). Показатели микробной биомассы могут приближаться к зональным сообществам, однако соотношение  $C_{\text{мик}} / C_{\text{орг}}$  существенно уступает зрелым экосистемам (Гродницкая, 2013 а, б). Это означает, что корневое питание растений, дефицитно.

Одной из причин ослабленной метаболической активности бактериальных поставщиков углерода и азота в корнеобитаемую зону является их преданабиотическое состояние и переживание неблагоприятных условий в виде измельченных форм. Такая «консервация» жизни микробиоты может быть вызвана присутствием в среде их обитания экотоксикантов металлической и неметаллической природы. Как показал химический состав снеготалых вод и водных растворов мелкозема, установленный методами атомно-адсорбционного и спектрального анализа, а также определением общей щелочности (все анализы выполнены при участии аккредитованной испытательной лаборатории ИПА СО РАН), представлен широким набором тяжелых металлов, галогенов, в том числе фтора, хлора, а также нитратов (Артамонова, Марченко, а, б). Они поступают с осадками выбросов градообразующих предприятий: металлургического комбината, алюминиевого завода, агломерационной фабрики, ГРЭС и других объектов, дополняя в конечном итоге химическое разнообразие самих отвалов и усиливая токсичность почвоподобных сред, особенно вследствие образования в них фторидов тяжелых металлов, чрезвычайно ядовитых для всего живого.

Негативная роль токсикантов в жизни растений была изучена на примере гидробионтов и культурных растений (за исключением овощных, особенно способных накапливать техногены). С этой целью в лабораторных условиях анализировались ростовые реакции растений в присутствии талой воды и водных вытяжек мелкозема, отделенного просеиванием через сито из монолитов, отобранных из верхнего слоя соответствующих полигонов отходов: угольных,

золошлаковых, рудных шламов. Также был проведен пыльцевой анализ фито-поселенцев для определения возможных морфологических отклонений и оценки фертильности пыльцы. Эти биотесты входят в современные межгосударственные стандарты (ГОСТ 12038-84; ГОСТ 19792-2001; ГОСТ Р 52451-2005; ГОСТ 1.5.339-2.009.11; ГОСТ 1.5.339-2.008.11 и др.). Отказ от традиционных гостированных биотестов (салата и редиски) объясняется постановлением Главного санитарного врача страны о запрете выращивания сельскохозяйственной продукции на техногенных землях. Морфометрические показатели корней и листочков ряски, проростков и пыльцы наземных растений рассчитывались по их видеоизображению в программе «Corel» и обрабатывались статистически в программе «Excel».

Было установлено, что вытяжки мелкозема почвоподобных образований оказались фитотоксичнее снеготалых вод по всем биотестам. Обнаружена тенденция усиления угнетения роста растений в начальный период по мере перехода от угольных отвалов к рудным шламам. Не исключено, что угольные частицы выступают сорбентами токсичных метаболитов, что способствует жизнепригодности таких сред для микробных участников формирования корневого питания растений. Об этом косвенно свидетельствуют 100% обрастание почвенных комочков азотобактером и целлюлозолитиками при низкой встречаемости их культурально-морфологических типов. Интересно и то, что во всех вариантах эмбриоземов высока жизнеспособность микромицетов. Их запас выше на угольном полигоне, но именно здесь заметно присутствие антифунгальных агентов рода *Trichoderma*. На промышленных субстратах картина иная. Несмотря на экологическую значимость жизнеспособного пула микромицетов, их запас ниже, а встречаемость триходермальных представителей единична.

Испытанные растения: ряска, овсяница, клевер, фацелия, космея проявили схожие тенденции роста в снеготалой воде и водной вытяжке мелкозема. Но реакции водных растений к токсичности почвенных вытяжек оказались более выраженными. По таким показателям, как всхожесть семян, масса корней и проростков, наиболее устойчивыми оказались овсяница и клевер независимо от специфики техногенного объекта. Фацелия обнаружила чрезвычайно низкую всхожесть во всех вариантах, но рост корней у выживших побегов был высоким, особенно в почве на рудном шламе. У космеи подавлена всхожесть, но длинными, ветвистыми и весомыми оказались корни, особенно на вытяжке почвы с рудного шлама, при этом на корнях образовывался мюсигель, как на корнях ряски. Площадь листочков ряски уменьшалась по мере увеличения техногенного загрязнения, как в снеготалой воде, так и почвенной вытяжке.

Пониженная фертильность пыльцы облепихи и березы, произрастающих в неоландшафтах, свидетельствует о негативном воздействии техногенов на репродуктивные органы растений. Морфометрические показатели пыльцевых зерен также позволяют говорить о вредоносности техногенного загрязнения.

Таким образом, оценка фитопригодности талой воды, наряду с таковой почвенной вытяжки, расширяет представления о причинах низкой жизнепригодности неоландшафтов в посттехногенный период почвообразования. Использование широкого спектра биопоказателей качества среды обитания: гид-

ро- и педобионтов, а также высших растений в разные периоды их онтогенеза ( всхожести семян, прорастания побегов, образования пыльцевых зерен) позволяет судить об неутешительном диагнозе здоровья молодых почв. Патологии растений, проявляющиеся в росте и развитии на ранних и поздних этапах развития растений, обусловлены хроническим техногенным загрязнением среды обитания, которое постоянно дополняется атмополлютантами. По мере усиления химической нагрузки возрастает роль токсинопродуцирующих микромицетов, которые могут вызывать микоз проростков растений и токсикоз молодых почв. Проростки растений в таких токсичных средах обнаруживают признаки индивидуальной адаптации. Лабораторные наблюдения можно рассматривать как первый шаг к подбору устойчивых видов для ландшафтного озеленения нарушенных земель. Дальнейшие исследования необходимо проводить в направлении повышения нитрогенизации и фосфоритования корнеобитаемых зон, активизации метаболизма специализированных растительно-микробных ассоциаций.

#### Литература

Артамонова В. С., Андроханов В. А., Соколов Д. А., Лютых И. В., Булгакова В. В., Бортниткова С. Б., Водолеев А. С. Эколого-физиологическое разнообразие микробных сообществ в техногенно-нарушенных ландшафтах Кузбасса // Сибирский экологический ж., 2011. № 5. С. 735–746.

Артамонова В. С., Марченко М. И. Современные аспекты жизнепригодности молодых почв // Природно-техногенные комплексы: рекультивация и устойчивое функционирование: Сб. матер. международной научной конф. (10–15 июня 2013г.). Новосибирск: изд-во Окарины, 2013 (а). С. 57–59.

Артамонова В. С., Марченко М. И. Фитопригодность слаборазвитых почв техногенных отвалов // Антропогенная трансформация природной среды. Научные чтения памяти Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка: матер. междунар. школы-семинара молодых ученых (2–4 августа 2013 г.). Пермь: изд-во «А-Принт», 2013 (б). С. 10–13.

Госсен И. Н. Почвенно-экологическая эффективность технологий рекультивации нарушенных земель в Кузбассе: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2013. 19 с.

Гродницкая И. Д. Эколого-микробиологическая индикация и биоремедиация почв естественных и нарушенных лесных экосистем Сибири: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Красноярск, 2013 (а). 35 с.

Гродницкая И. Д. Эколого-микробиологическая индикация и биоремедиация почв естественных и нарушенных лесных экосистем Сибири: Дис. ... докт. биол. наук. Красноярск, 2013 (б). 35 с.

<http://www.kuzbass85.ru>

### **СУКЦЕССИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ПОСТТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ КРАЙНЕСЕВЕРНОЙ ТАЙГИ ПРИ ПОСЕВЕ РАЗНЫХ ВИДОВ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ**

*Л. П. Турубанова, И. А. Лиханова, Г. В. Железнова, Т. Н. Пыстина*  
*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, [likhanova@ib.komisc.ru](mailto:likhanova@ib.komisc.ru)*

Нефтедобывающий Усинский район занимает первое место по площади нарушенных земель в Республике Коми. Расположение района на севере таежной зоны обуславливает низкий самовосстановительный потенциал посттехно-

генных территорий. Можно значительно ускорить восстановительный процесс посредством создания на техногенной территории травянистого сообщества. Целью данной работы является исследование восстановительной сукцессии на нарушенных землях в Усинском районе Республики Коми при применении посевов разных видов трав.

Опыт с посевом 18 видов трав североамериканского происхождения был заложен 19 июня 1993 г. на отсыпанной песчаным материалом и выровненной площадке бывшего шламонакопителя нефтяного месторождения (66°44' с.ш, 57°02' в.д.). Толщина отсыпки составляла более 1 м. Субстрат практически безгумусный (0,4%), величина рН близка нейтральной (6,5). Содержание гидролизуемого азота (0,7 мг/100 г в.с.п.) и оксида калия (2,3 мг/100 г в.с.п.) низкое. Площадка окружена кустарничково-моховым березово-еловым редколесьем. В опыте испытывались 16 видов многолетних злаков, однолетний злак *Secale cereale* L. и многолетнее бобовое растение *Medicago media* Pers. (семена получены от фирмы «АГРА»). Посев проводился вручную, без заделки семян, с прикапыванием грунта. В первые 3 года опыта весной и осенью вносили комплексное минеральное удобрение из расчета 30 кг д.в. каждого компонента на 1 га (N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>).

Из испытанных 17 видов многолетних трав североамериканского происхождения только *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv., *Festuca rubra*, *F. ovina* L., *F. ovina* var. *duriuscula* auct. non (L.) Koch, *Phleum pratense* L., *Poa pratensis* и *P. compressa* L. выделялись большей жизнестойкостью: они имели высокое проективное покрытие в первые пять-семь лет наблюдений. В период ухода за травами (трехлетний период подкормок минеральными удобрениями) эти злаки достигали фаз плодоношения (*Festuca ovina*, *Phleum pratense*, *Poa compressa*, *P. pratensis*) или цветения (*Deschampsia cespitosa*, *Festuca rubra*).

В первые годы после посева *Alopecurus arundinaceus* Poir., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch., *Agropyron trachycaulum* (Link) Malte ex H.F. Lewis, *A. elongatum* (Host) P. Beauv значительно сокращают свое проективное покрытие. В течение всего времени наблюдений эти злаки находились только в вегетативном состоянии.

После первого зимнего периода выпали *Psathyrostachys juncea* (Fisch.) Nevski, *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl., *Agropyron dasystachyum* (Hook.) Scribn. & J.G. Sm., *A. riparium* Scribn. & J.G. Sm., что свидетельствует об их непригодности к климатическим условиям региона.

В первом десятилетии опыта внедрение растений в сомкнутые травостой *Festuca rubra*, *Deschampsia cespitosa* и *Phleum pratense* происходит слабо. Только к 9-му году отмечены единичные экземпляры *Equisetum arvense* L. и четырех видов пионерных мхов. На 20-й год опыта *Phleum pratense* и *Deschampsia cespitosa* полностью погибли, на делянке с *Festuca rubra* сохранились лишь единичные экземпляры высеянного злака. За второе десятилетие на делянки внедрилось в среднем 7 видов сосудистых растений, все они имеют невысокое проективное покрытие. Из древесных и кустарниковых растений отмечены единичные экземпляры *Salix phylicifolia* L. Травянисто-кустарничковый ярус представлен *Vaccinium uliginosum* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop, *Tussilago far-*

*fara* L., *E. arvense* L., *Equisetum palustre* L. и др. В мохово-лишайниковом ярусе преобладают *Polytrichum juniperinum* Hedw., *Cladonia cornuta* (L.) Hoffm. и *C. fimbriata* (L.) Fr. На данных делянках еще сохраняется мощный слой ветоши, по которому, в основном, нарастают лишайники и некоторые виды мхов.

Обилие *Festuca ovina*, *Festuca ovina* var. *duriuscula*, *Poa pratensis*, *P. compressa* стало снижаться на пятый-седьмой годы наблюдений. С этого момента начинается внедрение несеянных видов. В среднем на 5-й год на делянках насчитывается по 2 вида появившихся сосудистых растений, на 6-й – 4, на 7-й и 8-й – по 5, на 9-й – 6, на 20-й – 6. На 9-й год на делянках отмечалось в среднем по 6 видов мохообразных, и 1 вид лишайника, на 20-й год – 5 и 6 видов соответственно. На 20-й год опыта сохраняются внедрившиеся в первое десятилетие опыта экземпляры *Betula pubescens* (в среднем количество – 62 шт./м<sup>2</sup>, высота – 40-60 см). Из травянистых растений отмечены как пионерные виды (*Chamaenerion angustifolium*, *Tussilago farfara* и др.), так и виды более позднесукцессионных стадий: например, лесные кустарнички (*Vaccinium uliginosum*, *Vaccinium myrtillus* L. и др.). В напочвенном покрове существенное проективное покрытие из мхов имеют *Polytrichum juniperinum*, из лишайников – *Cladonia cornuta* и *C. fimbriata*, а также разные виды рода *Peltigera*.

Появление несеянных видов на делянках с быстро изреживающимися травостоями *Alopecurus arundinaceus*, *Bromopsis inermis*, *Phalaroides arundinacea*, *Agropyron trachycaulum*, *A. elongatum* отмечено уже на третий год после посева. В среднем на делянках на 3-й и 4-й годы насчитывается по одному виду внедрившихся сосудистых растений, на 5–9-й гг. их число нарастает от 4 до 8. Первыми появляются виды, характерные для нарушенных местообитаний (*Equisetum arvense*, *Chamaenerion angustifolium*, *Tripleurospermum hookeri*), лесные виды с высокой семенной продуктивностью (*Salix phylicifolia*, *Betula pubescens*), а также некоторые злаки с соседних делянок (*Festuca ovina*, *Festuca rubra*, *Phalaroides arundinacea*, *Phleum pratense*, *Alopecurus pratensis*). На 9-й год увеличивается число видов, занесенных из лесных биогеоценозов: отмечены *Vaccinium uliginosum* L. и *Empetrum nigrum* L. Обилие внедрившихся видов незначительно, только подрост *Betula pubescens* начинает покрывать значительную часть площадок (ПП до 60%, высота 25 см). Активно формируется моховой покров, смыкающий к 9 году опыта, среднее количество видов мохообразных на делянках – 7. Преобладающие виды в нем – пионерные мхи *Ceratodon purpureus*, *Leptobryum pyriforme* (Hedw.) Wilson, *Bryum caespiticium* Hedw. На 20-й год наблюдений в среднем насчитывается 7 видов сосудистых растений. Высота внедрившейся в первое десятилетие опыта *Betula pubescens* колеблется в пределах 40–100 см, количество в среднем составляет 70 шт./м<sup>2</sup>. Из сосудистых растений отмечены *Chamaenerion angustifolium*, *Tussilago farfara*, *Equisetum palustre*, *Vaccinium uliginosum* и др. В напочвенном покрове из 5 видов мхов и 7 – лишайников исчезают или уменьшают свое проективное покрытие пионерные мхи, преобладающими становятся *Polytrichum juniperinum*, *Cladonia cornuta* и *C. fimbriata*, а также виды рода *Peltigera*. Значительная часть субстрата делянок покрыта водорослевой корочкой (до 30%).

Делянки с однолетним *Secale cereale* и практически выпадающими после первой зимовки многолетними *Psathyrostachys juncea*, *Puccinellia distans*, *Medicago media*, *Agropyron dasystachyum*, *A. riparium* становятся свободными для внедрения несеяных растений уже с первых лет опыта. Внесение удобрений и растительная морт-масса улучшают условия для поселения растений. В среднем на 3-й и 4-й гг. опыта на делянках отмечено по два вида внедрившихся высших сосудистых растений, с 5-го по 7-й гг. их число увеличивается от 6 до 8, на 8-й и 9-й гг. уменьшается до 7. В первые два года отмечаются единичные экземпляры *Tripleurospermum hookeri* Sch.Bip., *Tephrosieris palustris* (L.) Rchb., *Chamaenerion angustifolium*, *Salix sp.* В последующие годы первого десятилетия поселяются *Equisetum arvense*, *Salix phylicifolia*, *Festuca ovina*, *Festuca rubra*, *Betula pubescens* и др. Покрытие всех внедрившихся видов сосудистых растений незначительно, исключение составляет подрост *Betula pubescens*. Сомкнутый моховой покров из 6 видов мхов и 1 вида лишайника сформировался на 5-й год опыта. В нем преобладал *Ceratodon purpureus*, также были отмечены *Leptobryum pyriforme*, *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr., виды родов *Bryum*, *Polytrichum*. К 20-му году отмечено 7 видов сосудистых растений. Высота *Betula pubescens* (среднее количество 34 шт./м<sup>2</sup>) и видов рода *Salix* (2 шт./м<sup>2</sup>) составляет около 60 см. Видовой состав и структура травяно-кустарничкового яруса изменяются слабо, но существенно трансформировался напочвенный покров, включающий 5 видов мхов и 7 видов лишайников. В нем уже преобладают мхи рода *Polytrichum* и лишайники родов *Cladonia* и *Peltigera*.

Таким образом, из 17 испытанных видов многолетних трав североамериканского происхождения к концу первого десятилетия опыта сохраняются *Festuca rubra*, *F. ovina*, *Deschampsia cespitosa*, *Phleum pratense*, *Poa pratensis*. К концу второго десятилетия все высеянные виды погибают.

Ценотическая мощность видов предопределила динамику растительного покрова на опытных делянках. Густые травостой *Deschampsia cespitosa*, *Festuca rubra* и *Phleum pratense*, мощный слой их ветоши в первом десятилетии опыта препятствуют внедрению растений. Остальные виды, ценотически слабые в условиях европейского севера России, не могут подавить внедрение растений. Особенно четко это проявилось в динамике напочвенного покрова и внедрении древесных растений. Под густым травостоем моховой покров только начинает формироваться в конце первого десятилетия опыта, под угнетенным травяным покровом он уже сомкнут на 9-й год опыта, а при выпадении трав после первой перезимовки – уже на 5-й. На 20-й год опыта практически на всех делянках пионерные мхи сменяются на лишайники родов *Cladonia* и *Peltigera* и на более поздне sukcesсионный вид мхов – *Polytrichum juniperinum*.

На всех делянках с ослабленным в течение первого десятилетия опыта травостоем характерен густой подрост *Betula pubescens*. На делянках с ценотически мощными *Deschampsia cespitosa*, *Festuca rubra* и *Phleum pratense* подрост *Betula pubescens* практически полностью отсутствует. Внедрению древесных растений на делянках с выпавшим или ослабленным травостоем способствует формирование четко выраженного нанорельефа: отмершие наземные части рас-

тений в рядках образуют повышения (валики), участки между рядками представляют собой микроуглубления, которые не только задерживают семена, но и создают более благоприятные микроусловия для внедрения растений.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 3-04-98818 «Ускоренное восстановление лесных экосистем на посттехногенных территориях таежной зоны Республики Коми».

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНА, ПУТИ РЕШЕНИЯ

*Т. Я. Ашихмина*

*Лаборатория биомониторинга Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, ecolab2@gmail.com*

Для нашего региона чрезвычайно важными экологическими проблемами являются, в первую очередь, обеспечение населения чистой питьевой водой; реабилитация территории в районе действия бывших предприятий ядерно-топливного цикла, Кирово-Чепецкого химического комбината, от деятельности которых накоплено в пойме реки Вятки (основного питьевого источника населения областного центра г. Кирова) большое количество химических и радиоактивных отходов; обеспечение безопасного уничтожения химического оружия на объекте «Марадыковский» в Кировской области; проблемы безопасного обращения с отходами производства и потребления; бережное отношение к лесу – основному природному ресурсу региона.

Безусловно, многое в этом направлении делается. Объект хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский» в Оричевском районе, вот уже в течение более 7 лет с начала своего функционирования работает в штатном режиме, без аварийных ситуаций. А это значит, все установленные на объекте системы производственной и технической безопасности надёжно обеспечивают экологическую безопасность.

На заводе минеральных удобрений КЧХК построена станция и внедрена система очистки производственных вод, проведена рекультивация 5 хвостохранилища, 6 секции шламонакопителей, активно внедряются технологии по повышению эффективности производства, разработке новых технических средств и внедрению технологий обеспечивающих снижение количества отходов, эффективную очистку выбросов и сбросов сточных вод от предприятия.

На очистных сооружениях водозаборной станции ОАО «Кировские коммунальные системы» внедрена дополнительная система очистки воды с применением нового природного сорбента – цеолита, что не позволило превысить предельно допустимое значение ( $2,0 \text{ мг/дм}^3$ ) содержания азота аммонийного в водопроводной сети г. Кирова в период высокого паводка 2012 г. и относительно высокого паводка 2013 г.

При сравнении полученных данных (Рег. Доклад ..., 2012 г.) в периоды «напряжённых» паводков 2005, 2010, 2011, и 2012 гг. максимальное содержание азота аммонийного в пробах воды р. Вятка на водозаборе ОАО «Кировские

коммунальные системы» отмечалось: 27 апреля 2005 г – 3,8 мг/дм<sup>3</sup>; 1 мая 2010 г. – 3,09 мг/дм<sup>3</sup>; 9 мая 2011 г. – 1,69 мг/дм<sup>3</sup>; 29 апреля 2012 г. – 4,8 мг/дм<sup>3</sup>.

Новый метод дополнительной очистки воды, опробованный в 2012 г. на первой опытной линии комплекса дополнительной системы очистки, не позволил превысить предельно допустимое значение (2,0 мг/дм<sup>3</sup>) содержания азота аммонийного в водопроводной сети г. Кирова.

Однако, остропроблемными остаются вопросы пойменного загрязнения аммонийным азотом, радионуклидами территории в районе Кирово-Чепецкого промышленного комплекса и судьбы хранящихся радиоактивных отходов, оставшихся в наследие от прошлой деятельности КЧХК. Вопросы, касающиеся дальнейшей судьбы объекта уничтожения химического оружия и реабилитации промышленной зоны объекта. Проблемы, связанные с лесопользованием и лесовосстановлением в регионе, так как с каждым годом (Рег. доклад ..., 2012) лесистость территории в регионе уменьшается. Если в 1996 г. лесистость территории составляла 67,2%, то в 2010 – 63,6%, в 2011 – 63,5%, в 2012 г. – 63,3%, при этом объём лесовосстановительных работ снижается. В 2011 г. посадка леса осуществлена на 25,3% площади, на которой были проведены лесовосстановительные работы, а в 2012 г. на 24,7% площади.

Проблема безопасного обращения с отходами производства и потребления, образующихся в процессе хозяйственной деятельности предприятий, организаций, учреждений и населения с каждым годом в регионе нарастает. На территории Кировской области объём накопившихся на 702 объектах размещения отходов составляет более 81 млн.т., из них свыше 14 млн.т. (17,5%) составляют твёрдые бытовые отходы. Кроме того, на объектах временного и длительного хранения (золошлакоотвалы, шламохранилища, накопители, открытые и закрытые площадки временного хранения) размещено более 41 млн.т. отходов производства и потребления. За период с 2006 г. по настоящее время в нашем регионе наметилась устойчивая тенденция к их увеличению. Объём образующихся ежегодно промышленных и бытовых отходов на территории области составляет 4,5–4,8 млн.т в год, при этом среднегодовой объём образования твёрдых бытовых отходов в регионе составляет около 500 тыс.т., в том числе по г. Кирову более 250 тыс.т (Рег. доклад, 2010).

Всего на территории области находится 614 объектов размещения ТБО, в том числе 28 полигонов и 348 свалок ТБО, 238 несанкционированных свалок, с общей площадью размещения 737 га. Из данных объектов размещения ТБО разрешительные документы имеют лишь 21 санкционированный объект размещения (18 полигонов ТБО и 3 свалки ТБО).

При этом под объекты размещения свалок твердых бытовых отходов из хозяйственного оборота изымаются сотни гектаров земель. Сконцентрированные на свалках отходы являются источником загрязнения поверхностных и подземных вод, атмосферы, почвы и растений.

Переработка отходов и мусора становится отдельной отраслью экономики, которая должна быть ориентирована на эффективное ресурсосбережение и, прежде всего, на отрасль энергетики и топливных ресурсов. Особая роль в этом

отводится науке, внедрению наукоёмких технологий с участием учёных НИИ вузов города, малого и среднего бизнеса, путём привлечения инвестиций.

В первую очередь необходимо разработать генеральную схему санитарной очистки территории области. В соответствии с Концепцией, обращения с отходами производства и потребления на территории Кировской области, наибольшая концентрация свалок зарегистрирована в центральной части области (г. Киров и прилегающие к нему территории районов). Бесконтрольная деятельность на несанкционированных объектах размещения твёрдых бытовых отходов ведёт к увеличению площадей, занимаемых свалками. Вновь построенные объекты размещения отходов при отсутствии генеральной схемы очистки территории решают проблему захоронения отходов лишь в районных центрах, тогда как на территории всего муниципального образования количество свалок не сокращается. Отсутствие системы отдельного сбора бытовых отходов, усложнение их состава приводит к сокращению срока эксплуатации полигонов, потере ценных вторичных материальных ресурсов и загрязнению окружающей среды.

До настоящего времени юридически не оформлены права собственности (аренды, пользования) многих предприятий, обслуживающих муниципальные свалки, что затрудняет получение лицензий на деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке и размещению отходов I-IV класса опасности и лимитов на их размещение. Требуется немедленной модернизации всей технической инфраструктура, используемая в сфере обращения с отходами. Возникает острая необходимость в строительстве мусоросортировочных комплексов и завода по переработке мусора.

Однако, самый лучший, самый простой и эффективный способ уменьшить загрязнение окружающей природной среды отходами промышленности, транспорта, энергетики и быта состоит в том, чтобы как можно меньше и экономнее потреблять природные ресурсы. К сожалению, к таким действиям наше общество пока не готово. Так как главной проблемой нашего общества является низкий уровень экологического образования и культуры населения. Уместно процитировать сегодня слова академика Никиты Моисеева «...на одном уровне знаний и правил поведения в области экологии, а точнее не знаний у нас находятся четыре поколения: дед – отец – сын – внук». А это значит взрослые и дети; руководители органов власти и их подчинённые, руководители предприятий и их рабочие, не знают законов развития природы, а соответственно принципов и механизмов рационального природопользования. Общество относится к природе как её хозяин и властелин.

Деятельность человека или промышленное развитие допустимы, если сохраняется природное равновесие, как в локальном, так и в глобальном масштабе. Они так же допустимы и до тех пор, пока природные ресурсы планеты используются без существенных изменений окружающей среды. Отклонения допустимы, только если они ограничены во времени и в пространстве. Любое вызванное человеческим вмешательством изменение окружающей среды признаётся неестественным, если оно превышает природные изменения одного и того же параметра от места к месту или от одного периода времени к другому.

Поэтому нужен, как чистый воздух, закон об экологической культуре населения Кировской области, проект которого уже в течение более 4-х лет находится на рассмотрении департаментов культуры, образования и комиссий законодательного собрания Кировской области. Главное научить детей и взрослых основам более правильного образа жизни: как лучше питаться, как лучше отдыхать, действовать положительно, жить в гармонии с природой, уважать окружающую среду. Защита окружающей среды должна быть нашей главной заботой, работать на благо своего края и соответственно в этом направлении воспитывать детей и молодёжь.

## **ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕРОДА ФИТОМАССЫ ДРЕВОСТОЕВ В ЗАБОЛОЧЕННЫХ ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ПОДЗОНЫ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ**

*М. А. Кузнецов, А. Ф. Осипов, К. С. Бобкова*

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, kuznetsov\_ma@ib.komisc.ru*

При оценке биосферной роли лесных экосистем необходима информация о резервуарах углерода в фитоценозах разного состава, структуры и формирующихся в разных лесорастительных условиях. Для моделирования долговременной динамики развития лесных насаждений и верификации существующих моделей необходимы также знания о строении и фитомассе древостоев, находящихся на разных этапах формирования. Структура и фитомасса древостоев заболоченных типов фитоценозов, находящихся на разных этапах своего развития на европейском Северо-Востоке слабо изучена. Целью данной работы является выявить изменения фитомассы и углерода за 24–25 лет в древостоях средневозрастного сосняка чернично-сфагнового и спелого ельника долгомошно-сфагнового подзоны средней тайги.

Работа выполнена в Республике Коми, на территории Чернамского (62° 00' с. ш., 50° 20' в. д.) лесного стационара Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Объектом исследования были сосняк чернично-сфагновый послепожарного происхождения и ельник долгомошно-сфагновый, охваченный низовым пожаром 60-летней давности. Краткая лесоводственно-таксационная характеристика в разные годы исследований приведена в табл.

Таблица

### **Лесоводственно-таксационная характеристика исследуемых насаждений**

Год перечета	Состав древостоя	Возраст, лет	Густота деревьев, экз. га <sup>-1</sup>	Запас древесины м <sup>3</sup> га <sup>-1</sup>	Средняя высота, м	Средний диаметр, см
Сосняк чернично-сфагновый						
1984 г.	10С+Б ед.Е	60	2040	109	10	10
2008 г.	10С ед.Е	80	2266	139	11	12
Ельник долгомошно-сфагновый						
1978 г.	7Е2Б1С	70-180	1858	170	14	15
2003 г.	6ЕЗБ1С	70-200	1900	222	11	13

Согласно ОСТ 56-69-83, заложены постоянные пробные площади, на которых проведен сплошной пересчет деревьев. В исследованных древостоях пересчеты выполнены в динамике с интервалом в 24 и 25 лет. Таксационная обработка материала выполнена по Лесотаксационному справочнику... (1986). Запасы органической массы определяли методом модельных деревьев (Уткин, 1975). Массу подземных органов определяли методом крупных и мелких монолитов (Орлов, 1967). Содержание углерода в отдельных фракциях фитомассы рассчитывали по К. С. Бобковой, В. В. Тужилкиной (2001).

За анализируемый период (24–25 лет) в среднетаежных хвойных фитоценозах, развитых на болотно-подзолистых почвах, произошли изменения в содержании углерода фитомассы древостоев. В обоих исследуемых насаждениях он увеличивается в 1,2 раза с 43 до 54 тС га<sup>-1</sup> в сосняке чернично-сфагновом и с 75 до 88 тС га<sup>-1</sup> в ельнике долгомошно-сфагновом. Прирост фитомассы, в первую очередь, обусловлен увеличением густоты древостоя. Одновременно с динамикой общей фитомассы древостоя происходят изменения в участии отдельных органов в накоплении органической массы. Так в средневозрастном сосняке чернично-сфагновом за 24 года увеличилась доля участия ветвей от 4,8 до 5,8% и стволовой древесины с 59,8 до 63,0%. Участие остальных компонентов уменьшается на 0,8–1,5%. В исследуемом ельнике долгомошно-сфагновом за 25 лет отмечается возрастание участия стволовой древесины от 52 до 55%, хвои (листьев) от 7 до 8%, незначительно коры, при снижении доли ветвей и корней.

Невысокая продуктивность среднетаежных хвойных фитоценозов на болотно-подзолистых почвах определяется, прежде всего, гидротермическими условиями корнеобитаемого слоя: сезонно-промерзающими, относительно холодными почвами; застойно-промывным водным режимом и низкой аэрацией корнеобитаемого слоя.

Таким образом, за изучаемый период в первую очередь произошли изменения в структурах древостоев. Увеличилась густота древостоев и запасы древесины, что объясняется переходом деревьев из подроста в состав древостоя. Также наблюдается увеличение в 1,2 раза фитомассы и запаса углерода в живых органах деревьев.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта № 13-4-НП-93 «Временная динамика биологической продуктивности и хвойных экосистем средней тайги Республики Коми».

#### Литература

Бобкова К. С., Тужилкина В. В. Содержание углерода и калорийность органического вещества в лесных экосистемах Севера // Экология, 2001. № 1. С. 69–71.

Лесотаксационный справочник для Северо-Востока европейской части СССР. Архангельск, 1986. 358 с.

Орлов А. Я. Метод определения массы корней деревьев в лесу и возможность учета годичного прироста органической массы в толще лесной почвы // Лесоведение, 1967. № 1. С. 64–69.

ОСТ 56-69-83. Пробные площади лесоустroительные. Метод закладки. М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1983. 60 с.

## **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ, РАСПОЛАГАЮЩИХСЯ В ЗОНЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ САРАТОВСКОГО НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА**

*Н. В. Медведева<sup>1</sup>, М. А. Козаченко<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Саратовский государственный социально-экономический университет,  
medvedosik17@mail.ru*

<sup>2</sup> *Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова,  
lesfak-saratov@mail.ru*

Добыча, переработка и использование нефти и нефтепродуктов оказывает воздействие на окружающую среду, которое выражается в нескольких аспектах: негативное воздействие на почву, воду, воздух при нефтедобыче; негативное воздействие на почву, воду, воздух при её транспортировке и переработке; негативное воздействие на почву, воду, воздух при потреблении продуктов нефтепереработки. Во многих странах, которые уже вплотную столкнулись с проблемой переэксплуатации лесных ресурсов и истощения защитных свойств лесной среды, на всех уровнях произошло осознание критической экологической роли леса (Кобяков, Лепёшкин, 2013).

Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами вызывает нарушение динамического равновесия в экосистеме вследствие изменения структуры почвенного покрова, геохимических свойств почв, а также токсического воздействия на живые организмы.

Целью работы является выявление степени и радиуса влияния продуктов и выбросов производства Саратовского нефтеперерабатывающего завода (НПЗ) на лесные экосистемы, расположенные в непосредственной близости от его территории. Для достижения поставленной цели была проведена оценка дендрометрических характеристик древостоев, определение показателей лесных сообществ по ярусам, оценка жизненного состояния (ЖС) деревьев и древостоев.

Для получения данных о растительных сообществах, их видовом составе, структуре, запасе и продуктивности закладывались пробные площади размером 20мх20м. Всего было заложено 20 пробных площадей. Изучение древостоя осуществлялось методом сплошного перече́та, но кроме таксационных показателей при этом определялось также жизненное состояние деревьев по состоянию кроны – методика В. А. Алексеева (1989).

При оценке фитоценозов определялась экспозиция склона, его крутизна (угол склона) и протяженность.

По классификации (Александрова, 1964) выделяется четыре основных элементов рельефа: теневые и световые склоны (теневые – северная, северо-западная, северо-восточная и восточная экспозиция; световые – южная, юго-западная, западная и юго-восточная), плакоры и донная часть балки. Показате-

ли в насаждении определялись и на открытом пространстве на различных элементах рельефа. Для изучения подроста, подростка и живого напочвенного покрова закладывались учетные площадки 2x2 м; на каждой большой пробной площади устраивалось по 5 малых площадок. На каждой площадке подсчитывалось отдельно число особей семенного и вегетативного происхождения (Сукачев, 1966). Учетные площадки закладывались по углам пробных площадей, пятая учетная площадка располагается в центре пробной площади. Это позволило наиболее подробно изучить возобновление под пологом леса на всей территории пробной площади (Правила лесовосстановления, 2007).

Количество подростка определялось глазомерно, распределяя по густоте: очень редкий; редкий; средней густоты; густой; очень густой. На исследуемой территории в подростке встречаются растения бересклета бородавчатого, клена татарского, боярышника обыкновенного, вяза приземистого, рябины обыкновенной, вишни лесной, калины, ежевики. Отмечается равномерное или неравномерное распределение подростка в лесу (неравномерное – групповое, куртинами).

Анализ данных по пробным площадям позволил установить некоторые особенности лесных экосистем, располагающихся в зоне распространения вредных выбросов Саратовского НПЗ. Так установлено, что распределение деревьев по классам ЖС в насаждениях сосны (ПП №1 табл. 2) отличается от распределения в дубовых древостоях (ПП №3 табл. 2). Основная доля деревьев относится к категориям «ослабленные», «сильно ослабленные» и «усыхающие». Представительство в категориях «здоровые» и «усохшие А» нет. Имеется незначительное представительство в категории «усохшие Б». Такое распределение свидетельствует об одинаковой реакции всех деревьев на факторы внешней среды. Среди деревьев нельзя выделить значительное количество особей, имеющих высокую устойчивость или не имеющих устойчивости. Все деревья в относительно равной степени устойчивы к внешним факторам.

В смешанном древостое (ПП №2 табл. 2) с преобладанием дуба представительство имеется в большинстве категорий жизненного состояния. Основная доля деревьев сконцентрирована в категориях «здоровые» и «сильно ослабленные». Несколько меньшее представительство наблюдается в категориях «ослабленные» и «усыхающие А». Представительство дуба во всех категориях жизненного состояния определяется, вероятно, некоторой восприимчивостью деревьев дуба к негативным факторам среды. Для деревьев клёна отмечается преобладание в категории «здоровые» и «ослабленные». В остальных категориях представительства нет или оно незначительное. Мы связываем это с относительно высокой устойчивостью клёна к любым неблагоприятным условиям в данном местообитании. При дифференциации по устойчивости к внешнему фактору (Саратовский НПЗ) наблюдается равномерное распределение – большинство деревьев устойчиво (в категориях «здоровые» и «сильно ослабленные» по 30,8%), для остальных наблюдается постепенное падение устойчивости, что приводит к представительству дуба во всех категориях жизненного состояния.

Таблица 1

## Таксационная характеристика элементов леса

№ ПП	Коэф-т состава	Порода	Происхождение	Возраст, лет	Бонитет	Дср, см	Нср, м	Число деревьев, шт			G, кв.м	Запас стволов, куб.м			Полнота
								живых	усых.	сухих		живых	усых.	сухих	
В зоне распространения вредных выбросов Саратовского НПЗ															
1	10	Сосна	сем	60	4	28,9	13,4	400	75	25	26,22	185,48	13,92	4,09	0,92684
2	9	Дуб	пор	50	5	24,8	8,5	550	25	100	26,57	126,2	3,34	2,63	1,41524
	1	Клен	пор	30	5	15,6	5,7	150	0	25	2,85	10,31	0	2,15	0,19567
3	10	Дуб	пор	50	3	22,9	15,5	175	0	75	7,2	49,36	0	9,75	0,25988
Вне зоны распространения вредных выбросов Саратовского НПЗ															
1а	10	Сосна	сем	60	1а	30,0	16,0	675	0	0	15,61	214,7	0	0	0,61
2а	9	Дуб	пор	50	1а	21,3	40,9	550	0	0	19,57	343	0	0	0,48
	1	Клен	сем	30	4	8,9	10,2	425	0	2625	2,65	14,19	0	134	0,13
3а	10	Дуб	пор	40	1а	17,2	11,5	675	0	0	15,61	214,7	0	0	0,41

Таблица 2

## Распределение деревьев по классам жизненного состояния (ЖС)

№ ПП	Порода	Классы, %*						Доля живых деревьев, %	Индекс ЖС	
		1	2	3	4	5а	5б		по числу стволов	по запасу
В зоне распространения вредных выбросов Саратовского НПЗ										
1	Сосна	0	47,1	29,4	17,6	0	5,9	94,1	45,59	54,11
2	Дуб	30,8	19,2	30,8	3,8	15,4	0	84,6	56,73	67,02
	Клен	57,1	28,6	0	0	14,3	0	85,7	77,14	68,35
3	Дуб	20	50	0	0	0	30	70	55	70,15
Вне зоны распространения вредных выбросов Саратовского НПЗ										
1а	Сосна	44,1	35,3	8,8	0	11,8	0	88,2	72,35	78,90
2а	Дуб	33,3	25	41,7	0	0	0	100	67,5	71,29
	Клен	0	25	75	0	0	0	100	47,5	50,92
3а	Дуб	28,6	38,1	19	0	14,3	0	85,7	62,86	61,47

\* Классы: 1. Здоровое дерево. 2. Повреждённое (ослабленное) дерево. 3. Сильно повреждённое (сильно ослабленное) дерево. 4. Отмирающее дерево. 5а. Свежий сухостой. 5б. Старый сухостой. – В. А. Алексеева (1989).

Также установлено, что распределение деревьев по классам жизненного состояния в дубовых лесах (ПП №2 табл. 2), непосредственно примыкающих к территории предприятия, имеет неравномерный характер представлены деревья в категории «здоровые», «ослабленные» и «усохшие Б». Деревьев, относящихся к категориям «сильно ослабленные», «усыхающие», «усохшие А», нет. Такую дифференциацию по категориям жизненного состояния мы связываем с особенностями адаптации деревьев к условиям местопроизрастания – наличием среди деревьев особей, имеющих большую устойчивость и наоборот деревьев, не имеющих устойчивости к определённому фактору внешней среды, оказывающему негативное влияние. Основной причиной наличия или отсутствия устойчивости к фактору мы считаем генотип каждой особи. В процессе борьбы за существование деревья, не имеющие устойчивости, под давлением фактора погибают, освобождая место для развития оставшихся деревьев, которые, получив дополнительную площадь питания и солнечную радиацию, активизируют свой рост. За счёт своего иммунитета к фактору и улучшения условий деревья достигают хорошего жизненного состояния – негативный фактор не оказывает на такие деревья своего влияния, погибшие деревья освобождают полог – улучшаются условия светового режима и почвенного питания и, как следствие, улучшается жизненное состояние.

Сравнительный анализ данных, полученных в лесных насаждениях, расположенных в зоне распространения вредных выбросов Саратовского НПЗ (ПП №1, ПП №2, ПП №3 табл. 1, 2) и вне её (ПП №1а, ПП №2а, ПП №3а табл. 1, 2) показал наличие воздействия со стороны НПЗ на рост и жизненное состояние деревьев и лесов в целом: выявлено наличие разного уровня устойчивости к этому воздействию у разных пород, а также особенности адаптивных реакций различных пород.

#### Литература

Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.

Александрова В. Д. Изучение смен растительного покрова // Полевая геоботаника. М.-Л: Наука, 1964. Т. 3. С. 300–447.

Правила лесовосстановления Утверждены Приказом МПР России от 16.07.2007 N 183 офиц. текст: по состоянию на 16 июля 2007 г / «Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти», № 42, 15.10.2007 г.

Сукачев В. Н. Программа и методика биогеоценологических исследований. М.: Наука, 1966. 333 с.

Кобяков К., Лепёшкин Е. Устойчивое лесопользование. СПб.: Полиграф Медиа Групп, 2013. С. 34–45.

## ДИНАМИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ХВОИ ЕЛИ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Е. А. Робакидзе, Н. В. Торлопова*

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, torlopova@ib.komisc.ru*

В связи с активным воздействием на окружающую среду техногенной деятельности очень важно исследовать состав химических компонентов биосферы, которые обеспечивают процессы жизнедеятельности живых организмов, в частности, растений. Необходимым составляющим компонентом экологического мониторинга лесов является химический мониторинг. Многочисленные исследования содержания химических элементов в различных органах растений показали его высокую изменчивость в зависимости от вида и возраста растения, региональных климатических особенностей, сезонного развития и условий местопроизрастания. На химический состав растительных тканей оказывают воздействие разнообразные вещества-загрязнители выбросов промышленных производств. Загрязнение хвои происходит при техногенном воздействии за счет поверхностного загрязнения, а также фоллиарного и почвенного поглощения.

В среднетаежной зоне Республики Коми источником промышленных выбросов в воздушный бассейн является целлюлозно-бумажное производство ОАО «Монди СЛПК» (СЛПК). Его основными поллютантами являются оксиды углерода, азота, серы, сероводород, сероорганические соединения, минеральная пыль, содержащая карбонаты и сульфиды кальция и натрия.

Цель работы – оценка динамики химического состава ассимилирующих органов доминирующих растений в условиях аэротехногенного загрязнения выбросами целлюлозно-бумажного производства с 2001 по 2012 гг.

Исследования проводились на пяти постоянных пробных площадях, заложенных в ельниках черничных: 4 опытных, расположенных к северо-востоку от источника загрязнения на расстоянии 3,5; 4,3; 5,3 и 10,0 км от источника эмиссии в направлении доминирующей составляющей региональной розы ветров и одной контрольной (фоновой), расположенной на расстоянии 50 км к северу от СЛПК. Ельники черничного ряда произрастают на типичных подзолистых суглинистых почвах. Древостои спелые, разновысотные, невысокой продуктивности. Древесный ярус образует ель сибирская, в составе часто присутствуют сосна и береза реже – осина и пихта. За период наблюдений нами показано, что в еловых сообществах зоны воздействия выбросов целлюлозно-бумажного производства выявлено улучшение жизненного состояния древесных растений. Древостои зоны действия «Монди СЛПК» в 1999–2001 гг. были охарактеризованы как сильно- и среднеповрежденные, в 2006 г. – слабоповрежденные, в 2011 – слабоповрежденные и здоровые.

Высокая вариабельность химического состава растительных тканей вследствие воздействия различных факторов природной среды затрудняет выделение степени влияния промышленных выбросов на количественные показатели содержания различных химических соединений в органах растений. Поэтому выявление изменений химического состава хвои ели в ельниках чернич-

ных под воздействием загрязнения воздуха проводили с учетом возраста хвои и условий местопроизрастания. Отбор образцов хвои проводили в конце июля, с южной стороны середины кроны пяти-семи деревьев ели в каждом ельнике. Валовое содержание элементов минерального питания (калий, кальций, фосфор, магний, марганец, железо, алюминий, натрий) в образцах хвои 1, 2, 3 и 5 года жизни определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-анализатор, Германия). Валовое содержание углерода, азота и серы определяли методом газовой хроматографии на элементном анализаторе EA 1110 (CHNS-O, Италия).

Регрессионный анализ показал, что возрастная динамика концентрации исследуемых элементов в хвое ели на фоновой территории с высокой степенью достоверности описывается логарифмической кривой. С увеличением возраста хвои в ней уменьшается содержание калия и фосфора. Их максимальные концентрации наблюдаются в однолетней хвое. Концентрация кальция, марганца, алюминия и железа более высокая в хвое старших возрастов, что свидетельствует о незначительной подвижности этих элементов. Вместе с тем, как в 2001 г., так и в 2012 г. были отмечены нарушения возрастной динамики содержания магния и натрия.

По содержанию калия в разновозрастной хвое ели не обнаружены достоверные различия между фоновым и опытными участками как в 2001, так и в 2012 г. Однако в 2012 г. содержание калия в хвое ели (0,5–1,2% от сух. в-ва) было выше, чем в 2001 в 2 раза.

Концентрация кальция в хвое с загрязненных и контрольных ельников достоверно не отличается в 2012 г, тогда как в 2001 г. в загрязненной хвое его содержание меньше. В 2012 г. содержание кальция (0,35–0,88% от сух. в-ва) в хвое загрязненных участков увеличилось в 2 раза по сравнению с 2001 г.

По содержанию фосфора в хвое ели опытных и фоновых насаждений в 2001 и 2012 гг. достоверных различий не наблюдается. Однако снижение концентрации фосфора с увеличением возраста хвои в загрязненном районе происходит заметнее, чем в фоновом. В 2012 г в условиях загрязнения его концентрация 0,35–0,20% от сух. в-ва, что в 1,5 раза ниже, чем в 2001 г.

Содержание магния в хвое с возрастом в фоновом районе снижается. В загрязненном районе не было выявлено определенной зависимости концентрации магния в хвое от возраста. Выявлено, что в 2012 г. содержание магния (0,095% от сух. в-ва) в хвое ели загрязненного района выше, чем в 2001 г. и выше, чем в фоновом районе.

Марганец в хвое ели накапливается с возрастом и увеличивается при удалении от источника загрязнения. В 2001 г. его концентрация в хвое ели в загрязненном районе ниже, чем фоновом в 1,9, а в 2012 г. в 1,5 раза. В 2012 г. по сравнению с 2001 г., в загрязненном районе происходит увеличение содержания марганца (0,034–0,062% от сух. в-ва) и искажение возрастной динамики.

Содержание алюминия в хвое ели увеличивается с возрастом. В 2012 г. в зоне загрязнения его концентрация значительно ниже, чем в 2001 г. Концентрация алюминия по мере приближения к источнику загрязнения в хвое ели повышается до 1,5 раз.

Возрастные изменения в содержании натрия в хвое ели в 2012 г. идентичны таковым в 2001 г.: с увеличением ее возраста концентрация данного элемента возрастает. В условиях загрязнения натрий накапливается с возрастом сильнее (0,004% от сух. в-ва), чем в фоновом районе. В 2012 г. в загрязненном районе содержание натрия ниже в среднем в 5 раз, чем в 2001 г.

Содержание железа в хвое ели увеличивается с ее возрастом, но в условиях загрязнения возрастная динамика данного элемента нарушена как в 2001, так и в 2012 г. Однако, если количество железа в разновозрастной хвое ели между фоновыми и опытными участками в 2001 г. достоверно не отличается, то в 2012 его содержание (0,004% от сух. в-ва) выше в хвое всех возрастов, собранной на загрязненной территории.

Суммарное содержание минеральных элементов в хвое ели в 2001 г. составило в среднем 1,3% сухого вещества хвои в фоновом районе и 1,1% сухого вещества хвои в загрязненном. Отмечена тенденция к повышению зольности хвои с увеличением ее возраста. В 2012 г. зольность хвои ели выше в 1,5 раза, чем в 2001 и не различается ни по годам жизни хвои, ни по удалению от источника загрязнения.

Содержание углерода в хвое ели стабильно и составляет в среднем 49,1% от сухого вещества на загрязненных участках и 49,3 – в фоновом районе, что указывает на отсутствие влияния СЛПК на этот показатель.

Анализ содержания валового азота в разновозрастной (1-5 года жизни) хвое ели фоновом районе показал типичную тенденцию к снижению концентрации азота в хвое с увеличением ее возраста с высоким коэффициентом аппроксимации (0,97). Однако в условиях загрязнения происходит накопление азота с возрастом хвои ели в 2001 г. и отмечены нарушения возрастной динамики в 2012 г. Достоверных различий в концентрациях азота в хвое ели на фоновых и загрязненных участках не обнаружено. В 2012 г. уровень валового азота в хвое ели ниже, чем в 2001 г. в 1,2 раза, и составляет 0,09% сухого вещества хвои. Отмечается постепенное уменьшение концентрации азота в хвое ели по мере удаления участков от источника эмиссии.

В естественных условиях формирования ельников содержание серы снижается с увеличением возраста хвои, но в наших исследованиях данная тенденция не отмечена. В 2012 г. в условиях загрязнения отмечено накопление серы с возрастом хвои ели. В 2001 г. содержание общей серы в хвое ели составило 0,15–0,26% от сухого вещества. В 2012 г. ее концентрация меньше в 2 раза и не различается между фоновым и загрязненным районом.

При загрязнении к дополнительному поступлению из окружающей среды углерода, азота, серы древесные растения приспособляются путем интенсификации обмена веществ, вовлечения этих элементов в обменные процессы, усиления оттока ассимилятов из листьев (Чуваев, Кулагин, 1973). Небольшое увеличение поступления азота в древесные растения в условиях естественного недостатка доступной для растений формы азота в бореальных лесах европейского Севера может способствовать улучшению азотного питания растений. Пониженное содержание марганца и повышенное железа отмечено как реакция на присутствие поллютантов в растениях (Лукина, Никонов, 2001).

Мониторинг в еловых сообществах черничных типов в условиях аэротехногенного воздействия ОАО «Монди СЛПК» показал динамику изменений химического состава хвои ели. По сравнению с 2001 г., в 2012 в условиях загрязнения снижается накопление всех исследуемых химических элементов в хвое ели, но остается повышенное, по сравнению с фоновым районом, содержание калия, кальция, магния. В условиях техногенных выбросов в атмосферу оксидов азота, серы, соединений углерода не отмечается значимого накопления их в хвое ели как в 2001 г., так и в 2012.

#### Литература

Лукина Н. В., Никонов В. В. Поглощение аэротехногенных загрязнителей растениями ельников на северо-западе Кольского полуострова // Лесоведение. 2001. № 6. С. 34–41.

Чуваев П. П., Кулагин Ю. З. Вопросы индустриальной экологии и физиологии растений. Минск: Наука, 1973. 224 с.

### НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ НАЧАЛЬНОГО ЭТАПА ПАЛИНОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА г. САМАРЫ

*Н. В. Власова<sup>1</sup>, Л. М. Кавеленова<sup>1</sup>, К. В. Блащенко<sup>2</sup>, М. В. Манжос<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Самарский государственный университет, *biotest@ssu.samara.ru*,

<sup>2</sup> Городской центр аллергологии и иммунологии г. Самары

Аллергические заболевания часто связаны с воздействием биологических и химических составляющих атмосферных аэрозолей. Важнейшими аллергенами аэрозолей являются пыльца растений и споры грибов, которые вызывают поллинозы (клинически проявляющие в виде сезонного аллергического ринита, конъюнктивита, иногда сопровождающиеся развитием бронхиальной астмы и др.) (Астафьева и др., 1986). Начало заболеваний обычно совпадает по времени с цветением растений, являющихся аллергенами для человека, и симптомы, как правило, повторяются ежегодно, примерно, в одно и то же время (Методика..., 2005). Постоянные аэропалинологические исследования необходимы для разработки системы оповещения населения и медицинских учреждений о концентрации пыльцы и спор в 1 м<sup>3</sup> воздуха («пыльцевом дожде») для оценки аллергенной обстановки, что позволит людям, страдающим аллергией, избежать или снизить тяжесть течения болезни (Методика..., 2005).

Начало создания сети станций мониторинга аэропалинологического состояния атмосферы в Европе было положено в 70-х годах, а в конце 80-х аэропалинологи большинства европейских стран объединились для разработки единой программы исследований, создания международной службы и единого банка аэропалинологических данных. Общеввропейский банк аэропалинологических данных объединяет информацию более 100 национальных станций аэропалинологического мониторинга из большинства европейских стран (D'Amato, Spiekma. 1992). К сожалению, в нашей стране лишь в 13 городах проводится подобный мониторинг (Примерный календарь..., 2013). До послед-

него времени Самара в их число не входила, хотя среди населения г/о Самара от 12 до 25% страдают поллинозами, но на учете в медучреждениях как аллергии состоит лишь 1%. Своевременное получение информации о присутствии в городском воздухе агентов, провоцирующих поллинозы, позволит своевременно принять необходимые меры и улучшить состояние подверженных поллинозам горожан.

Как известно, в задачи аэропалеонтологических исследований входят (Методика..., 2005): наблюдение за качественным и количественным составом пыльцевого дождя; выявление сезонной и суточной динамики пыления таксонов; изучение факторов, влияющих на формирование спорово-пыльцевых спектров; составление прогноза пыления.

Аналитическая процедура по исследованию включает сбор пыльцы растений и спор грибов, содержащихся в воздухе, их идентификацию, количественное определение при визуальном подсчете в поле зрения оптического или (и) электронного микроскопа и разработку календарей пыления (Мейер-Меликян и др., 1999).

Для всех европейских стран пыльца злаков наиболее широко распространена среди аллергенов, дополнением к ней обычно выступает пыльца растений сем. Крапивные (*Urticaceae*). В странах Западной Европы второе место среди наиболее обычных типов пыльцы принадлежит растениям родов береза и ольха (*Betula, Alnus*). В центральной Европе (Швейцария) деревья как источники пыльцы преобладают над злаками, данная тенденция еще более заметна для скандинавских стран. В различных районах Европы дополнением к пыльце злаков – основной причине поллинозов – выступают специфические для данных территорий объекты. В частности, в северной Европе это пыльца березы, ольхи, орешника, в странах Средиземноморья – пыльца оливы (*Olea*) и постенницы (*Parietaria*). В отдельных районах существенный вклад в развитие поллинозом может вносить пыльца полыни, подорожника, щавеля (*Artemisia, Plantago, Rumex*) (D'Amato, Spiekma, 1992).

Для ряда растений аллергенные свойства пыльцы нельзя считать достаточно изученными. Особого внимания в этом отношении заслуживают как аборигенные виды растений, имеющие локальное распространение, так и виды-интродуценты, возделываемые в культуре и самостоятельно внедряющиеся в различные типы насаждений.

Для г. Самары, располагающейся в лесостепном Среднем Поволжье, ранее аэропалеонтологический мониторинг не проводился. В 2013 г. он был начат объединенными усилиями специалистов Самарского городского центра аллергологии и иммунологии и преподавателей кафедры экологии, ботаники и охраны природы Самарского государственного университета

Аэропалеонтологические наблюдения проводились в г. Самаре в двух различных по флористическому разнообразию районах. Исследования велись в течение вегетационного периода с апреля по сентябрь 2013 г. Содержание пыльцы в атмосфере исследовали с помощью импактора оригинальной конструкции, через который в течение 25 мин. прокачивался воздух со скоростью 10 литров в минуту. Импактор устанавливался на высоте 10 метров над уровнем земли.

Стекла смазывались смесью вазелина и воска. Проводился как количественный, так и качественный учет пыльцевых зерен. Подсчет пыльцевых зерен производили на препарате площадью 75 кв. мм (5мм x 15мм), 5 непрерывными транссектами, расположенными регулярно, через 3 мм друг от друга, перпендикулярно продольной оси образца, под микроскопом. Расчет концентрации (абсолютного содержания) пыльцевых зерен проводился в соответствии с рекомендациями (Мейер-Меликян и др., 1999). Коэффициент пересчета концентрации (F) рассчитывался как величина, обратная проанализированному объему воздуха:

$F = 1/V_{ан.}$ , где  $V_{ан.}$  – проанализированный объем воздуха.

$V_{ан.} = S_{ан} \times V_{общ.} / S_{общ.}$ , где

$S_{ан}$  – проанализированная площадь препарата,

$S_{ан} =$  ширина анализируемого участка x ширину транссекты (диаметр поля зрения) x число транссект,

$V_{общ.}$  – общий суточный объем воздуха,

$S_{общ.}$  – общая площадь препарата.

Для проведения идентификации пыльцы использовались пособия по споро-пыльцевому анализу (Астафьева и др., 1986; Куприянова, Алешина, 1978; Мейер-Меликян и др., 1999; Морфология пыльцы..., 1956)

Результаты аэропалинологического мониторинга представлены в виде первичных календаря и кривых пыления. Календарь пыления строился подекадно, древесные и травянистые растения анализировались отдельно, сведения о количественном содержании пыльцы каждого таксона усредняли за декаду. Статистическая обработка данных проводилась с использованием общепринятых методов вариационной статистики. Значимость различия для частотных показателей анализировали с помощью таблиц сопряженности с помощью критерия  $\chi^2$ , точного критерия Фишера. Полученные данные обрабатывали с применением пакета прикладных программ AtteStat, версия 10.5.1., статистических формул программы Microsoft Excel версия 5.0.

Специалисты Самарского городского центра аллергологии и иммунологии организовали регулярный отбор проб пыльцы на предметные стекла, экспонируемые в пыльцевых ловушках на двух точках внутри городской территории (больница им. Пирогова – ул. Бр. Коростелевых и парк Дружбы – ул. Советской Армии). В каждой из двух ловушек ежедневно начиная с апреля экспонировались по 3 предметных стекла, покрытых тонким слоем вазелина. На кафедре экологии, ботаники и охраны природы СамГУ проводилась обработка предметных стекол: просмотр с использованием оптического микроскопа с цифровой насадкой, определение видовой принадлежности пыльцевых зерен и подсчет их количества в полях зрения. Параллельно информацию фиксировали в виде цифровых фото.

В данном сообщении мы можем пока представить лишь первоначальные итоги палинологического (аэроэкологического) мониторинга, полученные при наблюдении за качественным и количественным составом пыльцевого дождя в вегетационном периоде 2013 г.

Первым важным моментом было выявление основных видов растений, пыльца которых является в г. Самаре компонентом пыльцевого дождя, а среди

них были определены те, которые поставляют наибольшую долю пыльцевых зерен. Специфика «лесостепной» приуроченности г. Самары и особенностей видового состава пригородных лесов определили региональную специфику: так, первым значительным вкладом в пыльцевой дождь является пыльца ольхи, немного позднее отмечается массовое поступление пыльцы тополей (включая осину), что предшествует пылению березы. Сравнительно растянуты пыление ив, березы, ясеня. Отмечается присутствие в воздухе пыльцы хвойных, зафиксировано сравнительно низкое присутствие пыльцы дуба. Пыление злаков началось уже в первой декаде мая, было растянуто, но сама концентрация пыльцевых зерен оказалась сравнительно невысокой. Появление пыльцы рудеральных трав (амброзия, циклахена, полыни, лебеда и марь) началось в середине июля и достигло максимального уровня в августе.

Для вегетационного периода 2013 г. прослежена динамика изменений интенсивности пыльцевого дождя и подтвержден неодинаковый по районам города уровень загрязнения воздуха пылью древесных и травянистых растений. В выявленной сезонной картине прослеживаются три пика, среди которых максимума достиг «весенний» (пыление деревьев). Выпадение обильных осадков в середине лета и сравнительно меньшее количество цветущих анемофильных видов в этот период обеспечили снижение уровня пыльцевого дождя (конец июня - начало июля). Показатели, зафиксированные на территории больницы им. Пирогова, были практически на порядок ниже, чем на площадке городского парка Дружбы. Это объясняется спецификой планировки зеленых насаждений, в частности, наличием «стены» из высоких деревьев по периметру больничного городка.

Таким образом, в первом приближении можно считать для условий г. Самары частично решенной первую задачу аэропалинологического мониторинга – установление качественного и количественного состава пыльцевого дождя.

Однако исключительная изменчивость погодных условий в нашей местности по годам потребует сбора данных в течение последующих 3–5 лет для выявления сезонной и суточной динамики пыления таксонов, анализа факторов, влияющих на формирование спорово-пыльцевых спектров, оставления прогнозов и календарей. Заслуживает внимания видовой состав флоры (г. Самары, других городов области, прилегающих территорий) как поставщиков потенциально аллергенной пыльцы в атмосферу. Мы считаем актуальным также уточнение меры аллергенности пыльцы растений конкретных видов в условиях нашего региона. Специального внимания требует учет присутствия в воздухе спор грибов, которые на данном этапе не отслеживались

#### Литература

Астафьева Н. Г., Адо В. А., Горячкина Л. А. Растения и аллергия. Саратов, 1986. 336 с.

Куприянова Л. А., Алешина Л. А. Пыльца двудольных растений флоры Европейской части СССР. Л.: Наука, 1978. 184 с.

Мейер-Меликян Н. Р., Северова Е. Э., Гапочка Г. П., и др. Принципы и методы аэропалинологических исследований. М.: 1999. 48 с.

Методика аэриобиологических исследований пыльцы растений и спор грибов для составления календарей пыления. Министерство здравоохранения республики Беларусь. Минск: Республиканский научно-практический центр гигиены, 2005. 27 с.

Морфология пыльцы и систематика растений (введение в палинологию). М., 1956. 485 с.

Примерный календарь пыления. <http://www.vseproastmu.ru/astma/calendar> (01.09.2013)

D'Amato G., Spiekma F.M. European allergenic pollen types // *Aerobiologia*. 1992. V. 8. P. 447–450.

## **СОСТОЯНИЕ УРБОЭКОСИСТЕМ ПОДЗОНЫ ЮЖНОЙ ТАЙГИ (на примере г. Кирова и Кировской области)**

***Т. Я. Ашихмина<sup>1,2</sup>, Л. И. Домрачева<sup>1,3</sup>, И. Г. Широких<sup>1,4</sup>,  
Е. В. Дабах<sup>1,3</sup>, Е. А. Домнина<sup>2</sup>, Г. Я. Кантор<sup>1</sup>***

*<sup>1</sup> Лаборатория биомониторинга Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ,*

*<sup>2</sup> Вятский государственный гуманитарный университет,*

*<sup>3</sup> Вятская государственная сельскохозяйственная академия,*

*<sup>4</sup> НИИ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого Россельхозакадемии*

Кировская область расположена в центрально-восточной части Европейской России и занимает 120,8 тыс. кв. км. С севера на юг она вытянута на 570 км, с запада на восток – 440 км. В центре Кировской области находится г. Киров. Область и город расположены в бассейне р. Вятки в среднем её течении.

Территория г. Кирова находится на границе физико-географических районов: песчаной низины левобережья средней Вятки и центральной части Вятского увала, входящих, соответственно, в Вятско-Ветлужский и Вятско-Чепецкий физико-географические округа. Основная часть города расположена на левом коренном берегу р. Вятки. Максимальные высоты местности в городской черте достигают 170–180 м.

Территория города находится на западном крыле Вятского вала, сложенного верхнепермскими породами преимущественно татарского яруса, перекрывающимися породы казанского яруса и отличающимися пестрой окраской: красноцветная толща глин, песчаников, мергелей переслаивается с небольшими по мощности прослоями серых известняков.

Площадь города составляет 757 км<sup>2</sup>, население – 497 тыс. человек.

Климат в регионе континентальный, с продолжительной многоснежной зимой и умеренно теплым и коротким летом, с неустойчивой по температуре и осадкам погодой.

По растительности Кировская область относится к лесной зоне. В северных районах преобладают елово-пихтовые леса (средняя тайга). В центральной части, охватывающей треть всей территории, растут хвойные леса со значительным количеством лиственных пород (южная тайга). Юг области занят смешанными хвойно-широколиственными лесами, большая часть которых уже вырублена.

По данным генерального плана развития г. Кирова, зелёные насаждения общего пользования занимают всего 283,8 га, что составляет 6,1 кв. м/чел. и не соответствует рекомендованным нормам. Зелёные территории неравномерно распределены по городу. Если центральная часть его сравнительно озеленена, то новые районы имеют крайне малую площадь озеленения.

Зелёные территории города испытывают сильнейшее антропогенное и техногенное давление. Наблюдаются симптомы «отравления» растений тяжёлыми металлами, внешне проявляющиеся в замедлении их роста и развития, изменении цвета и увядании листьев, уродливости и недоразвитости стволов и корневой системы. Отмечается отсутствие лишайников на деревьях центральных улиц и перекрёстков, накопление общего фосфора в талломах лишайников *Hypogumnia physodes* (L.) NYL. В условиях городской среды происходят изменения в пигментной системе растений. Под влиянием высокой автотранспортной нагрузки в листьях происходит снижение уровня хлорофиллов. По материалам исследований выявлены зоны городской территории с высоким загрязнением почвенного покрова и атмосферного воздуха. В пригородных лесах отмечены несанкционированные свалки, особенно на территории подъездов к садам горожан.

Животный мир Кировской области весьма разнообразен. На территории области обитает свыше 7200 тыс. видов животных из 19 типов (Алалыкина, 2003). На территории г. Кирова в 2010 г. обнаружено 1945 видов, относящихся к 1163 родам, 438 семействам, 239 отрядам, 38 классам и 17 типам (Целищева, 2012).

Таблица 1

**Животный мир Кировской области и г. Кирова**

Территория	Виды	Роды	Семейства	Отряды	Классы	Типы
Кировская область	7200					19
г. Киров	1945	1163	438	239	38	17

В г. Кирове отмечено 27 видов животных, внесенных в Красную книгу Кировской области (2001), из них рыбы представлены тремя видами, птицы – 17, насекомые – 7 (табл. 2).

Анализ результатов комплексного обследования экологического состояния территории г. Кирова показал, что 30% её находится в удовлетворительном экологическом состоянии: Александровский сад и окраины города – район профилактория «Авитек», Нововятский район, Филейка. Сильную антропогенную нагрузку испытывает 27,8% территории г. Кирова (районы заводов ОЦМ, БХЗ, «Лепсе», «Искож», Шинного, ООО ПК «Метако – Руно»; ТЭЦ–1, ТЭЦ–4, ТЭЦ–5, площади Конева, железнодорожного и автобусного вокзалов). Остальные территории города испытывают среднюю антропогенную нагрузку.

Таблица 2

**Редкие виды животных, занесенные в Красные книги Российской Федерации и Кировской области, обнаруженные на территории г. Кирова**

Вид	Категория	
	Красная книга РФ (2001)	Красная книга Кировской области (2001)
<b>Рыбы</b>		
<i>Alburnoides bipunctatus</i> Berg, 1924 – Быстрянка		II
<i>Chondrostoma nasus</i> (Linnaeus, 1758) – Подуст		II
<i>Sander volgensis</i> (Gmelin, 1789) – Берш		II
<b>Птицы</b>		
<i>Podiceps nigricollis</i> C.L. Brehm, 1831 – Поганка черношейная		III
<i>Podiceps auritis</i> (Linnaeus, 1758) – Поганка красношейная		III
<i>Podiceps cristatus</i> (Linnaeus, 1758) – Поганка большая		III
<i>Botaurus stellatus</i> (Linnaeus, 1758) – Выпь большая		III
<i>Ardea cinerea</i> Linnaeus, 1758 – Цапля серая		III
<i>Cygnus olor</i> (Gmelin, 1789) – Лебедь-шипун		IV
<i>Aquila clanga</i> Pallas, 1811 – Подорлик большой		II
<i>Falco peregrinus</i> Tunstall, 1771 – Сапсан	II	I
<i>Falco rusticolus</i> Linnaeus, 1758 – Кречет		I
<i>Haematopus ostralegus</i> Linnaeus, 1758 – Кулик-сорока	III	II
<i>Sterna albifrons</i> Pallas, 1764 – Крачка малая	II	II
<i>Streptopelia decaocto</i> (Frivaldszky, 1838) – Кольчатая горлица		IV
<i>Bubo bubo</i> (Linnaeus, 1758) – Филин	II	II
<i>Strix aluco</i> Linnaeus, 1758 – Неясыть серая		II
<i>Strix nebulosa</i> J. R. Forster, 1772 – Неясыть бородатая		III
<i>Strix uralensis</i> Pallas, 1771 – Неясыть длиннохвостая		III
<i>Alcedo atthis</i> (Linnaeus, 1758) – Зимородок обыкновенный		III
<b>Насекомые</b>		
<i>Carabus menetriesi</i> Faldermann, 1827 – Жужелица Менетриэ	II	III
<i>Parnasius apollo</i> (Linnaeus, 1758) – Аполлон	II	II
<i>Iphiclides podalirius</i> (Linnaeus, 1758) – Подалирий		III
<i>Orussus abietinus</i> (Scopoli, 1763) – Орусус паразитический	II	III
<i>Halictus quadricinctus</i> (Fabricius, 1776) – Галикт четырехполосый		III
<i>Xylocopa valga</i> (Gerstaecker, 1872) – Пчела-плотник	II	III
<i>Bombus serratatus</i> F. Morawitz, 1888 – Шмель пластинчато-зубый		III

К основным загрязняющим веществам окружающей среды и их источникам на городской территории и в пригороде г. Кирова относятся: *сернистый газ* (энергетические и промышленные предприятия); *оксиды азота* (двигатели внутреннего сгорания, реактивные двигатели, химическая промышленность); *углекислый газ* (энергетика, промышленность, отопление); *угарный газ* (металлургия, нефтепереработка, транспорт); *фосфаты* (химические моющие средства, удобрения, сельское хозяйство); *ртуть и её соединения* (отходы лакокрасочной промышленности, целлюлозно-бумажная промышленность); *соединения свинца* (химическая промышленность, двигатели внутреннего сгорания); *нефть*

(автотранспорт, сбросы и др.); *соединения тяжелых металлов* (сжигание органического топлива, отходов, автотранспорт, химическая промышленность, гальваника и др).

К специфическим загрязняющим веществам в промышленных выбросах предприятий г. Кирова относятся *серная кислота, аммиак, формальдегид, фенол, фурфурол, ацетон, бутанол, ксилол, сероводород, технический углерод, свинец, оксиды цинка, меди, углеводороды, тетраметилсвинец и тетраэтилсвинец.*

Из всей массы загрязняющих веществ (ЗВ), поступающих в атмосферу от антропогенных источников, около 90% составляют газообразные, 10% – твердые и жидкие вещества.

Главными источниками загрязнения атмосферы в крупных городах Кировской области являются автотранспорт и промышленные предприятия. На территории региона 750 предприятий имеют валовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу более 10 т. в год. По объемам выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников Кировская область занимает 6 место из 14 регионов по Приволжскому федеральному округу. Валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу области в 2011 г. составил 217,2 тыс. т., из них 100,1 тыс. т (46,1%) от стационарных источников, 117,1 тыс.т (53,9 %) от передвижных. По данным (Рег. доклад, 2012 г.) валовый выброс от стационарных источников составил 101,3 тыс.т., общая масса выброса вредных (загрязняющих) веществ от стационарных источников по установленным нормативам предельно допустимых выбросов в 2012 г. составила 147,284 тыс.т. В связи с ежегодным увеличением количества автотранспорта вклад передвижных источников загрязнения атмосферного воздуха постоянно растет. Парк автотранспорта в 2012 г., по сравнению с 2011 г., увеличился на 2,3%.

Стабильность состояния воздуха, сложившаяся в последние годы, в целом, на территории Кировской области, сохраняется, однако проблемным остаётся г. Киров. Уровень загрязнения воздуха высокий, индекс загрязнения атмосферы (ИЗА<sub>5</sub>) составил 7. Максимальная из среднемесячных концентрация бензапирена достигла в январе 4,0 ПДК. В число приоритетных примесей вошли: формальдегид (ИЗА –2,9), бенз(а)пирен (ИЗА – 2,6), взвешенные вещества (ИЗА – 0,6), оксид углерода (ИЗА – 0,5), диоксид азота (ИЗА – 0,4).

Валовый выброс загрязняющих веществ в 2012 г. по г. Кирову составил 26,6 тыс. т или 26,3% от массы выбросов в целом по области. На предприятиях г. Кирова за год уловлено и обезврежено 81,1 тыс. т загрязняющих веществ (75,3% от общего количества загрязняющих веществ, отходящих от всех стационарных источников). В 2012 г. установленный предельно допустимый выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух от 4956 стационарных источников по г. Кирову составил 66,036 тыс. т.

Оценка состояния атмосферного воздуха определяется и по результатам анализа снеговой воды (в снеговой воде г. Кирова в разные годы определялось содержание железа, аммония, сульфатов, нитратов, хлоридов), успешно применяются и другие методы – (биоиндикация – лишеноиндикация). По результатам

исследования снежного покрова г. Кирова выявлено, что воздух городской среды наиболее загрязнён на территории улиц Карла Маркса, Профсоюзной, Воровского, завода «Силикатчик», в пос. Коминтерн и Костино, у железной дороги в Нововятском районе города, то есть, в основном, вблизи автомагистралей, на перекрёстках улиц, в районе железной дороги, а также на территории промышленных предприятий и объектов.

За последние 5 лет стабилизировался уровень загрязнения воздуха взвешенными веществами, оксидами азота. Наметилась тенденция к снижению уровня загрязнения бенз(а)пиреном, к росту – формальдегидом и оксидом углерода.

Для водоснабжения населения областного центра Кировской области – г. Кирова используется порядка 94% поверхностных вод. Несмотря на то, что в Кировской области около 20 тыс. рек, большое количество озёр, прудов и других водоёмов, существует многие годы проблема обеспечения населения чистой питьевой водой, в т. ч. населения г. Кирова, которое обеспечивается питьевой водой из р. Вятки. Основная водная артерия области – река Вятка, протекающая через территории 17 административных районов Кировской области, принимает воды больших и малых притоков, многие из которых загрязнены промышленными и бытовыми стоками.

Участок р. Вятки от г. Слободского до д. Корчемкино входит во второй пояс зоны санитарной охраны водозабора хозяйственно-питьевого назначения г. Кирова и испытывает влияние трех промышленных узлов – г.г. Слободской, Кирово-Чепецк и Нововятский район г. Кирова.

Характерной особенностью воды р. Вятки является повышенное содержание в ней железа. В 2012 г. зафиксированы превышения установленных нормативов по содержанию железа растворённого, валового во всех исследованных створах наблюдений. Содержание данного загрязняющего вещества подвержено заметной сезонной динамике с нарастанием в период зимней межени. Наиболее высокое значение по содержанию железа, растворённого в пробах воды р. Вятки, отмечалось в декабре в створе Кировской ТЭЦ-4 (филиал ОАО «ТГК-5») – 22,3 ПДК<sub>р/х</sub>, что явилось максимальным по данному показателю за 2012 г. Экстремально высокое содержание железа растворённого в течение всего года наблюдалось в пробах воды реки Бузарка в фоновом и контрольном створах МУП «Водоканал» г. Кирово-Чепецк с максимальными превышениями установленных нормативов в зимний период 2012 г. на уровне 58,7–86,8 ПДК<sub>р/х</sub>.

В пробах воды р. Вятки значения ХПК (уровень загрязнения поверхностных вод органическими соединениями) изменялись в диапазоне от 2,0 до 80,0 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> с нарастанием к маю-июню до 60,0-80,0 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Отмечены пиковые значения в сентябре – 114,4 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> в створе Кировской ТЭЦ-4 и в декабре – 113,0 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> в фоновом створе МУП «ВКХ г. Слободской». В целом наблюдается нарастание значений ХПК в пробах воды р. Вятки, а также нефтепродуктов к периоду весеннего половодья и послеповодковому периоду. На протяжении всего 2012 г., как и ранее, в пробах поверхностных вод р. Вятки на створах ЗАО «Красный якорь», ООО «Коммунальщик» г. Слободской, МУП

«Водоканал г. Кирово-Чепецка и др. наблюдались превышения установленных нормативов по содержанию фенолов в среднем в диапазоне 1,1–4,0 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

Содержание азота аммонийного в пробах поверхностных вод р. Вятки проявляет нарастание в паводковый и послепаводковый периоды. Экстремально высокие концентрации азота аммонийного зафиксированы в период весеннего половодья в пробах воды р. Просница выше и ниже впадения р. Елховки. По данным (Рег... доклад, 2012 г.) в этих же пробах отмечалось повышенное содержание азота нитратного до 3,57 ПДК<sub>р/х</sub> и азота нитритного до 3,6 ПДК<sub>р/х</sub>. Высокое содержание азота аммонийного до 9,4–12,3 ПДК<sub>р/х</sub> зафиксировано в период зимней межени в пробах воды оз. Ивановское в створе Кировской ТЭЦ-3 ниже выпуска сточных вод.

В целом, качество воды р. Вятки по среднегодовым концентрациям химических показателей на контролируемых участках характеризуется как третий класс умеренно загрязненных вод. Кислородный режим р. Вятки удовлетворительный (среднее содержание растворенного кислорода находится в диапазоне с 4,3 до 13,8 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>).

В настоящее время на территории области эксплуатируется 173 участка месторождений подземных вод. Подземные воды – природные растворы, содержащие свыше 60 химических элементов, ряд растворённых газов. Нередко в составе подземных вод содержатся повышенные количества химических веществ, например, соединения бора, кремния, фтора. При анализе состояния подземных источников водоснабжения в Кировской области установлено, что 4,2 % подземных источников водоснабжения эксплуатируются без зон санитарной охраны. В режиме подземных вод за 2012 г. аномальных явлений не наблюдалось.

Городские почвы отличаются загрязнением тяжёлыми металлами (ТМ). По материалам исследования наиболее загрязнёнными ТМ (свинцом) являются почвы участков, расположенных вдоль крупных автодорог: ул. Ленина, ул. Карла Маркса, Октябрьский проспект (ПДК свинца в почвах равна 32 мг/кг). К загрязнённым участкам свинцом в г. Кирове относятся территории в районе школы № 56 (10,4 ПДК); площадь Лепсе (11,8 ПДК); перекрестки ул. Московская и Производственная (13,1 ПДК); район цирка (13,4 ПДК) и др.

Вблизи шламонакопителя промышленных отходов ОАО «Кировский завод по обработке цветных металлов» в течение нескольких лет отмечается повышенное содержание меди, цинка, марганца, никеля в верхнем горизонте 0–5 см. Содержание никеля в почвах г. Кирова на наиболее загрязнённых участках превышает почти в 1,5 раза значения ПДК (ПДК Ni – 4 мг/кг).

В почвах и растительных объектах на территории Киров – Кирово-Чепецкой промышленной агломерации изучалось содержание Zn, Cu, Mn, Co, Ni, Pb, Cr, Hg. В почвах исследованных участков содержание большинства ТМ не превышало их ПДК и кларки. В почвенном покрове в зоне влияния железнодорожного транспорта обнаружены в повышенных концентрациях Fe и Cu, в районе расположения ТЭЦ-5 обнаружены в повышенных концентрациях Pb, Cu, Cd, Cr, Zn. На территории п. Коминтерн обнаружено содержание Сг в почве, водных и растительных объектах, атмосферном воздухе.

Содержание меди изучалось на различных участках города Кирова. Медь обнаружена как в почве, так и в атмосфере на территории предприятий ТЭЦ, в районе шинного завода, акционерного общества «Лепсе», предприятия «Ави-тек», завода по обработке цветных металлов.

Оценка степени суммарного загрязнения почв ТМ и др. элементами г. Кирова вполне соответствует ситуации в крупных городах с развитой промышленностью и большой транспортной нагрузкой.

Серьёзной экологической проблемой для городов является загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами (обилие автотранспортных средств, АЗС, хранилищ топлива, аварийные разливы и т. п.), а также соединениями тяжёлых металлов (Pb, Hg, Cd, Cu, Co, Ni), мышьяка и некоторыми углеводородами, в том числе бенз(а)пиреном и др.

Критерием оценки уровня загрязнения почв может быть принято фоновое значение содержания нефтепродуктов (НП) для районов России, не ведущих добычу нефти ( $\Phi=40$  мг/кг). Содержание нефтепродуктов в почве г. Кирова во всех образцах превышает фоновое значение. Есть участки (перекрёсток ул. Воровского с ул. Производственной), где содержание нефтепродуктов в почве имеет наиболее повышенные значения. Объясняется это ростом количества автомобильного транспорта и большим количеством заправочных станций в городе Кирове. Степень деградации почв по показателю содержания нефти и нефтепродуктов на большинстве исследованных участков г. Кирова соответствует 1-му, допустимому уровню деградации (содержание НП менее 1000 мг/кг). Таким образом, почвы г. Кирова как любого крупного промышленного города характеризуются повышенным содержанием и неравномерным распределением в почвенном покрове загрязняющих веществ: ТМ, мышьяка, нефтепродуктов и др.

Среднегодовой объём образования твёрдых бытовых отходов на территории области составляет 490 тыс. т, в том числе по г. Кирову – 254,0 тыс. т. (52%). Наибольший вклад в образование отходов вносят чёрная и цветная металлургия, химическая и нефтехимическая промышленность, угольная промышленность, промышленность стройматериалов, электроэнергетика. Значительная часть отходов производства вывозится предприятиями на полигоны и свалки ТБО. За последние годы возросло количество опасных (токсичных) отходов (различные ядохимикаты, неиспользованные в сельском хозяйстве, отходы промышленных производств, содержащие канцерогенные и мутагенные вещества и др.).

Вопрос организации захоронения ТБО в областном центре решается в течение нескольких лет. Прорабатывается вопрос строительства мусороперерабатывающего предприятия для сортировки и прессования ТБО. Однако данная проблема не решена до настоящего времени. Продолжается размещение отходов областного центра на свалке ТБО в п. Костино, не соответствующей требованиям природоохранного законодательства и санитарных норм, так как общая масса отходов, размещённых на данной свалке, уже превышает объём возможного размещения в 2 раза.

Радиационная обстановка на территории региона на протяжении последних многих лет остается стабильно удовлетворительной. Техногенные источники вносят пренебрежительно малый вклад (сотые доли процента) в дозовую нагрузку. Уровень природного радиационного фона в г. Кирове составляет от 9 до 10 мкР/час (0,09–0,10 мкЗв/час) и практически не изменился за последние 5 лет. Мощность дозы гамма-излучения на открытой местности (гамма-фон) в разрезе районов области составлял от 4 до 12 мкР/час.

Наблюдения, проведенные за состоянием растительности городской среды выявляют значительное уменьшение количества зелёных насаждений, особенно за последние годы за счет расширения улиц, сокращения площадей скверов, отсутствия вновь создаваемых парков. Число видов естественной флоры в городской среде неуклонно снижается. Большинство интродуцентов произрастает только благодаря уходу за ними соответствующих природоохранных служб и населения.

Почвы в городах почти утратили признаки зонального почвообразования. Характерные для южнотаежной подзоны процессы почвообразования не находят морфологического отражения в их профиле. Признаки деградации проявляются даже в почвах городских окраин и парков. Вокруг г. Кирова на территориях рекультивированных полигонов промышленных отходов, визуально почти не отличающихся от окружающих природных ландшафтов, в почвах сохраняются загрязняющие вещества, которые могут мигрировать в грунтовые воды и растения.

Изучение фототрофных микробных комплексов (диффузных и биопленок) показывает, что в их состав, как и в природных экосистемах, входят водоросли, цианобактерии и гетеротрофный блок, представленный микромицетами и бактериями-спутниками. Типы ответных реакций микроорганизмов при различных режимах интоксикации городских почв проявляются в изменении размерных (численность, биомасса, длина мицелия, соотношение внутри- и межпопуляционных группировок), а также функциональных характеристик популяций (интенсивность каталазной активности, ПОЛ, содержания в клетках цианобактерий хлорофилла и феофитина). Признаки деградации микробных комплексов выражаются в снижении видового разнообразия, замедлении и модификации хода сезонных сукцессий, трансформации сообществ, приводящих к господству цианобактериального компонента и популяций меланизированных микромицетов.

Прогрессивный характер развития альго-циано-микологических комплексов, особенно при «цветении» почвы и субстратов, проявляется в ускоренном создании первичной продукции в почве, структурировании её за счёт противоэрозионных функций мицелиальных и нитчатых форм микроорганизмов, продуцирующих к тому же значительное количество слизистых экзосометаболитов, в способности извлекать из окружающей среды и аккумулировать в клетках поллютанты, в первую очередь, тяжёлые металлы, очищая тем самым почву от опасных загрязнителей.

В частности, при выделении чистых культур цианобактерий, биопленок с доминированием *Nostoc commune*, а также грибов из загрязненной почвы было

показано, что сорбционная ёмкость их биомассы по отношению к ряду тяжелых металлов выше, чем у многих запатентованных биосорбентов, полученных из дрожжей, бактерий и водорослей. Поэтому использование данных микроорганизмов в восстановительной биотехнологии для усовершенствования детоксикации хронически загрязненных сред вполне реально.

Для проектируемых экологически устойчивых городов очень важны виды растений и животных, проникающие в город из окрестных биоценозов. Планировать насаждения растений необходимо с учётом городской застройки, промышленных и рекреационных зон, плотности населения. Больные деревья и кустарники заменять наиболее устойчивыми деревьями для городской среды.

Исследования выполнены на базе лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и Вятского государственного гуманитарного университета и включают материалы изучения особенностей урбоэкосистем подзоны южной тайги Европейского Северо-Востока, полученные в ходе выполнения научных проектов, грантов, хоздоговорных работ.

По материалам исследований издана монография «Особенности урбоэкосистем подзоны южной тайги Европейского Северо-Востока», в которой представлены результаты биотестирования и биоиндикации природных сред и объектов с использованием цианобактерий, микромицетов, а также высших растений и представителей животного мира с целью оценки состояния компонентов урбоэкосистем и ремедиации городских ландшафтов.

#### **Литература**

Региональный доклад «О состоянии окружающей среды Кировской области» за период 2000–2012 гг.

Особенности урбоэкосистем подзоны южной тайги Европейского Северо-Востока / Под ред. Т. Я. Ашихмина, Л. И. Домрачева. Киров: Изд-во ВятГГУ, 2012. 282 с.

Окружающая природная среда Кировской области / Под ред. Т. Я. Ашихминой, В. М. Сюткина, Н. А. Буркова. Киров: Вятский госпедуниверситет, 1996. 480 с.

Красная книга Кировской области: животные, растения, грибы / Отв.ред. Л. Н. Добринский, Н. С. Корытин. Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2001. 288 с.

Алалыкина Н. М. О многообразии животного мира Кировской области // Актуальные проблемы регионального экологического мониторинга: теория, методика, практика: Сб. материалов Всерос. науч. школы (г. Киров, 13–15 ноября 2003 г.). Киров, 2003. С. 181–183.

Целищева Л. Г., Пестов С. В., Ходырев Н. Н. Зооценозы городских территорий // Особенности урбоэкосистем подзоны южной тайги Европейского Северо-Востока. Киров: Изд-во ВятГГУ, 2012. С. 46–67.

### **ВЫЯВЛЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ПОЧВ г. ВЛАДИКАВКАЗА, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ**

***З. В. Кабалоев***

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
kabaloev\_zalim@mail.ru*

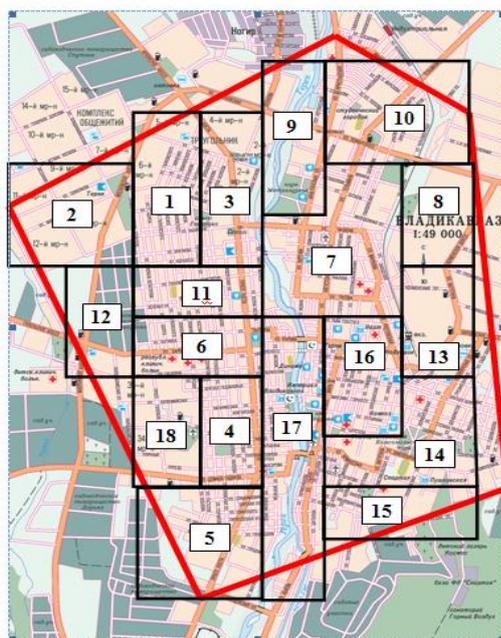
В результате хозяйственной деятельности человека происходит загрязнение окружающей среды различными токсическими веществами. Из всех био-

сферных загрязнителей тяжелые металлы наиболее опасны, так как они не разлагаются и накапливаются в тканях живых организмов. Следует отметить, что проблема загрязнения почв занимает особое место в системе экологического нормирования [1]. Это связано с уникальными экологическими функциями почвы как среды обитания и источника вещества и энергии для организмов суши, как связующего звена биологического и геологического круговоротов и как буферного и защитного биогеоценотического экрана, обеспечивающего нормальное функционирование биосферы. В настоящее время проводятся многочисленные исследования по выявлению источников и причин загрязнения земель тяжелыми металлами. Одним из основных источников такого рода загрязнения большинство ученых обычно называют два крупных предприятия, расположенные на территории г. Владикавказа – ОАО «Электроцинк» и ОАО «Победит» [2]. В связи с этим является актуальным мониторинг почв г. Владикавказа.

Цель работы: выявление локальных участков почв территории г. Владикавказа загрязненных тяжелыми металлами.

Объектами исследования явились образцы почв и грунтов, которые были отобраны с 18 пробных площадей (ПП) территории г. Владикавказа [3]. Содержание тяжелых металлов в почве определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии ААС на базе экоаналитической лаборатории ВятГГУ [4].

Результаты. В результате исследований [5], были выявлены участки наиболее загрязненные тяжелыми металлами. На участках № 2, № 6, № 7, № 11, № 12 (рис.) наблюдается значительное увеличение содержание кадмия, цинка, меди и свинца. Участки под номерами № 1 и № 3 (рис.) характеризуются большим содержанием цинка и меди по сравнению с другими участками, а № 8 (рис.) содержанием свинца. Полученные данные свидетельствуют о том, что наиболее загрязнена центральная часть г. Владикавказа и перенос тяжелых металлов происходит от зон нахождения заводов по переработке тяжелых металлов в сторону юго-западной части г. Владикавказа. В северной части города также прослеживается повышенное содержание ТМ, но в пределах ПДК.



### Рис. Схема отбора проб

Таким образом, определены локальные наиболее загрязненные участки почв г. Владикавказа под номерами № 1, № 2, № 3 № 6, № 7, № 8, № 11 и № 12 (рис.), расположенные в центральной части, юго-западной части и северной части города.

Результаты исследований показали, что наиболее неблагоприятными в санитарно-гигиеническом отношении являются центр города, а также юго-западное направление, где в результате атмосферных выпадений сформировалась геохимическая аномалия, имеющая радиус около 5 км.

Такое пространственное расположение загрязненной территории объясняется также господством северо-западных ветров и дополнительным притоком тяжелых металлов от точечного источника загрязнения, расположенного западнее города (ОАО «Электроцинк» и ОАО «Победит»).

Исследование не завершено. В дальнейшем планируется, изучение загрязнения почв в центральной части города, в юго-западной части и частично в северной части г. Владикавказа.

### Литература

1. Албегов Р. Б. Агрolandшафты Северной Осетии: оценка состояния и критерии снижения экологической нагрузки. Владикавказ, 2001. С. 1320.
2. Зангелиди В. В. Влияние техногенного загрязнения на состояние почв г. Владикавказа: Дисс. ... канд. геогр. наук. Владикавказ, 2009. 140 с.
3. ГОСТ 17.4.3.06-86. Охрана почв. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ.
4. Методика выполнения измерений массовых долей токсичных металлов в пробах почв атомно-абсорбционным методом. ФР.1.31.2007.04106. М. 13 с.
5. Геревич Т. С., Лялина Е. И., Горностаева Е. А., Кабалоев З. В. Влияние предприятий г. Владикавказа на содержание тяжёлых металлов в объектах окружающей среды // Экология родного края: проблемы и пути решения: Матер. Всерос. молодёжной науч.-практ. конф. с международным участием. Киров, 2012. С. 195–198.

## **РАНЖИРОВАНИЕ ЛЕСНОЙ ТЕРРИТОРИИ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ОБЪЕКТА УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ «МАРАДЫКОВСКИЙ» ПО СТЕПЕНИ УСТОЙЧИВОСТИ К АТМОСФЕРНОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ**

*Е. А. Новикова*

*Вятский государственный гуманитарный университет*

Растительность является интегральным показателем структуры природных систем в пространстве и во времени. Следовательно, картирование территории, занимаемой растительным покровом, можно рассматривать как основное звено комплексного изучения и картографического отображения динамики состояния природной среды в целом [1, 2]. Решение задач картографии прямо связано с общей изученностью растительности и ее ресурсного и экологического (средоформирующего и средозащитного) потенциалов. В настоящее время данным вопросам уделяется все больше внимания. На первый план выходит

необходимость оценки экологической значимости растительности в рамках конкретных природных комплексов (геосистем), определение устойчивости ее к различным факторам антропогенного воздействия, выявление пределов допустимых антропогенных нагрузок. Картографический материал создает необходимую информационную основу для разработки прогнозов и рекомендаций по рациональному использованию растительных ресурсов конкретной осваиваемой территории. Крупномасштабные универсальные и оценочные карты растительности занимают важное место в системе управления природными ресурсами и качеством окружающей среды. Вместе с другими картами природных сред они необходимы при разработке различных хозяйственных проектов и проведении экологической экспертизы, а также являются частью систем мониторинга состояния окружающей среды [3].

В ходе уничтожения отравляющих веществ на объекте уничтожения химического оружия (УХО) «Марадыковский» в Кировской области возможно поступление в атмосферу около 100 различных органических и неорганических соединений (диоксид азота, оксид азота, диоксид серы, фтористые соединения газообразные, неорганические соединения мышьяка, пирофосфат натрия и др.) [4].

Известно, что загрязнение атмосферы приводит к значительному повреждению растительности. Вредное влияние загрязненного воздуха на растения происходит как путем прямого действия газов на ассимиляционный аппарат, так и путем косвенного воздействия через почву [5]. Поэтому является актуальным ранжирование лесной территории в районе расположения функционирующего объекта уничтожения химического оружия по степени устойчивости к атмосферному загрязнению.

В 3-километровую зону объекта «Марадыковский» входит долина р. Вятки, где боровая терраса занята сосновыми лесами брусничного типа, а пойма и первая терраса заболочены. В пойме р. Вятки имеются луга, заросли кустарников, низинные и верховые болота. Рельеф водоразделов здесь представлен пониженной равниной, где также широко развито заболачивание, поэтому значительные площади заняты сырыми черничными и заболоченными лесами. Лесопокрываемая площадь составляет здесь более 50%, большая часть которой представлена вторичными лесами (с сосной, березой, осиной) [6].

В лесных комплексах санитарно-защитной зоны (СЗЗ) объекта УХО «Марадыковский» хвойные породы в основном представлены сосной обыкновенной и елью гибридной, иногда с участием пихты сибирской, а лиственные – березой повислой, пушистой с встречающимися примесями ольхи клейкой, серой и осины дрожащей. Коренными породами деревьев в Оричевском лесхозе являются ель и пихта. Однако в настоящее время большинство лесов по составу древостоя являются производными (вторичными), сформированными на месте коренных в результате вырубki или пожаров. Особенностью породного состава лесов района является абсолютное преобладание сосняков, в большинстве случаев ель составляет лишь незначительную примесь к другим породам. Современное состояние растительного покрова на исследуемой территории [6] выявляет значительную степень нарушенности коренной растительности в результате хозяйственного освоения и свидетельствует о существенном снижении ре-

сурсного и биосферного потенциала сохранившихся лесов, их пониженной буферной способности и значительной уязвимости против внешних неблагоприятных факторов.

Следует также отметить, что марадыковский участок представляет собой пологосклонную котловину рельефа, перепады высот незначительные. Слабая расчлененность рельефа речной сетью затрудняет дренаж на большей части данной территории. В условиях влажного климата в понижениях развивается заболачивание, что способствует аккумуляции загрязняющих веществ [4]. Почвы практически на всей территории СЗЗ относятся к категории неустойчивых или малоустойчивых к загрязнению [7]. Эти почвы быстро «насыщаются» загрязняющими веществами вследствие их малой емкости поглощения.

Отдельные виды, сорта и особи одного и того же вида растений по-разному реагируют на загрязнение воздуха [8, 9]. В настоящее время установлено, что на атмосферное загрязнение воздуха более остро реагируют хвойные, по сравнению с лиственными породами [10–13]. Наиболее подвержены воздействию загрязняющих веществ хвойные породы: кедр, лиственница, сосна, ель.

Одной из причин повышенной чувствительности хвойных является длительный срок жизни хвои, а также снижение массы хвои при повреждении (дефолиация, ожог, уменьшение ее длины). Наблюдения показывают, что при частых или постоянных воздействиях загрязняющих веществ в тканях растений постепенно накапливаются токсичные соединения. Отмечается, что под влиянием промышленного загрязнения происходит повреждение хвои всех возрастов [14]. Лиственные породы деревьев в этих условиях более устойчивы, поскольку ежегодно сбрасывают листву и освобождаются от вредных соединений [15, 16].

Большинство газов активно поглощается растениями и участвует в метаболизме. Для многих растений отмечаются нарушения жизнедеятельности при очень малых концентрациях загрязнителей. Например, фитотоксичными веществами являются фторсодержащие соединения, хлор, оксиды серы и азота [17].

Газоустойчивость растительности зависит от многих факторов (эндогенных, метеорологических, эдафических, влияния рельефа местности, хозяйственной деятельности и др.). Однако в результате того, что хвойные породы менее устойчивы к атмосферному загрязнению, чем лиственные, некоторые авторы для ранжирования экосистем по степени устойчивости к техногенному загрязнению в качестве одного из критериев предлагают использовать динамику относительного содержания хвойных насаждений в лесном покрове [18], изменение состояния хвойных пород под влиянием выбросов [19], сокращение радиального годичного прироста у хвойных деревьев [20].

При ранжировании лесов СЗЗ действующего объекта УХО «Марадыковский» по степени устойчивости к атмосферному загрязнению в качестве критерия мы воспользовались соотношением породного состава лесов, так как при функционировании данного техногенного объекта с промышленными выбросами в атмосферу поступают различные фитотоксичные соединения (серы, азота, фтора и др.). Диагностировать ухудшение состояния лесных экосистем в ре-

зультате действия данных загрязняющих веществ в первую очередь помогут наиболее уязвимые к атмосферному загрязнению хвойные насаждения.

Создана карта-схема устойчивости лесной территории санитарно-защитной зоны объекта УХО «Марадыковский» к атмосферному загрязнению при помощи программных средств геоинформационной системы MapInfo 7.5 с использованием данных полевых исследований за 2005–2010 гг. [21], картографических материалов и космического фотоснимка изучаемой территории со спутника QuickBird, имеющего пространственное разрешение 0,63 м (дата съемки 2 июня 2007 г.).

Дешифрирование производилось по спектрально-фотометрическим характеристикам растительности. Отмечены техногенные территории (объект УХО, воинская часть, дороги), безлесные участки и лесные массивы. В зависимости от соотношения хвойных пород к лиственным на исследуемых участках мониторинга в СЗЗ проведено ранжирование лесного покрова по степени устойчивости к атмосферному загрязнению (табл. 1) и выделено пять контуров на лесопокрытой территории.

Состав древостоя определялся, прежде всего, по характеру зернистости рисунка, который образуют на фотоснимке различные по форме и размерам кроны древесных пород. Для распознавания видового состава древостоя учитывалась и окраска крон деревьев, очертание теней; по интенсивности тона окраски на первое место следует поставить березу, далее осину, сосну, пихту, ель. Хвойные леса характеризуются более темными тонами, чем смешанные. По мере осветления тона и укрупнения зернистости распознавалось увеличение доли лиственных пород в лесных массивах, контролируемое по результатам наземных исследований.

Таблица 1

**Устойчивость лесов в зависимости от процентного содержания хвойных пород**

Содержание хвойных пород, %	Устойчивость, балл	Содержание хвойных пород, %	Устойчивость, балл
90–100	1	40–49	6
80–89	2	30–39	7
70–79	3	20–29	8
60–69	4	10–19	9
50–59	5	0–9	10

В результате комплексирования имеющихся материалов составлена карта-схема устойчивости лесного покрова к атмосферному загрязнению по соотношению хвойных и лиственных пород (рис.). Легенда к карте-схеме устойчивости лесной территории СЗЗ приведена в таблице 2.

Полученная карта-схема (рис.) отображает соотношение хвойных и лиственных пород в лесном покрове территории СЗЗ объекта УХО «Марадыковский» и категории устойчивости лесных массивов к атмосферному загрязнению по данному критерию. Применение такого подхода позволило установить, что более 20% лесов СЗЗ можно отнести к неустойчивым в условиях регулярного атмосферного загрязнения (табл. 2).

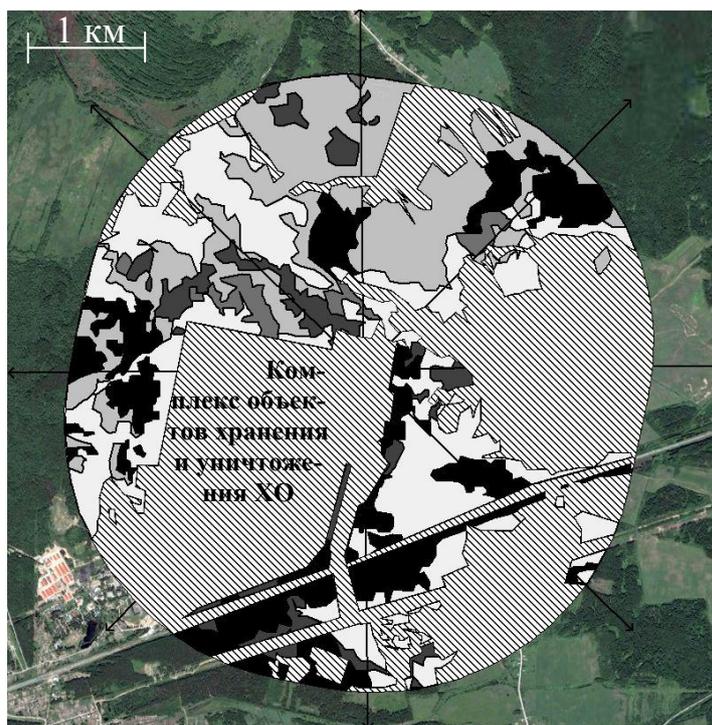


Рис. Карта-схема устойчивости лесного покрова СЗЗ объекта УХО «Марадковский» к атмосферному загрязнению по соотношению хвойных и лиственных пород, М 1:70000

Результаты полевых исследований, проведенных в 2005–2008 гг. лабораторией биомониторинга и биотестирования Регионального центра государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области и лабораторией биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ [6, 21], свидетельствуют о том, что лесной покров санитарно-защитной зоны имеет нормальное развитие, соответствующее конкретным лесорастительным условиям и возрастному состоянию древостоев, его биологическое и санитарное состояние является хорошим.

Таблица 2

**Легенда к карте-схеме устойчивости лесного покрова СЗЗ объекта УХО «Марадковский»**

Раскраска	Категория устойчивости	Баллы устойчивости	Площадь	
			Всего, км <sup>2</sup>	% от общей площади лесов СЗЗ
	Высоко устойчивые	9–10	3,153	36,5
	Относительно устойчивой	7–8	2,535	29,4
	Средней устойчивости	5–6	0,261	3,0
	Малоустойчивые	3–4	0,725	8,4
	Неустойчивые	1–2	1,959	22,7

Примечание: территория без лесного покрова и объекта хранения и уничтожения химического оружия обозначена на карте-схеме штрихом

Однако по данным биоиндикационных исследований растительного покрова за 2009–2010 гг. [21] установлено увеличение содержания загрязняющих веществ в природном комплексе. По результатам лишеноиндикационного об-

следования выявлены участки с ухудшившимся состоянием атмосферного воздуха, которые находятся в северо-, северо-восточном направлении от объекта. Результаты, полученные по комплексу показателей хвойных (сосны обыкновенной) также свидетельствуют о загрязнении атмосферы в данном районе.

Представляется актуальным отслеживать состояние лесного покрова, и особенно хвойных лесов, в районе расположения действующего объекта уничтожения химического оружия с использованием полученной карты-схемы в целях своевременной диагностики загрязнения атмосферного воздуха и проведения природоохранных мероприятий.

### Литература

1. Мельцер Л. И. Фитоценологические аспекты устойчивости ландшафтов Ямала // Западная Сибирь – проблемы развития. Тюмень: ИПОС СО РАН, 1994. С. 128–141.
2. Сочава В. Б. Карты растительности в серии карт среды обитания // Геоботаническое картографирование 1974. Л.: Наука, 1974. С. 3–11.
3. Волкова Е. А., Храмов В. Н., Макарова М. А. Картографическая оценка экологического состояния растительного покрова побережья Финского залива // Современные проблемы ботанической географии, картографии, геоботаники, экологии. СПб.: Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова РАН, 2000. С. 42–43.
4. Ашихмина Т. Я. Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия. Киров: Вятка, 2002. 544 с.
5. Николаевский В. С. Биологические основы газоустойчивости растений. Новосибирск: Наука. 1979. 278 с.
6. Марадыково на Вятке (по материалам научных исследований) / Под ред. Т. Я. Ашихминой, А. Н. Васильевой, Г. Я. Кантора. Киров: ВятГУ, 2005. 164 с.
7. Олькова А. С., Дабах Е. В., Кантор Г. Я., Ашихмина Т. Я. Картирование почвенного покрова и оценка устойчивости почв на территории санитарно-защитной зоны комплекса объектов хранения и уничтожения химического оружия // Известия ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка. М.: МИИГАИК, 2009. № 2. С. 39–45.
8. Кулагин Ю. З. Лесообразующие виды, техногенез и прогнозирование. М.: Наука, 1980. 116 с.
9. Шепятене Я., Вянциус А. Методика оценки состояния хвойных лесов в процессе лесоустройства при локальном загрязнении среды // Лесное хозяйство. 1986. № 10. С. 47–49.
10. Николаевский В. С. Некоторые анатомо-физиологические особенности древесных растений в связи с их газоустойчивостью в условиях медеплавильной промышленности Среднего Урала: Автореф. дис... канд. биол. наук. Свердловск, 1964. 40 с.
11. Подзоров Н. В. Некоторые причины усыхания сосновых насаждений естественного и искусственного происхождения в Охтинской лесной даче: Автореф. дис... канд. биол. наук. Л., 1966. 22 с.
12. Любавская А. Я. Селекционно-генетическая оценка ассортимента древесных пород для зеленых насаждений Москвы, как фактор повышения их устойчивости и полезных функций // Городское хозяйство и экология. Известия Жилищно-коммунальной академии. М., 1996. С. 17–19.
13. Жидков А. Н. Оценка состояния хвойных лесов с помощью применения лишеноиндикации. // Экология, мониторинг и рациональное природопользование / Науч. тр. Вып. 302 (1) М.: МГУЛ, 2000.
14. Шарифуллин Р. Н. Лиственница Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.) и сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) в условиях нефтехимического загрязнения (характеристика проводящей корневой системы): Дис. ... канд. биол. наук. Оренбург, 2005. 124 с.
15. Приступа Г. К., Мазепа В. Г. Анатомо-морфологические изменения хвои сосны в техногенных условиях // Лесоведение. 1987. № 1. С. 58–60.

16. Прокопьев Е. П. Экология растений (особи, виды, экогруппы, жизненные формы). Томск, 2001. 340 с.
17. Бурков Н. А. Прикладная экология: учеб. пособие. Киров, 2005.
18. Барталев С. С. Оценка индикаторов состояния лесов Московской области по данным спутниковых наблюдений. // Электронный многопредметный научный журнал «Исследовано в России» Т. 9.С. 948–958.
19. Мартынюк А. А. Сосновые экосистемы в условиях аэротехногенного загрязнения, их сохранение и реабилитация: Автореф. дис... докт. сел.-хоз. наук. М., 2009. 37 с.
20. Быков А. А., Неверова О. А. Моделирование загрязнения атмосферы и экологическое зонирование территории г. Кемерово // Инженерная экология, 2002. № 6. С. 25–32.
21. Итоговый отчет РЦГЭКиМ по Кировской области «Обеспечение проведения мониторинга растительного и животного мира (биоэкологического мониторинга) на территории санитарно-защитной зоны и зоны защитных мероприятий 1205 объекта по хранению и уничтожению химического оружия в Кировской области» / Научный руководитель Т. Я. Ашихмина. Киров, 2005. 177 с.; 2006. 223 с.; 2007. 218 с.; 2008. 242 с.; 2009. 153 с.; 2010. 249 с.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В РАЙОНЕ ОБЪЕКТА ХРАНЕНИЯ И УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ**

*Т. Я. Ашихмина<sup>1,2,3</sup>, Е. А. Домнина<sup>3</sup>, Л. В. Кондакова<sup>1,3</sup>,  
С. Ю. Огородникова<sup>1,3</sup>, Е. А. Новикова<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> *Лаборатория биомониторинга Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ,*

<sup>2</sup> *Региональный центр государственного экологического контроля  
и мониторинга по Кировской области,*

<sup>3</sup> *Вятский государственный гуманитарный университет*

Использование информативных видов-биоиндикаторов: растений, грибов, лишайников, представителей животного мира, различных методов биологического мониторинга в совокупности с методами картографирования и аэрокосмического мониторинга позволяет комплексно оценить состояние природных сред и объектов, выявить некоторые отклонения в природном комплексе под воздействием различных загрязнителей и сделать прогноз на их развитие.

С 2000 г. коллектив лаборатории биомониторинга проводит исследования по отработке и корректировке методик биологического мониторинга природных и трансформированных экосистем, выявлению информативных биоиндикаторов на различные техногенные загрязнения.

В оценке состояния атмосферного воздуха в районе объекта хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский» наиболее зарекомендовали себя следующие биоиндикаторы: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.); пыльца ряда древесных растений, таких как сосна обыкновенная, береза бородавчатая, липа, сирень обыкновенная; лишенофлора по обилию, проективному покрытию, видовому составу; снеговой покров по токсичности, накопитель большинства загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух,

содержание общего фосфора в пробах эпифитного лишайника *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl и хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.).

На основании проведенных исследований отмечено, что состояние атмосферного воздуха, оцениваемое по лишеноиндикационным методам и по комплексу показателей хвойных (сосны обыкновенной) свидетельствует о том, что атмосферный воздух в СЗЗ и ЗЗМ объекта относится ко II классу достаточно чистый и лишь на 4-х участках, наиболее приближенных к промплощадке объекта состояние атмосферного воздуха классифицируется как III–IV класс.

Коррелируют данные по содержанию общего фосфора в пробах эпифитного лишайника *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. и хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Для анализа корреляции содержания фосфора были рассчитаны средние результаты для всех участков, проанализированных в каждом круге на расстоянии 1,8 км; 3,5 км; 5 км и контрольного (фонового) участка на расстоянии 11 км от объекта «Марадыковский»). Анализ полученных данных свидетельствует о том, что начиная с 2008 г. проявляется чёткая тенденция повышенного содержания общего фосфора в хвое сосны и в пробах эпифитного лишайника по мере приближения исследуемого участка к объекту хранения и уничтожения химического оружия.

Использование в качестве биоиндикатора атмосферного воздуха пыльцы сосны обыкновенной позволяет отчетливо фиксировать на данной территории аномально развитые у сосны пыльцевые зерна. Наибольший процент отклонений пыльцевых зерен сосны обыкновенной зафиксирован на участках, расположенных по всем сторонам горизонта на удалении 1–2 км от объекта уничтожения химического оружия.

Информативным индикатором загрязнения атмосферного воздуха являются атмосферные осадки в виде снежного покрова. По тест-объектам *Chlorella vulgaris*, *Paramecium caudatum*, *Daphnia magna*, «Эколюм», *Ceriodaphnia affinis* определяется токсичность исследуемых проб снежного покрова и делается вывод о том, находятся ли полученные данные на уровне «фоновых» значений или проба оказывает острое токсическое действие на тест-объект. Как правило, полученные данные хорошо коррелируют с результатами химического анализа проб и позволяют делать достоверные выводы о состоянии атмосферного воздуха.

В оценке состояния природных сред всё большее значение за последние годы приобретают методы картографирования и зонирования растительного покрова, водных объектов, размещения полигонов хранения отходов и др. Крупномасштабные универсальные и оценочные карты растительности занимают важное место в системе управления природными ресурсами и качеством окружающей среды. Вместе с другими картами природных компонентов они являются важной частью систем экологического мониторинга. Эффективным методом управления системой мониторинга является структуризация информации и зонирование территории с помощью ГИС-технологий.

На территории санитарно-защитной зоны объекта ХУХО «Марадыковский» было проведено картирование устойчивости лесного покрова к атмосферному загрязнению при помощи программных средств геоинформационной

системы (ГИС) MapInfo 7.5 с использованием данных полевых исследований, картографических материалов и космического фотоснимка изучаемой территории со спутника QuickBird, имеющего пространственное разрешение 0,63 м (дата съемки 2 июня 2007 г.). В зависимости от соотношения хвойных и лиственных пород на исследуемых участках мониторинга СЗЗ проведено ранжирование лесного покрова по степени устойчивости к атмосферному загрязнению (табл. 1) и определена устойчивость лесного покрова СЗЗ (табл. 2).

Таблица 1

**Устойчивость лесов в зависимости от процентного содержания хвойных пород**

Содержание хвойных пород, %	90–100	80–89	70–79	60–69	50–59	40–49	30–39	20–29	10–19	0–9
Устойчивость, балл	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Таблица 2

**Устойчивость лесного покрова СЗЗ объекта ХУХО «Марадыковский»**

Категория устойчивости	Баллы устойчивости	Площадь	
		Всего, км <sup>2</sup>	% от общей площади лесов СЗЗ
Высоко устойчивые	9–10	3,153	36,52
Относительно устойчивые	7–8	2,526	29,27
Средней устойчивости	5–6	0,888	10,28
Малоустойчивые	3–4	0,635	7,35
Неустойчивые	1–2	1,431	16,58

Из таблицы 2 следует, что более 23% лесов на территории СЗЗ можно отнести к неустойчивым или малоустойчивым к регулярному атмосферному загрязнению.

Использование современных биологических и аэрокосмических методов позволяет не только комплексно оценить экологическое состояние природных сред и объектов, но и дает возможность спрогнозировать проведение реабилитационных мероприятий, которые предстоит провести на данных территориях после уничтожения всех запасов химического оружия на объекте.

**МОНИТОРИНГ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В РАЙОНЕ ОБЪЕКТА  
ХРАНЕНИЯ И УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ  
«МАРАДЫКОВСКИЙ»**

*Ю. В. Новойдарский<sup>1</sup>, Т. Я. Ашихмина<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> *Вятский государственный гуманитарный университет,*

<sup>2</sup> *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

В рамках выполнения федеральной целевой программы уничтожения запасов химического оружия в Российской Федерации на действующих объектах по уничтожению химического оружия одним из приоритетных направлений в деятельности является безопасность производства.

В целях выполнения мероприятий безопасности, в соответствии с Федеральными законами и другими нормативно-правовыми актами на Объектах созданы и действуют производственный контроль и экологический мониторинг.

Одним из направлений экологического мониторинга является наблюдение за состоянием поверхностных вод в санитарно-защитной зоне и зоне защитных мероприятий объектов хранения и уничтожения химического оружия.

Загрязняющие вещества, от химических объектов, в большинстве случаев, поступают в водные объекты через выпуски сточных вод и при смыве химических и минеральных веществ с территории объекта. Однако объект по уничтожению химического оружия спроектирован таким образом, что в результате его работы, сброс производственных, ливневых и талых сточных вод за его пределы не происходит. Эти образующиеся воды используются в производственном водоснабжении по замкнутому циклу.

На качество вод водостоков в районе эксплуатации объекта незначительно оказывает влияние поверхностный сток, на этапах строительства корпусов объекта, когда происходит снятие растительного покрова и рыхление грунта. От работы транспорта, во время строительства корпусов, на почву попадают отработанные масла, взвешенные частицы (пыль резиновая от протекторов), соединения свинца в выхлопных газах автотранспорта. Затем вместе с поверхностным стоком некоторое количество этих веществ (в зависимости от интенсивности дождей и снеготаяния, количества загрязняющих веществ, выпавших на почву и т.п.) возможно достигает водных объектов [1]. Однако при штатной работе объекта (без проведения строительных мероприятий) влияние такого источника загрязнений сводится к минимуму или практически к нулю.

Отвод дождевых и талых вод с территории объекта «Марадыковский» производится изолированной сетью ливневой канализации. Территория объекта разделена на зоны: зона основных производственных зданий (условно грязная зона), зона вспомогательных производств, складов и зданий энергообеспечения (условно чистая зона). Каждая зона имеет свою изолированную сеть ливневой канализации со сборником дождевой воды и системой очистки, рассчитанные на прием максимального количества суточных жидких осадков. Очищенные дождевые воды из зоны основных производственных зданий используются в системе производственного водопровода, а из зоны вспомогательных производств, складов и зданий энергообеспечения могут использоваться в системе пожаротушения.

Таким образом, можно говорить об отсутствии прямого влияния объекта по уничтожению химического оружия на качество поверхностных вод.

Мониторинг загрязнения поверхностных вод на объекте по хранению и уничтожению химического оружия проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.5.05 и методическими указаниями [2, 3, 4].

Для объекта «Марадыковский» установлено три поста контроля за состоянием поверхностных вод, по установленным приоритетным загрязнителям (таб. 1): пост № 1 расположен в месте соединения р. Погиблицы с прудом п. Мирный, пост № 2 расположен в районе пруда войсковой части 21228, пост

№ 3 расположен на впадении реки Погиблицы в р. Вятку. На этих постах, также проводится отбор проб донных отложений (рис. 1).



Рис. 1. Схема маршрутов и постов пробоотбора воды в системе промышленно-экологического мониторинга на территории ЗЗМ объекта «Марадьковский»

Таблица 1

**Перечень специфических загрязняющих веществ и параметров, подлежащих контролю в поверхностных водах**

№ п/п	Наименование ЗВ (определяемый параметр)	Критерии контроля ПДК, ОДК, мг/дм <sup>3</sup> (для поверхностных вод)	Класс опасности
1.	Зарин	5,0*10 <sup>-5</sup> (ПДК)	1
2.	Зоман	5,0*10 <sup>-6</sup> (ПДК)	1
3.	Иприт	2*10 <sup>-4</sup> (ПДК)	1
4.	Люизит	2*10 <sup>-4</sup> (ПДК)	1
5.	Мышьяк	0,05 (ПДК <sub>р.х.</sub> )	2
6.	N-метилпирролидон	15,4 (ПДК)	4
7.	Метилфосфоновая кислота	Не установлен (сравнение с фоном)	Не имеет
8.	Общий фосфор	Не установлен (сравнение с фоном)	Не имеет
9.	Взвешенные вещества	Не установлен (сравнение с фоном)	Не имеет
10.	Сухой остаток	1000 (ПДК)	Не имеет
11.	Сульфаты	100 (ПДК <sub>р.х.</sub> )	Не имеет
12.	Хлориды	300 (ПДК <sub>р.х.</sub> )	Не имеет
13.	Водородный показатель (рН)	6,5–8,5	Не имеет

№ п/п	Наименование ЗВ (определяемый параметр)	Критерии контроля ПДК, ОДК, мг/дм <sup>3</sup> (для поверхностных вод)	Класс опасности
14.	ХПК	Не установлен (сравнение с фоном)	Не имеет
15.	БПК	3,0 мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> (ПДК <sub>р.х.</sub> )	Не имеет
16.	Фториды	0,75 (ПДК <sub>р.х.</sub> )	Не имеет
17.	АПАВ	0,5 (ПДК)	Не имеет

Кроме того, на р. Погиблица осуществляется организованный сброс хозяйственно-бытовых сточных вод от очистных сооружений, на ней организован дополнительный пункт мониторинга загрязнения поверхностных вод с двумя створами выше и ниже 500 метров от места выпуска сточных вод (рис. 2) [3].

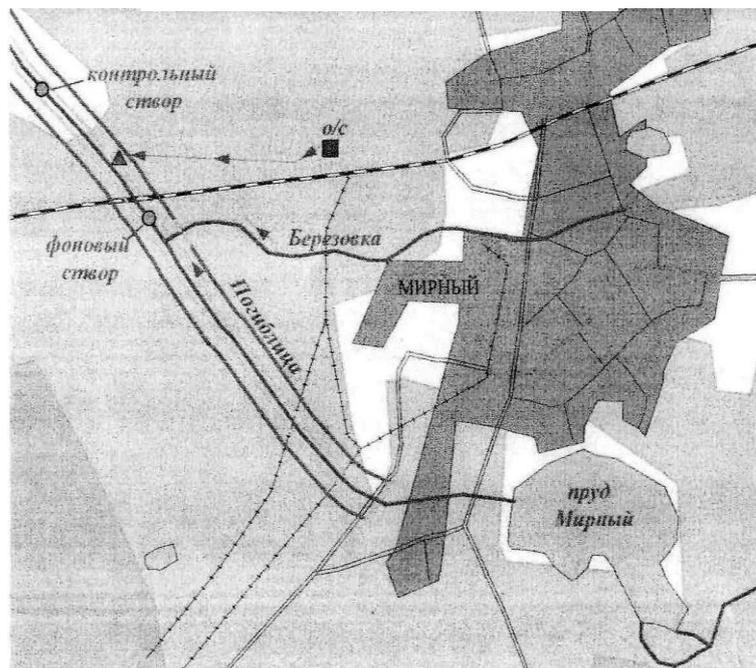


Рис. 2. Схема организации контроля за качеством воды на р. Погиблица в двух створах выше и ниже 500 от места выпуска хозяйственно-бытовых сточных вод объекта «Марадыковский»

Многолетнее проведение мониторинга за состоянием поверхностных вод в санитарно-защитной зоне и зоне защитных мероприятий объекта «Марадыковский» свидетельствует о том, что превышений по специфическим загрязнителям не выявлено.

#### Литература

1. Корольков Ю. Б., Трегубов В. М., Канзюба В. Н. Технико-экономическое обоснование строительства объекта уничтожения химического оружия (ОУХО) на территории Оричевского района Кировской области: Отчет Т. 10 (ОВОС). М.: «СОЮЗПРОМНИИПРОЕКТ», 1999.
2. РД 52.24.309-92 «Охрана природы. Гидросфера. Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши на сети Росгидромета».
3. Временные методические указания гидрометеорологическим станциям и постам по отбору, подготовке проб воды и грунта на химический и гидробиологический анализы и проведение анализа первого дня. М.: Гидрометеиздат, 1983.

4. Методические указания по принципам организации системы наблюдений и контроля за качеством воды водоемов и водотоков на сети Госкомгидромета в рамках ОГСНК. Л.: Гидрометеиздат, 1984.

## ДИНАМИКА СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАКРОЗООБЕНТОСА р. ВЯТКИ В ЗОНЕ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ОБЪЕКТА ХРАНЕНИЯ И УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ пос. МИРНЫЙ

**Т. И. Кочурова**

*МКУ «Кировский городской научно-естественный музей»,  
kochurovati@mail.ru*

Экологические исследования, проводимые в сентябре 2013 г. в зоне защитных мероприятий объекта уничтожения химического оружия (ЗЗМ ОУХО) пос. Мирный, включали оценку состояния бентосных сообществ. Исследовали макрозообентос реки Вятки на трех станциях, расположенных в непосредственной близости от объекта и приуроченных к участкам комплексного экологического мониторинга состояния природных сред на территории ЗЗМ ОУХО. Местоположение и нумерация станций определены в соответствии с единой схемой мониторинга (табл.).

Таблица

**Местоположение и характеристика станций отбора проб**

Номер станции	Расстояние км	Радиус от ОУХО, км	Местоположение	Тип грунтов
55	<u>574,5</u> –	4,2	К северо-востоку от объекта в районе зоны международной инспекции	Песчаный, песчаный с примесью глины
66	<u>560,5</u> 14,0	3,9	В 500 м выше устья р. Погиблицы (водоприемник хозяйственно-бытовых стоков пос. Мирный и ОУХО)	Песчаный, гравийно-песчаный
79	<u>559,5</u> 1,0	5,1	В 500 м ниже устья р. Погиблицы (водоприемник хозяйственно-бытовых стоков пос. Мирный и ОУХО)	Песчаный, песчано-гравийный

Примечание. Над чертой – расстояние от устья, под чертой – от расположенной выше станции.

Пробы собирали один раз в год (сентябрь) по стандартным методикам (Руководство ..., 1983; Руководство ..., 1992). С разных биотопов в пределах одной станции (ст.) гидробиологическим сачком отбирали по две – три количественных и одной качественной пробе, промывали через сито из мельничного газа с размером ячеек 0,4 мм и фиксировали 4%-ным формалином. Для идентификации организмов использовали определители (Определитель..., 1977; Определитель..., 1994, 1995, 1997, 1999, 2001).

Состояние донных биоценозов оценивали по количеству таксонов, численности и биомассе зообентоса. Для определения качества воды использовали индексы Вудивисса, Гуднайта и Уитлея (Руководство ..., 1983; Руководство ..., 1992), Балушкиной (1976).

В составе зообентоса наблюдаемых станций обнаружены представители 20 основных систематических групп: гидры (Hydrida), нематоды (Nematoda), малощетинковые черви (Oligochaeta), пиявки (Hirudinea), двустворчатые (Bivalvia) и брюхоногие (Gastropoda) моллюски, водяные клещи (Acariformes), ветвистоусые (Cladocera), веслоногие (Copepoda), ракушковые (Ostracoda) и равноногие (Isopoda) раки, жесткокрылые (Coleoptera), водяные клопы (Heteroptera), нимфы стрекоз (Odonata), поденок (Ephemeroptera), личинки ручейников (Trichoptera), хирономид (Chironomidae), мокрецов (Seratopogonidae), мошек (Simuliidae) и прочих двукрылых (прочие Diptera). Наибольшее распространение имели представители олигохет и хирономид, частота встречаемости которых составляла 90–100%.

Бентофауна насчитывала 46 таксонов видового и надвидового рангов, относящихся к девяти классам и пяти типам (Cnidaria, Nematelminthes, Annelida, Mollusca, Arthropoda).

Таксономическое богатство зообентоса было минимальным на ст. 55 (20 таксонов). В сравнении с 2010 г. данный показатель снизился на 20%. Здесь полностью отсутствовали представители отряда ручейников; класс моллюсков был представлен единичными особями *Amesoda draparnaldi* (Clessin, 1879).

Максимальное обилие видов (31) и 30%-й рост таксономического богатства зарегистрированы на ст. 66. На ст. 79 насчитывалось 26 видов, что совпадало с аналогичным показателем 2010 г. Состав зообентоса ст. 66 и 79 характеризовался большей в сравнении со ст. 55 представленностью отряда ручейников (6 и 4 вида соответственно), а также высокой плотностью двустворчатых моллюсков, что является нормальным для р. Вятка. Учитывая, что количество видов в сообществе донных беспозвоночных является наиболее уязвимой и информативной характеристикой (Балушкина, 2004), динамика данного показателя указывает на стабильное состояние бентосных сообществ на ст. 66 и 79. Снижение видового богатства зообентоса на ст. 55 в течение ряда последних лет (2008–2013 гг.) позволяет предположить наличие токсикологического стресса, ведущего к выпадению из сообщества менее толерантных форм. К числу положительных тенденций следует отнести возрастание на ст. 66 и 79 частоты встречаемости и плотности личинок поденок и ручейников, представители которых являются индикаторами чистых вод.

Динамика количественных характеристик зообентоса в 2013 г. в сравнении с 2010 г. характеризовалась снижением показателей общей численности и общей биомассы на ст. 55, происходившим за счет уменьшения плотности олигохет и хирономид. На расположенном ниже участке (ст. 66 и 79) численность зообентоса не изменилась. Динамика биомассы характеризовалась нарастанием регистрируемых значений на ст. 66 в 1,5–2 раза, и снижением на ст. 79 в 2–2,5 раза. Колебание биомассы было обусловлено изменениями

плотности таких групп как моллюски и олигохеты, слагающими наряду с хирономидами ядро исследуемых бентосных сообществ.

Результаты биоиндикации показали, что состояние реки по биотическому индексу Вудивисса (9 баллов), на ст. 66 и 79 соответствовало второму классу качества (чисто). Снижение биотического индекса на ст. 55 с 9 в 2007 г. до 8 в 2010 г. и до 7 в 2013 г. указывало на многолетнюю негативную динамику и напряженное состояние бентосных сообществ данного участка.

Олигохетный индекс характеризует воду на ст. 55 как умеренно загрязненную, на ст. 66 – как загрязненную, а на ст. 79 – как грязную. Доля олигохет на левобережном участке ст. 79 ниже устья р. Погиблицы достигала 92% общей численности. Динамика олигохетного индекса указывала на рост степени нетоксичного органического загрязнения вниз по течению реки. Незначительное увеличение этого показателя относительно 2010 г. зарегистрировано на всех станциях. Это свидетельствует о наличии источников органического загрязнения, в числе которых в первую очередь является р. Погиблицы (водоприемник сточных вод), и, возможно (на ст. 66), поверхностный сток с прилегающих к ОУХО территорий.

Индекс Балушкиной на верхней и средней станциях (ст. 55 и 66) соответствовал умеренно загрязненным водам. На ст. 79 данный показатель не был установлен из-за отсутствия хирономид, что могло быть обусловлено токсическим влиянием вод р. Погиблицы. Хирономиды являются постоянным компонентом бентосных сообществ рек бассейна Вятки, и отсутствие их в пробах свидетельствует о неблагоприятных процессах в водоеме.

Таким образом, в 2013 г. зафиксировано качественное обеднение бентоценозов и снижение значений биотического индекса Вудивисса на ст. 55. Состояние бентосных сообществ на ст. 66 характеризуется как стабильное с тенденцией улучшения, о чем свидетельствует увеличение количества выявленных таксонов, появление ряда организмов-индикаторов чистых вод (личинки ручейников). На ст. 79 наряду с признаками благополучного состояния среды (стабильность таксономического состава и ряда количественных характеристик, наличие в зообентосе представителей отрядов поденок и ручейников) отмечены и негативные тенденции, такие как рост олигохетного индекса до значений, соответствующих очень сильному органическому загрязнению, отсутствие представителей основных групп зообентоса (личинки хирономид).

В целом, в 2013 г. структурные характеристики зообентоса и рассчитанные на их основе биоиндикационные показатели свидетельствуют об относительно стабильной экологической ситуации на наблюдаемом участке р. Вятки.

### Литература

Балушкина Е. В. Хирономиды как индикаторы степени загрязнения вод // Методы биологического анализа пресных вод. Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1976. С. 106–118.

Балушкина Е. В. Изменение структуры сообществ донных животных при антропогенном воздействии на водные экосистемы (на примере малых рек Ленинградской области) // Евроазиатский энтомологический журнал. 2004. № 4. С. 276–282.

Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л.: Гидрометиздат, 1977. 281 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб., Наука. (1994. Т. 1. 395 с.; 1995. Т. 2. 628 с.; 1997. Т. 3. 439 с.; 1999. Т. 4. 998 с.; 2001. Т. 5. 836 с.)

Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под общ.ред. В. А. Абакумова. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под общ. ред. В. А. Абакумова. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 319 с.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ В КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

*О. М. Плотникова, Н. Н. Матвеев, Т. А. Шингаренко  
РЦ СГЭКиМ по Курганской области, kurgan-rc@yandex.ru*

Региональный центр по обеспечению государственного экологического контроля и мониторинга объектов по хранению и уничтожению химического оружия (РЦ СГЭКиМ) по Курганской области с 2006 г. проводит постоянный мониторинг загрязнения поверхностных вод в зоне защитных мероприятий (ЗЗМ) объекта по уничтожению химического оружия.

Химико-аналитический контроль воды поверхностных водоемов проводится по 23 химико-аналитическим и 2-м экотоксикологическим показателям. Критерии оценки состояния поверхностных вод – значения предельно-допустимых концентраций для водоемов рыбохозяйственного значения. Общая токсичность проб природной воды определяется по двум тест-объектам – *Paramecium caudatum* и бактериальной культуре «Эколюм».

Периодичность отбора проб воды составляет для рек (Чумляк, Чумлячка и Миасс) – 7 раз в год: во время половодья на подъеме, пике и спаде, во время летне-осенней межени при наименьшем расходе и при прохождении дождевого паводка, осенью перед ледоставом, во время зимней межени; для озер – 4 раза в год в основные фазы гидрологического режима с учетом длительности ледостава: в начале весеннего наполнения водоема; в период максимального водонакопления; во время летней межени; перед ледоставом.

Мониторинг водных объектов в ЗЗМ проводится для семи озер – Наумовское, Петровское, Пуктыш, Никитинское, Песчаное, Нифановское, Щучье; и для трех рек рыбохозяйственного значения – р. Миасс (вход в ЗЗМ и выход из ЗЗМ), р. Чумляк (вход в ЗЗМ и устье), исток р. Чумлячка.

Всего ежегодно отбирается 63 пробы природной воды, в т. ч. 35 проб речной и 28 проб озерной воды, проводится 1575 исследований, из них – 1449 химико-аналитических и 126 экотоксикологических.

В отобранных пробах воды отравляющие вещества и продукты их деструкции не обнаружены в течение всего периода наблюдений. Однако, постоянно наблюдаются превышения санитарно-гигиенических нормативов качества природной воды по 8–12 показателям.

Особенностью загрязнения водоемов ЗЗМ в Щучанском районе является превышение ПДК практически во всех без исключения отобранных пробах по содержанию ионов марганца, цинка, меди, общего железа и нефтепродуктов.

Так, зачастую превышение ПДК по ионам марганца достигает до 20–30 ПДК, общему железу – до 15–20 ПДК, ионам цинка – до 10–15 ПДК, ионам меди – до 5–10 ПДК. Для рек на спаде половодья практически ежегодно по ионам марганца отмечаются экстремально-высокие загрязнения (ЭВЗ) – до 100–140 ПДК.

Кроме того, постоянно фиксируются превышения по фосфат-, нитрит-ионам – до 5–8 ПДК, нефтепродуктам – до 7–10 ПДК. Кроме того, часто отмечается превышение ПДК для сульфат-ионов, а также ХПК. Для рек Чумляк и Чумлячка характерно постоянное повышенное содержание хлоридов (1,4–1,7) и сульфатов (3,4–5,0), т.е. природная вода хлоридно-сульфатного типа.

На качество природной воды рек ЗЗМ существенное влияние оказывает трансграничный перенос загрязняющих веществ из соседних промышленных регионов, особенно для реки Миасс. Местный антропогенный привнос загрязняющих веществ в природную воду рек ЗЗМ незначителен или отсутствует, что подтверждается ежемесячным мониторингом качества природной воды. Кроме того, концентрация загрязняющих веществ в воде р. Миасс на выходе из ЗЗМ зачастую оказывается меньше, чем на входе в ЗЗМ, т.е. вода реки самоочищается, протекая по территории ЗЗМ объекта.

Причиной загрязнения ионами металлов озер является высокое природное содержание соединений железа, меди и марганца в почвенных породах Зауральского региона. К сожалению, в последние годы для озер ЗЗМ отмечается устойчивое антропогенное загрязнение нефтепродуктами (до 4–6 ПДК).

Содержание такого специфического загрязнителя как фторид-ионов в воде р. Миасс в точках наблюдений с 2009 г. колебалось от 0,4 до 1,2 ПДК.

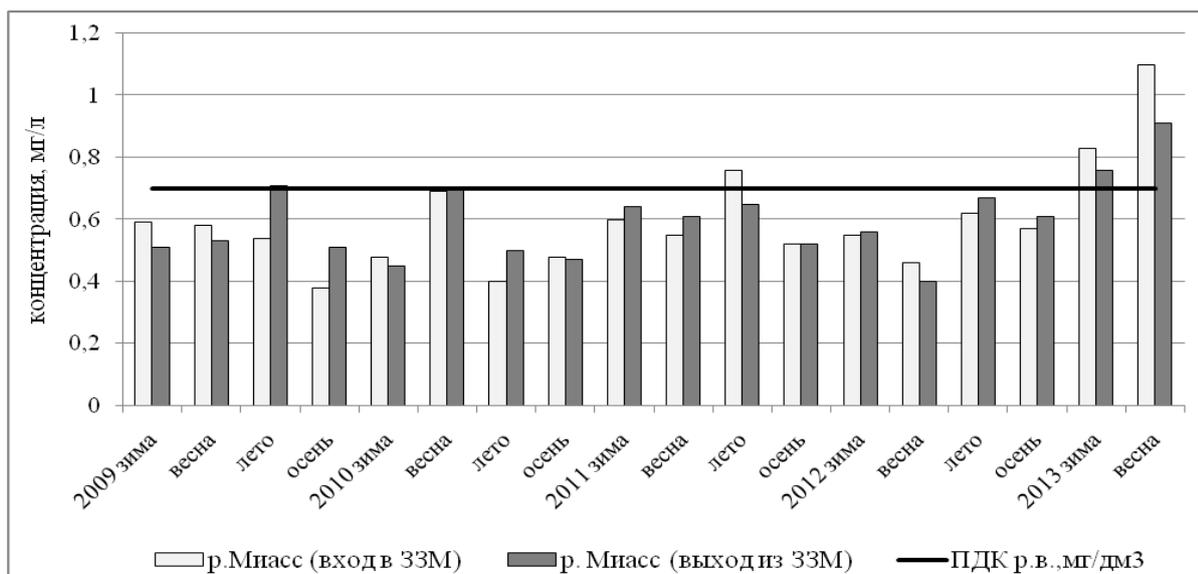


Рис. Содержание фторид-ионов в реке Миасс в ЗЗМ объекта по уничтожению химического оружия в г. Щучье Курганской области в 2009–2013 гг.

В целом, анализ расположения точек пробоотбора воды в реках и озерах ЗЗМ относительно объекта по уничтожению химического оружия не выявил взаимосвязи загрязнения с работой объекта. Важно отметить, что для озера Петровское, расположенного между техтерриторией хранения и промзоной уничтожения химического оружия, постоянно отмечается низкий уровень фторидов и общего фосфора и не обнаруживаются специфические продукты загрязнения – продукты детоксикации отравляющих веществ.

Таким образом, начиная с 2009 г. – начала работы объекта по уничтожению химического оружия в г. Щучье Курганской области – характерного влияния объекта на качество природной воды рек и озер в ЗЗМ не было выявлено.

## **ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В РАСТИТЕЛЬНОСТИ, ПРЕОБЛАДАЮЩЕЙ НА УЧАСТКАХ МОНИТОРИНГА В РАЙОНЕ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА**

*Е. С. Сунцова<sup>1</sup>, Е. А. Домнина<sup>1</sup>, Т. Я. Ашихмина<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> *Вятский государственный гуманитарный университет,*

<sup>2</sup> *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,*

*ecolab@vshu.kirov.ru*

Оценка содержания радионуклидов в почвах и основных компонентах фитоценозов является важным этапом радиоэкологических исследований и позволяет охарактеризовать специфику радиоактивного загрязнения, определить дозовые нагрузки на растения (Евсеева и др., 2011).

Уровень накопления металлов и других химических элементов растениями в значительной степени зависит от концентрации элементов в почве – чем выше концентрация, тем выше их содержание в тканях растения, от типа почв, от физико-химических условий в почве, состава и содержания в почве минерального и органического вещества, используемой технологии выращивания растений и технологии фиторемедиации, формы и агрегатного состояния загрязнений. Влияние оказывают также погодные и климатические условия. При длительном взаимодействии растений с почвами, загрязненными тяжелыми металлами и радионуклидами, часть поглощенных элементов в тканях растений со временем переходит в необменную и слабообменную формы, вследствие чего постепенно возрастают коэффициенты их накопления (Прикладная., 2012).

Известно, что растения, содержащие больше кальция, накапливают в повышенных количествах <sup>90</sup>Sr, а растения, отличающиеся высоким содержанием калия, легче накапливают <sup>137</sup>Cs. Наибольшее количество радионуклидов концентрируется в листьях, затем в хвое, коре, ветвях. Наименьшее количество накапливается в древесине. Среди основных радионуклидов легче всего поступает в надземную часть древесной растительности <sup>90</sup>Sr. Коэффициент накопления для <sup>137</sup>Cs на порядок ниже. Наибольшее содержание <sup>137</sup>Cs отмечено в древесине березы, наименьшее – в древесине сосны (Титаева, 2010).

На территории Кировской области с 1938 года функционирует крупнейшее предприятие – Кирово-Чепецкий химический комбинат (КЧХК). В 1944 г. здесь было освоено промышленное производство плавиковой кислоты, и до 1992 г. действовали производства по получению гексафторида и тетрафторида урана путем фторирования металлического урана и его оксида.

Сотрудниками лаборатории биомониторинга ВятГГУ в течение ряда лет проводится работа по изучению состояния природного комплекса на территории Кирово-Чепецкого района, в том числе в районе размещения радиоактивных отходов КЧХК. По результатам предыдущих исследований (Ашихмина и др., 2010) было показано, что ореол химического и радиационного загрязнения почв и грунтов имеет отчетливую приуроченность к водным объектам. В связи с этим площадки мониторинга закладывались на заболоченных участках в районе хранилищ отходов, и на берегах водоемов и водотоков (р. Елховка, оз. Просное). На этих небольших по площади участках изучен видовой состав и выделены преобладающие виды растений: из древесных – черемуха обыкновенная, осина, ель финская, вяз, рябина; из кустарничковых форм представлены шиповник обыкновенный, смородина, малина. Из травянистых широко распространены представители семейства Сложноцветных, Злаковых, Лютиковых, Астровых, Крапивных.

Отбор проб проводился в летний период в 2011–2013 гг. Пробы почв и растительности на определение содержания радионуклидов отбирались и готовились к анализу согласно стандартным методикам. Измерение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  и  $^{40}\text{K}$  проводилось на спектрометрическом комплексе «Прогресс» в технико-аналитической лаборатории филиала «Россельхозцентр» в Кировской области методом гамма-бета-спектрометрии.

Для измерения удельной активности естественных и техногенных радионуклидов нами были отобраны растения, доминирующие на участках мониторинга. Среди них – крапива двудомная *Urtica dioica* L., бодяк полевой *Cirsium arvense*, полынь горькая *Artemisia absinthium*, пырей ползучий *Elytrigia repens*, вейник седеющий *Calamagrostis canescens* и др. Из древесных – черемуха обыкновенная *Padus racemosa* Lam., вяз *Ulmus laevis*.

Из отобранных растительных образцов наиболее выраженной способностью к накоплению техногенных радионуклидов обладает бодяк полевой (на участках у Завода полимеров и 3-ей секции шламонакопителя), крапива двудомная (максимальные значения на участках у старого русла р. Елховки, в районе оз. Бобровое и 3-ей секции шламонакопителя), а также тростник *Phragmites communis* и вейник седеющий на болотистом участке у 3-ей секции. На этих же участках отмечается повышенные значения удельной активности радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в образцах почв. Низкое содержание радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  отмечается у вяза, тмина обыкновенного *Carum carvi* и полыни горькой. По уровню накопления  $^{137}\text{Cs}$  нами установлено, что растения располагаются в следующий ряд: *Cirsium arvense* → *Urtica dioica* L. → *Calamagrostis canescens* → *Phragmites communis* → *Ribes* → *Rumex confertus* → *Rosa* → *Prunus padus* → *Equisetum sylvaticum* L. → *Ulmus laevis* → *Equisetum pratense* → *Carum carvi* → *Artemisia absinthium*. По уровню накопления  $^{90}\text{Sr}$  ряд выглядит несколько иначе,

то есть большей аккумулирующей способностью к накоплению  $^{90}\text{Sr}$  обладает крапива двудомная: *Urtica dioica* L. → *Cirsium arvense* → *Ribes* → *Equisetum sylvaticum* L. → *Equisetum pratense* → *Phragmites communis* → *Rumex confertus* → *Carum carvi* → *Artemisia absinthium* → *Rosa* → *Calamagrostis canescens* → *Ribes* → *Ulmus laevis* (Сунцова и др., 2012).

Измерение удельной активности листьев черемухи и вяза на участках у оз. Просное и у р. Елховки показало, что радионуклид  $^{137}\text{Cs}$  накапливается в большем количестве, чем  $^{90}\text{Sr}$ . Причиной этого может быть и тот факт, что содержание  $^{137}\text{Cs}$  в почве на порядок выше, а также связано с миграционной подвижностью радионуклидов. Удельная активность обоих радионуклидов в листьях смородины на участке около 3-ей секции примерно одинакова, а листья шиповника накапливают в большем количестве  $^{137}\text{Cs}$ .

Чтобы количественно выразить аккумулирующую способность растений для определенных радионуклидов, было введено понятие коэффициента накопления (КН) – это отношение содержания радионуклида в единице массы растений и почвы соответственно. Расчет КН на участках мониторинга в растении *Urtica dioica* L. показал, что техногенные радионуклиды, как правило, накапливаются в листьях. Радий аккумулируется в большей степени в стеблях, а торий – известный своей минимальной подвижностью – практически не накапливается.

В целом представленные данные свидетельствуют о некотором варьировании содержания  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в растениях с участков мониторинга в районе КЧХК. Установлена зависимость измеренной удельной активности в почве от измеренной удельной активности в растении: на участках, где повышенные значения удельной активности  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в почве (вдоль русла р. Елховка, у 3-ей секции шламонакопителя, у оз. Просное), также можно отметить их накопление и в растительности. Выявлены некоторые особенности по уровню накопления техногенных радионуклидов для растений, доминирующих на участках мониторинга. Установлено, что в листьях древесных и травянистых форм в большем количестве аккумулируется радионуклид  $^{137}\text{Cs}$ .

### Литература

Евсеева Т. И., Гераськин С. А., Майстренко Т. А., Белых Е. С. Экотоксикологические исследования на семипалатинском испытательном полигоне. СПб.: Наука, 2011. 117 с.

Прикладная эковиотехнология / А.Е. Кузнецов и др. 2-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 485 с.

Титаева Н. А. Ядерная геохимия. М.: Изд-во МГУ, 2000. 336 с.

Ашихмина Т. Я., Дабах Е. В., Кантор Г. Я., Лемешко А. П., Скугорева С. Г., Адамович Т. А. Изучение состояния природного комплекса в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината // Теоретическая и прикладная экология, 2010. № 3. С. 18–26.

Сунцова Е. С., Ашихмина Т. Я., Кантор Г. Я. Содержание радионуклидов в компонентах природной среды в районе Кирово-Чепецкого химического комбината // Проблемы региональной экологии. 2012. № 2. С. 162–167.

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ФОРМЫ РАДИОНУКЛИДОВ УРАНОВОГО И ТОРИЕВОГО РЯДОВ РАСПАДА В ВОДОЕМАХ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ БЫВШИХ ОБЪЕКТОВ РАДИЕВОГО ПРОМЫСЛА

*Н. Г. Рачкова, И. И. Шуктомова*

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, rachkova@ib.komisc.ru*

Радионуклиды уранового и ториевого рядов распада обладают не только повышенной радиационной, но и химической токсичностью. Интенсивность негативного влияния загрязнения среды обитания на живые организмы, так же, как и радиационная безопасность вод питьевого назначения, зависят от концентрации и физико-химического состояния радионуклидов в природных растворах (поверхностных, грунтовых и других водах). В целом, законы распределения радиоактивных элементов между твёрдой и жидкой фазами в водных средах давно известны. Большинство из них исследованы на модельных системах, но использование этой информации в практике экологического мониторинга часто бывает затруднительным вследствие высокой степени трансформации и многообразия химического, механического, минералогического составов и других свойств фаз в загрязнённых экосистемах.

Цель исследования состояла в оценке содержания и форм нахождения радия-226, изотопов тория (228, 230, 232), полония-210 и свинца-210, переносимых водотоками зоны влияния бывших химических заводов и приповерхностного хранилища радиоактивных отходов (РАО) радиевого промысла. Исследованная акватория принадлежит бассейну р. Печора. Район относится к числу территорий с развитой промышленностью. Экономика представлена геологоразведочными, нефтедобывающими и нефтеперерабатывающими, металлообрабатывающими, строительными, машиностроительными предприятиями и др. По имеющимся данным (Государственный доклад, 2012), характерными загрязняющими веществами водных артерий являются трудноокисляемые органические вещества и соединения железа. В водоёмах в следовых количествах (0,000–0,003 мкг/л) обнаруживаются хлорорганические пестициды.

Объекты бывшего производства по добыче радия, свернутого в 1956 г. после 25 лет активной промышленной деятельности, являются одним из неконтролируемых антропогенных источников естественных радионуклидов в водотоках района исследования. Площадка бывшего завода № 7 (1 га) находится в 285 м от р. Ухта на окраине посёлка населением около 6400 чел. Она дезактивирована насыпным способом в 1961–62 гг. Мощность экспозиционной дозы (МЭД) достигает 8,5 мкЗв/ч. В 300 м от этого участка на водоохранной территории в пойме и на надпойменной террасе р. Ухта общей площадью 4,6 га расположено место складирования РАО. Радиоактивный фон достигает здесь 3000 мкР/ч на дневной поверхности и 7000 мкР/ч на глубине 0,5 м. Эта территория дезактивирована, частично заболочена, МЭД может превышать 20 мкЗв/ч. По интегральным оценкам (Носкова, 2010), в настоящее время в 1 м толще грунта на хранилище РАО сосредоточено около 320 ГБк радия-226. Воды р. Ухта, принимающей стоки с бывших промплощадок радиевого промысла,

нейтральные со слабоокислительной обстановкой и удельной электропроводностью до 300 мкСм/см. Содержание гидрокарбонатов не превышает 79, сульфатов – 52, кальция – 38, фосфатов – 0,05 мг/л. Воды с территории хранилища отличаются высокой электропроводностью (до 1900 мкСм/см), в частности за счёт значительного содержания (мг/л) гидрокарбонатов (180–50), кальция (100–165), силикатов (4,6–7,9), органического углерода (3,0–12,1), сульфатов (96–179), фосфатов (0,007–0,110), железа (0,07–0,38). Участки заводов № 10 и 12 площадью 2,2 и 1,1 га соответственно, не дезактивированы и удалены от населенных пунктов. МЭД достигает 6,2 и 11,7 мкЗв/ч. Завод № 10 находится на огибаемой р. Ярега высокой гряде, № 12 – на левобережье р. Лыяэль. Кратчайшее расстояние от промплощадок до рек составляет около 60 м. Летом удельная электропроводность воды на этом участке русла р. Ярега достигает 900, р. Лыяэль – 250 мкСм/см. Содержание растворенного органического углерода для изучаемых водоемов варьирует от 0,1 до 1,2 мг/л. Массовая доля взвешенных веществ не превышает 10 мг/л.

Физико-химические свойства исследованных поверхностных вод, а именно нейтральный-слабощелочной водородный показатель, высокие содержания сульфатов, кальция, фосфатов и карбонатов должны способствовать фиксации радия, тория и свинца, но одновременно могут активировать миграцию из твёрдых РАО и загрязнённой почвы некоторых других радиоактивных элементов, в частности полония. Однако, результаты многолетних наблюдений (Рачкова, Шуктомова, 2012) указывают на то, что гидрогенная миграция радия-226 из мест хранения РАО в настоящее время часто интенсивнее, чем в ближний пост-дезактивационный период. Она достоверно зависит от содержания бария в воде концентрации растворимых органических веществ и фосфатов. В то же время для участка р. Ухта, подверженного влиянию стоков с территории хранилища РАО, содержание радия-226 в воде отвечает как современным санитарно-гигиеническим нормативам и региональным показателям, так и фоновым данным пятидесятилетней давности.

Содержание изотопов тория в исследованных водах варьируют от 0,26 до 20 мБк/л, что много ниже соответствующих уровней вмешательства и соответствует региональным показателям. Удельная активность полония-210 и свинца-210 в водах исследуемой акватории, в целом, также соответствует санитарно-гигиеническим нормативам. Превышение или опасно высокое их содержание установлено для дренажных вод территории завода № 3 (0,25 и 0,18 Бк/л, соответственно).

По результатам ультрафильтрации радий-226, изотопы тория, полоний-210 и свинец-210 переносятся водными потоками как в растворе, так и со взвешенным веществом. При этом для водотоков, принимающих стоки с территорий с наиболее сложной радиоэкологической обстановкой (ручьи хранилища РАО, рр. Ярега и Лыяэль в зоне влияния стоков с площадок заводов № 10 и 12), свойственна преимущественно растворимая форма радия, доля которой занимает 60–95% его удельной активности в водах, очищенных от крупной взвеси (рис.).

Водными потоками р. Ухта вне зоны влияния объектов радиевого производства, а также мелкими водотоками, дренирующими территории заводов № 3 и 7, переносится в основном взвешенный радионуклид. Относительное количество радия, также как и тория, в составе крупной взвеси чаще всего велико и достигает, соответственно, 130 и 300% суммарного содержания элементов в растворе и взвешенном веществе 0,45–3,5 мкм. По данным регрессионного анализа, процессы седиментации радия тесно связаны с содержанием кальция и магния в исследованных водах.

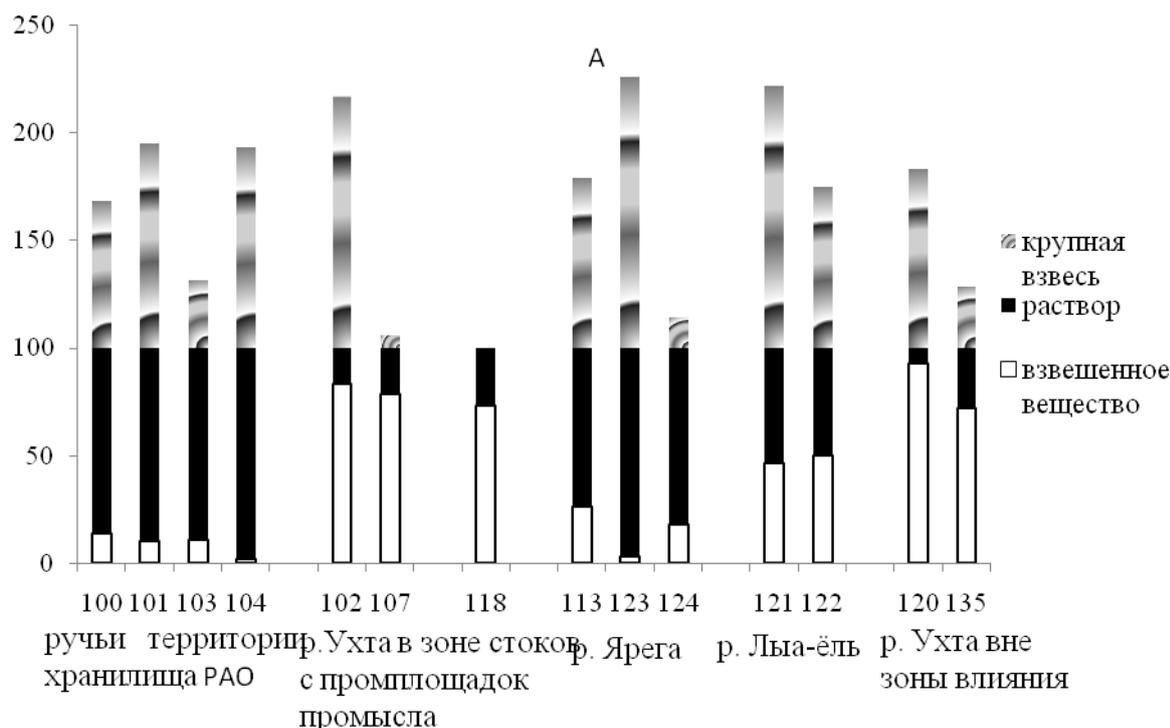


Рис. Формы нахождения (%) радия-226 в поверхностных водах

Таким образом, результаты исследования содержания и форм нахождения радионуклидов уранового и ториевого рядов распада в водотоках импактной зоны бывших химических заводов и хранилища радиевого промысла свидетельствуют о высокой миграционной способности радиоактивных элементов. Специфические условия, сложившиеся на территориях пром. площадок и хранилища РАО, способствуют их миграции с поверхностными водами, в том числе в геохимически подвижных и биологически доступных физико-химических формах.

Исследования поддержаны проектами № 12-С-4-1008 и № 12-И-4-2006 УрО РАН.

#### Литература

Государственный доклад «О состоянии окружающей среды в Республике Коми в 2011 году». Сыктывкар, 2012. 263 с.

Носкова Л. М. Динамика миграции U, Ra и Th в компонентах экосистем, нарушенных в результате радиевого производства. Автореф. на соиск. уч. ст. к.б.н., Сыктывкар, 2010. 25 с.

# ВЛИЯНИЕ ХРОНИЧЕСКОГО РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ РЕПРОДУКТИВНОЙ СПОСОБНОСТИ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ ИЗ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ

Л. Н. Перминова<sup>1</sup>, Т. А. Майстренко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Сыктывкарский государственный университет,

<sup>2</sup> Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

Сформировавшиеся в последние 100–150 лет тенденции социально-экономического развития мирового сообщества привели в настоящее время к возникновению на Земном шаре напряженной, а в ряде случаев – и критической экологической ситуации. Одним из видов антропогенного воздействия на экосистемы является радиоактивное загрязнение окружающей среды. Это тип физического загрязнения, связанный с превышением естественного радиационного фона вследствие дополнительного попадания в окружающую среду радиоактивных веществ.

Цель работы: оценить влияние типа и уровня радиоактивного загрязнения ландшафтов на репродуктивные характеристики травянистых растений из природных ценопопуляций.

Для достижения цели, необходимо решить следующие задачи:

1. Ознакомиться с методами регистрации и оценки индуцируемых в природных популяциях растений биологических эффектов при повышенном содержании в окружающей среде естественных и искусственных радионуклидов.

2. Освоить метод определения репродуктивных способностей особей из природных популяций по показателю всхожести семян.

3. Проанализировать полученные результаты и сделать выводы о влиянии низкоинтенсивного хронического радиационного воздействия на показатели репродуктивной способности растений *Butomus umbellatus* (Сусака зонтичного) и *Alisma plantago-aquatica* (Частухи подорожниковой).

Предметом исследования является выявление взаимосвязи между уровнем радиоактивного загрязнения ландшафтов и биологическими эффектами у травянистых растений из природных популяций, произрастающих на данной территории. Это позволит определить возможные экологические риски и прогнозировать вероятные последствия загрязнения радионуклидами окружающей среды.

Биологическое действие радиации на живой организм начинается на уровне молекул и клетки. Изменения на клеточном уровне не столь заметны, как морфологические эффекты, но при этом для судьбы популяции они играют важнейшую роль. Ионизирующее излучение вызывает различные цитологические эффекты, в том числе нарушение структуры хромосом – хромосомные аберрации. При этом, несмотря на то, что ядро, хранящее наследственный материал, является наиболее чувствительной частью клетки, экспериментально было доказано, что ДНК обладает высокой устойчивостью по отношению к разрывам, вызываемым ионизирующим излучением.

Действие радиации на организменном уровне может проявляться в виде морфологических аномалий, повышенной заболеваемости, наследственных эффектов. Изменения на уровне клетки и организма способны оказывать воздействие на такие параметры популяции, как здоровье и репродуктивная способность. В нормальных условиях генофонд популяции устойчиво сохраняется, но в условиях резко меняющейся среды способен кардинально перестраиваться. Радиоактивное загрязнение является примером таких условий. Наиболее чувствительным видам, которые не смогли приспособиться к изменяющимся условиям среды, грозит полное «выпадение» из экосистемы.

В условиях загрязнения природных и природно-антропогенных ландшафтов естественными или искусственными радионуклидами в зависимости от типа, продолжительности и силы воздействия может снижаться качество семенного воспроизводства, т.к. стадии гаметогенеза, зиготы, первых этапов прорастания семян очень чувствительны к токсическим воздействиям, падает продуктивность фитоценоза, происходит упрощение видовой и трофической структуры.

Существуют различные методы регистрации и оценки индуцируемых в природных популяциях растений биологических эффектов при повышенном содержании в окружающей среде естественных и искусственных радионуклидов. На уровне популяции широко используется метод оценки репродуктивной способности (важнейшими показателями здесь являются – энергия прорастания, всхожесть, выживаемость проростков, количество семян, масса семян, количество пустых семян и т.д.).

Одной из первоочередных задач исследования было определение по показателю всхожести семян репродуктивных способностей растений из природных популяций с радиоактивно загрязненных территорий.

Для характеристики радиационной обстановки на исследуемых участках измеряли мощность дозы в воздухе и содержание основных дозообразующих для каждой территории радионуклидов в воде и донных отложениях. Максимальные уровни  $\gamma$ -фона на техногенно загрязненных естественными радионуклидами территориях превышали фоновые значения в 20 раз, искусственными – в 10 раз.

Для характеристики процесса прорастания наиболее значимые показатели – всхожесть (способность образовывать нормально развитые проростки) и энергия прорастания (критерий одновременности появления всходов), следует учитывать, что для каждого вида сроки подсчета этих критериев могут варьировать. Не менее значимы показатели выживаемости проростков и скорости ростовых процессов (листообразование и длина корня).

В качестве объектов исследования на первом этапе были использованы созревшие семена растений *Butomus umbellatus* и *Alisma plantago-aquatica*, собранные в конце вегетационного периода 2012 г. на фоновых и загрязненных естественными и искусственными радионуклидами территориях в окрестностях п. Водный Республики Коми и в пойме р. Теча в Челябинской области. Выбранные объекты – широко распространенные многолетние травянистые прибрежно-водные растения, обладающие широкой экологической амплитудой.

Необходимо было учитывать таксономические особенности растений, так как для каждого вида существуют заметные различия в требованиях к условиям перезимовки, стратификации и срокам прорастания семян. Перед посевом семена были перебраны, выбраны неповрежденные, внешне здоровые, которые поместили во влажном состоянии в чистые полиэтиленовые мешочки и хранили при температуре +4 °С в течение 2,5–3 месяцев. С началом вегетационного периода подготовленные семена с экспериментальных и контрольных участков проращивали в дистиллированной воде на фильтровальной бумаге в чашках Петри по 100 штук и определяли энергию прорастания семян, всхожесть и выживаемость проростков. Данные заносили в таблицу для дальнейшей статистической обработки. Определение всхожести семян для каждой точки проводили в пятикратной повторности. На начальном этапе работы методом первичной статистической обработки данных с использованием программного приложения Microsoft Office – Excel 2007 рассчитывали среднее значение и ошибку среднего для показателя всхожести семян, а также на основе критерия Стьюдента при уровне значимости 0,05 проверяли статистическую гипотезу о различии средних значений контрольных и экспериментальных выборок данных.

Результаты первого этапа исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Семена растений *Butomus umbellatus* и *Alisma plantago-aquatica* из контрольных популяций характеризуются разной скоростью прорастания. Максимальную всхожесть семян сусака зонтичного зарегистрировали на 8-й день наблюдений, частухи подорожниковой – на 5-й.

2. Всхожесть семян *Butomus umbellatus* из контрольной популяции с фоновым уровнем радиоактивного загрязнения составила  $21,0 \pm 2,7$ , из популяции в пойме р. Теча –  $3,4 \pm 1,1\%$  (рис. 1).

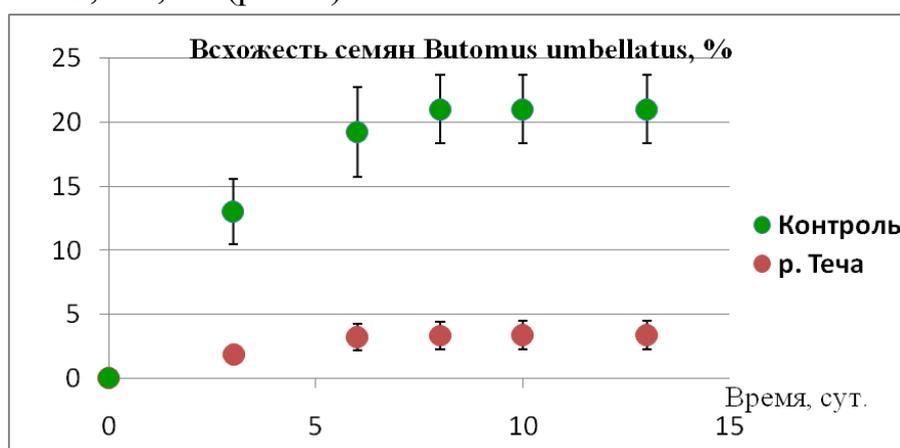


Рис. 1. Всхожесть семян *Butomus umbellatus* (Сусака зонтичного)

3. Всхожесть семян *Alisma plantago-aquatica* из контрольной популяции составила  $32,3 \pm 7,3$ , из популяции в пойме р. Теча –  $7,3 \pm 1,8\%$  (рис. 2).

4. Различия во всхожести семян как сусака зонтичного, так и частухи подорожниковой с радиоактивно загрязненных и фоновых участков оказались достоверными при уровне значимости  $p=0,05$ .

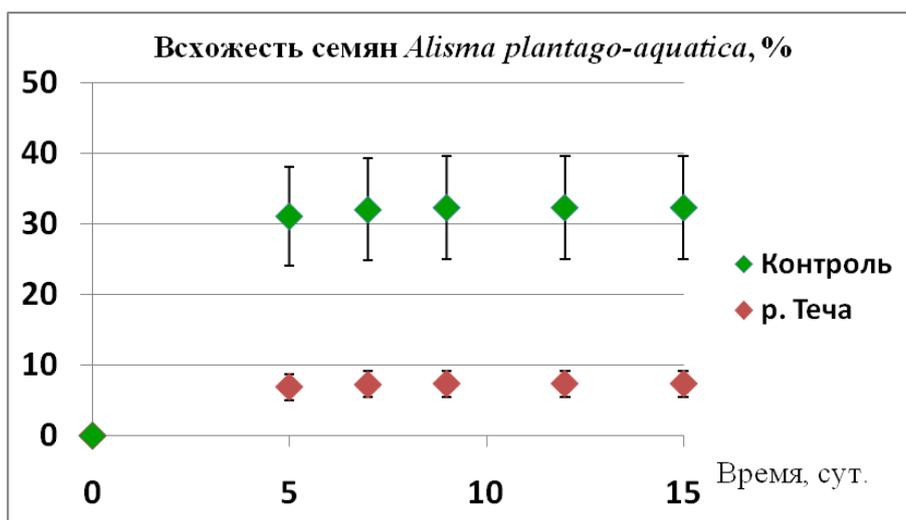


Рис. 2. Всхожесть семян *Alisma plantago-aquatica* (Частухи подорожниковой)

В последующем планируется расширить число определяемых показателей биологических эффектов, количество исследуемых видов растений и на основе корреляционного и регрессионного анализов выявить факторы, влияющие на репродуктивную способность травянистых растений.

## ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ОМУТНИНСКОГО ПРУДА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПРОЦЕССОВ ЭВТРОФИКАЦИИ

*Т. И. Кутявина<sup>1</sup>, Е. А. Домнина<sup>1</sup>, Т. Я. Ашихмина<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> *Вятский государственный гуманитарный университет,  
Kutyvinati@gmail.com*

<sup>2</sup> *Лаборатория биомониторинга Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, ecolab2@gmail.com*

Эвтрофикация как явление широко распространена во всём мире. Первые признаки эвтрофирования водоёмов появились ещё в начале XX века (Россолимо, 1977), но серьёзное внимание исследованиям этого процесса учёные начали уделять лишь в середине XX в., когда во многих озёрах Европы и Северной Америки отчётливо проявился ускоренный рост продуктивности озёр с явно выраженными негативными последствиями их экологического состояния. В настоящее время особое внимание уделяется изучению эвтрофикации крупных водоёмов и водохранилищ в связи с их хозяйственно-бытовой и рекреационной значимостью.

В Кировской области существует несколько довольно крупных водоёмов, созданных ещё в XVIII в. Эти водоёмы используются в хозяйственно-бытовых и рекреационных целях. Один из таких водоёмов – Омутнинский пруд. Он расположен на северо-востоке Кировской области. Это второй по величине искусственный водоём региона. В последние годы в пруду отмечается очень интенсивное и продолжительное «цветение» воды, фиксируются признаки эвтрофирования водоёма (Кутявина, Домнина, 2011; Кутявина, Домнина, Ашихмина, 2013).

Важными показателями в изучении эвтрофикации водоёмов являются такие показатели, как содержание в воде аммонийного, нитритного, нитратного азота, бихроматная окисляемость (ХПК), содержание растворённого кислорода. Поэтому мы обратили особое внимание на их содержание и определение данных показателей при проведении комплексного обследования Омутнинского пруда, проводимого в 2011 – 2013 гг.

В 2011 г. в Омутнинском пруду наибольшая концентрация ионов аммония была отмечена в средней части водоёма, у профилактория «Металлург». Она была вдвое выше, чем в среднем по водоёму. В 2012 и 2013 гг., после ввода в эксплуатацию новых очистных сооружений профилактория, концентрация аммония в средней части пруда снизилась в два раза (Кутявина, Домнина, Ашихмина, 2012), что свидетельствует об уменьшении количества загрязняющих веществ, влияющих на «цветение» водоёма. Средняя концентрация аммонийного азота в целом по водоёму осталась на прежнем уровне. Концентрации нитрит- и нитрат-ионов в течение всего периода наблюдений были очень малы, по акватории водоёма изменялись незначительно.

Таблица

**Среднее содержание ионов аммония в воде Омутнинского пруда в 2011-2013 гг.**

Год изучения	Участки Омутнинского пруда		
	Верховье	Средняя часть	Приплотинная часть
2011	0,56	1,14	0,53
2012	0,41	0,48	0,52
2013	0,58	0,54	0,49

Важным показателем, позволяющим судить о содержании в воде органических веществ, является ХПК. В 2011 г. были отмечены довольно высокие значения для этого показателя. В разных участках пруда они отличались незначительно и были близки к ПДК. В 2012 г. зафиксирован рост значений ХПК в 2 раза, что свидетельствует об увеличении содержания органических веществ в водоёме.

С 2011 по 2013 гг. проявляется ежегодное снижение в воде растворенного кислорода с 9,33 мг О/дм<sup>3</sup> в 2011 г. до 5–6 мг О/дм<sup>3</sup> в 2013 г., что является показателем, отражающим увеличение процессов гниения органических веществ в водоёме. Причинами данного процесса является массовое развитие водорослей в летний период и их последующее разложение, которое протекает с потреблением большого количества кислорода.

Таким образом, нами проанализировано содержание важнейших показателей, которые позволяют судить о наличии и интенсивности процессов эвтрофикации в водоёме. Было отмечено, что ввод в эксплуатацию новых очистных сооружений профилактория «Металлург» в средней части пруда положительно отразился на содержании аммония. Концентрация этого компонента снизилась в 2 раза. Значения ХПК, напротив, возросли, по сравнению с 2011 г. Также отмечено снижение концентрации растворённого кислорода в воде Омутнинского пруда за весь период изучения. Последние два показателя свидетельствуют об

увеличении содержания органического вещества в воде. Большое количество органических веществ в воде подтверждает наличие процессов эвтрофикации в Омутнинском пруду.

### Литература

Россолимо Л. Л. Изменение лимнических экосистем под воздействием антропогенного фактора. М.: Наука, 1977. 144 с.

Кутявина Т. И., Домнина Е. А. Изучение экологического состояния Омутнинского водохранилища // Формирование и реализация экологической политики на региональном уровне: Матер. V Всерос. науч.-практ. конф. Ч. 1 / Под ред. А. Г. Гущин. Ярославль. Изд-во ЯГПУ, 2011. С. 92–95.

Кутявина Т. И., Домнина Е. А., Ашихмина Т. Я. Динамика содержания неорганических форм азота и фосфора в воде Омутнинского водохранилища // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Матер. X Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Книга 2. Киров: ООО «Лобань», 2012. С. 57–60.

Кутявина Т. И., Домнина Е. А., Ашихмина Т. Я. Морфометрические, гидрохимические и биологические особенности прудов Северо-Востока Кировской области // Теоретическая и прикладная экология, 2013. № 2. С. 50–55.

## ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПРИРОДНЫХ ВОД МЕТОДОМ ALLIUM-ТЕСТА

*С. В. Пяткова, Ю. С. Шевченко*

*Обнинский институт атомной энергетики*

*Национального исследовательского ядерного университета,*

*svpyatkova@mail.ru, yuldus-91@mail.ru*

Оценка экологической безопасности различных техногенных комплексов состоит в том, чтобы предотвратить возможность увеличения экологического риска для живых организмов не только в каждом конкретном случае, но и в обозримом будущем. В настоящее время помимо физических и химических методов контроля за состоянием окружающей среды все чаще привлекаются и биологические методы. Биологический мониторинг предполагает использование живых организмов (растений, животных, бактерий) в качестве биотестов (Багдасарян, 2007). По ответной реакции организма, проявляющейся на молекулярном, клеточном, тканевом, организменном уровне, можно судить о потенциальной биологической опасности исследуемой природной среды. Среди растительных тест-систем высокими информативными качествами обладает лук репчатый (*Allium* *sepa*) (Fiskesjo, 1985). Метод, позволяющий определить токсичность природной среды по биологическим показателям лука, называется Аллиум-тест (Grant, 1982).

Наши исследования природных вод на токсичность с помощью Аллиум-теста проводились в районе размещения старого регионального хранилища радиоактивных отходов Государственного научного центра «Физико-энергетический институт им. Лейпунского» (хранилище РАО ГНЦ РФ ФЭИ) г. Обнинск. На этом объекте отделом радиационной безопасности ГНЦ РФ ФЭИ ведется постоянный радиохимический мониторинг. С этой целью пробу-

рены наблюдательные скважины для отбора образцов воды на охраняемой территории, а также выбраны постоянные пункты пробоотбора воды за пределами хранилища РАО. По данным радиологического контроля, основная дозовая нагрузка от водных источников определяется радионуклидом  $\text{Sr}^{90}$ . Концентрация стронция в воде варьирует посезонно и по годам. В отдельные периоды пробоотбора было зафиксировано незначительное превышение концентрации этого радионуклида в воде.

Для тестирования отбирались пробы воды из 3 контрольных скважин на территории хранилища: скважина № 4 вблизи аварийной емкости, скважина № 7 расположена на значительном расстоянии от локального источника загрязнения и вода поверхностного стока за пределами хранилища. В качестве контроля использовалась отстоянная водопроводная вода.

Результаты и обсуждение. По результатам биотестирования была оценена токсичность природных вод. Цитотоксичность воды характеризовалась по показателю митотической активности клеток корневой меристемы. Генотоксичность – по показателю частоты аберрантных клеток.

При сравнении результатов биотестирования в разные сроки пробоотбора следует отметить, что активность клеточного деления в летний период была низкой во всех вариантах тестирования. Наблюдаемую нами сезонную динамику митотической активности можно объяснить наличием внутреннего биологического ритма тест-организма. Из этого также следует, что при использовании живых организмов в эксперименте следует обращать внимание на ритмический характер природных процессов (Гриф, Мачс, 1994).

Представленные на рисунках 1 и 2 данные показывают, что образцы воды из наблюдательных скважин хранилища, а также поверхностных вод, расположенных в непосредственной близости к нему, влияют на процессы деления клеток. Однако достоверно значимое увеличение величины индекса частоты абберрантных клеток в корешках лука, зафиксировано при использовании воды из скважины 4. Причем этот результат повторяется независимо от даты пробоотбора. Следовательно, компонентный состав воды из этого источника характеризуется генотоксическим эффектом. Эти данные согласуются с результатами радиологического контроля.

Спектр наблюдаемых хромосомных aberrаций представлен, в основном, хромосомными формами нарушений (мостами и фрагментами), присутствие геномных нарушений (отставания хромосом) незначительно. Для данного спектра отмечено отсутствие тяжелых (летальных) изменений в клетке (мультиполярных митозов, к-митозов, изменений формы ядра, слипаний хромосом). Такие генетические изменения, наблюдаемые в клетках, могут быть обусловлены совместным действием радионуклидов и химических элементов в воде, присутствующих в относительно малых концентрациях (Куцоконь и др., 2006). Значительная доля наблюдаемых изменений на уровне хромосом является репарируемой в интерфазный период митотического цикла (Лебедева и др., 2004). Поэтому и потенциальный биологический риск для данной экосистемы можно считать незначительным.

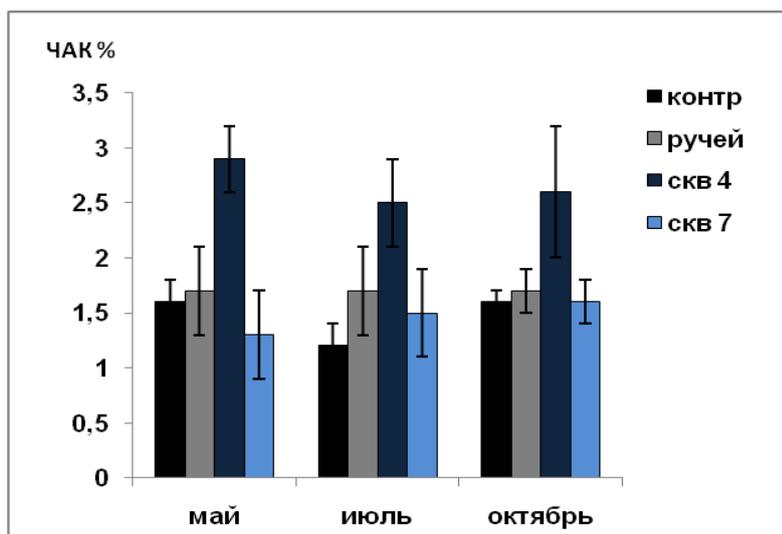


Рис. 1. Результаты оценки генотоксичности образцов воды из района регионального хранилища радиоактивных отходов г. Обнинска посезонно. По оси абсцисс отмечено время пробоотбора, по оси ординат – частота aberrantных клеток, %

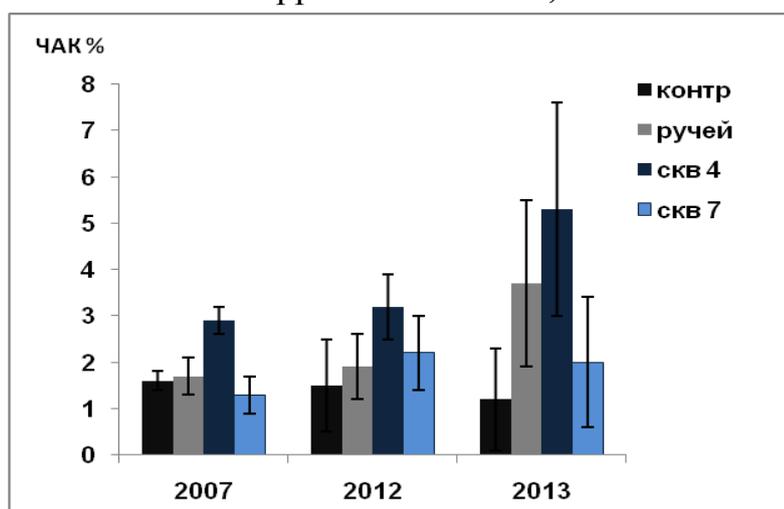


Рис. 2. Результаты оценки генотоксичности образцов воды из района регионального хранилища радиоактивных отходов г. Обнинска за 2007, 2012, 2013 гг. По оси абсцисс отмечено время пробоотбора, по оси ординат – частота aberrantных клеток, %

Таким образом, результаты цитогенетического анализа при тестировании образцов воды из района расположения хранилища РАО позволяют сделать следующие выводы: *Allium-тест* является очень удобным методом оценки качества среды, характеризуется высокой чувствительностью, информативностью, экономичностью, воспроизводимостью результатов. Биотестирование природных вод с территории хранилища радиоактивных веществ показало, что негативные биологические эффекты формируются под влиянием воды из скважины 4, расположенной вблизи источника загрязнения. Наиболее информативным показателем биотестирования можно считать тест на генотоксичность воды.

## Литература

- Багдасарян А. С. Эффективность использования тест-систем при оценке токсичности природных сред // Экология и промышленность России. 2007. № 1. С. 44–48.
- Гриф В. Г., Мачс Э. М Ритмы митотической активности и клеточные циклы в меристемах растений // Цитология 1994. Т. 36. № 11. С. 1069–1085.
- Захаров В. М., Кларк Д. М. Биотест: Интегральная оценка здоровья экосистемы и отдельных видов // М.: Московское Отделение Международного Фонда «Биотест», 1993.
- Куцоконь Н. К., Рашидов М. Н., Гродзинский Д. М. Цитогенетические эффекты  $^{241}\text{Am}$  в *Allium* – тесте // Радиобиология. 2006. Т. 42. № 6. С. 65–67.
- Лаврентьева Г. В., Силин И. И. Сезонное изменение содержания  $\text{Sr}^{90}$  в поверхностных и подземных водах района размещения хранилища радиоактивных отходов // Вода: Химия и Экология. 2012. № 12. С. 26–31.
- Лебедева Л. И., Федорова С. А., Трунова С. А., Омелянчук Л. В. Митоз. Регуляция и организация деления клеточного ядра // Генетика. 2004. Т. 40. № 12. С. 177–188.
- СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)».
- Силин И. И. Экология и экономика природных ресурсов бассейна р. Протвы. Калуга, 2003.
- Синовец С. Ю., Пяткова С. В., Козьмин Г. В. Экспериментальное обоснование использования аллиум-теста в радиэкологическом мониторинге // Известия вузов. Ядерная энергетика. 2009. № 1. С. 32–38.
- Турков В. Д., Шелепина Г. А., Вишняков А. А. и др. Цитогенетический контроль в клеточной инженерии и экологическом мониторинге // Достижения науки и техники АПК. 1990. № 8. С. 20–21.
- Fiskesjo G. The *Allium* test as a standard in environmental monitoring // Hereditas. 1985. V. 102. P. 99–112.
- Grant W. F. Chromosome aberration assays in *Allium*. A report of the US Environmental Protection Agency Gene-Tox program // Mutation Research. 1982. V. 99. P. 273–291.

## К ВОЗМОЖНОСТЯМ ОЦЕНКИ ГЕНОТОКСИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЛИСТОВОГО ОПАДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ALLIUM-ТЕСТА

*А. В. Зотов, Л. М. Кавеленова*

*Самарский государственный университет, biotest@ssu.samara.ru*

Мутагенные и генотоксические эффекты в силу их проявления «в ряду поколений» заслуживают особого внимания, поскольку генетические повреждения способны вызывать нарушения здоровья у настоящего и будущих поколений организмов (Leme, Marin-Morales, 2009). Актуальность скрининга соединений, способных взаимодействовать с ДНК, является первоочередной для оценки качества окружающей среды, выявления соединений с мутагенной и канцерогенной активностью. Сегодня генотоксичность широко изучается с привлечением различных тест-систем (Gupta, Ahmad, 2012) для природных (лекарственные растения) (Akintonwaa et al., 2009, Akinboro A., Vakare, 2007), но главным образом, техногенных объектов (органические и неорганические техногенные загрязнители, промышленные отходы, пищевые красители и пр.) (Leme, Marin-Morales, 2009, Gupta, Ahmad, 2012, Kwasniewska et al., 2012, Песня и др., 2012).

Используемые тест-системы могут быть сгруппированы в зависимости от их биологической, систематической принадлежности и выявляемых нарушений

(Leme, Marin-Morales, 2009). Биотесты с использованием прокариот позволяют выявить агенты, индуцирующие генные мутации и первичные повреждения ДНК. Биотесты с использованием эукариот обеспечивают выявление большего числа нарушений, от генных мутаций до хромосомных мутаций и анеуплоидии (Leme, Marin-Morales, 2009). Высшие растения, являясь хорошими генетическими моделями для выявления загрязнителей окружающей среды, часто используются в мониторинговых исследованиях. Это связано не только с их чувствительностью к мутагенам в различных средах, так и с возможностью выявить нарушения от точечных мутаций до хромосомных aberrаций в клетках различных органов и тканей (в частности, листьях, корнях, пыльце). В настоящее время среди видов высших растений, применяемых в оценке загрязнения окружающей среды, наиболее часто могут быть названы *Allium cepa*, *Vicia faba*, *Zea mays*, *Tradescantia*, *Nicotiana tabacum*, *Crepis capillaris* и *Hordeum vulgare* (Leme, Marin-Morales, 2009).

Среди названных видов именно лук репчатый *Allium cepa* является предпочтительным тест-объектом исходя из удобства выявления нарушений хромосом и митотического цикла, наличия крупных хромосом при их сравнительно малом количестве ( $2n=16$ ). Данная тест-система обнаружила высокую чувствительность в выявлении ксенобиотиков. Впервые лук в качестве тест-системы использовал Levan в 1938 г., продемонстрировав нарушения митотического цикла колхицином (Levan, 1938). Позднее многие авторы продемонстрировали способность растворов различных органических веществ вызывать хромосомные aberrации разных типов в меристематических клетках корешка лука. С этого времени был предложен ряд модификаций *Allium*-теста, позволяющих более наглядно и комплексно тестировать вещества, сложные смеси, пробы из природных условий и чистые соединения (Fiskesjo, 1985). Данный тест рекомендован экспертами Всемирной организации здравоохранения как стандарт в цитогенетическом мониторинге окружающей среды (Leme, Marin-Morales, 2009; Песня и др., 2012).

Листоной опад – важнейшая форма растительных остатков, ежегодно образующаяся в листопадных лесах умеренных широт. Оказавшись на поверхности почвы, опад шаг за шагом разлагается под воздействием различных групп организмов, включая беспозвоночных, высшие и низшие грибы, актиномицеты, бактерии. Опад выступает в качестве источника биологически активных веществ, которые поступают в почву и участвуют в аллелопатических взаимодействиях между растениями (Гродзинский, 1965; Аллелопатическое..., 1979). Однако, если аллелопатическая активность выделений листоной опада давно изучается (Гродзинский, 1965; Райс, 1987), то сведений об их генотоксической активности крайне мало. Для интродуцируемых в Самарской области растений подобные данные представляются нами впервые.

Объектом исследования был опад 5 видов деревьев, произрастающих в дендрарии ботанического сада СамГУ: дуб красный *Quercus rubra* L., конский каштан обыкновенный *Aesculus hippocastanum* L., черемуха поздняя *Padus serotina* (Ehrh.) Borkh., рябина промежуточная, или скандинавская *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers., тополь дельтовидный *Populus deltoides* Marsh. Все деревья

представляют находящиеся в генеративной стадии дерева хорошего жизненного состояния, возраст деревьев – более 40 лет. Данные виды были выбраны в результате выполненного Е. А. Кудрявцевой в ее дипломной работе в 2009 г. скрининга как объекты, проявляющие различную активность выделений листового опада.

Сбор опада проводили в дендрарии ботанического сада осенью, после опадения листьев (октябрь 2012 г.). Листовой опад просушивали и сохраняли до начала биотестирования в условиях лаборатории. С помощью стандартной процедуры Allium-теста (Leme, Marin-Morales, 2009; Песня и др., 2012). определяли генотоксичность водных экстрактов из листового опада в аспектах изменения числа митозов, распределения по фазам митоза делящихся клеток и частоты появления у данных клеток хромосомных aberrаций (мостов и фрагментов) в меристеме корней лука посевного *Allium cepa* L., полученных при проращивании на воде (контроль) и вытяжек из опада (опыт) луковиц сорта Штутгартен-Ризен. Все полученные данные обработали математически с помощью пакета Excel.

В данной работе мы впервые обратились к оценке генотоксического действия для водорастворимых выделений листового опада, для которых была ранее биотестированием показана различная ингибирующая активность. Поскольку необходимо было получить для проведения Allium-теста корни лука длиной не менее 10 мм, вытяжки из опада, по сравнению с практикой аллелопатического тестирования, разбавили в 10 раз. Митотический индекс, характеризующий долю делящихся клеток среди суммы осмотренных при микроскопировании, был минимален в контрольном варианте и выше во всех опытных (различия достоверны при 99,9%). Поскольку при тестировании возможны как повышение, так и снижение митотического индекса, данный факт пока мы не можем считать проявлением негативного либо стимулирующего воздействия.

По сравнению с контролем, во всех опытных вариантах выявлено снижение доли клеток, находящихся в профазе, и появление клеток в стадии телофазы. Наиболее выражено снижение доли клеток в профазе под влиянием водной вытяжки из опада черемухи поздней.

В качестве третьего показателя генотоксического влияния, который мы рассмотрели с помощью Allium-теста, выступает частота появления у делящихся клеток хромосомных aberrаций (мостов и фрагментов). В выполненной серии экспериментов у клеток контрольного варианта их не выявлено, воздействие вытяжек из опада каштана и рябины вызвало появление наибольшего количества таких нарушений. Другие три объекта обнаружили меньшую активность, минимально выраженную для черемухи поздней.

На данном этапе работы мы располагаем только предварительными результатами, которые должны быть дополнены большим числом объектов, рассмотрением вопроса о связи химического состава опада и его активности. Однако выполненный корреляционный анализ показал тесную связь доли клеток, у которых наблюдаются aberrации, с видом-источником опада, с аллелопатической активностью его сапролинов и водорастворимых выделений. Митотический индекс обнаружил наиболее тесную связь (высокая степень отрицательной

корреляции) с аллелопатической активностью сапролинов и водорастворимых выделений опада.

Выполненные исследования позволили выявить, дополнительно к аллелопатической активности, наличие генотоксического эффекта у водных вытяжек из листового опада пяти видов деревьев-интродуцентов. Мы не можем утверждать, что подобные явления с обязательностью наблюдаются в природных условиях, так как исследование носило модельный характер. Проведение сходных полевых экспериментов позволит ответить на вопрос о возможности генотоксического влияния аллелохимиков, образуемых данными видами. Однако выявленные ранее факты влияния аллелопатически активных веществ на митозы в корнях различных растений и постоянно отмечаемое угнетение роста корней у объектов-биотестов под влиянием аллелопатически активных выделений заставляют предположить, что генотоксическое воздействие аллелопатически активных веществ может протекать в природных условиях и быть составной частью негативного взаимовлияния растений.

### Литература

Гродзинский А. М., Богдан Г. П., Головки Э. А. и др. Аллелопатическое почвоутомление/ Под ред. А. М. Гродзинского. Киев: Наукова думка, 1979. 248 с.

Гродзинский А. М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. Киев: Наукова думка, 1965. 206 с.

Песня Д. С., Романовский А. В., Прохорова И. М. Исследование токсического и генотоксических эффектов синтетических пищевых красителей методом *Allium test* // Ярославский педагогический вестник. 2012. № 3. Том III (Естественные науки). С. 86-93

Райс Э. Аллелопатия. М.: Мир, 1987. 391 с.

Akinboro A., A.A. Bakare A. Cytotoxic and genotoxic effects of aqueous extracts of five medicinal plants on *Allium cepa* Linn. // *Journal of Ethnopharmacology*. 2007. V. 112. P. 470–475.

Akintonwa A., Awodele O., Afolayana G., Coker H. Mutagenic screening of some commonly used medicinal plants in Nigeria // *Journal of Ethnopharmacology*. 2009. V. 125. P. 461–470.

Fiskesjo G. The *Allium test* as a standard in environmental monitoring // *Hereditas*. 1985. V. 102. P. 99–112.

Gupta A. K., Ahmad M. Assessment of cytotoxic and genotoxic potential of refinery waste effluent using plant, animal and bacterial systems // *Journal of Hazardous Materials*. 2012. V. 201–202. P. 92–99.

Kwasniewska J., Jawecki G.N., Skrzypczak A., Matejczyk M. An assessment of the genotoxic effects of landfill leachates using bacterial and plant tests // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2012. V. 75. P. 55–62.

Leme D. M., Marin-Morales M. A. *Allium cepa* test in environmental monitoring: A review on its application // *Mutation Research*. 2009. V. 682. P. 71–81.

Levan A. The effect of colchicines in root mitosis in *Allium* // *Hereditas*. 1938. V. 24. P. 471–486.

## ИЗУЧЕНИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ И ЦИАНОПРОКАРИОТ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ БАЙМАКСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН)

*З. Б. Бактыбаева<sup>1</sup>, В. А. Кадырова<sup>1</sup>, Г. Ф. Габидуллина<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Институт региональных исследований Республики Башкортостан, baktybaeva@mail.ru*

<sup>2</sup> *Башкирский государственный университет, gabidullinag@mail.ru*

Производственная деятельность человека, усиление эксплуатации природных ресурсов и в связи с этим увеличение количества отходов, появление новых технологических производств (в том числе и токсичных веществ) нарушает экологическое равновесие в природных экосистемах вследствие химического загрязнения воздуха, воды, почв, что приводит к перестройке всех компонентов биосферы и ее преобразованию. Возникающие или значительно изменяющиеся под влиянием техногенных факторов экосистемы, называемые природно-техногенными комплексами, техногенными ландшафтами или техногенными экосистемами, отличаются от природных более интенсивным метаболизмом на единицу площади, большими потребностями в поступлении веществ извне и огромным потоком различных многокомпонентных отходов. Изучение биоразнообразия и специфики взаимоотношений сообществ и окружающей геохимической среды в таких экосистемах является актуальной задачей современной экологии, т.к. позволяет не только оценить экологическое состояние и изучить процессы вовлечения загрязняющих веществ в круговороты биогенных элементов, но и выработать способы реабилитации нарушенных человеком экосистем (Сопрунова, 2006).

Целью данной работы было изучение видового состава водорослей техногенных водоемов горнодобывающей промышленности. Материалом для работы послужили пробы водорослей, отобранные в 2011–2012 гг. на трех техногенных объектах Баймакского района Республики Башкортостан (РБ):

– Семеновская золотоизвлекательная фабрика (проба из пруда-отстойника);

– месторождение Куль-Юрт-Тау (подотвальная вода и карьерная вода);

– месторождение Таш-Тау (подотвальная вода).

Сбор и обработка материала проводились по стандартным методикам (Водоросли, 1989).

Район исследования характеризуется засушливостью климата: годовое количество осадков – 270–450 мм; среднегодовая температура – 1,0–2,0 °С (Физико-географическое районирование..., 1964).

Семеновская площадь находится в 10 км к югу от г. Баймак. Золотоизвлекательная фабрика функционировала в 1908–1997 гг. В технологических процессах обогащения окисленных золотосодержащих руд широко применялись ртуть и цианиды. В связи с этим почва, подземные и поверхностные воды в течение многих лет существования фабрики подвергались загрязнению (От-

чет..., 2006). Общая минерализация воды на момент сбора альгологических проб составляла 804–810 мг/л, рН воды – 6,5–7,0.

Отработанное серно-колчеданное месторождение Куль-Юрт-Тау находится примерно в 5 км к северу от г. Баймак. Зона окисления месторождения представлена золотосодержащими бурыми железняками. Переработка руд осуществлялась на амальгамационной фабрике, а хвосты переработки подвергались цианированию. Источниками загрязнения прилегающей территории являются Куль-Юрт-Тауский карьер, ныне почти наполовину заполненный кислотной водой (рН 2,0–3,0), смешанные породные и бедно-рудные отвалы и пиритные отвалы. После прекращения работ на Куль-Юрт-Тау под влиянием атмосферных осадков и вследствие смешения отвальных пород и хвостов обогащения перколяционной фабрики начался процесс окисления пирита с образованием водорастворимых солей тяжелых металлов и свободной серной кислоты. Образующиеся подотвальные воды техногенного объекта характеризуются высоким содержанием металлов: железа до 100000 ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения (Перечень рыбохозяйственных..., 1999), марганца – до 2949, ртути – до 21, кадмия – до 12. Также отмечается высокое содержание свинца, мышьяка, висмута и серной кислоты, что снижает рН стоков до 1,1–2,0. Степень минерализации этих стоков – от 70 до 120 г/дм<sup>3</sup> (Мустафин и др., 2005; Отчет..., 2006).

Отработанное колчеданно-полиметаллическое (Cu, Zn, Pb, Au) месторождение Таш-Тау расположено в 20 км к юго-западу от г. Баймак. Крупные отвалы пород Таш-Тауского карьера смешаны с окисляющимися бедновкрапленными сульфидными рудами и с отвалами окисленных руд. В самих рудах было установлено высокое содержание мышьяка от 0,4 до 1,3 г/т, Sb – от долей до 44 г/т (Отчет..., 2006).

Анализ проб пруда-отстойника Семеновской обогатительной фабрики показал, что ведущим отделом являлся *Bacillariophyta* – 8 видов и внутривидовых таксона. Массово были встречены представители рода *Navicula*, единично *Gomphonema*, *Surirella*. Также в пробах присутствовали *Chlorella vulgaris* Beijer. и *Ankistrodesmus arcuatus* Korsch.

В пробах с месторождения Куль-Юрт-Тау были обнаружены представители 3 отделов *Bacillariophyta* – 2 вида и внутривидовых таксона, *Chlorophyta* – 1, *Cyanoprokaryota* – 2. Единично были отмечены представители рода *Navicula* и *Chlorella vulgaris*, которые присутствовали в пробах эпифитона, отобранных с карьера Куль-Юрт-Тау. Массово встречались цианопрокариоты *Synechocystis aquatilis* Sauv. и *Synechococcus elongates* Näg.

В пробах с месторождения Таш-Тау массово встречались только представители отдела *Cyanoprokaryota* (*Cyanophyta*): *Synechocystis aquatilis* Sauv. и *Synechococcus elongates* Näg.

Таким образом, видовой состав водорослей исследованных проб, в особенности подотвальных вод, характеризуется относительно небольшим видовым богатством. Специфические условия обитания в техногенных водоемах способствуют массовому развитию цианобактерий, которые, как известно, составляют начальный этап естественного биологического восстановления.

## Литература

Водоросли. Справочник / Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н. П. и др. Киев: Наук. думка, 1989. 608 с.

Мустафин А. Г., Ковтуненко С. В., Суяндукоев Я. Т., Ишмаков Р. В., Батанов Б. Н., Пестриков С. В. Новая технологическая схема очистки подотвальных вод месторождения Куль-Юрт-Тау // Уралэкология. Природные ресурсы – 2005: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. Уфа–Москва, 2005. С. 134–135.

Отчет о НИР по ГНТП РБ «Разработка научно-технических основ комплексных экологических производств на базе отходов вредных стоков горнорудных предприятий РБ (месторождения Куль-Юрт-Тау, Бурибай) с организацией горно-экологического полигона» за 2006 г. Уфа, 2006. 123 с.

Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. Приказ Госкомрыболовства России от 28.04.1999 г. N 96. М.: Изд-во ВНИРО, 1999. 304 с.

Сопрунова О. Б. Функционирование цианобактериальных сообществ в условиях техногенных экосистем // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 16. Биология. 2006. № 2. С. 24–29.

Физико-географическое районирование Башкирской АССР / Под ред. И. П. Кадильникова. Уфа, 1964. 212 с.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И МОНИТОРИНГ В РАЙОНЕ ОБЪЕКТА ХРАНЕНИЯ И УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ «МАРАДЫКОВСКИЙ»

*С. А. Менялин<sup>1</sup>, Е. А. Домнина<sup>3</sup>, И. В. Панфилова<sup>1</sup>, Т. Я. Ашихмина<sup>1,2,3</sup>*

*<sup>1</sup> Региональный центр государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области,*

*<sup>2</sup> Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,*

*<sup>3</sup> Вятский государственный гуманитарный университет, ecolab2@gmail.com*

По итогам деятельности объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский» на конец 2013 г. уничтожено около 98% хранящихся запасов отравляющих веществ. На объекте началось уничтожение химического оружия с 8 сентября 2006 г. и проводится к настоящему времени уже более 7 лет. В течение всего периода уничтожения химического оружия на объекте, с целью контроля по обеспечению экологической безопасности, действует система производственного экологического контроля и мониторинга на объекте. Государственный экологический контроль и мониторинг за деятельностью объекта обеспечивается Региональным центром государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области.

Спустя 7 лет после начала уничтожения на объекте основной массы высокотоксичных отравляющих веществ можно с уверенностью сказать, что созданные на объекте системы обеспечения производственной и экологической безопасности надёжны. Объект в течение всех 7 лет работает в штатном режиме. Данные государственного экологического контроля и мониторинга атмосферного воздуха, почвы, природных вод (поверхностных и подземных), донных отложений, флоры и фауны свидетельствуют о том, что компоненты при-

родной среды, в целом не претерпели существенных изменений под воздействием такого опасного источника загрязнения.

По данным Государственного экологического контроля и мониторинга 2013 г. отравляющие вещества и продукты их деструкции в исследованных пробах *атмосферного воздуха, воды природной, донных отложений и почвы* не обнаружены. Содержание общепромышленных загрязняющих веществ в контролируемых пробах атмосферного воздуха без превышений установленных нормативов и «фоновых» показателей. По результатам экотоксикологического анализа пробы атмосферного воздуха, воды природной поверхностной, почвенного покрова, донных отложений не оказывают острого токсического действия.

Сравнение содержания ЗВ в пробах *воды фонового и контрольного створов* подтверждают отсутствие существенного влияния сточных вод на загрязнение р. Погиблицы. Биотестирование показало, что пробы природной воды р. Погиблицы не оказывают острого токсического действия. Выявленная с использованием тест-объекта *Chlorella vulgaris* токсичность проб воды из данного водоема может быть отнесена к повышенному содержанию в ней железа, которое с самого начала деятельности объекта отмечается высоким и с годами проявляет тенденцию к увеличению. Отравляющие вещества и продукты их деструкции в пробах поверхностных водных объектов не обнаружены. Содержание других определяемых компонентов находится в пределах установленных нормативов и без превышения «фоновых» показателей, за исключением превышений ПДК<sub>р.х.</sub> по содержанию: железа на исследуемых участках в интервале от 1,8 до 12 раз; взвешенных веществ – от 1,2 до 13,91 раза, фосфат-ионов и фосфора общего на двух участках – от 1,59 до 3,18 раза.

Отравляющие вещества и продукты их деструкции в пробах донных отложений не обнаружены. Содержание других определяемых компонентов находится в пределах «фоновых» показателей, за исключением превышений «фоновых» значений по содержанию ванадия на разных участках в интервале в 1,3–4,29 раза; цинка в 1,21–4,41; оксида железа в 1,21–4,73; никеля в 1,21–4,94; стронция в 1,24–2,79; марганца в 1,59–2,34; хрома в 1,23–1,86; меди в 1,23–2,15; диоксида титана в 1,24–2,28; кобальта в 1,23–1,60; мышьяка на двух участках в 2,64 и 7,86 раза. Содержание фосфора общего при «фоновом» показателе менее 0,2 мг/кг колеблется на разных участках от 0,25 до 1,8 мг/кг. По результатам экотоксикологического анализа все исследованные пробы донных отложений острым токсическим действием не обладают.

Содержание загрязняющих веществ в пробах почвы в основном отмечается без превышений ПДК и «фоновых» значений, за исключением превышения ПДК в пробах почв на ряде участков по содержанию никеля в 1,28–4,85 раза; цинка в 1,24–3,51; меди в 1,22–5,41; свинца на трех участках в 1,22–5,41 раза; мышьяка на двух участках в 1,85 и в 4,40 раза. Кроме того, зафиксированы незначительные превышения ПДК по содержанию в почвах: общего фосфора, хрома, стронция, кобальта, оксидов железа, марганца, диоксида титана. Отравляющие вещества и продукты их деструкции в пробах почвы не обнаружены. Результаты экотоксикологических исследований проб почв находятся на уровне «фоновых». Все исследованные пробы почвы не оказывают острого токсиче-

ского действия. Оценка токсичности почв методом биоиндикации по соотношению микромицетов с окрашенным и бесцветным мицелием показала, что все исследованные пробы не токсичные.

Отравляющие вещества и продукты деструкции в пробах воды эксплуатационных скважин не обнаружены. Содержание других определяемых компонентов находится в пределах установленных нормативов.

Данные химического анализа компонентов природной среды на исследуемых участках мониторинга вполне согласуются с результатами биологического мониторинга, в том числе по информативным биоиндикаторам: пыльце, хвое сосны, лишайникам, пигментному комплексу и ферментам, содержанию общего фосфора в растительных объектах с повышенными значениями ЗВ на соответствующих участках. За последние годы наметилась тенденция повышенного содержания общего фосфора в растительных объектах на территории СЗЗ по мере приближения исследуемого участка к объекту. В целом состояние природных сред и объектов на территории СЗЗ и ЗЗМ объекта уничтожения химического оружия в пос. Мирный Кировской области по данным экологического мониторинга характеризуется как относительно стабильное.

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА, МАРГАНЦА, НИКЕЛЯ, КАДМИЯ, МЕДИ, СВИНЦА И ЦИНКА В РАСТИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТАХ**

*Е. П. Ельшина<sup>1</sup>, Е. С. Петухова<sup>1</sup>, Е. С. Сунцова<sup>1</sup>, Т. Я. Ашихмина<sup>1,2</sup>*  
*<sup>1</sup> Вятский государственный гуманитарный университет,*  
*<sup>2</sup> Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

С 2009 г. в лаборатории биомониторинга выполняются исследования по изучению содержания тяжёлых металлов на примере железа, марганца, никеля, кадмия, меди, свинца и цинка в растительных объектах в природном комплексе на территории вблизи объектов и предприятий Кирово-Чепецкого промышленного комплекса.

Определение данных тяжёлых металлов в растворах золы проводится на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС «СПЕКТР-5-4».

Пробы растительности ежегодно отбирались сотрудниками лаборатории биомониторинга в июле и октябре на участках: № 901 (берег озера Бобровое), № 907 (левый берег р. Елховки, недалеко от впадения реки в оз. Просное), № 918 (берег оз. Просное), № 1005/1 (болото у 3-ей секции шламонакопителя), № 913 (КЧХК), №921 (КЧХК), №930 (Родник Полимер), № П-13, № 927 у хранилища 205 (РАО), Глухой бор (рис.).

Содержание тяжёлых металлов изучалось в листьях, стеблях и корневой системе растений: крапивы двудомной, бодяка полевого, полыни обыкновенной, мари белой, тростника; в листьях черёмухи и хвое сосны обыкновенной.

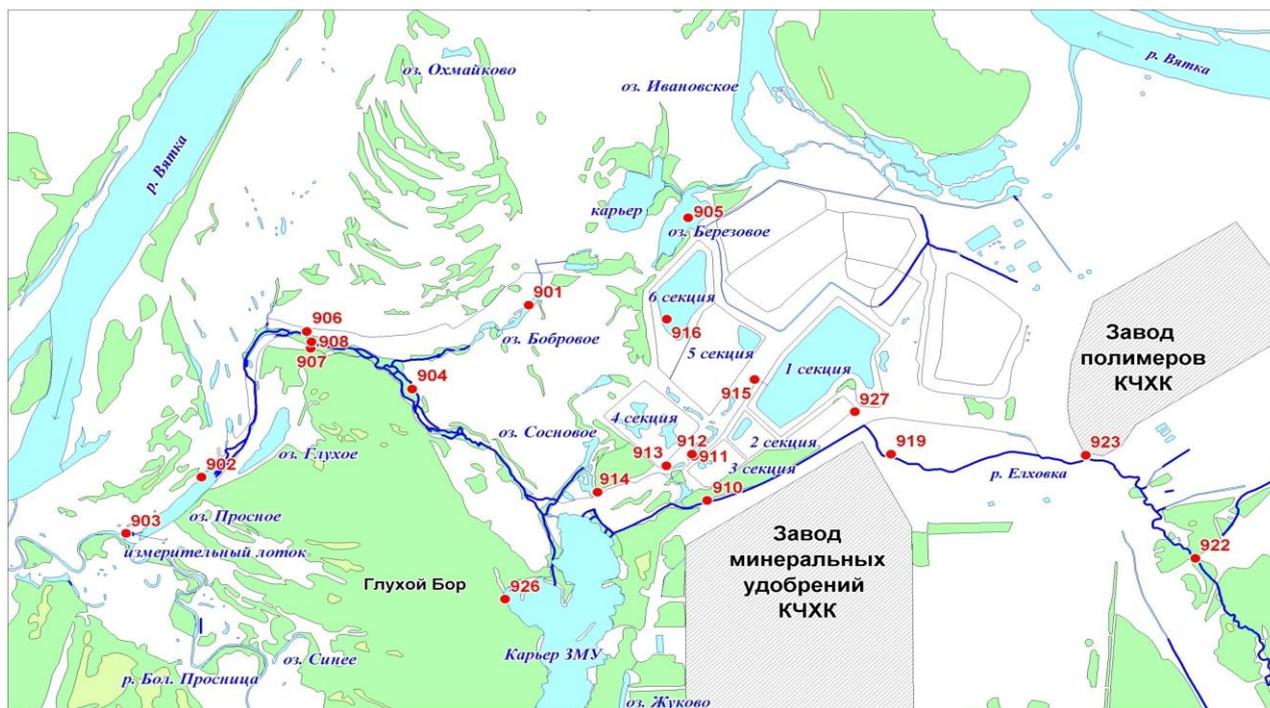


Рис. Карта-схема отбора проб растительности на территории в районе объектов и предприятий Кирово-Чепецкого промышленного комплекса

Сравнительный анализ полученных данных по всем семи металлам, свидетельствует о том, что во всех изучаемых растительных объектах отмечается наибольшее содержание марганца и железа. Например, в корнях, стеблях и листьях крапивы содержание марганца в сотни раз больше, чем свинца, меди, кадмия, никеля и цинка. Подобная картина наблюдается и по содержанию железа в крапиве.

На основании полученных результатов за три года (2010–2012 гг.) исследований на семи участках (№ 907, 913, 918, 921, 930, 1005/1, П-13) составлен для каждого растительного объекта ряд по количественному содержанию данных металлов. Например, для крапивы обыкновенной в корнях, стебле и листьях он выглядит следующим образом: **Mn > Fe > Cu > Ni > Zn > Pb > Cd**. Следует отметить, что в корневой системе и в листьях крапивы данных металлов содержится больше, чем в стеблях.

В хвое сосны обыкновенной на участке – Глухой бор содержание тяжёлых металлов по трём годам исследований позволяет выявить следующую закономерность: **Mn > Fe > Zn > Cu > Ni > Pb > Cd**.

В листьях черёмухи содержание металлов изучалось в 2011–2012 гг. на участке № 907 (левый берег реки Елховки). Полученные данные хорошо коррелируют по годам (табл. 1), исключение составляет повышенное содержание марганца и никеля в 2012 г. Сравнительный ряд по количественному содержанию тяжёлых металлов вновь начинается с марганца и железа: **Mn > Fe > Cu > Ni > Pb > Zn > Cd**.

Таблица 1

**Содержание тяжёлых металлов в листьях черемухи  
(участок №907 - левый берег реки Елховки)**

Металл \ Год	2011	2012
Cd	0,03±0,01	0,04±0,01
Cu	7,1±0,6	6,6±0,5
Pb	1,10±0,02	2,30±0,05
Zn	0,80±0,03	0,50±0,02
Fe	112,1±10,4	80,18±0,20
<b>Mn</b>	<b>385,9±39,9</b>	<b>557,25±1,28</b>
Ni	3,0±0,9	6,15±0,02

Сравнительная характеристика содержания тяжёлых металлов в корневищах мари белой и полыни обыкновенной проведена за один 2010 год, но на двух разных участках в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

**Содержание тяжёлых металлов в корневищах мари белой, отобранных  
на участках № 1005/1 - болото у третьей секции шламокопителя и  
№ 927 - у хранилища 205 (РАО)**

Металл \ Участок	Участок № 1005/1	Участок № 927
Cd	0,50±0,01	0,20±0,05
Cu	27,2±6,3	23,8±5,5
Pb	9,6±0,2	11,5±0,4
Zn	2,60±0,09	4,8±0,6
<b>Fe</b>	<b>2257±22</b>	<b>5818,1±18,5</b>
Mn	69,1±8,3	188,5±40,3
Ni	26,6±4,8	103,2±12,2

Анализ полученных данных свидетельствует о большем содержании в корневищах мари белой железа, значительно меньше содержится марганца. Соответственно сравнительный ряд количественного содержания тяжелых металлов начинается с железа: **Fe > Mn > Ni > Cu > Pb > Zn > Cd**.

В целом данные по содержанию тяжёлых металлов в корневищах мари белой, отобранные с разных участков по кадмию, меди, свинцу и цинку хорошо коррелируют и существенно отличаются по количеству железа, марганца и никеля.

Идентичная картина проявляется по содержанию тяжелых металлов в корневищах полыни обыкновенной. Отмечается значительное количество железа в сравнении с другими металлами и, в особенности на участке № 930. Кроме того, здесь значительно в больших количествах содержится свинца в сравнении с другими металлами на том и другом участке. В соответствии с этим в сравнительном ряду на третьем месте стоит свинец: **Fe > Mn > Pb > Cu > Ni > Zn > Cd**.

**Содержание тяжёлых металлов в корневищах полыни обыкновенной, отобранных на участках № 1005/1 ( болото у третьей секции шламокопителя) и № 930 (у родника вблизи завода Полимеров)**

Металл \ Участок	Участок № 1005/1	Участок № 930
Cd	1,10±0,03	0,70±0,02
Cu	27,6±6,4	25,1±5,8
Pb	33,6±0,7	75,3±1,5
Zn	4,7±0,6	5,6±0,8
<b>Fe</b>	<b>1731±38</b>	<b>4955,0±665,5</b>
Mn	36,1±2,8	115,8±28,3
Ni	10,7±0,3	31,0±9,9

Таким образом, изучение содержания тяжёлых металлов в растительных объектах в природном комплексе на территории в районе предприятий Кирово-Чепецкого промышленного комплекса в сравнительном аспекте позволяет констатировать о большем количестве марганца и железа в корневой системе, листьях и в стеблях растений, при этом самое малое количество в этих органах растений приходится на содержание кадмия. При сравнении содержания металлов в различных органах растения выявляется тенденция накопления их в большем количестве в корнях растений и в листьях, и в меньшем количестве они содержатся в стеблях. Сравнительный анализ позволяет сделать вывод и том, что чем ближе исследуемый участок находится к источнику загрязнения, тем больше в растениях содержится железа, свинца, никеля и меди.

## СЕКЦИЯ 6 ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ И ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

### О ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКЕ В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Н. А. Бурков*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
Общественная палата Кировской области*

Оформление целей, задач, стратегии экологического управления оформляются и реализуются в экологической политике. Экологическая политика разрабатывается на каждом уровне системы управления. Наиболее актуальной она является на государственном, региональном уровнях и уровне субъекта хозяйственной деятельности.

*Государственная экологическая политика – организационная и регулятивно-контрольная деятельность общества и государства, направленная на охрану и оздоровление естественной окружающей среды, эффективное объединение функций природопользования и охраны природы и обеспечения нормальной жизнедеятельности человека.*

В России под экополитикой понимается политика в области охраны окружающей среды и экологической безопасности. В развитых странах: экологическая политика = environmental policy, т. е. политика отношений с окружающей средой, причем, как правило, это политика, направленная на переход к устойчивому развитию.

В настоящее время государственная экологическая политика Российской Федерации определяется *концепцией устойчивого развития*, что закреплено Указами Президента Российской Федерации от 4 февраля 1994 г. «О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития» и от 1 апреля 1996 г. «О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию».

Особое место занимает «Экологическая доктрина Российской Федерации» утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 31.08.2002 г. № 1225-р.

Согласно Экологической доктрине РФ стратегической целью государственной политики в области экологии является *сохранение природных систем*, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций для устойчивого развития общества, повышения качества жизни, улучшения здоровья населения и демографической ситуации, обеспечения экологической безопасности страны.

Для этого необходимо решение следующих *основных задач*:

1) *сохранение и восстановление природных систем, их биологического разнообразия и способности к саморегуляции как необходимого условия существования человеческого общества;*

2) обеспечение рационального устойчивого природопользования и равноправного доступа к природным ресурсам ныне живущему и будущим поколениям;

3) обеспечение благоприятного состояния окружающей среды как необходимого условия улучшения качества жизни и здоровья населения.

Последним документом, учитывающим реалии современного социально-экономического развития России и экологические вызовы эпохи, являются утвержденные 30 апреля 2012 г. «Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года» (Основы).

Документом определяется стратегическая цель, основные задачи государства в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности и механизмы их реализации.

*Стратегической целью государственной политики в области экологического развития является решение социально-экономических задач, обеспечивающих экологически ориентированный рост экономики, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов для удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, реализации права каждого человека на благоприятную окружающую среду, укрепления правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.*

Из поставленной цели вытекают *основные задачи государственной политики в области экологического развития*:

а) формирование эффективной системы управления в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности, предусматривающей взаимодействие и координацию деятельности органов государственной власти;

б) совершенствование нормативно-правового обеспечения охраны окружающей среды и экологической безопасности;

в) обеспечение экологически ориентированного роста экономики и внедрения экологически эффективных инновационных технологий;

г) предотвращение и снижение текущего негативного воздействия на окружающую среду;

д) восстановление нарушенных естественных экологических систем;

е) обеспечение экологически безопасного обращения с отходами;

ж) сохранение природной среды, в том числе естественных экологических систем, объектов животного и растительного мира;

з) развитие экономического регулирования и рыночных инструментов охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности;

и) совершенствование системы государственного экологического мониторинга (мониторинга окружающей среды) и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также изменений климата;

к) научное и информационно-аналитическое обеспечение охраны окружающей среды и экологической безопасности;

л) формирование экологической культуры, развитие экологического образования и воспитания;

м) обеспечение эффективного участия граждан, общественных объединений, некоммерческих организаций и бизнес-сообщества в решении вопросов, связанных с охраной окружающей среды и обеспечением экологической безопасности;

н) развитие международного сотрудничества в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

Из приведенного сравнения следует, что приоритеты экологической доктрины РФ являются более экологоориентированными, чем формально правильные, но не ориентированные на **достижение сохранения природы как основы жизни и главной цели экологической политики** «предотвращение и снижение текущего негативного воздействия на окружающую среду, восстановление нарушенных естественных экологических систем» и тому подобные правовые и технические пункты.

К сожалению, как отмечает А. И. Муравых (2008), национальная экологическая доктрина РФ имеет декларативный характер, законодательно закрепленных ее положений в настоящее время не имеется, что, несомненно, не способствует повышению эффективности экологического управления. Более того, в реальной действительности за прошедшие 10–15 лет не было предпринято никаких реальных шагов по реализации «Концепции перехода к устойчивому развитию», и сегодня о ней фактически забыли (Акимова и др., 2007). Главной задачей власти считается задача экономического роста, а решение задач сохранения среды обитания вторично и финансируется по остаточному принципу. И несмотря на очевидность того, что экономический рост на базе существующих технологий ведет к деградации природных систем и самого человека, т.е. по сути к его гибели, именно этот рост рассматривается в качестве основного способа преодоления экологического кризиса.

Поэтому в РФ имеется острая необходимость повышения приоритета экологической политики. В идеале именно экологическая политика как политика отношений с окружающей средой должна обладать самым высоким приоритетом среди всех других политик (экономической, энергетической, транспортной, военной и др.).

*Экологическая политика субъектов РФ* может быть сформулирована в специальном документе либо быть отражена в документах, отражающих стратегические направления развития соответствующего региона.

***Региональная экологическая политика – скоординированная деятельность государственных органов и органов местного самоуправления по сохранению природных систем и экологизации народного хозяйства региона, основанная на единой согласованной системе мероприятий, направленных***

***на обеспечение высокого качества окружающей среды и экологической безопасности.***

Она является одним из неперемных условий реализации региональной модели устойчивого развития. Стратегической целью региональной экологической политики является создание условий для формирования благоприятной среды жизнедеятельности людей и совершенствования процессов природопользования. В сфере охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности в условиях развития рыночных отношений среди основных направлений региональной политики следует рассматривать:

- сохранение естественных природных систем в объеме, достаточном для сохранения саморегулирующих способностей природы, развитие сети особо охраняемых природных территорий;
- экологически обоснованное размещение производительных сил;
- экологически безопасное развитие отраслей народного хозяйства;
- неистощительное использование биологических природных ресурсов способами, предотвращающими их деградацию;
- предупреждение возникновения противоречий между развитием производительных сил и сохранением экологического равновесия;
- предупреждение и ликвидацию чрезвычайных ситуаций;
- сохранение и восстановление уникальных природных комплексов при решении территориальных проблем;
- совершенствование управления в области охраны окружающей среды и природопользования.

С учетом вышеизложенного миссию региональной экологической политики можно определить следующим образом: *«Достижение высокого качества окружающей среды и создание безопасных условий жизни человека как основы развития региона в интересах общества в целом».*

В Кировской области экологическая политика оформлена в качестве подраздела стратегии социально-экономического развития Кировской области на период до 2020 года (Стратегия), (Постановление Правительства Кировской области от 06.12.2009 № 33/432, Постановление законодательного собрания области от 25 сентября 2008 г. № 28/194). Даже беглое знакомство с этим документом оставляет впечатление его поверхностности.

Экологическая политика содержит цель и мероприятия по ее достижению. *Цель региональной экологической политики состоит в улучшении качества окружающей природной среды и обеспечении благоприятной среды проживания населения и формировании экологически ориентированной экономики.*

Задачи региональной экологической политики в явном виде не определены. Из содержания мероприятий можно думать, что они лежат в русле решения задач г, д, е, ж, л «Основ». Решение других задач, предусмотренных «Основами», практически не предусматривается.

Ряд мероприятий экологической политики несвободны от внутренних противоречий. Например, декларируется, что строительство мусоросортировочного (мусороперерабатывающего) комплекса в г. Кирове, внедрение установок по утилизации сгораемых отходов позволит к 2015 году обеспечить сокра-

шение количества образующихся отходов потребления на 10%. Несколько ниже видим: «до 2020 года на территории области планируется строительство мусороперерабатывающего завода, который решит проблемы с объектами размещения отходов и захламленностью отходами населенных территорий». Количество образующихся отходов очень слабо зависит от наличия или отсутствия мусоропереработки. Например, авторы маркетингового исследования ведущим фактором образования ТБО считают уровень развития экономики страны, выраженный в ВВП. Поэтому едва ли строительство мусороперерабатывающих мощностей уменьшит образование отходов, кроме того, под определение «отходы потребления» помимо мусора (бытовых отходов потребления), включаются также и отходы потребления субъектов хозяйственной деятельности: физически и морально изношенные основные и оборотные средства производства. Здесь нужны совсем иные механизмы, в числе которых ценовое регулирование исходного сырья природоемких производств, внедрение залоговых механизмов на возможные к повторному использованию отходы, административные меры и т.д., не предусмотренные экологической политикой. И уж вообще неясно, как за счет одного технического мероприятия – строительства завода – можно решить проблему размещения отходов и захламления населенных территорий, носящую комплексный социально-эколого-экономический характер.

Не лучше и с водной проблематикой. Предполагается, в частности, что «к 2015 году ввод в действие очистных сооружений сточных вод и ливневого стока (как будто сток – это не сточные воды – примеч. авт.) позволит достичь сокращения сброса загрязненных без очистки сточных вод в водные объекты на 80%», а «доля населенных пунктов, обеспеченных питьевой водой надлежащего качества, возрастет в 1,3 раза, будет обеспечена очистка 80% используемых в промышленности и коммунальном хозяйстве сточных вод». Вообще, чтобы достичь результата по сокращению сброса загрязненных сточных вод на десятки процентов, надо очень постараться, либо устроить экономический кризис типа начала 90-х годов прошлого века. В 2008 г. (год принятия Стратегии) сброс загрязненных сточных вод без очистки составлял 15,49 млн. м<sup>3</sup> (Доклад, 2009). Ежегодно он нарастал и в 2012 г. составил 65,13 млн. м<sup>3</sup>. До 2015 года осталось 2 года. Помимо явно нереальных обязательств, принятых «Стратегией», причиной такой ситуации является и отсутствие конкретной, содержащей обеспеченные всеми ресурсами мероприятия по сокращению сброса загрязненных сточных вод целевой программы. Она появляется только в 2012 г. (Областная целевая программа «Охрана поверхностных водных объектов на территории Кировской области» на 2012–2017 годы», утверждена постановлением Правительства области от 21 сентября 2011 г. № 121/441). И вот в ней принимается уже совсем другая веха: «реализация Программы позволит к концу 2017 года по сравнению с 2010 годом сократить объем сброса загрязненных без очистки сточных вод с 67,5 млн. куб. м до 54,8 млн. куб. м, или на 18,8% (!). То есть вместо достижения сброса загрязненных без очистки сточных вод к 2015 г. в объеме 3,0 млн. куб. м. (20% от 15,49 млн. куб. м), одобренного высшим законодательным органом власти Кировской области, в лучшем случае может быть достигнут показатель 54,8 млн. куб. м в 2017 г.

Что касается второй части обязательств «Экологической политики» относительно очистки «80% используемых ... сточных вод», то вообще неясно, что имеется в виду. Если предположить, что имеются в виду воды, используемые в системах оборотного и повторного водоснабжения, то их количество в 2008 г. составляло 1083,81 млн. куб. м! (Доклад, 2009). Надо ли говорить о цене такой очистки? Если предположить, что имеется в виду 80% от объема сточных вод, требующих очистки, то такой показатель не обозначен ни в «Стратегии», ни в региональных Докладах. Таково качество управления водными ресурсами области.

После этого можно с большой долей уверенности утверждать о недостижимости цели экологической политики региона и полной нереальности декларации о том, что «экологическая среда обитания человека к 2020 году будет иметь состояние атмосферного воздуха, водных, лесных, минеральных и иных ресурсов, зон отдыха, отвечающее современным природоохранным и санитарно-эпидемиологическим требованиям, обеспечивающее гарантию нормальной жизнедеятельности для нынешних и будущих поколений».

Нереальность целевых показателей, отсутствие задач, несоответствие концептуального документа программам, которые должны разрабатываться на его основе, сомнительность терминологии и прямые ошибки настоятельно требуют его срочной переработки.

#### **Литература**

Акимова Т. А., Кузьмин А. П., Хаскин В. В. Экология. Природа-Человек-Техника: Учебник / Под общ. ред. А. П. Кузьмина. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2007. 510 с.

Муравых А. И. Проблемы повышения эффективности экологического управления // Экономика природопользования. Обзорная информация. 2008. № 2. С. 25–36.

Маркетинговое исследование «Твердые бытовые отходы (ТБО) в России» /[http://inventica.ru/researches/mr\\_004.html/](http://inventica.ru/researches/mr_004.html/)

## **ИЗ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ ГЕОЛОГО-БОТАНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА р. НЕМДА СОВЕТСКОГО РАЙОНА**

*А. А. Хохлов*

*Вятский государственный гуманитарный университет*

При организации мониторинговых исследований на объектах, являющихся особо охраняемыми природными территориями, очень важно собрать максимальное количество материала по истории исследования природных объектов. Именно эти данные могут послужить исходными для дальнейшего сравнения состояния природных объектов в различное время.

Первые изучения данного участка р. Немды относятся к началу XX в., когда П. И. Кротов изучал геологическое строение территории Вятской губернии. Он отметил скалистые известковые обнажения выше д. Нижневодское городище на правом берегу реки. У д. Камень он отметил почти отвесные известковые

скалы до 8–10 сажень (18,72–21,32 м) высотой, почти недоступные для наблюдения, также крутой берег у д. Зараменье (Кротов, 1912).

1 января 1921 г. группой любителей-краеведов при Советском районном музее в составе И. М. Рухлядьева – зав. музеем, В. Н. Андриевского – зав. школой II ступени им. В. И. Ленина, А. В. Мрежкина – учителя Решетниковской школы I ступени, Н. С. Ермакова – служащего уездного Дома крестьянина было проведено обследование Зараменской карстовой пещеры, которая в народе часто называется «Чертова Печь». В отчёте о результатах обследования написано, что пещера располагается на правом, высоком берегу р. Немды на высоте 20–30 м от воды. Вход в пещеру представляет собой, в свою очередь, отдельную пещеру, углубленную в берег реки на 2 м и шириной 4 м, состоящего из известняка. Примерно на уровне 1 м от дна можно провести линию, делящую толщу на два слоя, различающихся по строению. Имеются многочисленные трещины до 0,5 см. В самом своде находятся до десяти круглых конусообразных углублений с диаметром до 20 см, глубиной 20–30 см. Задняя стенка опускается двумя уступами. Возможно, это последствия того, что один крестьянин здесь брал камень. В этой стене расположено 3 входа. Один из входов располагается в правом углу на высоте 1,5 м от дна пещеры длиной до 1 м, два других – в левом углу на высоте 25–35 см от дна. Один из них имеет диаметр до 20 см. И лишь третий, диаметром до 50 см и длиной примерно 2–2,5 м, и служит входом во внутреннюю пещеру. С внутренней стороны вход покрыт изморосью с небольшими сосульками. Температура внутри пещеры выше 0 °С., хотя мороз снаружи пещеры в 29 °С. Внутренняя пещера имеет форму неправильного эллипса с ответвлениями в удлинённых сторонах и расположенных с юго-запада на северо-восток, длиной до 4,5 м и шириной до 1,7 м наибольшая высота 2,5 м. В самой пещере дно песчаное, усеянное обломками известняка, из которых самый крупный, имеющий форму яйца, достигает до 1 м длины, и имеет следы деятельности воды. Внутренняя пещера имеет два ответвления, расположенные: один по левую, другой по правую стороны от входа. Дно ответвлений покрыто рыхлым песком. Исследователи делают вывод, что происхождение пещеры и её ходов – явный результат деятельности воды, о чём свидетельствуют и камень посередине пещеры, и ноздреватое (губчатое) строение нижнего края правой стены в форме ответвлений. Отсутствие движения воздуха в ней даёт возможность отрицать наличие далёких ходов (Рухлядьев, 1921).

В 1972–1974 гг. гидрогеолог А. В. Русских, спелеологи А. Д. Иванов, А. А. Михеев обследовали берега р. Немды в Советском районе. В 1974 г. к ним присоединился зав. отделом природы Кировского областного краеведческого музея А. Н. Соловьев. В ходе экспедиции были измерены основные параметры Буржатского утеса, скалы «Часовой», береснятского водопада и Зараменской пещеры. При этом была составлена схема пещеры. По новым данным, вход в пещеру представляет собой карстовый грот, в средней части известнякового обнажения по коренному берегу. Высота грота 3,5 м, ширина 4,5 м, глубина 4 м. Вглубь свод его снижается до 2 м. В задней стенке есть три отверстия. Правое очень узкое, до 30 см высотой. По среднему и левому можно свободно проникнуть в небольшую подземную полость высотой от 0,9 до 2,5 м, шириной

– 2 м, длиной – 4,5 м. По углам ее открываются узкие щели в глубь берега. Высота Буржатский утеса составила 30 м. На Береснятском водопаде было выделено 6 уступов: 1 м, 2,5 м, 1,5 м, 2,2 м, 4 м, 7,5 м. При общем перепаде высот 18,7 м. Членами экспедиции был описан скальный массив у д. Тяптичи. Оказалось, что рифовые известняки обнажаются на протяжении 300 м. Но лес, постепенно наступая на скалы и кроша их своими корнями, скрыл под щебенистой осыпью и своим пологом почти все обнажение. Открытой пока остается небольшая «Стенка» высотой до 14 м, протяженностью 80 м. Но и она погружается в осыпь и зарастает кустарником. По обе стороны от нее по лесу причудливо громоздятся лишь отдельные останцовые глыбы. В ходе экспедиций были вновь открыты и описаны пещеры «Киров-600», «Сафроновская», «Парадная», «Холодная» (Русских, 1982; Русских, Иванов, 1992).

В 1975 г. краеведом С. П. Решетниковым во время посещения отвесных стенок у д. Камень были найдены неизвестные растения, которые А. Д. Фокин определил как Шиверекия подольская (*Schivereckia podolica* Andrzej), занесенной в Красную книгу СССР. Сразу же была организована экспедиция для описания местонахождения редкого растения в составе зав. отделом природы музея А. Н. Соловьева, директора музея Н. Н. Веселова, ветерана музея А. Д. Фокина и бывшего юнната музея С. П. Решетникова (Позмогов, 1975).

В 2004 г. группа школьников СОШ № 31 г. Кирова под руководством учителя географии школы В. В. Ворониной и ст. методиста КОЦДЮТиЭ Е. И. Ворончихина проводили ватерпасовку Береснятского водопада. Ими были получены следующие данные: высота нижней (первой) ступени водопада – 6,83 м; высота второй ступени – 3,50 м; протяжённость русла ручья по горизонтали – 148,3 м; относительная высота истока ручья над его устьем – 48,08 м. За 20 лет произошли следующие изменения: выполаживание нижней устьевой части русла (осыпи уменьшились по высоте на 1,5 м). Таким образом, за прошедшие 20 лет водопад отступил от реки вверх по руслу на 6 м; высота водопада уменьшилась на 3 м и составила в 2004 г. 6,83 м; высота верхней (второй) ступени уменьшилась почти на 4 м, она отступила вверх по руслу ручья почти на 6 м; относительная высота источника 48,08 м и протяжённость русла ручья (по горизонтальной части профиля) 148,3 м – остались неизменными (Шиляев и др., 2005).

С 1986 по 2007 г. флорист Е. М. Тарасова проводила инвентаризацию флоры природного комплекса. В ходе исследований выявлено 571 вид сосудистых растений из 94 семейств (39% флоры Кировской области). В Красную книгу Кировской области занесено 11 видов. Для 6 видов растений побережье р. Немды считаются единственным известным местом их произрастания в области (Тарасова, 2007). В 1987 г. Е. М. Тарасовой у д. Камень был обнаружен Ятрышник шлемовидный (*Orchis militaris* L.) (Тарасова, 1998).

С 23 июня по 5 июля 1998 г. пещеру исследовали спелеогруппы «Поиск» из Одессы и РОСС из Москвы. В ней участвовали: И. Грек, А. Дербчинский (Одесса), Ю. Долотов (Москва). Они отметили, что пещера уже через 15 м превращается в труднопроходимую. Исследовать ходы дальше пока так и не уда-

лось. В ходе исследования пещеры была составлена ее схема (Грек, Долотов, 1999).

Проведенное обследование собранного материала показало, что состояние природных объектов на р. Немда изменяется под воздействием различных факторов. Департаменту экологии и природопользования Кировской области необходимо наладить экологический мониторинг изменения состояния всех памятников природы области и создать единый информационный «банк данных» обследования природных объектов.

### Литература

Грек И. О., Долотов Ю. А. Об экспедиции по исследованию искусственных пещер в Кировской и Самарской областях и республике Марий Эл // <http://rosi-spelesto.narod.ru/spieg/1999/color.html>.

Кротов П. И. Западная часть Вятской губернии в пределах 89 листа // Труды геологического комитета новая серия. Вып. 64. СПб., 1912. 238 с.

Позмогов Н. В поисках нового растения // Ленинское знамя. Советск, 1975. № 66. С. 4.

Русских А. В. Карстопоявление в зонах тектонических разломов Вятского авлакогена // Состояние, задачи и методы изучения глубинного карста СССР: Тез. докл. Всес. карстоспелеолог. совещ. М., 1982. С. 146.

Русских А. В. Псевдокарстовые озера Кировской области // Проблема псевдокарста: Тез. докл. совещ. Пермь, 1992. С. 54–56.

Русских А. В., Иванов А. Д. Пещеры и карстовые озера Волго-Вятского края. Слободской, 1992. 86 с.

Рухлядьев И. М. «Чертова печь» пещера близ деревни Зараменье Советской волости, Яранского уезда Вятской губернии (Отчет об обследовании) // Советский районный краеведческий музей, н/в 939.

Тарасова Е. М. Материалы для проведения флористических экскурсий: Немдинский скальный комплекс // Экология. Культура. Образование: Сб. материалов Международного научного семинара 13 – 16 мая 1998 г. Киров, 1998. С. 128–133.

Тарасова Е. М. Флора государственного природного заказника «Пижемский. Часть 1. Немдинский комплекс. Киров, 2007. 192 с.

Шиляев М., Тюфякова Е., Билак Р. и др. Исследование Береснятского водопада в Советском районе Кировской области // Отчий дом: Тезисы исследовательских работ VIII городской краеведческой конференции школьников. Киров, 2005. С. 19–22.

## К ИСТОРИИ ОХРАНЫ ФЛОРЫ И ФАУНЫ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*А. Н. Соловьев*

*Всероссийский НИИ охотничьего хозяйства и звероводства  
им. проф. Б. М. Житкова, [biotop@mail.ru](mailto:biotop@mail.ru)*

Начало официальной охране флоры и фауны на территории Кировской области положило Решение исполкома областного Совета народных депутатов от 26.11.1979 г. «Об охране редких и исчезающих растений и позвоночных животных по Кировской области», утвердившее «Список позвоночных животных, подлежащих охране, которые в условиях Кировской области являются редкими или имеют тенденцию к сокращению» и «Список растений, произрастающих на территории Кировской области, которые подлежат охране». Списки составили

А.Н. Соловьев и А.Д. Фокин по инициативе А.Н. Соловьева, подготовившего проект решения областного органа власти. В Список животных были включены 48 видов – 19 млекопитающих, 20 птиц, 3 пресмыкающихся, 4 земноводных и 2 вида рыб. В списке растений значились 72 вида, отнесенных к категориям «редкие» (14 видов), «исчезающие» (40), «нуждающиеся в охране от чрезмерных заготовок в естественных местообитаниях» (14) и «нуждающиеся в защите от массового обрывания» (4). Более 20 лет эти списки, по сути, играли роль региональной Красной книги.

В 1998 г. Кировский областной комитет по охране природы заключил договор с Институтом экологии Уральского отделения РАН (г. Екатеринбург) на издание Красной книги Кировской области. Нам было предложено подобрать исполнителей этой работы. Мы с коллегами по естественнонаучному краеведению охотно согласились, поскольку давно занимались мониторингом отдельных групп животных и растений и вынашивали идею создания региональной красной книги флоры и фауны. Коллектив авторов возглавили А. Н. Соловьев (по животным) и Е. М. Тарасова (по растениям).

В качестве образца предложена «Красную книгу Ямало-Ненецкого автономного округа», существенно отличающуюся по структуре от общепринятой. Такой вариант книги, которую можно написать, не выходя из рабочего кабинета, по определителям и фаунистическим сводкам, нас не устроил. Региональная Красная книга не таксономическая сводка и не определитель по флоре и фауне, а, прежде всего, официальный документ, определяющий тактику сохранения биологического разнообразия на конкретной территории. Это паспорт экологически неблагополучных видов организмов, нуждающихся в повышенном внимании со стороны человека. Главное назначение региональной Красной книги – обеспечение информационной основы для разработки и принятия упреждающих мер по сохранению биологического разнообразия на конкретной территории.

К концу 1998 г. списки были готовы. После процедуры обсуждения и рецензирования их утвердили постановлением губернатора от 7.04.2000 г. Несмотря на все перипетии с подготовкой первого издания Красной книги Кировской области, можно с уверенностью сказать, что несомненным ее достоинством, выгодно отличающим от других региональных красных книг, была большая информативность. Мы стремились давать минимум общебиологических сведений и максимально насыщать очерки конкретной информацией о положении того или иного вида именно в Кировской области.

При составлении Красной книги Кировской области, первое издание которой вышло в 2001 г., в повидовых очерках мы категорически отказались от таких совершенно неуместных разделов в описании «краснокнижников», как «морфологические признаки» и «экология». Нам удалось настоять на структуре, принятой в федеральной Красной книге, с максимально конкретной характеристикой видов, без выделения в отдельные разделы морфологического и экологического описаний, а с включением в характеристики распространения и лимитирующих факторов лишь тех особенностей морфологии, биологии и экологии вида, которые обуславливают его краснокнижный статус, уязвимость от того или иного ограничивающего фактора на данной территории.

И подход к занесению видов в региональную красную книгу несколько отличен от критериев федерального уровня. Если в федеральную Красную книгу заносятся абсолютно редкие виды, то в региональную могут быть включены относительно редкие и вполне обычные на основной части ареала, но, находящиеся в регионе на границе своего распространения (краеареальные) и в силу неустойчивости своего положения, требующие повышенного внимания со стороны человека, поскольку могут оказаться в положении исчезающих при антропогенных нарушениях экологической ситуации.

Постановлением Правительства Кировской области № 111/317 от 14.07.2011 были утверждены новые перечни видов животных, растений и грибов, занесенных в Красную книгу Кировской области. Списки увеличились на 20 таксонов, по сравнению с первым изданием. Дополнились новые виды, некоторые переведены из приложений в основной список, другие, с восстановившейся численностью, напротив, – из основного списка в приложение или исключены вовсе.

В 2013 г. по договору с Департаментом экологии и природопользования новый коллектив авторов во главе с Е. М. Тарасовой подготовил материалы для второго издания Красной книги Кировской области. Знакомство с этими материалами разочаровывает. По сути, достоинства первого издания полностью оказались утраченными. Большинство лишенных конкретной информации очерков по сути всего лишь «болванки», трафареты, которые можно брать за основу при написании Красной книги любого региона. В таком виде данный вариант Красной книги не может быть программным документом, принятие которого можно было бы рассматривать как руководство по осуществлению конкретных мероприятий по сохранению редких и исчезающих видов организмов в регионе. А ведь документ создавался не на общественных началах, как первые Списки подохранных растений и животных, а на платной основе с бюджетным финансированием подготовительных изысканий, результаты которых свелись, в основном, к рекомендациям мониторинга некоторых местообитаний. И это при наличии специально созданной Комиссии по Красной книге Кировской области, в которой, правда, оказалось не так уж много специалистов, причастных к изучению флоры и фауны региона. На качестве «ведения» Красной книги сказалось и то, что за весь период ее существования в области не было проведено ни одного научного совещания или конференции по обсуждению состояния региональных флоры и фауны.

В большинстве очерков по растениям и во многих по животным, разделы «Лимитирующие факторы» и «Необходимые меры охраны» содержат самые общие положения и формальные обороты вроде «охраняется на территории памятника природы», не отражая конкретные условия и реальные угрозы на территории области, соответственно в них не указываются конкретные меры, которые необходимо принять в условиях нашего региона для сохранения предлагаемого к охране вида. Например, в очерке «Шиверекия подольская» указанные «Лимитирующие факторы» не соответствуют реальным условиям существования популяций этого вида в Кировской области. Непонятно, какая «угрожающая хозяйственная деятельность» имеется в виду. Соответственно, не указыва-

ются конкретные меры, которые необходимо принять для сохранения данного вида в Кировской области. В очерке «Кортуза Маттиоли» указанные «Лимитирующие факторы» не соответствуют реальной ситуации в состоянии популяций этого вида в Кировской области. Например, в г. Кирове в Филейском овраге кортуза исчезает совсем по другим причинам, в частности, под натиском борщевика Сосновского.

Трудно понять назначение региональной Красной книги с очерками, содержащими самые общие описания видов. Региональная Красная книга – не таксономическая сводка и не определитель по флоре и фауне, а, прежде всего, это паспорт экологически неблагополучных видов организмов, нуждающихся в повышенном внимании со стороны человека. Это официальный документ, определяющий тактику сохранения биологического разнообразия на конкретной территории. Обеспечение информационной основы для разработки и принятия мер по сохранению биологического разнообразия – главное назначение региональной Красной книги. Главное отличие региональной красной книги от федеральной в характеристике распространения видов: если в республиканской книге указываются лишь регионы, то в региональной указываются конкретные популяции и местообитания, в отношении которых и должны приниматься соответствующие превентивные меры охраны.

Издание Красной книги – лишь начало постоянной планомерной и целенаправленной работы по сохранению биоразнообразия в регионе. Это лишь отправная точка для последующего мониторинга местной флоры и фауны и принятия соответствующих мер по сохранению видов, оказавшихся в неблагоприятном положении. Существенные изменения в статусе отдельных видов на территории области произошли за время действия первого издания Красной книги, но не все они нашли отражение в новом издании. Например, в области вдруг большой редкостью стали некоторые ранее обычные виды, например, из птиц – пустельга, обыкновенная горлица, дубровник.

Необходим общий мониторинг местной флоры и фауны, а мониторинг краснокнижных видов должен быть приоритетной статьей при планировании природоохранных мероприятий в области, что продуктивно решается только путем принятия конкретных мер на научной основе.

Региональная красная книга – это руководство к действию по сохранению всего разнообразия флоры и фауны в регионе, что очень важно, поскольку таксономическое многообразие определяет устойчивость природных систем, сохранение экологической устойчивости в регионе. Без планомерного систематического экспедиционного обследования территории региона невозможно обеспечить полноту мониторинговой информации по краснокнижным видам животных и растений и в целом по состоянию местной флоры и фауны. Необходимы постоянные контрольные исследования популяций на ключевых территориях.

Для чего издается региональная Красная книга? Для служебного пользования или для широкого круга читателей? От кого в большей степени зависит судьба редких видов животных и растений – от широких слоёв населения или от чиновников, принимающих решения в области природопользования, влияющие на качество среды обитания в регионе?

В Кировской области Красная книга была издана в 2001 г. на средства областного экологического фонда и, хотя в аннотации к книге написано, что она предназначена специалистам по охране окружающей среды и всем любителям природы, весь её тираж осел на складе природоохранного ведомства. В продажу книга не поступила.

#### Литература

Красная книга Кировской области. Животные, растения, грибы. Екатеринбург: Изд-е Уральск. ун-та, 2001. 288 с.

Соловьев А. Н. Проблемы создания научной основы охраны местной флоры и фауны // Пробл. изуч., использов. и охраны природы Кировск. обл.: Матер. Первых естеств.-науч. краевед. чтений памяти А. Д. Фокина. Киров: Кировск. обл. краевед. музей, 1992. С. 104–106.

Соловьев А. Н. К методологии охраны ценопопуляций реликтовых видов в антропогенном ландшафте // Пробл. оптимизации и использов. раст-сти и растит. ресурсов на Европ. Севере: Тез. докл. регион. науч. конф.: Восьмые Перфильевские чтения. Архангельск: Изд. АГПИ, 1992. С. 137–139.

Соловьев А. Н., Сотников В. Н., Шихова Т. Г., Юферев Г. И. О Красной книге Кировской области // Матер. 3-й областной общественной конференции, г. Киров, 24 октября 2002 года. Киров, 2003. С. 72–77.

## ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*А. С. Ахмеров*

*КОГ ОБУ ДОД «Эколого-биологический центр»,  
Институт развития образования Кировской области*

Уже не первое десятилетие людьми замечена медленная, но верно наступающая угроза – катастрофическое сокращение лесных массивов на планете Земля. Не исключение и один из самых лесных регионов России – Кировская область.

Как бы люди ни стремились к прогрессу и ни хотели стать цивилизованными, удаление от природы существенно влияет на жизнедеятельность человека. Для этого необходимо отметить: жизнь каждого человека так или иначе связана с природой. Когда мы говорим «природа», у нас перед глазами встает не пустынное пространство, а лесная поляна с земляникой, цветущие растения и т.д.

Эта проблема стала ещё более актуальной, когда люди ощутили нехватку чистого воздуха, насыщенного кислородом. Поэтому перед нами стоит **цель**: обсудить эту проблему и выработать рекомендации. Для этого необходимо решить следующие **задачи**: 1) изучить мировой опыт по научному восстановлению уничтоженных лесов; 2) изучить состояние дел по лесовосстановлению в Кировской области; 3) раскрыть возможности обучающихся в оказании помощи по сохранению и восстановлению лесного фонда Кировской области через агитационную, пропагандистскую и практическую деятельность.

**Проблемы лесовосстановления в Кировской области.** Для того чтобы выявить экологические проблемы лесовосстановления Кировской области,

необходимо выявить все трудности, отклонения, нарушения, существующие в лесной промышленности в целом.

1. Незаконная вырубка лесов, что по сути дела элементарное воровство леса.

2. Вырубка лесов с получением формального разрешения, выявить которую лесным надзорным органам не так просто. Например, это можно делать под видом проведения санитарных работ, рубок ухода, а также рубок для решения производственных, государственных и других задач.

3. Быстро растущая сеть железных и шоссейных дорог. Оказалось, это приносит не только пользу, но и вред, так как стали легкодоступными даже самые труднодоступные лесные уголки, что позволило безнаказанно уничтожать, вырубать и вывозить не только спелую, созревшую древесину, но и совсем молодые и ценные породы деревьев, которые еще не достигли возраста промышленной добычи.

4. Очень быстрый рост городов, так называемое наступление цивилизации на природу. Для этого необходимо еще больше площадей для строительства жилых домов и зданий инфраструктуры. Беспощадно вырубаются и закатываются под асфальт леса, которые находились в непосредственной близости крупных городов. Отрицательно повлиял и развал Советского Союза и тот период, когда в России, в том числе и в Кировской области, создавали новые структуры по охране лесов. Нужно сказать, в этот период наше зеленое богатство оставалось практически без охраны. Разумеется, под каждой сосной лесника не поставишь, но, тем не менее, наличие вооруженной лесной охраны хотя бы частично сдерживало бы так называемых «черных лесорубов».

5. Лесные пожары. Учитывая создавшуюся обстановку, видимо, нам в ближайшие годы полностью защитить лес от пожаров не удастся. О новых причинах и методах борьбы с ними будет сказано ниже. Но, забегая вперед, скажем, например, появилась такая новая опасная практика: чтобы скрыть так называемые улики незаконной вырубки леса, оставшийся порубочный материал просто сжигается, и это зачастую приводит к лесным пожарам, так как такое сжигание никем не контролируется, а сами поджигатели с этого места скрываются.

6. Быстрое развитие цивилизации привело к увеличению бытовых и промышленных отходов, вывозимых из городов, так как имеющиеся полигоны твердых бытовых отходов не успевают принять этот мусор, и все эти отходы стали вываливать просто вдоль лесных дорог, на полянах, в оврагах, а ещё чаще топить в озерах и болотах.

7. Лесные вредители: насекомые. Хотя это проблема, по сравнению с остальными, кажется незначительной, мы все-таки на ней остановимся.

8. Несравненно малы площади восстановленных лесов относительно тех, которые вырублены и уничтожены, то есть, чтобы лес вырос, требуется 30-40 лет, вновь посаженный лес не успевает вырасти.

9. Ошибочное желание покрыть всю территорию деревьями ценных пород, то есть «деловым» лесом», беспощадно уничтожая так называемые бесполезные второсортные растения.

10. Появление и распространение нефоновых и нетипичных растений для Вятской фауны. Некоторые из них даже представляют серьезную экологическую угрозу, например, борщевик. Необдуманно завезенное, это агрессивное растение завоевывает все больше и больше территорий. Наблюдения показали, что это растение очень живучее, и поэтому без труда вытесняет и уничтожает местные не только травянистые, но и древесные культуры. 10 лет тому назад это растение можно было встретить в отдельных местах только на юге, а сейчас оно произрастает во всех районах области.

Перечисленные проблемы приводят к экологическим изменениям.

**Рекомендации:** 1. Чтобы исключить незаконную вырубку лесов необходимо создать или восстановить новую структуру по охране лесов с правами и полномочиями силовой структуры, – например, лесная полиция, которая непосредственно будет заниматься охраной лесных богатств и противостоять отрицательному воздействию на экологию лесов.

2. Сотрудники лесной полиции должны иметь лесохозяйственное образование, тогда им легко будет определить, где на самом деле проводятся рубки ухода и санитарные рубки, а где ведется незаконная рубка, прикрываясь законно полученными порубочными билетами.

3. Для минимизации вреда сети железных и автомобильных дорог и инфраструктур, которые расположены вдоль заправочных станций, гостиниц, автомобильных стоянок, железнодорожных баз и складов, необходимо установить паритет между планом социально-экономического развития региона и сохранением экологически безопасной среды для нормальной жизнедеятельности человека. Так как уже сейчас транспортные артерии представляют угрозу не только тогда, когда случаются аварии с вагонами с опасными, ядовитыми и вредными веществами, но и постоянно оказывают отрицательное воздействие на растущие рядом растения. Уже сейчас нельзя употреблять в пищу грибы и ягоды, растущие в непосредственной близости железных и автомобильных дорог, а также использовать лекарственные растения, так как они аккумулируют токсичные и канцерогенные соединения. Поэтому сейчас необходимо задуматься не только о строительстве новых дорог, но и об увеличении экологичности самих дорог, а также горюче-смазочных материалов, которые используются для транспорта.

4. Расширение городов и строительство зданий – это естественный процесс. На сегодняшний день наши усилия ошибочно направлены на увеличение количества населения, а не на качество жизни, образования и культуры. Как никогда остро стоит вопрос об экологическом образовании. Это хорошо видно при посещении новых микрорайонов. Где когда-то шумел прекрасный лес, в течение года вырастают «каменные леса», от которых до ближайшего парка или до леса можно добраться только на автобусе. Поэтому при планировании строительства необходимо в первую очередь предусмотреть обширные парковые зоны, которые защищали бы население от загазованных оживленных автомобильных трасс, от заводов и фабрик, выбрасывающих в воздух тонны вредных газов и твердых частиц. Так как в черте города площадей под строитель-

ство становится все меньше, а земля все дороже, неудивительно, что выигрывает не зеленый, а «каменный» лес.

5. Лесные пожары – это вопрос очень серьезный, требующий комплексного решения. На первое место нужно ставить экологическое образование и повышение экологической грамотности населения, начиная с дошкольного возраста. Давно замечено: ребенок, который сам посадил дерево, никогда не сломает его, даже став взрослым, разве что при крайней жизненной необходимости. С сожалением нужно отметить, что нам не удалось сохранить ту добрую традицию, которая зародилась еще во времена Советского союза, – школьные лесничества. Во-первых, это была материальная польза для лесного хозяйства и для самих маленьких лесоводов. Во-вторых, самое главное – это было мощное экологическое воспитание населения. В-третьих, это была серьезная профориентация. Впоследствии большинство юных лесоводов становились мастерами леса и лесничими. Ребенок, который сам вырастил лес и понимает, какой это изнурительный труд, никогда не разведет костер на торфяниках, не оставит огонь без присмотра и не бросит горящий окурок, даже будучи взрослым, так как у него глубоко в сознании сидит лозунг: «Лес – наше богатство!»

Необходимо отметить положительный момент: за последние два года ситуация по борьбе с лесными пожарами улучшилась. Лесная пожарная охрана Кировской области получила технику для тушения лесных пожаров. А также Кировский филиал Горьковской железной дороги получил ещё два пожарных поезда, которые приспособлены, в том числе и для тушения лесных пожаров. Таким образом, в Кировской области на постоянном боевом дежурстве находятся более десяти пожарных поездов. Тем не менее, если мы проанализируем карту лесных пожаров за последние три года, с 2010 по 2012 гг., выявляется интересный факт: пожары наблюдаются в одних и тех же районах, очаги располагаются очень близко друг от друга и пожароопасным сезоном является не весна, как мы привыкли считать, а середина лета.

6. Складирование и утилизация полимерных отходов является глобальной экологической проблемой. Полиэтиленовые пакеты и бутылки сейчас можно встретить даже в самых отдаленных уголках Вятского края, а близ населенных пунктов, можно смело сказать, они очень сильно изменили ландшафт. За последние 10 лет особенно сильно пострадали памятники природы. Рядом или чуть подалее от памятников природы выросли огромные горы бытового мусора, особенно упаковочного материала, не подвергающегося разложению. Но есть и положительные примеры: это опыт работы Верхошижемского фанерного комбината, где уже в течение нескольких лет из березового кряжа делают тонкие деревянные листы, впоследствии из которых делается экологически безопасная, быстро разлагающаяся упаковка, которая пользуется большим спросом не только у нас в стране, но и поставляется в европейские страны. Такая упаковка не только абсолютно безвредна для леса, но и полезна, так как через три года превращается в удобрение.

7. Проблема защиты лесов от вредителей сейчас не является острой, правда, после распада Советского союза был период, когда этим вопросом занимались немногие специалисты, так как отсутствовало финансирование. Сей-

час такая работа ведется с применением ядохимикатов, а изъятие из леса отдельных пораженных вредителями деревьев – мероприятие дорогостоящее.

8. Проблема лесовосстановления на сегодняшний день является самой актуальной. Даже не специалисту бросается в глаза, что у нас в области очень сложно найти чистые сосновые боры с полувековыми деревьями и дубравы с мощными стволами, которые не могут обхватить даже несколько человек. Сильно изменился облик Вятского леса, то и дело встречаешь или только что вырубленные деланки со следами мощных тракторов, вывороченными корнями и кучами не до конца сгоревшего порубочного материала, или ровные ухоженные ряды молоденьких сосен и елочек, которым ещё расти да расти. Как утверждают ученые-историки, буквально несколько сотен лет тому назад белка с Уральских гор до Пиренейского полуострова могла добраться по верхушкам деревьев, е спускаясь на землю. Вот какие сплошные леса покрывали Европу! А Вятская земля испокон веков по праву считалась регионом сплошных лесов, это был настоящий медвежий край. Это означает: где когда-то были леса, выросли города, заводы и фабрики, построены дороги, аэродромы, появились карьеры. Площади лесов катастрофически сократились.

9. Лесовосстановительные работы нужно вести постоянно и планомерно, и притом соблюдая главное экологическое требование: где был сосновый лес, там нужно выращивать сосны; где была березовая роща, нужно посадить березовые саженцы, а не сосны и кедр с целью получения экономической выгоды. Также необходимо учитывать почвенный покров и грунтовые воды, так как есть примеры: в некоторых районах молодые саженцы погибли, достигнув двух-трехлетнего возраста, а некоторые сразу после посадки. Причиной тому является не соответствие почвенному покрову, так как многие породы деревьев могут расти только на определенных почвах. Замечательно то, что впоследствии эти породы создают и восстанавливают подходящую им почву; а главное – для природы нет полезных и бесполезных деревьев. Учитывая, что в природе все компоненты взаимосвязаны, очень важно не нарушить экосистему, так как любое отклонение в экосистеме леса рано или поздно повлияет на здоровье человека.

10. Наша экологическая безграмотность довольно часто приводит к плачевным результатам. Например, очень много времени прошло, пока мы осознали, что борщевик представляет угрозу для фауны и флоры Вятского края, например, в Лебяжском, Пижанском, Советском, Котельничском, Верхошижемском районах еще 20 лет назад можно было остановиться в любом месте, углубиться в лес на несколько десятков метров, собирать грибы и ягоды без всякой опаски, а сейчас этого уже не сделаешь, в некоторых местах без защитной одежды через густые заросли борщевика просто невозможно пройти. Некоторые поляны вятских лесов представляют ужасающую картину, где непроходимые кучи мусора покрыты жгучими листьями борщевика, крупными корзинами с семенами. Самое печальное для нас: борщевик продолжает распространяться и завоевывать все больше и больше территорий. Старые методы выкашивания и вытаптывание особого эффекта не дают. Необходимы новые методы.

11. Немалую помощь в сохранении и восстановлении лесного фонда могут оказать обучающиеся общеобразовательных учреждений, воспитанники учреждений системы дополнительного образования через агитационную, пропагандистскую и практическую деятельность.

**Заключение.** Как показывает наблюдение, эколого-географические проблемы лесовосстановления в Кировской области требуют тщательного и всестороннего изучения с целью выработки конкретных предложений не только для отдельных районов, но и для местностей, ландшафтов и урочищ. Это позволит уберечь вятские леса от полного уничтожения.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛАНДШАФТОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ р. САРМА НА ПОБЕРЕЖЬЕ БАЙКАЛА

*И. А. Белозерцева<sup>1</sup>, А. Д. Абалаков<sup>1</sup>, В. В. Дроков<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, belozia@mail.ru*

<sup>2</sup> *Иркутский государственный университет, vladdrok@mail.ru*

Природные, прежде всего, биоклиматические условия Среднего Байкала в районе Приольхонья наиболее контрастны, что обусловлено сложной историей развития природы и современным ландшафтным своеобразием. Здесь находится Приморский (Обручевский) разлом, выраженный на местности крутыми сбросами высотой до 400–500 м.

Побережье оз. Байкал в окрестностях р. Сарма входит в подтаежно-степной пояс, где светлохвойные лиственничные и сосновые леса соседствуют со степными участками (Мартынова, 2011). На выходах коренных пород и скалистых участках побережья встречаются криоксеропетрофитные типчаково-тимьяновые степные группировки, в межгрядных понижениях – комплексы полынно-типчаково-вострецовых и ковыльно-житняковых степей, заслуживающих особой охраны. Здесь произрастают эндемичные и реликтовые растения: первоцвет перистый, остролодочник трехлистный – реликтовый вид, возраст которого составляет около 15 млн. лет и др. Произрастают также редкие, находящиеся под охраной, лекарственные растения, например:

Карагана гривастая *Caragana jubata* (Pallas) Poiret. Уязвимый вид, находящийся под угрозой исчезновения. Реликт неогеновых широколиственных лесов. Основной лимитирующий фактор, способствующий сокращению численности этого вида: сбор растений на лекарственное сырье.

Родиола розовая *Rhodiola rosea* L. Уязвимый вид, находящийся под угрозой исчезновения. Лимитирующий фактор: заготовка корней с лекарственными целями. Около 12% растений Прибайкальского национального парка нуждаются в охране.

Характерным элементом растительности подгорных шлейфов Маломорского побережья являются редкостойные остепненные травяные лиственничники. Низкогорья заняты сосновыми и лиственнично-сосновыми рододендрово-душиевидными бруснично-разнотравными лесами, и вторичными березово-сосновыми и березовыми лесами.

В средних частях склонов Приморского хребта встречаются эндемичные кустарники – кизильники блестящий и Попова, редкий боярышник Максимовича. Темнохвойная тайга (кедровые леса с участием пихты, ели и лиственницы) представлена фрагментарно – в затененных ущельях Приморского хребта. Под их пологом сохранились реликты третичных широколиственных лесов, которые были распространены в регионе 15–20 млн. лет назад: ветреницы енисейская и алтайская, калина обыкновенная, луносемянник даурский и другие.

Во фрагментарно выраженном поясе подгольцовых стлаников и горных тундр Приморского хребта господствуют щебнистые горные тундры в сочетании с путошами и разреженными зарослями кедрового стланика.

В Приольхонье распространены почвы предгорных сухих степей. Формирование сухостепных ландшафтов с каштановыми почвами связано с аридной горной зональностью (положением в дождевой тени). Сопутствующими почвами являются южные черноземы и дерновые остепненные.

Недостаток атмосферного увлажнения усугубляется здесь высокой водопроницаемостью древесисто-суглинистых почвогрунтов. По характеру увлажнения территория близка к таковой сухой степи Казахстана, а по теплообеспеченности – к средней тайге Якутии. Следствие экстремальных почвенно-климатических условий – низкая биопродуктивность. Агроэкосистемы здесь находятся в кризисном состоянии, почвенно-растительный покров деградирует.

В последнее время антропогенная нагрузка на ландшафты Приолохонья с каждым годом увеличивается. На побережье оз. Байкал находятся десятки туристических баз. Также развит «дикий» туризм. Туристы располагаются на побережье в палатках и за загрязнение территории не несут никакой ответственности.

В таблице представлены результаты химического анализа почв по профилю от Сарминского гольца на Приморском хребте до озера Байкал. Выявлено, что содержание Mn, Ni, Co, Cr в почвах около туристических баз на берегу оз. Байкал превышает предельно допустимые нормы в 4; 2; 1,2; 1,4 раз, соответственно. Повышенные содержания свинца выявлено около Сарминских гольцов на Лининской туристической тропе, превышающее ПДК в 2 раза.

Таблица

## Макро-микроэлементы в почвах Приольхонья

Местоположение	Растительность	Почва	Горизонты	Fe	Ca	Mg	Ti	Mn	Ba	Sr	Cu	Ni	Co	Cr	V	Pb
				%					мг/кг							
Ланинская туристическая тропа, подгольцовый пояс	Кедровый стланик с карликовой березой	Подзолы	Ad	4,1	0,6	0,6	6,1	0,10	575	214	54	55	9	82	75	<b>61</b>
			E	3,6	0,2	0,4	7,5	0,07	330	168	12	33	4	63	63	14
			Bfe	6,2	0,2	0,5	9,9	0,07	458	198	21	55	6	83	100	14
Ланинская туристическая тропа, горная тайга, около зимовья	Лиственничник с карликовой березой багульниково-моховый	Торфянисто-пергнойно-глеевая пирогенная	Ap	4,7	0,3	1,0	3,9	0,11	1159	147	105	62	19	61	61	13
			Bg	7,1	0,5	0,2	5,5	0,16	1349	164	126	64	22	103	115	11
Ланинский ручей, предгорье, туристическая тропа	Ельник зеленомошный	Торфянисто-пергнойная	At	3,9	6,1	0,1	3,6	0,17	829	233	41	78	29	116	41	32
Комплекс турбаз на берегу оз. Байкал	Полынно-типчакОВО-вострЕЦОВАЯ степь	КаштанОВАЯ	Ad	1,9	1,6	0,8	3,3	0,11	331	174	13	20	5	55	37	23
Территория летнего спортивного лагеря на берегу оз. Байкал	ТипчакОВО-тимьянОВАЯ степь	Чернозем маломощный	A	2,6	1,6	0,9	6,1	0,11	338	180	16	31	7	64	46	25
			Bca	5,1	4,1	1,8	5,8	<b>0,60</b>	478	349	62	<b>128</b>	<b>59</b>	<b>111</b>	78	19
Сарминское ущелье, туристическая тропа	Ковыльно-жИтьЯнКОВАЯ степь	КаштанОВАЯ	Ad	5,1	8,6	2,2	5,5	<b>0,31</b>	485	275	79	<b>107</b>	25	<b>137</b>	97	23
Кларк по А. П. Виноградову для литосферы				4,7	3,0	1,9	0,5	0,01	700	340	47	58	18	83	90	16
Кларк по А. П. Виноградову для кислых пород				2,7	1,6	0,6	0,2	0,06	800	300	20	8	5	25	40	20
ОДК и ПДК для почв (Нормативные ..., 2000; Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06, 2006 и др.)				-	-	-	-	0,15	-	-	66 132	32 65	50	75 100	150	32

В целях недопущения ухудшения экологической ситуации в Приольхонье требуется тщательный комплексный анализ природной среды, постоянный мониторинг химического состава вод и почв.

#### Литература

Виноградов А. П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 236 с.

Мартынова Н. А. Экскурсия по окрестностям долины р. Сарма – притока Байкала // Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем. Путеводитель экскурсии III Межд. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию кафедры почвоведения ИГУ / отв. ред. Г. А. Воробьева. Иркутск: ОТ «Перекресток», 2011. С. 46–50.

Нормативные документы Государственного комитета по охране окружающей среды Иркутской области Госкомэкологии России. Иркутск, 2000. 31 с.

Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2042-06, 2006.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06, 2006.

Kloke A. Richtwerte 80. Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturboden // Ibid. 1980. Н. 1–3.

Timmermann F., Scholl W. Nutzen und Risiken der landwirtschaftlichen Verwertung von Klarschlämmen und Siedlungskomposten // VDLUFA-Schriftreihe, Kongressband. 1987. S. Н. 23. S. 1–24.

### **ГОРА БАЙРАМ-ТАУ КАК ВОЗМОЖНЫЙ ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ И ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ, СВЯЗАННОГО С ИМЕНЕМ С. Т. АКСАКОВА**

*Э. Н. Харрасова<sup>1</sup>, С. Р. Гарипова<sup>2</sup>, С. Т. Гарипова<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup> МБОУ лицей № 153, г. Уфа*

*<sup>2</sup> Башкирский государственный университет,*

*Elmira\_harrasova@rambler.ru, garisveta@rambler.ru*

Имя великого русского писателя С. Т. Аксакова крепкими узами связано с башкирской землей. Он родился в нашем крае, тут провел свои ранние годы. С детства восхищенный красотой родной природы, Сергей Тимофеевич воспел её на страницах своих книг. В них он рисовал словесные «портреты» обитателей её лесов, рек, изображал их особенности, повадки с большой силой поэтической выразительности. Страстная влюбленность писателя в окружающий мир, его пылкий ум, владение тайной родного языка нашли отражение в таких его произведениях, как очерк «Буран», «Записки об уженье рыбы», «Семейная хроника», «Детские годы Багрова-внука» и др.

В республике чтят память о замечательном мастере слова, прикасаясь к его творческому наследию, обращаясь к жизненному пути, гордятся знаменитым земляком. На исторической родине Сергея Тимофеевича в 1991 г. открыт Мемориальный дом-музей С. Т. Аксакова, с 1992 г. существует Аксаковский фонд (Башкирское региональное отделение Международного фонда славянской

письменности и культуры). Как объекты историко-культурного наследия в Уфе охраняются памятники архитектуры середины XVIII века и начала XX века – здания Мемориального дома-музея С. Т. Аксакова и Башкирского государственного театра оперы и балета (Аксаковский народный дом).

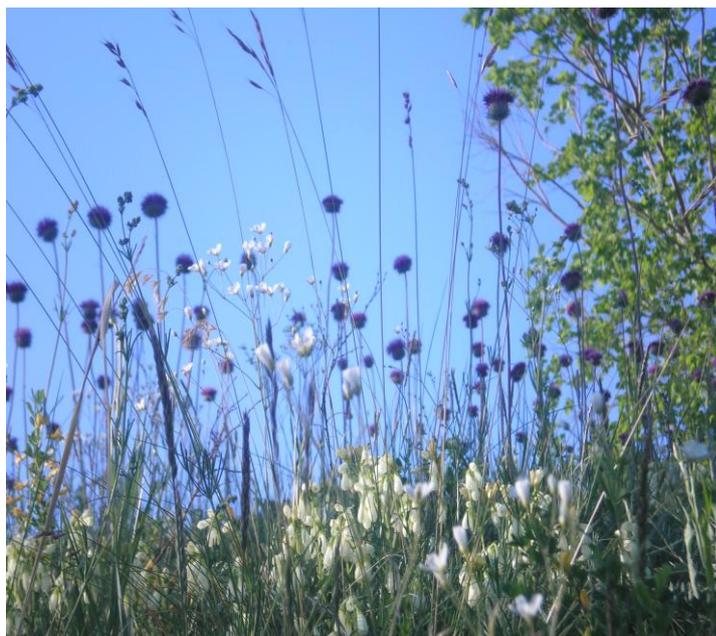
С именем С.Т. Аксакова в Башкортостане связаны не только памятники архитектуры, но и природные территории. Т. Петрова и Г. Кузина, авторы недавно изданного литературно-краеведческого путеводителя «Золотое кольцо Аксаковского Поволжья», отмечают, что аксаковские места – это «не только родовые земли и места», где жил и бывал писатель, «это и места, по которым приходилось проезжать во время долгих переездов из одного имения в другое, это и огромные пространства «охотничьих угодий» С. Т. Аксакова, исхоженные им в поисках дичи...» (Аксаковская земля, 2013).

Об одном из таких удивительных мест хочется рассказать подробнее. В автобиографической повести С.Т. Аксакова «Семейная хроника» мы находим его описание. «В двадцати девяти верстах от Уфы по казанскому тракту, на юго-запад, на небольшой речке Узе, впадающей в чудную реку Дему, окруженная богатым чернолесьем лежала татарская деревушка Узы-Тамак, называемая русскими Алкино, по фамилии помещика; в роскошной долине в живописном беспорядке теснилась эта деревушка на подошве горы Байрам-тау, защищавшей ее от севера; на запад возвышалась другая гора, Зеин-тау, а на юго-восток текла речка Уза, покрытая мелким лесом; цветущие поляны дышали благовонием трав и цветов, а леса из дуба, липы, ильмы, клену и всяких других пород чернолесья, разрежая воздух, сообщали ему живительную силу». Сюда, в эти места привозит отец Сережи Багрова свою тяжелобольную жену «желтую, худую, одним словом сказать, тень прежней Софьи Николаевны; с ними поехал друг – доктор Авенариус». Затем С. Т. Аксаков рассказывает, как природа этого удивительного места и назначенный доктором курс кумысолечения воздействовали на здоровье больной: «Воздух, кумыс, сначала в малом количестве, ежедневные прогулки в карете ... в чудные леса, окружавшие деревню..., леса, где лежала больная целые часы в прохладной тени на кожаном тюфяке и подушках, вдыхая в себя ароматный воздух,... а затем и верховая езда в «душистых полевых лугах» сделали свое дело. «Через две, три недели она встала и могла уже прохаживаться сама», а через два месяца благодаря прописанной доктором верховой езде, усиленному питанию и кумысолечению, «она поздоровела, пополнела, и яркий румянец заиграл на ее щеках».

История, описанная С. Т. Аксаковым, не удивительна. В век отсутствия современных антибиотиков человек мог излечиться от тяжелых недугов, прибегая к целительным природным источникам: свежий воздух, кумыс, движение, здоровое питание. Не случайно именно в этой местности через полтора века появились санаторий Юматово и детский санаторий Алкино климатологического и кумысолечебного направления.

Эти места, так художественно описанные С. Т. Аксаковым, мы знаем не понаслышке. Вот уже три поколения нашей семьи проводят все летнее время здесь на даче. Однажды, взяв в руки повесть «Семейная хроника», мы поразились, как удивительно точно и подробно описал автор хорошо знакомую нам

местность, ее можно узнать даже спустя полтора века. Есть населенный пункт Алкино, существует трасса «казанский тракт», речка Уза, как раз в этих местах поворачивающая на юго-восток перед впадением в Дему. Сюда и сегодня предпочитают ходить за уловом местные рыбаки. Но названий Байрам-тау и Зеин-тау, упомянутых в художественном произведении, нет на современной карте. Нам пришла идея, опираясь на описание в литературном источнике, узнать эти аксаковские места и обозначить их на схеме данной местности. Изучив внимательно доступные карты и космические снимки в Интернете, мы поняли, что любимое место наших прогулок, названное нами Горой ящериц, это и есть описанная Аксаковым гора Байрам-тау. С этой возвышенности видны простирающиеся до горизонта голубые дали во всех направлениях. В мае-июне здесь высокое разнотравье, множество насекомых и птиц, а блестящие юркие ящерицы – царицы этой страны. У подножия этой горы расположена конеферма, поставляющая кумыс обоим санаториям. То и дело можно было наблюдать, как стремительно проносится, качая гривами, по обширным просторам табун лошадей. Один день отдыха, проведенный в этих красотах, действительно, наполняют живительной силой человека, возвращая ему любовь и успокоение, идущие от соприкосновения с природой...



Но в последние 5 лет нагрузка на окружающую среду в этих местах резко возросла в связи с появлением нескольких поселков малоэтажного строительства. Бывшие здесь еще 10 лет назад «душистые полевые луга» исчезают под селитебной зоной. А «чудесные леса» в пойме Демы с сохранившимися многовековыми деревьями в три обхвата страдают от варварского с ними обращения приезжих. Свидетельством тому являются обнаруженные нами «пещерные» ивы с зияющей сердцевинкой, которую выжгли на живом дереве ради забавы на шашлыки, приехавшие сюда на берег из города отдыхающие. Бывшая когда-то удивительная по своей природе и целебности воздействия территория, стала превращаться в свалку отходов и пустошь с деградирующей растительностью, а отдельные еще сохранившиеся участки, мало затронутые антропогенным воздействием, тают с каждым годом из-за увеличивающейся селитебной нагрузки на среду. Живущие здесь люди и посещающие эти места отдыхающие даже и не подозревают об историко-культурной и эколого-биологической ценности этой местности, которую необходимо бережно охранять.



Нынешнее состояние аксаковских мест в республике, вследствие хозяйственной деятельности людей, очень плачевное. Отношение к ним свидетельствует о болезненном состоянии общества – его нравственной деградации. Единственный способ сберечь уникальную территорию – придать ей статус памятника природы. Для того чтобы передать потомкам доставшееся нам от предшествующих поколений природное и культурное достояние, необходимо организовать здесь экологическую тропу, устроить филиал музея С. Т. Аксакова и рассказать историю, которая, послужила основанием для организации здесь двух санаториев.

#### **Литература**

Аксаков С. Т. Семейная хроника. Уфа: Китап, 2005.  
Аксаковская земля. Уфа, 2013. 302 с.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ ТЕРРИТОРИИ БЛИЗ пос. АЛКИНО ЧИШМИНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН С ЦЕЛЬЮ ПРИДАНИЯ ЕМУ ПРИРОДООХРАННОГО СТАТУСА**

*Л. Р. Галлямова, С. Р. Гарипова*  
*Башикирский государственный университет,*  
*garisveta@rambler.ru, khabirovrim@mail.ru*

Целью экологического аудита территорий является выявление наиболее благоприятных территорий обитания человека для содействия их сохранению и управлению в соответствии с положениями концепции устойчивого развития (Баранникова, 2008). В трех км от трассы Уфа – Самара и в двух км от железнодорожной станции Алкино в Чишминском административном районе Республики Башкортостан (РБ) между дер. Алкино и Ново-Михайловка нами был обнаружен холмистый участок с сохранившейся богатой дикой растительностью и открывающий обзор во всех направлениях. Эта местность была выбрана нами для изучения в связи с ее описанием в автобиографической повести С.Т. Аксакова «Семейная хроника». В деревню Алкино привезли тяжело больную мать писателя, где она вылечилась благодаря пребыванию на природе и употреблению кумыса. Не случайно спустя полтора века именно здесь появилось два санатория: в 6 км от обозначенного места – «Юматово» и в 1 км «Алкино». Оба санатория используют в качестве главного направления оздоровления кумысолечение. Однако в последние 5 лет обширные территории, используемые ранее для выпаса лошадей и для выращивания кормовых трав, освоены в селитебную зону дачных и коттеджных поселков. Это существенно сократило кормовую базу коневодства, уменьшило ландшафтную привлекательность санаторно-курортной зоны и вызвало многократное усиление нагрузки на окружающую среду. Живописные еще несколько лет назад места стали превращаться в несанкционированные свалки бытового и строительного мусора. Возникла реальная угроза исчезновения уникального уголка природы, запечатленного великим писателем.

Для сохранения и защиты территории от неправильной эксплуатации была поставлена цель работы: провести экологический аудит территории холмистого участка близ дер. Алкино с целью придания ей статуса памятника природы. Согласно статье 25 из ФЗ «Об ООПТ», памятники природы – это уникальные, невозполнимые, ценные в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношении природные комплексы, а также объекты естественного и искусственного происхождения. Выбранная нами территория обладает историко-культурной ценностью в связи тем, что она подробно описана в произведении С. Т. Аксакова. Для определения ботанической ценности территории и степени ее нарушенности были поставлены задачи: охарактеризовать биоразнообразие растений на наиболее сохранившемся от хозяйственного использования холмистом участке; определить наличие видов, занесенных в Красную книгу РБ; классифицировать степень пастбищной дигрессии, выявить на территории несанкционированные свалки и другие нарушения.

Объектом исследования была выбрана возвышенность с географическими координатами: 54° 37' 51.14" с.ш. 55° 35' 57.78" в.д. На исследуемой территории было заложено 5 пробных площадок размером 100 м<sup>2</sup>. Участие вида в растительном покрове оценивалось по шкале Браун-Бланке (Миркин, Наумова, 2001). Пастбищная дигрессия определялась на основании флористического состава, видового богатства и данным экологических шкал (Раменский и др., 1956; Юнусбаев, 2001).

В результате проведенного исследования на пяти площадках было обнаружено 50 видов растений из 20 семейств. Из них 3 вида растений значатся в списке редких и исчезающих видов, занесенных в Красную книгу РБ. К ним относятся: Копеечник крупноцветковый *Hedysarum grandiflorum* Pall. (*Fabaceae*); Ковыль перистый – *Stipa pennata* L., Ковыль красивейший – *Stipa pulcherrima* K. Koch. (*Poaceae*). Виды принадлежат к 3-й категории статуса редкости (R) – редкие виды (подвиды): таксоны, представленные небольшими популяциями, которые в настоящее время не находятся под угрозой исчезновения и не являются уязвимыми, но рискуют стать таковыми. Эти таксоны обычно распространены на ограниченной территории или имеют узкую экологическую амплитуду, либо рассеянно распространены на значительной территории (Красная книга Республики Башкортостан, 2001).

Среди степей республики различают несколько вариантов: типичные, разнотравно-ковыльные степи с *Stipa pennata*, *S. tirsia*, *S. zalesskii*, их более южный вариант – с мелкими ковылями (*Stipa lessingiana*, *S. sareptana*) и северный вариант с луговым разнотравьем (Ямалов и др., 2010). Растительность исследуемой территории относится к сообществу луговой разнотравно-ковыльной степи.

Встречаемость видов по всей изучаемой территории наиболее полно прослеживается по таблице постоянства видов. В практике флористической классификации для разделения видов по постоянству на три группы приняты следующие пороги: более 60% – высокого постоянства, 60 – 20% – среднего, менее 20% – низкого (Миркин, Наумова, 2001). В таблице постоянства видов, приведен список видов с проективным покрытием в каждом из описаний, число постоянства видов по всей территории.

Таблица

**Таблица постоянства видов (С)**

Виды растений	Номер описания					С
	1	5	2	4	3	
Покрытие в баллах						
Группа видов высокого постоянства						
<i>Festuca pseudovina</i>	+	2	1	2	3	100
<i>Stipa pennata</i>	3	2	3	1	–	80
<i>Hieracium umbellatum</i>	+	+	+	+	–	80
<i>Koeleria cristata</i>	2	–	2	2	2	80
Группа видов среднего постоянства (60–40%)						
<i>Festuca pseudovina</i>	2	–	2	–	3	60
<i>Artemisia sericea</i>	–	+	+	–	+	60

Виды растений	Номер описания					С
	1	5	2	4	3	
<i>Asparágus officinális</i>	+	1	r	–	–	60
<i>Gypsophila altissima</i>	+	+	r	–	–	60
<i>Eremogone longifolia</i>	+	–	+	+	–	60
<i>Thalictrum foetidum</i>	+	–	r	+	–	60
<i>Filipéndula stepposa</i>	+	+	–	+	–	60
<i>Astragalus danicus</i>	+	+	–	+	–	60
<i>Galium verum</i>	+	+	–	–	+	60
<i>Inula hirta</i>	+	+	+	–	–	60
<i>Fragária virídís</i>	–	1	1	4	–	60
<i>Trifolium montanum</i>	–	1	+	–	1	60
<i>Onosma simplicissima</i>	+	–	–	+	–	40
<i>Thýmus marschallianus</i>	1	–	–	+	–	40
<i>Salvia stepposa</i>	+	+	–	–	–	40
<i>Caragana frutex</i>	1	–	–	–	3	40
<i>Campánula sibírica</i>	+	+	–	–	–	40
<i>Genísta tinctoría</i>	+	–	+	–	–	40
<i>Galatella punctata</i>	+	–	–	+	–	40
<i>Stipa pulcherrima</i>	1	2	–	–	–	40
<i>Ephedra distachya</i>	–	+	+	–	–	40
<i>Centaurea scabiósa</i>	–	–	–	+	+	40
<i>Clausia aprica</i>	–	–	+	+	–	40
<i>Agrimónia eupatória</i>	–	+	+	–	–	40
<i>Eryngium planum</i>	+	+	–	–	–	40
<i>Oxytropis pilosa</i>	–	–	+	–	1	40
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	–	+	–	–	+	40
<i>Hedysarum grandiflorum</i>	–	–	+	r	–	40
<i>Polygala sibírica</i>	–	+	+	–	–	40
<i>Euphorbia subcordata</i>	–	r	–	+	–	40
<i>Láthyrus praténsis</i>	–	+	–	+	–	40
<i>Stipa capillata</i>	+	–	–	1	–	40
<i>Scorzonera austriaca</i>	–	+	+	–	–	40
<i>Scorzonera purpurea</i>	–	–	–	+	+	40
<i>Spiraea crenata</i>	–	+	–	–	+	40
<i>Oxytropis spicata</i>	–	+	–	–	+	40
<i>Phlómis tubérosa</i>	–	+	–	–	+	40
Группа видов низкого постоянства						
<i>Medicago falcate</i>	+	–	–	–	–	20
<i>Adonis vernalis</i>	–	+	–	–	–	20
<i>Allium strictum</i>	–	–	–	r	–	20
<i>Plantago urvillei</i>	–	–	–	+	–	20
<i>Galium album</i>	–	–	–	+	–	20
<i>Verónica spicáta</i>	–	–	+	–	–	20

Виды растений	Номер описания					С
	1	5	2	4	3	
<i>Vincetóxicum stepposum</i>	–	–	+	–	–	20
<i>Tragopógon dúbius</i>	–	+	–	–	–	20
<i>Euphorbia subcordata</i>	–	–	+	–	–	20
<i>Verbáscum thápsus</i>	–	+	–	–	–	20

По наличию видов-индикаторов прослеживается, что видовое состояние 4-го описания относится к 3–4 стадии пастбищной дигрессии – средняя антропогенная нагрузка (выпас), (II – сенокосная стадия); виды в 3-м описании свидетельствуют о сильной нагрузке – 5 стадия пастбищной дигрессии (III полупастбищная стадия). Остальные описания – сообщества видов развитых луговых степей.

На территории холма обнаружены несколько несанкционированных свалок общей площадью не менее 100 м<sup>2</sup>. Часть холма, наиболее богатая краснокнижными видами, с восточной стороны разрыта экскаваторами и бульдозерами. Южная часть холма занята деревенским кладбищем. Оставшийся участок луговой степи, редкой для пригородной зоны Уфы, рискует исчезнуть в ближайшее время, если не принять меры для его охраны.

Важность создания памятника природы на этой территории очевидна, так как она обладает уникальной сохранившейся флорой, историко-краеведческим значением, и в целом создание ООПТ на муниципальном, либо региональном уровне повышает экологическую устойчивость территории региона.

Авторы благодарят к.б.н. А.В. Баянова за консультации при проведении геоботанических описаний и определении видов.

### Литература

Баранникова Ю. А. Экологический аудит территории – многофункциональный инструмент территориального планирования // Территория и планирование, 2008. № 6. С. 39–40.

Красная книга Республики Башкортостан. Т. 1. Редкие и исчезающие виды высших сосудистых растений. Уфа: Китап, 2001. 280 с.

Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Соломещ А. И. Современная наука о растительности. М.: Логос, 2001. 264 с.

Раменский Л. Г., Цаценкин И. А., Чижиков О. Н., Антипин Н. А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 472 с.

Федеральный закон от 14 марта 1995 года № 33 «Об особо охраняемых природных территориях» // Охрана окружающей среды. Экологическая безопасность. Сб. законодательных и правовых актов в области охраны окружающей среды, экологической безопасности. Уфа, 2009.

Юнусбаев У. Б. Оптимизация нагрузки на естественные степные пастбища Саратов: Изд-во «Научная книга», 2001. 48 с.

Ямалов С. М., Мулдашев А. А., Баянов А. В. Флористическая и географическая дифференциация настоящих и луговых степей Южного Урала // Вопросы степеведения. Оренбург, 2010. С. 140–145.

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ, ПЛАНИРУЕМЫХ ДЛЯ ПРИСОЕДИНЕНИЯ К НАЦИОНАЛЬНОМУ ПАРКУ «ЮГЫД ВА»

*Ю. В. Гудовских<sup>1</sup>, Н. Ю. Егорова<sup>2</sup>, Т. Л. Егошина<sup>2</sup>, Н. И. Катаргина<sup>1</sup>,  
Т. А. Ковригина<sup>2</sup>, Е. А. Лугинина<sup>2</sup>, А. Н. Ляпунов<sup>3</sup>, С. И. Оботнин<sup>2</sup>,  
М. С. Пережогина<sup>1</sup>, В. Н. Сулейманова<sup>2</sup>, Е. С. Тужаров<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup> Вятская государственная сельскохозяйственная академия,*

*<sup>2</sup> ГНУ ВНИИ охотничьего хозяйства и звероводства*

*им. проф. Б. М. Житкова, etl@inbox.ru,*

*<sup>3</sup> КОГОбУ СОШ «Кировский центр дистанционного образования»*

На фоне все возрастающего антропогенного влияния на биологические системы сохранение биологического разнообразия выступает одной из ведущих задач, решение которых позволит мировому сообществу перейти к устойчивому развитию. Сохранение и изучение биологического разнообразия наиболее эффективно осуществляется в системе ООПТ, объектами охраны в которой являются как отдельные виды, так и сообщества и их комплексы.

На огромных территориях, как правило, лучше сохраняется биологическое разнообразие, они создают буферный эффект против неблагоприятного влияния антропогенных факторов и воздействия стихийных сил. Им в меньшей степени грозит процесс «изнашивания» резервата. Таким образом, территория выступает как серьезный экологический фактор: чем она обширнее, тем с меньшей вероятностью все ее части будут подвергаться одним и тем же типам угроз с увеличением размеров ООПТ усиливается их природоохранный эффект.

Поэтому расширение территории национального парка «Югыд ва» за счет вновь присоединяемых участков, имеющих уникальные природные объекты, является необходимой мерой сохранения биоразнообразия национального парка и объекта всемирного природного наследия Девственные леса Коми.

Для этой цели в состав национального парка «Югыд ва» предполагается включить участки Усть-Войского, Щугорского, Подчерского и Еремеевского участков лесничеств, общей площадью около 183 тыс.га.

Включение указанных территорий в состав национального парка (НЦ) было рекомендовано мониторинговой Миссией Центра всемирного наследия и Международного союза охраны природы (МСОП), которая была осуществлена с 3 по 11 октября 2010 г. по решению 34.СОМ 7В.25 Комитета Всемирного наследия на объект Всемирного наследия ЮНЕСКО «Девственные леса Коми».

Участки расположены на западных склонах Северного Урала. Проектируемая территория находится непосредственно по границам НЦ «Югыд ва» и представлена комплексом уникальных экосистем старовозрастных темнохвойных низинных, предгорных и горных лесов с включением экосистем верховых и переходных болот, прибрежных лугов, горных тундр. Включение проектируемых участков в состав НЦ «Югыд ва» приведет к повышению общего уровня охраны природы на прилегающей к национальному парку территории. Присоединяемые участки, связывая и дополняя национальный парк, выступают как

одни из важных элементов экокаркаса, предназначенного для охраны комплекса уникальных экосистем НЦ «Югыд ва» и ГПЗ «Печоро-Илычский».

В полевой сезон 2013 г. проведено комплексное экологическое обследование территорий, предполагаемых к включению в состав НП «Югыд ва». Описание растительности и выявление таксономического разнообразия растений проводили общепринятыми методами (Ипатов, 1998, Методы..., 2002). Латинские названия видов растений приведены согласно сводке С. К. Черепанова (1995). Изучение различных групп животных проводилось на пеших и водных маршрутах, общей протяжённостью более 300 км с использованием как общепринятых, так и специфических методов исследований (Ануфриев, Бобрецов, 1996; Наумов, 1955). В работе использованы также материалы и сведения, любезно предоставленные ГБУ РК, ТФИ РК, МПР РК, за что авторы выражают им искреннюю благодарность.

На исследуемой территории наиболее типичны зеленомошные и травяно-зеленомошные еловые леса, которые приурочены к увалам (пармам), склонам речных долин. Основной породой лесных фитоценозов является ель сибирская (*Picea obovata*), как примесь присутствует береза пушистая (*Betula pubescens*) и сосна сибирская (*Pinus sibirica*). Видовой состав травяно-кустарничкового яруса водораздельных лесов включает около 20 видов растений. Доминируют кустарнички: черника (*Vaccinium myrtillus*), брусника (*V. vitis-idaea*), голубика (*V. uliginosum*), водяника (*Empetrum nigrum*); из травянистых растений наиболее обычны золотая розга (*Solidago virgaurea*), ожика волосистая (*Luzula pilosa*), мятлик лесной (*Poa silvicola*), кислица (*Oxalis acetosella*), хвощ лесной (*Equisetum sylvaticum*) и др. Мохово-лишайниковый покров хорошо развит и сформирован зелеными мхами (доминируют *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Polytrichum commune*). На участках с повышенным увлажнением доминируют сфагновые мхи (*Sphagnum girgensohnii*, *S. angustifolium*, *S. cuspidatum*).

К нижней части склонов водораздельных хребтов приурочены еловые леса травяного типа. Для них характерно преобладание в травостое высокотравья: борца северного (*Aconitum septentrionale*), золотарника обыкновенного (*Solidago virgaurea*), сныти обыкновенной (*Aegopodium podagraria*), горца змеиноного (*Polygonum bistorta*) и таволги вязолистной (*Filipendula ulmaria*). Из злаков распространены: вейник незамечаемый (*Calamagrostis neglecta*), вейник пурпурный (*Calamagrostis purpurea*), кострец безостый (*Bromopsis inermis*), овсяница альпийская (*Festuca alpina*), и др.

Лесные фитоценозы перемежаются с верховыми пушицево-кустарничково-сфагновыми болотами, с влажным сфагнумом, нередко встречается клюква. Доминирующие виды: пушица многоколосковая (*Eriophorum angustifolium*) и влагалищная (*Eriophorum vaginatum*), осока чёрная (*Carex nigra*), осока шаровидная (*Carex globularis*), осока острая (*Carex acuta*), осока двудомная (*Carex dioica*), осока пузырчатая (*Carex vesicaria*). На болотах и болотистых участках леса произрастают: голубика (*Vaccinium uliginosum*), водяника чёрная (*Empetrum nigrum*), княженика (*Rubus arcticus*), клюква болотная (*Oxycoccus palustris*).

В предгорной части преобладают зеленомошные, лишайниково-зеленомошные, чернично-зеленомошные леса, в горно-лесном поясе – кедрово-еловые, березово-еловые кустарничковые лишайниковые и зеленомошные редколесья. Кустарниковую растительность редколесий формируют ива лапландская (*Salix lapponum*), шиповник иглистый (*Rosa acicularis*). В травяно-кустарничковом ярусе преобладают черника, голубика, брусника, водяника, арктоус альпийский (*Arctous alpina*). В мохово-лишайниковом покрове доминируют лишайники родов *Cladonia*, *Cetraria*, *Flavocetraria*, *Alectoria ochroleuca*, мхи рода *Polytrichum*, а также *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *H. pyrenaicum*.

Выше границы леса распространены ерники, в которых обычны карликовая береза (*Betula nana*), ивы, арктоус альпийский в самых высоких точках – горные тундры и курумники с преобладанием в травяно-кустарничковом ярусе карликовой березы, немногочисленных видов сосудистых растений, таких как горец змеиный (*Polygonum bistorta*), чемерица Лобеля (*Veratrum lobelianum*), лишайников из родов кладина и кладония, некоторых видов зеленых мхов.

На участках бечевников, удаленных от уреза воды, формируются разнотравные луга, среди которых наиболее распространены кровохлебково-злаковые. Видами, слагающими травяной покров, являются кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis*), лук-скорода (*Allium choenoprasum*), вейник пурпурный (*Calamagrostis purpurea*), кострец безостый (*Bromopsis inermis*), василистник малый (*Thalictrum minus*), таволга вязолистная (*Filipendula ulmaria*), бодяк разнолистный (*Cirsium heterophyllum*), чемерица Лобеля, гвоздика пышная (*Dianthus superbus*) и др.

Прибрежноводная растительность представлена такими видами как белокопытник холодный (*Petasites frigidus*), незабудка болотная (*Myosotis scorpioides*), белозор болотный (*Parnassia palustris*), очанка финская (*Euphrasia fennica*), жерушник болотный (*Rorippa palustris*).

По результатам рекогносцировочного обследования во флоре исследуемых территорий выявлено 227 видов растений из 52 семейств. В систематической структуре флоры преобладают семейства: *Poaceae* (30 видов), *Rosaceae* (13 видов), *Asteraceae* (26 видов), *Cyperaceae* (12 видов), *Ranunculaceae* (10 видов). На долю моновидовых семейств приходится 17 видов. Флора присоединяемых участков имеет смешанный характер и несет в себе элементы европейской и азиатской флоры с преобладанием бореальной, арктической и голарктической.

Во флоре исследуемых территорий выявлено 17 видов растений, занесенных в Красную книгу Республики Коми (2009), – сосна сибирская (*Pinus sibirica*), пион уклоняющийся (*Paeonia anomala*), родиола розовая (*Rhodiola rosea*), кипрей даурский (*Epilobium davuricum*), кипрей горный (*Epilobium montanum*), астра альпийская (*Aster alpinus*), прострел раскрытый (*Pulsatilla patens*), кострец Пампелла (*Bromopsis pumPELLIANA*), бодяк девясилевидный (*Cirsium helenioides*), девясил иволистный (*Inula salicina*), душица обыкновенная (*Origanum vulgare*), ветреница пермская (*Anemonastrum biarmiense*), вздутоплодник мохнатый (*Phlojodicarpus villosus*), полынь северная (*Artemisia borealis*), много-

рядник копьевидный (*Polystichum lonchitis*), полынь шелковистая (*Artemisia sericea*), телиптерис болотный (*Thelypteris palustris*), среди которых 3 вида Красной книги России (2008): сосна сибирская (*Pinus sibirica*), родиола розовая (*Rhodiola rosea*), астра альпийская (*Aster alpinus*).

Фауна исследуемой территории носит таежный характер. Ихтиофауна не богата, но включает в себя очень ценные и редкие виды: сёмга (*Salmo salar*), европейский хариус (*Thymallus thymallus*), обыкновенная щука (*Esox lucius*), налим (*Lota lota*), речной голец (*Phoxinus phoxinus*), обыкновенный подкаменщик (*Cottus gobio*). Земноводные территории представлены 3 видами (сибирский углозуб (*Salamandrella keyserlingii*), лягушки остромордая (*Rana arvalis*) и лягушка травяная (*Rana temporaria*). На территории НП «Югыд Ва» обитает только один вид пресмыкающихся – ящерица живородящая (*Lacerta vivipara*). В составе орнитофауны преобладают гнездящиеся виды (139 видов). На зимовку остается 37 видов птиц. Наиболее массово представлены отряды *Passeriformes*, *Charadriiformes*, *Anseriformes*, *Falconiformes*, *Strigiformes*.

На обследованной территории обитает 40 видов млекопитающих, среди которых преобладают представители отрядов *Insectivora*, *Rodentia*, *Carnivora*. К особо ценным в хозяйственном отношении видам относятся: бурый медведь (*Ursus arctos*), соболь (*Martes zibellina*), речная выдра (*Lutra lutra*), рысь (*Lynx lynx*), лось (*Alces alces*), северный олень (*Rangifer tarandus*).

К редким и нуждающимся в охране относятся 7 видов животных: обыкновенный подкаменщик (*Cottus gobio*), скопа (*Pandion haliaetus*), орлан-белохвост (*Haliaeetus albicilla*), серый журавль (*Grus grus*), коростель (*Crex crex*), дупель (*Gallinago media*), северный олень (*Rangifer tarandus*).

Обследование показало, что присоединяемые к национальному парку территории обладают высоким уровнем биоразнообразия, характеризуются уникальностью природных комплексов.

#### Литература

- Ануфриев В. М., Бобрецов А. В. Амфибии и рептилии. СПб., 1996. 130 с.  
Красная книга Республики Коми. Сыктывкар, 2009. 721 с.  
Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Гл. ред. кол. Ю. П. Трутнев и др.; сост. Р.В. Камелин и др. М., 2008. 855 с.  
Ипатов В. С. Описание фитоценоза. Методические рекомендации. СПб., 1998. 93 с.  
Методы изучения лесных сообществ». СПб., 2002. 240 с.  
Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб: Мир и семья, 1995. 991 с.

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ООПТ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВАНИИ МАТЕРИАЛОВ ИНВЕНТАРИЗАЦИОННОЙ РЕВИЗИИ

*О. Н. Пересторонина, Е. А. Домнина,  
С. В. Шабалкина, Н. П. Савиных, Н. Д. Охорзин  
Вятский государственный гуманитарный университет,  
botany@vshu.kirov.ru*

В связи с нарастающими темпами научно-технического прогресса все острее встают вопросы охраны природы, рационального использования ее богатств и бережного к ней отношения. Одной из глобальных проблем человечества в настоящее время является сокращение биоразнообразия видов и экосистем на планете.

Планомерная работа по сохранению биоразнообразия организуется в соответствии с Конвенцией о сохранении биологического разнообразия в мире (1994, 2002), согласно Национальному плану сохранения биоразнообразия в России (2001), Национальной стратегии сохранения биоразнообразия в России (2001), Экологической доктрине России (2002). Главной составляющей Конвенции о биоразнообразии является требование развития системы охраняемых природных территорий (ООПТ), которые рассматриваются не только как основа сохранения биоразнообразия, но и как основа обеспечения устойчивого использования биологических ресурсов.

Важнейшим современным направлением международной и российской природоохранной деятельности является реализация концепции устойчивого развития. При этом при переходе к устойчивому развитию подчеркивается фундаментальная роль охраняемых природных территорий, необходимость сохранения и расширения сетей особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

В Кировской области общая площадь ООПТ составляет 395,2 тыс. га, это 3,28% территории. Система ООПТ Кировской области включает один государственный заповедник – Нургуш (федерального значения), 3 заказника (Былина, Пижемский, Бушковский лес) и 3 лечебно-оздоровительные местности (2 – регионального и 1 – местного значения), а также зеленая зона городов Кирова, Кирова-Чепецка и Слободского (местного значения), 193 памятника природы ([www.idist.ru/blog/osobo-okhranjaemye-prirodnye-territorii-kirovskoj-oblasti](http://www.idist.ru/blog/osobo-okhranjaemye-prirodnye-territorii-kirovskoj-oblasti)).

В период с июля по октябрь 2013 г. сотрудники естественно-географического факультета ВятГГУ, проводили работу по оптимизации системы особо охраняемых природных территорий в Кировской области. Одной из главных задач является инвентаризационная ревизия отдельных ООПТ Кировской области как части обеспечения экологической стабильности региона.

Было исследовано 15 объектов: памятники природы регионального значения Арбажского («Озеро Бездонное», «Озеро Ширей»), Кикнурского («Кедр сибирский у д. Русская Толшева», «Кедр сибирский», «Озеро Пайбулатовское»), Оричевского («Озеро Савиновское (Сидячее)», «Озеро Лопатинское»),

Пижанского («Озеро Ахмановское (Озерское)», «Озеро Лежнинское»), Санчурского («Озеро Лобново (Кувшинское)», «Озеро Мусерское»), Тужинского («Кедро-сосновая роща в с. Пачи», «Урочище «Васин бор»»), Юрьянского («Великорецкое»), Яранского («Яранская березовая роща») районов Кировской области. Расположены ООПТ в подзонах южной тайги и хвойно-широколиственных лесов. Среди обследованных памятников природы 9 являются гидрологическими, 5 – биологическими (ботаническими), 1 – комплексным.

**Комплексный памятник природы** регионального значения «Великорецкое» создан в целях сохранения культурно-исторических объектов, природных комплексов и объектов в естественном состоянии, сохранения среды обитания редких видов животных и растений, рационального использования территории в рекреационных целях. Здесь присутствуют уникальные с научной, познавательной, эстетической точек зрения природные объекты. Среди растений: *Platanthera bifolia* (L.) Rich. – любка двулистная, *Dactylorhiza incarnate* (L.) Soo – пальцеборник мясо-красный и *D. maculata* (L.) Soo – пальцеборник пятнистый, *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br. – кокушник длиннорогий, *Nymphaea candida* J. Presl – кувшинка чисто-белая, *Atragene sibirica* L. – княжик сибирский, *Delphinium elatum* L. – живокость высокая (Приложение № 2 Красной книги Кировской области, 2001). Из животных: *Papilio podaliris* L. – подалирий, *Parnassius mnemosyne* L. – мнемозина, *Apatura iris* L. – переливница большая, *Eudia pavonia* L. – павлиний глаз малый (Красная книга Кировской области, 2001). Лишайники: *Evernia divaricata* (L.) Ach. – эверния растопыренная, *Usnea filipendula* Stirt. – уснея бородастая, *Usnea florida* (L.) Weber ex F. H. Wigg – уснея цветущая, *Heterodermia speciosa* (Wulfen in Jacq.) Trevis. – гетеродермия красивая, *Ramalina baltica* Lettau. – рамалина балтийская, *R. elegans* (Barl. et Carestia) Jatta – рамалина элегантная, *R. thrausta* (Ach.) Nyl. – рамалина волосовидная (Красная книга Кировской области, 2001).

В результате исследования отмечено, что существующий режим охраны обеспечивает стабильное состояние уникальных культурно-исторических и природных объектов. Рекомендуем сохранить принятые меры охраны. Основные объекты находятся в стабильной обстановке. Негативное влияние на состояние объектов охраны может оказывать антропогенный фактор. Большой наплыв паломников во время крестного хода и в другие периоды года, особенно с весны до осени, не только способен замусорить близ лежащие леса, но и косвенно уничтожить многие виды растений и животных в результате высокой рекреационной нагрузки территории. Это требует регламентации поведения в природе, выделения и контроля за особо ценными с позиций сохранения биоразнообразия участками.

Предлагаем меры по улучшению состояния ООПТ: установить аншлаги по периметру памятника природы, следить за санитарным состоянием, увеличить число мест отдыха, вести эколого-просветительскую работу с населением.

**Биологические (ботанические) памятники** охраняют главным образом уникальный с научной, познавательной, эстетической точки зрения природный объект: *Pinus sibirica* Du Tour – сосну сибирскую (Приложение № 2 Красной

книги Кировской области, 2001). Современное состояние кедров неудовлетворительное, они находятся в угнетающем состоянии. Деревья с поврежденной корой, засыхающие. В д. Русское Толшево кедровые густо заросли высокотравьем, разросшейся черёмухой, берёзами и т.п. Сами объекты охраны очень трудно обнаружить и тем более подойти к ним. Рекомендуется регулярный мониторинг за динамикой сохранности кедров и посадка молодых растений. Необходимо обустройство территории памятников природы: обновление и установка аншлагов, очистка от зарастания.

ООПТ «Яранская березовая роща» представляет собой посадки березы 1905 года. Современное состояние памятника природы не благоприятное. Требуется следить за санитарным состоянием (поваленные деревья, мусор); провести санитарно-выборочную рубку старых, больных деревьев; удалить подрост; привести в порядок состояние газонов (уничтожение рудеральной растительности); провести обновление состава древостоя за счёт посадки новых растений.

Наиболее интересен с научной, познавательной, эстетической точки зрения памятник природы «Урочище «Васин бор». Установлено, что на территории ООПТ встречаются различные типы лесов: сосняки ландышевые, майниково-брусничные, майниково-черничные; ельники черничные; березняки черничные и майниково-черничные, орляковые; осинники кисличные. Из них доминирующую роль играют сосняки. На территории бора имеется множество болот. Отмечено произрастание видов из Приложения № 2 Красной книги Кировской области (2001): *Platanthera bifolia* (L.) Rich. – любка двулистная, *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo – пальцекорник пятнистый, *Convallaria majalis* L. – ландыш майский. Современное состояние ООПТ благоприятное, основные объекты удовлетворительной жизнеспособности. Негативное влияние на объекты охраны может оказывать антропогенный фактор. Это требует регламентации поведения в природе и контроля за особо ценными с позиций сохранения биоразнообразия участками. Рекомендуется регулярно проводить мониторинг за динамикой популяций редких видов, установить аншлаги по границе ООПТ, убрать поваленные деревья, вести эколого-просветительскую работу с населением.

**Гидрологические памятники природы** имеют различное происхождение. Четыре озера карстового происхождения: Пайбулатовское, Лобново, самое глубокое (36 м) в области – Лежнинское и третье по площади (32 га) – Мусерское. Суффозионно-карстовые озера: Ахмановское и Бездонное. Озера Савиновское и Лопатинское – суффозионные и озеро Ширей – пойменное. В большинстве своем озера находятся в хорошем состоянии, что обеспечивается существующим режимом охраны. Для отдельных памятников природы в целях улучшения их состояния рекомендуем установить аншлаги, оборудовать подъезды и места отдыха, уборку мусора прибрежной части и водоема (поваленные деревья), регулировать площадь водного зеркала (вести наблюдения за разрастанием *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. – тростника южного), вести эколого-просветительскую работу с населением.

Исключение составляет озеро Бездонное. Оно расположено в суффозионно-карстовом понижении надпойменной террасы правобережья р. Кокшанги (небольшого правого притока р. Вятки). Вдоль озера тянется невысокий вал

(0,5–1,5 м) с густой древесной растительностью из сосны и ели. В восточном направлении он переходит в покатый склон в сторону поймы р. Кокшанги. В северо-восточном направлении прослеживается ложбина стока, которая соединяется с поймой р. Кокшанги. Само озеро на 4/5 его площади уже заросло сфагнумом, постепенно преобразуясь в болото. Существующий режим охраны не обеспечивает должной сохранности природного объекта, наблюдается естественная трансформация озера. Рекомендуем проводить мониторинг за динамикой зарастания озера и этапами формирования верхового болота. Предложено снять статус охраны с ООПТ Арбажского района – «Озеро Бездонное» – в связи с естественной деградацией объекта природы. Эта рекомендация поддержана Администрацией района и членами общественного собрания.

На основании проведенной ревизии памятников природы предлагаем:

1. Сохранить статус памятника природы регионального значения в современных границах у 11 объектов: «Озеро Ширей», «Озеро Пайбулатовское», «Озеро Савиновское (Сидячее)», «Озеро Лопатинское», «Озеро Ахмановское (Озерское)», «Озеро Лежнинское», «Озеро Мусерское», «Озеро Лобново (Кувшинское)», «Кедр-сосновая роща в с. Пачи», «Урочище «Васин бор», «Великорецкое».

2. Изменить статус регионального памятника природы на ООПТ местного значения у 3 объектов в Кикнурском («Кедр сибирский у д. Русская Толшева» и «Кедр сибирский») и Яранский («Яранская березовая роща») районах.

3. Упразднить статус охраны с ООПТ Арбажского района – «Озеро Бездонное» – в связи с естественной деградацией объекта природы.

### Литература

Красная книга Кировской области: Животные, растения, грибы. / Отв. ред. Л. Н. Добринский, Н.С. Корытин. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2001. 288 с.

Национальная Стратегия сохранения биоразнообразия в России./ Под ред. Д. С. Павлова. М., 2001. 63 с.

Национальный план действий по сохранению биоразнообразия России (Приоритетные направления). М., 2001. 12 с.

Экологическая доктрина Российской Федерации (от 31 августа, 2002 г. № 1225-р). М., 2002. 16 с.

Convention on Biological Diversity / Conference of the parties to the Convention on Biological Diversity. Hague, 2002.

Glowka et al. A guide to the Convention on Biological Diversity. IUCN, Gland. IUCN Environmental Law Centre. 1994. P. 30.

[www.idist.ru/blog/osobo-okhranjaemye-prirodnye-territorii-kirovskoj-oblasti](http://www.idist.ru/blog/osobo-okhranjaemye-prirodnye-territorii-kirovskoj-oblasti)

## ЦЕНОТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ОКРЕСТНОСТЕЙ МЕЖГОРНЫХ ОЗЕР (ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ, НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «ЮГЫД ВА»)

*Н. Н. Гончарова, С. В. Дёгтева, Ю. А. Дубровский,  
Г. В. Железнова, В. А. Канев*

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, goncharova\_n@ib.komisc.ru*

Важнейшим условием сохранения экологического равновесия является создание сетей особо охраняемых природных территорий (ООПТ) локального, регионального и международного уровней. Республика Коми располагает развитой системой ООПТ (Особо охраняемые природные территории Республики Коми..., 2011), включающей в настоящее время 240 объектов общей площадью порядка 5,5 млн. га. Один из наиболее значимых объектов природно-заповедного фонда региона – национальный парк «Югыд ва», расположенный в предгорьях и горах Приполярного Урала (бассейны рек Кожим, Большая Сыня, Вангыр, Большой и Малый Паток, Щугер, Подчерем). В 1995 г. территория данного резервата и ландшафты, расположенного южнее, на междуречье Верхней Печоры и Илыча, Печоро-Илычского государственного природного биосферного заповедника, включены в состав объекта Всемирного природного наследия ЮНЕСКО «Девственные леса Коми». Территория национального парка, где отсутствует транспортная инфраструктура, до настоящего времени остается слабо изученной в ботаническом отношении. Сведения о ее растительном покрове и флористическом разнообразии фрагментарны (Горчаковский, 1966, 1975; Природный парк..., 1977; Влияние разработки россыпных месторождений..., 1992; Мартыненко, Дегтева, 2003). В последние годы учеными Института биологии Коми НЦ УрО РАН начата планомерная инвентаризация растительного мира северной части резервата.

В 2012 г. специалистами Института биологии выполнено комплексное обследование растительного мира на ключевом участке, расположенном в границах национального парка «Югыд ва», на хребте Западные Саледы в окрестностях Межгорных озер. Климат территории суровый, с длительной холодной зимой и коротким прохладным летом, в течение которого могут наблюдаться заморозки. Норма выпадения осадков превышает норму испарения. Осадки преимущественно твердые (Атлас Республики Коми, 2011). Рельеф альпийского типа. Отчетливо выражена вертикальная поясность (горно-лесной, подгольцовый, горно-тундровый и гольцовый пояса). Гидрографическая сеть представлена реками Нидысей и Индысей, относящимися к бассейну Косью (приток р. Печора II порядка). На их междуречье представлена система из трех водоемов ледникового происхождения, получившая название Межгорные озера.

На ключевом участке заложен экологический профиль, пересекающий все представленные здесь высотные пояса. В ходе обследования пробных площадей, расположенных вдоль профиля, выявлены особенности вертикальной, горизонтальной структуры растительных сообществ, разнообразие и обилие сосу-

дистых растений и мохообразных. Для выявления видового разнообразия сосудистых растений были проведены дополнительные маршрутные исследования.

Согласно геоботаническому районированию, принятому в России (Исаченко, Лавренко, 1980), район исследований относится к Камско-Печорско-Западноуральской подпровинции Урало-Западносибирской таежной провинции. Значительный спектр экотопических условий обуславливает сложную структуру растительного покрова. У подножия гор (отметки абсолютных высот 240–270 м над ур. м.) сосредоточены крупные болотные системы с комплексным растительным покровом. Повышения микрорельефа кустарничково-сфагновые и морошково-сфагновые (*Betula nana*, *Vaccinium uliginosum*, *Rubus chamaemorus*, *Carex pauciflora*, *Sphagnum fuscum*, *S. angustifolium* и др.). Мочажины топяные. Их растительный покров мозаичный, наиболее широко распространены следующие сообщества: осоково-зеленомошные (*Carex paupercula*, *C. limosa*, *C. rotundata*, *Dicranum* sp.), шейхцериево-зеленомошные (*Scheuchzeria palustris*, *Dicranum* sp., *Warnstorfia exannulata*, *W. fluitans*), шейхцериево-сфагновые (*Scheuchzeria palustris*, *Sphagnum lindbergii*, *S. majus*), пушицево-сфагновые (*Eriophorum russeolum*, *Sphagnum lindbergii*). К самым обводненным мочажинам, формирующимся озеркам приурочены травяно-моховые фитоценозы (*Carex rostrata*, *Carex cinerea*, *Carex paupercula*, *Menyanthes trifoliata*, *Trichophorum cespitosum*, *Sphagnum lindbergii*, *S. majus*, *Warnstorfia exannulata*, *W. fluitans* и печеночные мхи). Выявлено, что на исследованной территории в поясе горных лесов (высоты 280–500 м над ур. м.) представлены ельники зеленомошные (ассоциации *Piceetum myrtilloso-avenelloso-hylocomiosum*, *P. myrtilloso-gymnocarpioso-hylocomiosum*, *P. expansae dryopteridoso-hylocomiosum*) березняки зеленомошные (асс. *Pubescenti Betuletum gymnocarpioso-myrtilloso-hylocomiosum*, *P.B. avenelloso-hylocomiosum*) и травяные (асс. *P.B. purpureae calamagrostidosum*. Реже отмечены пихтарники зеленомошные (асс. *Abietetum albiflori geranioso-hylocomiosum*).

Подгольцовый пояс (510–620 (650) м над ур. м.) из-за значительных площадей каменистых россыпей характеризуется небольшой протяженностью. При этом растительный покров здесь характеризуется наибольшим разнообразием. Его облик определяют лиственничные редколесья зеленомошные (асс. *Laricetum nanae betuloso-hylocomiosum*, *L. empetroso-myrtilloso-hylocomiosum*, *L. myrtilloso-avenelloso-hylocomiosum*) и травяные (асс. *L. majori bistortosum*). Также широко распространены горные луга (асс. *Calamagrostidetum purpureae*, *Hieracietum varioherbosum*, *Aconitetum septentrionale*). Обычны травяно-моховые болота с довольно однообразным растительным покровом, в котором чередуются осоково-сфагновые (*Carex rariflora*, *Sphagnum lindbergii*, *S. teres*) и пухоносомоховые (*Trichophorum cespitosum*, *Tomentypnum nitens*, *Paludella squarrosa*, *Calliargon* sp., *Sphagnum teres*) фитоценозы. По ложбинам стока встречаются осоково-сфагновые (*Carex rostrata*, *Sphagnum riparium*) сообщества. На этих же высотах среди массивов редколесий, нередко горные ключевые болота, которые, несмотря на малые площади, характеризуются наиболее высоким видовым и ценоотическим разнообразием. На них доминируют требовательные к условиям минерального питания травы (*Carex chordorrhiza*, *C. aquatilis*, *C. rostrata*,

*Equisetum fluviatile*, *E. palustre*, *Bistorta major*, *Menyanthes trifoliata*, *Parnassia palustris*, *Saxifraga hirculus*, *Angelica sylvestris*, *Pedicularis compacta*), гипновые (*Tomentypnum nitens*, *Paludella squarrosa*, *Calliergon sp.*, *Straminergon stramineum*, *Plagiomnium sp.*) и минеротрофные сфагновые (*Sphagnum teres*, *S. warnstorffii*) мхи.

В горно-тундровом поясе (650–1100 м над ур.м.) наибольшие площади заняты лишайниковыми (асс. *Uliginosii vaccinietum cladinosum*), зеленомошными (асс. *Empetreto-Myrtillo vaccinietum hylocomiosum*, *Dryadetum hylocomiosum*) и луговинными (асс. *Avenelletum hylocomiosum*, *Caricetum hylocomiosum*) тундрами. Болота здесь малочисленны, занимают ложбины стока, небольшие понижения в рельефе. Их растительность приобретает черты сходства с горными тундрами. В наиболее сырых экотопах развиты осоково-моховые (*Carex rariflora*, *C. rostrata*, *C. rotundata*, *C. aquatilis*, *Sphagnum sp.*, *S. lindbergii*, *S. warnstorffii*, *Dicranum sp.*) и пушицево-сфагновые (*Eriophorum russeolum*, *Sphagnum sp.*, *S. lindbergii*, *Dicranum sp.*) болотные сообщества. На пологих склонах во влажных экотопах распространены осоково-кустарничково-моховые и осоково-морошково-моховые (*Carex rariflora*, *Betula nana*, *Vaccinium uliginosum*, *Sphagnum sp.*, *S. warnstorffii*, *Polytrichum strictum*, *Aulacomnium turgidum*, *Dicranum sp.*) болота, чередующиеся с фитоценозами горных тундр. С высоты 1100 м над ур. м. начинается пояс каменистых пустынь, в котором сплошной растительный покров отсутствует. Среди камней, покрытых накипными лишайниками, здесь представлены небольшие по площади изолированные фрагменты тундровых сообществ.

В результате исследований флористического разнообразия установлено, что в окрестностях Межгорных озер произрастают 202 вида высших сосудистых растений из 119 родов и 45 семейств. Наибольшим числом видов отличаются семейства Poaceae (21), Asteraceae (21), Cyperaceae (19), Rosaceae (12), Ericaceae (11), Ranunculaceae (10), Salicaceae (10), Scrophulariaceae (9), Juncaceae (7), Apiaceae (7). Высокое разнообразие семейства Poaceae и Cyperaceae подчеркивает горный характер флоры. К десяти наиболее насыщенным в видовом отношении семействам относятся 63% зарегистрированных таксонов. Среди родов наибольшим числом видов представлен род *Carex*. Второе место по численности занимает род *Salix*. Это типично для флоры европейского северо-востока России. Заметным разнообразием видов отличаются также роды *Hieracium* (7), *Equisetum* (6), *Eriophorum* (5), *Luzula* (4), *Poa* (4), *Dryopteris* (4), *Rubus* (3), *Vaccinium* (3). Значительная часть родов (81) содержит всего по одному виду, что свидетельствует о миграционном характере флоры. Больше половины зарегистрированных видов (106 или 52,5% от общего числа) принадлежит к бореальной широтной группе. Одна треть видов (81 или 40%) относится к остальным северным широтным группам: арктической, аркто-альпийской и гипоарктической. Виды с южным распространением значительно менее многочисленны (7 видов или 3,5%). Видов полизонального элемента, ареалы которых располагаются в нескольких природных зонах, также немного (5 или 2,3%). Это во многом обусловлено тем, что экосистемы ключевого участка не испытывают антропогенного воздействия и длительное время развиваются в режиме спонтанной динамики. Среди долготных групп преобладают голарктическая и еврозиат-

ская (их доли составляют соответственно 47 и 29,7% от общего числа видов). Это типичная черта флоры таежной зоны Голарктики. Европейские виды составляют 13,4% от общего числа таксонов локальной флоры, представителей азиатской (сибирской) группы несколько меньше – 9,4%. Близкие доли европейских и азиатских видов закономерно отражает положение изученной территории на границе двух частей света – Европы и Азии. Семь видов растений, произрастающих на обследованном ключевом участке хр. Западные Саледы, занесены в Красную книгу Республики Коми (2009).

В верховьях р. Косью, в районе Межгорных озер выявлено 79 листостебельных мхов из 39 родов и 21 семейства. Среди наиболее крупных семейств выделяются: Sphagnaceae (12 видов), Dicranaceae (11), Polytrichaceae (8), Nulacomitaceae, Mniaceae (по 6). Географическая структура изученной бриофлоры типична для подзоны северной тайги. Преобладают виды бореального элемента (58,2%). Около 28% составляют виды северных широтных элементов – арктические, гипоарктические, арктоальпийские и гипоарктоальпийские. На каменистых обнажениях встречаются виды горного элемента (12,6%). Впервые для территории национального парка выявлены листостебельные мхи, занесенные со статусом 3 в региональную Красную книгу (2009): *Pohlia longicollis*, *Lescuraea radicata*, и нуждающиеся в биологическом надзоре: *Fontinalis squamosa*, *Mnium blyttii*, *Paraleucobryum longifolium*.

Полученные сведения дополняют сведения о ценоотическом и видовом разнообразии национального парка «Югыд ва», объекта Всемирного природного наследия ЮНЕСКО «Девственные леса Коми» и могут рассматриваться как фоновые при организации мониторинга состояния окружающей среды.

Исследования выполнены при поддержке программы Президиума РАН «Живая природа», проект № 12-П-4-1018 «Видовое, ценоотическое и экосистемное разнообразие ландшафтов территории объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО «Девственные леса Коми»».

#### Литература

- Атлас Республики Коми. М., 2011. 448 с.
- Влияние разработки россыпных месторождений Приполярного Урала на природную среду. Сыктывкар, 1994. 197 с.
- Горчаковский П. Л. Растительный мир высокогорного Урала. М., 1975. 282 с.
- Горчаковский П. Л. Флора и растительность высокогорий Урала // Тр. Ин-та биологии УФ АН СССР. 1966. Вып. 48. 270 с.
- Исаченко Т. И., Лавренко Е. М. Ботанико-географическое районирование // Растительность европейской части СССР. Л., 1980. С. 10–20.
- Красная книга Республики Коми. Сыктывкар, 2009. 791 с.
- Мартыненко В. А., Дегтева С. В. Конспект флоры национального парка «Югыд ва» (Республика Коми). Екатеринбург, 2003. 108 с.
- Особо охраняемые природные территории Республики Коми: итоги анализа пробелов и перспективы развития. Сыктывкар, 2011. 256 с.
- Природный парк Коми АССР. Сыктывкар, 1977. 115 с.

## СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ЛАПЧАТКИ РАСПРОСТЕРТОЙ НА ООПТ «МЕДВЕДСКИЙ БОР»

Л. Н. Чермных, Н. П. Савиных

Вятский государственный гуманитарный университет,  
botany@vshu.kirov.ru

Лапчатка распротёртая (*Potentilla humifusa* Willd. Ex Schlecht.) – евроазиатский степной и лугово-степной вид из семейства Розоцветные (Rosaceae). В России встречается в европейской части, Западной и Восточной Сибири (по степям, степным лугам и склонам, по опушкам сухих лесов и песчаным местам). На территории Кировской области отмечена в Кильмезском, Нолинском и Советском районах, включена в Красную книгу Кировской области с неопределённым статусом – IV категория (Красная книга Кировской области, 2001). Произрастает в светлых сухих местообитаниях – по опушкам, просекам, полянам, вдоль дорог и на песчаных почвах в остепненных травяных и зеленомошных сосняках.

*P. humifusa* – стержнекорневое травянистое растение с многолетними моноподиально нарастающими розеточными осями и однолетними вегетативно-генеративными побегами; розеточный гемикриптофит (Чермных, Савиных, 2012).

Оценить состояние и потенции вида в природе можно не только по биоморфологическим признакам, но по особенностям ценопопуляций (ЦП): онтогенетическому спектру, индексам восстановления и замещения, возрастности.

Цель данного исследования – оценка состояния ценопопуляций (ЦП) *P. humifusa* на северной границе распространения.

Исследование проводили в мае – июле 2013 года (ООПТ «Медведский бор» в Нолинском районе Кировской области). Всего изучено 6 ЦП. Они описаны согласно методике наблюдений за состоянием ЦП редких и охраняемых видов сосудистых растений (Денисова, 1986). Для характеристики местообитания ЦП проводили геоботаническое описание по общепринятым методикам (Шенников, 1964). За счетную единицу принята особь семенного происхождения. Для оценки демографических характеристик исследовали такие параметры ЦП, как численность, плотность, возрастной состав, индекс восстановления, индекс замещения (Жукова, 1995), тип популяции (Животовский, 2001). Индекс восстановления ( $I_v$ ) – число потомков на одно взрослое растение.

ЦП 1 расположена на территории ЛЭП в вейниково – лапчатковой ассоциации. Единично встречаются *Pinus sylvestris* L., *Chamaecytisus ruthenicus* Fisch. Ex Woloszcz. Проективное покрытие травостоя 60%. В составе сообщества присутствуют *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Potentilla argentea* L., *Potentilla humifusa*, *Dianthus arenarius* L., *Artemisia campestris* L., *Pimpinella saxifraga* L., *Centaurea sumensis* Kalen., *Astragalus arenarius* L., *Hypericum perforatum* L. и др. Проективное покрытие мохово-лишайникового покрова – 20%. Он представлен *Cladonia sylvatica* (Wallr.) Rabenh. Эта ЦП образована 743 особями, занимает площадь 212,5 м<sup>2</sup>. Средняя плотность – 3,5 особи на 1 м<sup>2</sup>. Возрастной

спектр ЦП – левосторонний. Доля имматурных – 28,6%, виргинильных – 23,4%, генеративных – 48%.

ЦП 2 произрастает на окраине бора беломошника. Единично представлены *P. sylvestris*, *Ch. ruthenicus*. Проективное покрытие травостоя 55%. Здесь встречаются *A. campestris*, *C. epigeios*, *P. argentea*, *P. humifusa*, *Fragaria vesca* L., *Bromus inermis* Leyss., *A. arenarius* и др. Проективное покрытие мохово-лишайникового покрова из *C. sylvatica* – 5%. ЦП 2 образована 515 особями, занимает площадь 40 м<sup>2</sup>. Средняя плотность – 12,9 особей на 1 м<sup>2</sup>. Возрастной спектр ЦП – левосторонний. Доля имматурных особей составила 52,6%, виргинильных – 16,1%, генеративных – 40,3%.

ЦП 3 описана на окраине бора беломошника. Единично встречается *P. sylvestris*, *Ch. ruthenicus*. Проективное покрытие травостоя из *C. epigeios*, *Pimpinella saxifrage* L., *P. argentea*, *P. humifusa*, *A. arenarius*, *Helichrysum arenarium* (L.) Moench, *Antennaria dioica* (L.) Gaertn. и др. 60%. Проективное покрытие мохово-лишайникового покрова из *C. sylvatica* – 15%. ЦП образована 293 особями, занимает площадь 16 м<sup>2</sup>. Средняя плотность – 18,3 особи на 1 м<sup>2</sup>. Возрастной спектр левосторонний. Имматурных особей в ее составе 33,1%, виргинильных – 47,1%, генеративных – 19,8%.

ЦП 4 произрастает по краю дороги в вейниково-разнотравном бору. Сомкнутость крон *Pinus sylvestris* – 0,4, кустарников (*Ch. ruthenicus*) – 0,1. *Prunus padus* L., *Sorbus aucuparia* L. встречаются единично. Проективное покрытие травянистого яруса из *C. epigeios*, *Agrostis tenuis* Sibth., *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *P. humifusa*, *H. arenarium*, *Dianthus borbasii* Vandas, *Trifolium repens* L., *A. Dioica* и др. 70%. Проективное покрытие мохово-лишайникового покрова из *C. sylvatica* – 20%. ЦП образована 129 особями, занимает площадь 75,6 м<sup>2</sup>. Средняя плотность – 1,7 особей на 1 м<sup>2</sup>. Возрастной спектр ЦП – левосторонний. В возрастном спектре были выделены сенильные особи. Доля имматурных особей составила 31%, виргинильных – 39,5%, генеративных – 26,3%, сенильных – 3,2%.

ЦП 5 произрастает в полевице-астрагаловой ассоциации на опушке вблизи дороги. Единично встречается *P. sylvestris*, *Ch. ruthenicus*. Проективное покрытие травостоя 85%. Он представлен *A. arenarius*, *P. humifusa*, *A. tenuis*, *Leucanthemum vulgare* Lam., *Trifolium pretense* L., *Hieracium cymosum* Dc., *F. vesca*, *Galium mollugo* L. и др. ЦП образована 298 особями, занимает площадь 103,3 м<sup>2</sup>. Средняя плотность – 2,9 особи на 1 м<sup>2</sup>. Возрастной спектр левосторонний. Доля имматурных особей – 7,9%, виргинильных – 61,7%, генеративных – 29,8%, сенильных – 1%.

ЦП 6 произрастает вдоль дороги в сосновом лесу. Сомкнутость крон *P. sylvestris* – 0,3, единично встречаются *Quercus robur* L., *S. aucuparia*. Кустарниковый ярус включает *Ch. ruthenicus*. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса от 60%. Он представлен *C. epigeios*, *A. tenuis*, *P. humifusa* и др. Проективное покрытие мохово-лишайникового покрова из *C. rangiferina*, *Cladonia amaris* Ruoss – 10%. ЦП образована 32 особями, занимает площадь 23,8 м<sup>2</sup>. Средняя плотность – 1,3 особей на 1 м<sup>2</sup>. Возрастной спектр левосторон-

ний. Доля имматурных особей составила 3,1%, виргинильных – 56,3%, генеративных – 37,5%, сенильных – 3,1%.

$I_b$  (индекс восстановления) показал, что во всех описанных ЦП кол-во потомков, приходящихся на одну генеративную особь, больше 1, а в ЦП3=4,05.  $I_3$  (индекс замещения) близок к  $I_b$  в связи с отсутствием или небольшим числом сенильных особей в ЦП (табл.). Таким образом, эффективность самоподдержания ценопопуляций достаточно высокая.

Таблица

**Индексы восстановления и индексы замещения ЦП**

	ЦП1	ЦП2	ЦП3	ЦП4	ЦП5	ЦП6
$I_b$	1,09	2,19	4,05	2,68	2,31	1,58
$I_3$	1,09	2,19	4,05	2,39	2,24	1,46

**Выводы.**

- Все 6 ЦП обладают высокой эффективностью самоподдержания.
- Оценка возрастного спектра ЦП согласно критериям Л. А. Животовского показала, что все описанные ЦП молодые.
- Различия ЦП по составу особей обусловлены эколого-фитоценотической приуроченностью их и разной степенью антропогенной нагрузки в биотопе.
- Лапчатка распростертая обнаружена в ООПТ «Медведский бор» лишь на территории, подвергшейся антропогенному воздействию: ЛЭП, окраина свалок, песчаных дорог, опушки леса. Условия современного соснового леса на этой территории не достаточны по своим значениям для произрастания этого растения.

Работа выполнена по заказу и при финансовой поддержке ООО «Нолинская лесопромышленная компания» (договор № 837/12-ю от 02.10.2012 г.).

#### **Литература**

- Денисова Л. В., Никитина С. В., Заугольнова Л. Б. Программа и методика наблюдений за ценопопуляциями видов растений «Красной книги СССР». М.: ВАСХНИЛ, 1986. 34 с.
- Животовский Л. А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. 2001. № 1. С. 3–7.
- Жукова Л. А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола, 1995. 224 с.
- Красная Книга Кировской Области: Животные, растения, грибы. Екатеринбург: Изд-во Урал. университета, 2001. 288 с.: ил.
- Шенников А. П. Введение в геоботанику. Л., 1964.
- Чермных Л. Н., Савиных Н. П. К биоморфологии лапчатки распростертой // Матер. Всерос. молодежной науч.-практ. конф. с международным участием. Киров: ООО «Лобань», 2012. 250 с.

## ФЛОРА ЛЕСНОГО ЗАКАЗНИКА «ЁРТОМСКИЙ» (УДОРСКИЙ РАЙОН, РЕСПУБЛИКА КОМИ)

**В. А. Канев**

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, kanev@ib.komisc.ru*

В течение последних десяти лет специалисты отдела флоры и растительности Севера Института Биологии Коми НЦ УрО РАН проводят работы, направленные на выявление фитоценотического и флористического разнообразия особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Республики Коми. Летом 2011 г. были проведены флористические исследования в комплексном заказнике.

Исследуемая территория находится в Кольско-Печорской подпровинции Североевропейской таежной провинции Евразийской таежной области с преобладанием еловых лесов (Исаченко, Лавренко, 1980). По лесорастительному районированию исследуемая территория относится к Вычегодско-Сысольскому округу еловых, сосновых, березовых и осиновых лесов Восточно-Европейской равнинной провинции (Леса Республики Коми, 1999).

В результате флористических исследований в лесном заказнике «Ертомский» установлено, что флора высших сосудистых споровых, голосеменных и покрытосеменных растений составляет 270 видов, относящихся к 168 родам и 62 семействам. Уровень видового богатства может быть оценен как не высокий, т.к. в заказнике отсутствуют луговые сообщества и крупные болотные массивы, где могли бы произрастать еще ряд видов.

К споровым растениям, которые представлены папоротниками, хвощами, плаунами, относятся 15 видов (5,5%). Семь видов принадлежат к папоротникам – *Dryopteris carthusiana*, *Phegopteris connectilis*, *Athyrium filix-femina*, *Diplazium sibiricum*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Rhizomatopteris montana*. Шесть видов (2,2%) относятся к хвощам – хвощи полевой, речной, болотный, луговой, камышковый, лесной (*Equisetum arvense*, *E. fluviatile*, *E. palustre*, *E. pratense*, *E. scirpoides*, *E. sylvaticum*). Хвощи довольно обычны и часто встречаются во всех сообществах – луговых, лесных, водных, иногда даже доминируют в лесных сообществах и образуют травянистый ярус в еловых лесах. Три вида относятся к плауновидным – плаун сплюснутый (*Diphasiastrum complanatum*), п. булавовидный (*Lycopodium clavatum*), п. годичный (*L. annotinum*).

Три вида (1,1%) принадлежат к голосеменным растениям, которые представлены хвойными. Это ель сибирская (*Picea obovata*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*). *Picea obovata*, *Pinus sylvestris* являются основными эдификаторами в лесных сообществах данного заказника.

Остальные виды (252) относятся к покрытосеменным или цветковым растениям, из которых 94 – однодольные и 158 – двудольные. Соотношение однодольных и двудольных составляет 1:1,7.

Наибольшим разнообразием отличаются семейства мятликовые (*Poaceae*) с 29 видами, осоковые (*Cyperaceae*) с 27, астровые (*Asteraceae*) с 25, розоцветные (*Rosaceae*) с 13, лютиковые (*Ranunculaceae*) с 12, гвоздичные

(*Caryophyllaceae*) с 11, ивовые (*Salicaceae*) с 11 видами каждое. Замыкают десятку ведущих семейств орхидные (*Orchidaceae*) с 9, норичниковые (*Scrophulariaceae*) с 8 и зонтичные (*Apiaceae*) с 10 видами каждое. Всего десять ведущих семейств включают 53,3% видов флоры.

Среди родов наибольшим числом видов представлен род *Carex* (23 вида), которые в основном произрастают в водных и болотных растительных сообществах. Второе место по численности видов занимает род *Salix* (10). Все виды этого рода принадлежат к жизненной форме древесных растений (деревья, кустарники), и произрастают на болотах (*S. myrtilloides*), по берегам рек (*S. dasyclados*, *S. triandra*), в лесах (*S. caprea*). Заметным разнообразием видов также отличаются роды *Stellaria* (7), *Equisetum* (6), *Poa* (5), *Rubus* (5), *Ranunculus* (5), *Potamogeton* (4). По три вида имеют следующие рода – *Agrostis*, *Festuca*, *Dactylorhiza*, *Lathyrus*, *Juncus*, *Betula*, *Pyrola*, *Vaccinium*, *Cirsium*, *Eriophorum*, *Hieracium*, *Calamagrostis*, *Galium*, *Viola*, *Veronica*.

Наибольшее число родов содержат семейства *Asteraceae* (21) и *Poaceae* (18), далее следуют *Rosaceae* (9), *Apiaceae* (7), *Ranunculaceae* (7), *Orchidaceae* (6), *Caryophyllaceae* (5), *Scrophulariaceae* (5), *Ericaceae* (5), *Lamiaceae* (4).

Географический анализ флоры по составу широтных групп показал преобладание бореальных видов, к числу которых относится 75,5% выявленных сосудистых растений. Большинство бореальных видов являются широко распространенными. Суммарное участие во флоре северных широтных групп составило 9,3%. Арктических видов нет. Из аркто-альпийских видов (1,1%) встречаются манжетка Мурбека (*Alchemilla murbeckiana*), фиалка двуцветная (*Viola biflora*), соснурья альпийская (*Saussurea alpina*). Из гипоарктических видов (8,2%) – звездчатка толстолистная (*Stellaria crassifolia*), щучка извилистая (*Avenella flexuosa*), пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum*), осока заливная (*Carex paucipercola*), очанка холодная (*Euphrasia frigida*), береза карликовая (*Betula nana*), лютик северный (*Ranunculus propinquus*).

Южные широтные группы включают неморальные и неморально-бореальные, в общей сложности их доля достигает 4,1%. Лесостепных видов нет. Неморальный вид во флоре один – звездчатка ланцетовидная (*Stellaria holostea*). Неморально-бореальных на порядок больше (10 видов или 3,7%) – волчье лыко обыкновенное (*Daphne mezereum*), яснотка белая (*Lamium album*), скерда болотная (*Crepis paludosa*), чина весенняя (*Lathyrus vernus*), вероника дубравная (*Veronica chamaedrys*), перловник поникший (*Melica nutans*), и др. Виды с полизональным распространением составляют 11,1 % флоры. Часть из них являются сорными и произрастают на сорных местах около лесных избушек на берегу озера Ертомское (хвощ полевой – *Equisetum arvense*, мятлик однолетний – *Poa annua*, горец птичий – *Polygonum aviculare*, и др.). Другие – обитатели различных водоемов: рдест стеблеобнимающий (*Potamogeton perfoliatus*), ежеголовник простой (*Sparganium emersum*), роголистник погруженный (*Ceratophyllum demersum*), ряска трехраздельная (*Lemna trisulca*).

Среди долготных групп преобладают виды с широкими голарктическими и евразийскими ареалами (соответственно 38,5 и 40,8%). К голарктическим относятся следующие виды – рдест злаковидный (*Potamogeton gramineus*), осока

водная (*Carex aquatilis*), адокса мускусная (*Adoxa moschatellina*), сушеница лесная (*Omalotheca sylvatica*) и др.; к евроазиатским - крестовник дубравный (*Senecio nemorensis*), седмичник европейский (*Trientalis europaea*) и др.. К азиатским видам (4,4%) относятся ель сибирская (*Picea obovata*), мятлик приземистый (*Poa supina*), вейник тупоколосковый (*Calamagrostis obtusata*), звездчатка Бунга (*Stellaria bungeana*), лютик северный (*Ranunculus propinquus*), княжик сибирский (*Atragene sibirica*), костяника хмелелистная (*Rubus humilifolius*). Европейские виды – душистый колосок обыкновенный (*Anthoxanthum odoratum*), пушица широколиственная (*Eriophorum latifolium*), ива пятитычинковая (*Salix pentandra*), осока черная (*Carex nigra*), крапива Сондена (*Urtica sondenii*), купальница европейская (*Trollius europaeus*), дудник лекарственный (*Angelica archangelica*), составляют 11,5%. Космополитных видов немного, 4,8%. К их числу относятся рдест плавающий (*Potamogeton natans*), ряска трехраздельная (*Lemna trisulca*), болотник гермафродитный (*Callitriche hermaphroditica*), горец птичий (*Polygonum aviculare*), тростник обыкновенный (*Phragmites australis*).

Экологические группы видов растений выделяли на основе их отношения к фактору увлажнения. Около половины видов растений флоры заказника (50,7%) относятся к мезофитам – растениям, которые произрастают в местах с достаточным, но не избыточным увлажнением (*Alopecurus pratensis*, *Poa pratensis*, *Carex vaginata*, *Thalictrum minus*, *Vicia sepium*). Немного меньше видов (45,6%) принадлежит к группам растений, характерных для сырых местообитаний – гигромезофитам (11,9% – *Ranunculus repens*, *Agrostis stolonifera*, *Carex nigra*, *Rumex aquaticus*), гигрофитам (26,3% – *Phragmites australis*, *Sparganium minimum*, *Alisma plantago-aquatica*, *Stellaria palustris*, *Viola palustris*), гидрофитам (3% – *Scirpus lacustris*, *Calla palustris*, *Sagittaria sagittifolia*, *Persicaria amphibia*, *Hippuris vulgaris*, *Menyanthes trifoliata*) и гидатофитам (4,4% – *Potamogeton alpinus*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum verticillatum*, *Utricularia vulgaris*). Это связано с большой заболоченностью и обводненностью данной территории. Растений сухих местообитаний, т.е. ксеромезофитов (*Anthoxanthum odoratum*, *Festuca ovina*, *Erigeron acris*, *Ranunculus polyanthemus*, *Erysimum cheiranthoides*, *Cerastium holosteoides*, *Pimpinella saxifraga*, *Achillea millefolium*, *Antennaria dioica*, *Linaria vulgaris*) зарегистрировано 10 видов или 3,7%. Они произрастают основном в сосновых лесах заказника и нарушенных сухих местообитаниях около лесных избушек.

В заказнике «Ертомский» отмечено 2 видов сосудистых растений, включенных в Красную книгу Республики Коми (2009): пальчатокоренник кровавый (*Dactylorhiza cruenta*) из второй и цинна широколиственная (*Cinna latifolia*) из третьей группы охраны соответственно. Три вида растений: кокушник комариный (*Gymnadenia conopsea*), пальчатокоренник Фукса (*Dactylorhiza fuchsii*), пятнистый (*Dactylorhiza maculata*) из семейства орхидные нуждаются в биологическом надзоре

Флора высших сосудистых растений заказника «Ертомский» составляет 270 видов относящихся к 168 родам и 62 семействам. Уровень видового богатства является средним для подзоны средней тайги и набор видов является

обычным, флора является типично бореальной. Показатели систематической, географической, ценотической, экологической и биологической структуры являются характерными для флор подзоны средней тайги. В ценотическом анализе преобладают виды лесных и луговых сообществ, участие сорных видов относительно мало, что свидетельствует о слабом антропогенном воздействии на данную территорию. В лесном заказнике «Ертомский» отмечено 2 охраняемых в Республике Коми видов сосудистых растений, включенных в региональную Красную книгу (Красная книга Республики Коми, 2009).

#### Литература

Исаченко Т. И., Лавренко Е. М. Ботанико-географическое районирование // Растительность Европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. С. 10–20.

Кадастр охраняемых природных территорий Республики Коми. Сыктывкар, 1993. Ч. I. 190 с.

Красная книга Республики Коми. Сыктывкар, 2009. 792 с.

Леса Республики Коми. М.: ДИК, 1999. 322 с.

### НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ МОНИТОРИНГА ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ НА ТЕРРИТОРИИ ГПЗ «БЫЛИНА»

**В. М. Рябов**

*Институт развития образования Кировской области,  
ryapitschi@yandex.ru*

С 2009 г. на территории Государственного природного заказника (ГПЗ) «Былина» реализуется комплекс мероприятий, предусмотренных Программой ведения фонового мониторинга природной среды (далее Программа) (Программа, 2008). Значительное место в Программе уделяется мониторингу позвоночных животных. Ежегодно на территории ГПЗ, в соответствии с календарным планом и по предложенным в Программе методикам, проводятся следующие виды мониторинговых работ: учет численности основных экологических групп гнездящихся птиц (лесных, водно-болотных, хищных), учет численности и поиск мест обитаний видов животных внесенных в Красную книгу Кировской области и Российской Федерации, учет численности водных и околоводных птиц на весеннем и осеннем пролете, осенний учет численности зимующих и пролетных видов птиц, учет численности мелких млекопитающих.

В 2013 г. на территории ГПЗ «Былина» в соответствии с установленными в Программе сроками были проведены следующие виды работ:

1. Учет относительной численности основных экологических групп гнездящихся птиц. Доминирующие виды (в скобках указаны колебания относительной численности (особь /километр) в зависимости от локализации разных типов угодий) в лесных биотопах: зяблик – *Fringilla coelebs* (1,33–2), пухляк – *Poecile montanus* (1–1,7), певчий дрозд – *Turdus philomelos* (1,5). В водно-болотных угодьях – большой веретенник – *Limosa limosa* (2,33), желтая трясогузка – *Motacilla flava* (1,33), сизая чайка – *Larus canus* (34,6), средний кроншнеп – *Numenius phaeopus* (2,5). Среди хищных птиц (отряды Соколообразные –

Falconiformes и СOVOобразные – Strigiformes) чаще встречался обыкновенный канюк – *Buteo buteo*, относительная численность которого незначительно снизилась по сравнению с предыдущими 4 годами наблюдений. Всего в 2013 г. было выявлено пребывание в гнездовой период 7 видов из отряда Соколообразных и 2 видов из СOVOобразных. Впервые было обнаружено гнездо чеглока – *Falco subbuteo* с птенцами, гнездование которого на территории заказника мы ранее только предполагали.

2. Учет водных и околоводных птиц на весеннем и осеннем пролете и осенний учет численности зимующих и пролетных видов птиц Весенний пролет водоплавающих носил слабо выраженный характер. Над территорией верховых болот за сутки отмечали не более 180 особей гусей – *Anser sp.* (белолобый / гуменник), численно преобладал белолобый гусь – *Anser albifrons*. Среди уток преобладали шилохвость – *Anas acuta*, свиязь – *Anas penelope*, хохлатая чернеть – *Aythya fuligula*. Осенний пролет имел слабо выраженный характер. Отмечали массовый осенний пролет серого журавля – *Grus grus* и гусей. Так, 28 сентября за 1 час над точкой наблюдения пролетало более 500 особей гусей (предположительно гуменник – *Anser fabalis*) и до 200 особей журавлей.

В лесных биотопах в поздне-осенний период среди птиц видами с наибольшей относительной численностью (особь /километр) являлись: пухляк (3,57), ополовник – *Aegithalos caudatus* (2,33), чечетка – *Acanithis linaria* (15,3).

3. Учет мелких млекопитающих (мышевидные грызуны и насекомоядные). Работы по учету численности микромаммалий проведены на трех постоянных площадках в северо-западной части заказника. Площадка №1 – лесной биотоп, представляющий собой старовозрастной елово-сосновый с примесью березы зеленомошно-черничный лес, расположенный на второй надпойменной террасе р. Пелегова. Площадка №2 – средневозрастной елово – березовый лес с примесью осины и ольхи в долине р. Пелегова. Площадка №3 – суходольный злаково-разнотравный луг у базы заказника. Всего отработано по 825 ловушко/суток в весенний и осенний период.

Доминирующими видами являлись: рыжая полевка – *Clethrionomys glareolus* (во всех типах лесных биотопов и луговом сообществе весной), обыкновенная бурозубка – *Sorex araneus* (луговое сообщество). Максимальная плотность для рыжей полевки достигала 14,6 ос/100 лов./ суток осенью, для обыкновенной бурозубки 18,6 ос/100 лов. /суток осенью. В течение года наблюдали увеличение численности (плотности) микромаммалий, за исключением серой полевки у которой отмечается снижение плотности с 2 до 1,33 ос/100 лов./суток. Выявили значительный рост численности (плотности) у обыкновенной и средней бурозубок – *Sorex caecutiens* на всех учетных площадках. Единично в уловах представлены красная полевка – *Clethrionomys rutilus*, экономка – *Microtus oeconomus* и малая бурозубка – *Sorex minutus*.

4. Учет численности и поиск мест обитаний видов животных внесенных в Красную книгу Кировской области и Российской Федерации. В 2013 г., из 26 видов позвоночных животных, внесенных в Красные книги Кировской области и РФ и зарегистрированных на территории заказника, было отмечено пребывание 11 видов позвоночных животных. Причем к этим видам мы относили

как виды, внесенные в Красную книгу Кировской области в редакции 2001 г. (Приложение №2), так и виды, указанные в Приложении к Постановлению Правительства Кировской области № 111/317 от 14.07.2011 «Об утверждении видов растений, животных и грибов, внесенных в Красную книгу Кировской области». Таковыми являются: сибирская минога – *Lethenteron kessleri*, русская быстрянка – *Alburnoides bipunctatus*, сибирский углозуб – *Salamandrella keyserlingii*, лебедь-кликун – *Cygnus cygnus*, орлан-белохвост – *Haliaeetus albicilla*, камышовый (болотный) лунь – *Circus aeruginosus*, филин – *Bubo bubo*, кулик – сорока – *Haematopus ostralegus*, белая куропатка – *Lagopus lagopus*, серый сорокопут – *Lanius excubitor*, бурундук – *Tamias sibiricus*. Численность вышеуказанных видов на протяжении 4 лет наблюдений остается стабильной. Снижение численности произошло у сибирской миноги в р. Пелегова и ее притоке р. Мочельница. Причиной является довольно мощная бобровая плотина в нижнем течении р. Пелегова, которая препятствует подъему сибирской миноги из р. Юг.

В ходе реализации мероприятий предусмотренных Программой, ежегодно пополняется фаунистический список позвоночных животных за счет выявления видов, ранее не зарегистрированных на территории заказника. Так в ходе учетных работ в 2013 г. было выявлено пребывание трех ранее не отмеченных на территории ГПЗ «Былина» видов птиц:

1. Кликун – *Cygnus cygnus*. Стайка из семи птиц была встречена 1.05.2013 г. на пролете (кормились на заливном лугу) на устьевом участке р. Пелегова.

2. Чернозобик – *Calidris alpina*. Стайку из 8 птиц на осеннем пролете наблюдали 26.09.2013 г. в устье р. Пелегова, и 11 птиц 27.09.2013 на берегу оз. Васино (Кайское болото).

3. Галстучник – *Charadrius hiaticula*. Стаю галстучников из 18 особей на осеннем пролете наблюдали 26.09.2013 г. в устье р. Пелегова.

Все три вновь встреченных вида имеют для территории ГПЗ «Былина» статус пролетных видов, останавливающихся на отдых и кормежку на незначительное время в период весенних и осенних миграций.

#### Литература

- Красная книга РФ (Животные). 2001. АСТ «Астрель». 864 с.  
Красная книга Кировской области: Животные. Растения. Грибы / Отв. ред. Л. А. Добринский, Н. С. Корытин. Екатеринбург: Изд-во Уральского Ун-та, 2001. 288 с.  
Программа ведения фонового мониторинга природной среды на территории Государственного природного заказника «Былина». / Сост.: В. М. Рябов, Е. М. Тарасова. Киров. 2008. // Рукопись.

# АККЛИМАТИЗАЦИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ АМЕРИКАНСКОЙ НОРКИ В АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Д. П. Стрельников, О. В. Масленникова*  
*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,*  
*olgamaslen@yandex.ru*

Чужеродные виды проникают в аборигенные экосистемы в результате: естественных перемещений, связанных с флуктуациями численности и климатическими изменениями; интродукции и реинтродукции важных в хозяйственном отношении («полезных») организмов; случайных заносов с балластными водами, с импортной сельскохозяйственной продукцией; с «полезными» интродуцентами, багажом и т.п. Сейчас трудно определить, какой из этих путей превалировал при создании современного растительного и животного мира. Следует, однако, отметить, что идею преднамеренной интродукции живых организмов в районы, располагающиеся за пределами их естественного ареала, многие годы поддерживали не только хозяйственники, но и известные ученые (Чашухин, 2007).

Акклиматизация и реакклиматизация охотничьих животных вошла в практику охотничьего хозяйства с XIX в., но особенно широко применялась в XX в.

С развёрнутой Программой научных исследований и практических мероприятий по восстановлению численности отечественных видов животных, разведению пушных зверей в неволе, расширению промысла слабоэксплуатируемых и неиспользуемых видов, а также по введению в фауну страны интродуцентов из других стран выступал Б. М. Житков (1928), его активно поддержал П. А. Мантейфель (1934), который считал, что можно изменить сложившиеся естественные границы ареалов искусственным путём, потому что многие животные не смогли преодолеть различные физические и биологические преграды на пути своего расселения. Он высказал уверенность в том, что «колоссальные территории нашей страны, не занятые определенными группами животных, таят в себе большие потенциальные кормовые запасы, сезонные станции и пр.» и будут реализованы при выпуске новых чужеземных видов (Акклиматизация..., 1973).

Признавая, что биология и географическое распространение охотничьих животных нашей фауны и акклиматизантов очень слабо изучены, «классики обогащения фауны», тем не менее, благословили и начали в 1930-х гг. массовую интродукцию чужеземных видов методом проб и ошибок.

Интродукция разных видов зверей и птиц была и остаётся одним из приоритетных направлений в деле обогащения охотничьих ресурсов. По ней судили о хозяйственной деятельности охотничьих организаций (Акклиматизация ..., 1973).

Акклиматизация, согласно теоретическим постулатам, считалась возможной в случае наличия свободных экологических ниш и сходных по условиям

обитания территориям, то есть при наличии экологических аналогов. Если выбор территориальных экологических аналогов неукоснительно выполнялся при планировании акклиматизационных работ, то наличие экологических ниш трудно было обосновать с бесспорной достоверностью. С точки зрения современной экологии, любой биогеоценоз формировался в конкретных условиях данной местности из видов, притёртых друг к другу тысячелетней эволюцией. Внедрение любого чужака нарушало этот естественный комплекс с трудно предсказуемыми, а то и вовсе не предсказуемыми последствиями.

Естественный ареал американской норки занимает большую часть Северной Америки, к югу она распространена до Мексиканского залива.

В СССР американская норка завезена в 1928 г. Первое время ее разводили в зверосовхозах, а с 1993 г. начали выпускать на волю. К 1975 г. расселено около 20 тыс. особей (большая часть восточнее Урала). Наиболее эффективны оказались выпуски этого хищника в южных районах Сибири и Дальнего Востока, очевидно, в связи с лучшими кормовыми условиями и гидрорежимом угодий. Американскую норку разводили в зверофермах, убегающие из клеток зверьки основывали устойчивые популяции, например, на Сахалине и Утурупе, а также в некоторых государствах Западной и центральной Европы (Машкин, 2007). В нашей стране, да и во всей Европе, акклиматизация американской норки привела к вытеснению из биогеоценозов аборигенного вида – европейской норки. В настоящее время этот вид находится на грани исчезновения, и вселенец играет в этом процессе не последнюю роль (Глушков и др., 2001).

Для фауны Кировской области американская норка – новый акклиматизированный вид, широко распространившаяся в настоящее время и вытеснившая почти повсеместно аборигенный вид – норку европейскую. Непосредственно в Кировской области норку американскую не выпускали, акклиматизирована она была в Татарии в 1934 г., в республике Марий-Эл – 1948–1949 гг. (Акклиматизация ..., 1973), откуда проникла и на территорию Кировской области. Немаловажную роль в этом сыграли и американские норки, сбежавшие из зверохозяйств Кировской области. Американская норка начала заселять территорию области с юга из соседнего Татарстана в конце 1960-х – начале 70-х гг. (Шулятьев, 1975). В настоящее время она расселена по всей территории области. Лишь в Лузском районе по границе Кировской и Архангельской областей на участке водоразделов, где отсутствуют крупные водотоки, этот вид встречается редко (Скуматов, 2002).

В Татарии работы по акклиматизации американской норки были начаты в 1934 г. с выпуска 178 зверьков из Ильинского зверосовхоза в реки Большой и Малый Черемшан. Благоприятные условия, хорошо организованные выпуски и регулярная подкормка обеспечили оседание и быстрое размножение поселенцев. Уже в 1940 г. в созданном очаге удалось отловить 63 норки для выпуска на р. Шумбутку и в пойменные озера р. Камы в б. Кзыл-Юлдузском районе. В послевоенные годы бассейн Черемшана стал резерватом племенной норки, благодаря имевшемуся здесь Юхмачинскому специализированному хозяйству. С 1948 по 1953 гг. это хозяйство поставило около 1000 норок, а всего из Татарии к 1963 г. было вывезено 1134 норки в Белоруссию, Литву, Марийскую и Севе-

ро-Осетинскую АССР, Архангельскую, Калининскую, Горьковскую, Волгоградскую, Новосибирскую и Тюменскую области. Юхмачинское хозяйство обеспечило также большую часть дальнейших выпусков зверьков по Татарии. В послевоенное время внутри республики расселено 332 норки.

Помимо произведенных выпусков, на водоемы республики попадали норки из числа случайно бежавших с колхозных ферм и зверосовхозов. В итоге к концу 60-х годов американская норка заняла почти все пригодные для обитания угодья (Акклиматизация ..., 1973).

Американская норка в настоящее время заселила практически всю европейскую часть России от Кавказа на юге до тундры на севере, лесную и лесостепную зоны Урала и Зауралья. Большая часть Западной Сибири, Дальний Восток от Приморского Края до Чукотки также входят в ареал этого вида (Скуматов, 2002).

К типичным и наиболее предпочтительным станциям американской норки в Кировской области следует отнести лесные ручьи и речки с незамерзающими участками – перекатами и полыньями, сильно захламленными, с невысокими, но сухими берегами. На крупных речках, таких как Вятка, Молома, Чепца, она встречается не часто и главным образом бывает в устьевых участках мелких протоках. Она не избегает, а даже предпочитает селиться на озерах (Глушков и др., 2001).

При изучении стационального распределения американской норки выявлена еще одна особенность – частое поселение зверьков близ жилья человека. В Нагорском районе в д. Качонки самка американской норки в сентябре 2011 г. 2 раза попадала в капкан, установленный на крысу в хозяйственной постройке (хлеву). Оба раза была отпущена, беспокойств не доставляла. 22 октября была найдена мертвой на сеновале.

В г. Кирове по сообщению Р. Гильмутдинова в 1996 г. в районе Трифонова монастыря на р. Хлыновка была найдена мертвая норка. Была определена В. Н. Сотниковым как норка европейская. В дальнейшем этот водоем был заселен американской норкой, где следы ее жизнедеятельности встречаются и в настоящее время.

Нами выявлены следы жизнедеятельности американской норки в п. Ганино, Бахта, Сосновый, Захарищевы, в районе Биохимзавода, п. Дороничи. По сообщению респондентов, следы жизнедеятельности американской норки были отмечены в г. Кирово-Чепецке, Слободском, п. Малая Субботиха, в районе Чистых прудов, п. Коминтерн Первомайского района г. Кирова.

Нами отмечена особенность – американская норка в антропогенных ландшафтах часто поселяется вблизи поселений ондатры.

Даже если присутствуют большие искусственные водоемы, американская норка предпочитает селиться на ручьях и небольших речках, расположенных поблизости от них, хотя бывают и исключения. Зарегистрирована нора американской норки на прудах биологической очистки в п. Дороничи.

Таким образом, американская норка в настоящее время заселила не только природные биоценозы, но практически и все пригодные антропогенные ландшафты Кировской области.

## Литература

Акклиматизация охотничье-промысловых зверей и птиц в СССР / Под ред. И. Д. Кириса. Ч. 1. Киров, 1973. 282 с.

Глушков В. М., Граков Н. Н., Гревцев В. И., Козловский И. С., Колесников В. В., Макаров В. А., Машкин В. И., Пиминов В. Н., Сеницын А. А., Шиляева Л. М. Акклиматизация и биотехния в системе управления популяциями охотничьих животных. Киров, 2001. 204 с.

Машкин В. И. Биология промысловых зверей России: учебное пособие для студентов биологических (охотоведческих) факультетов вузов; 2-е издание, перераб. и доп. Киров, 2007. 424 с.

Скуматов Д. В. Современное распространение куных в Кировской области // Разнообразие и управление ресурсами животного мира в условиях хозяйственного освоения Европейского Севера: Междунар. конф. Сыктывкар, 2002. С. 367–377.

Чашухин В. А. Ондатра: причины и следствия биологической инвазии. М.: Т-во научн. изд. КМК, 2007. 133 с.

Шулятьев А. А. Американская норка в Кировской области // Охота, пушнина и дичь: Сб. НТИ ВНИИОЗ, 1975. В. 49–50. С. 106–108.

## РЕДКИЕ И МАЛОИЗВЕСТНЫЕ ДВУКРЫЛЫЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

**С. В. Пестов**

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, pestov@ib.komisc.ru*

Одним из необходимых условий стабильного функционирования экосистем является достаточный уровень природного разнообразия. Развитие индустриального общества сопровождается постоянно возрастающим воздействием на природу и уменьшением числа биологических видов вследствие изменения местообитания многих видов животных и растений. Одним из механизмов, обеспечивающих контроль за видами, которым грозит уничтожение вследствие естественных причин или благодаря негативному влиянию хозяйственной деятельности человека, является создание Красных книг разного уровня региональном, национальном и международном. В 2009 г. опубликовано второе издание Красной Книги Республики Коми. В этот список было включено 54 вида беспозвоночных, из них шесть видов относятся к отряду Diptera (*Atylotus sublunulaticornis*, *Laphria gibbosa*, *Bombylius minor*, *Xylota suecica*, *Doros conopseus*, *Volucella inanis*). За время прошедшее после выхода действующей Красной книги появились новые сведения о находках краснокнижных видов и впервые обнаружено несколько видов этого отряда, которые могут быть рассмотрены в качестве кандидатов на включение в новое издание, которое должно быть подготовлено к 2019 г. Ниже приводятся сведения о местах находок охраняемых и некоторых редких видов двукрылых, на распространение и состояние популяций которых необходимо обратить особое внимание. Впервые для региона указаны два семейства (Xylophagidae, Coenomyidae) и четыре вида двукрылых (*Callicera aenea*, *Xylophagus ater*, *Xylophagus cinctus*, *Coenomyia ferruginea*). Они отмечены в списке знаком (\*). Все материалы хранятся в музее Института биологии Коми НЦ УрО РАН.

**Acroceridae.** \**Ogcodes gibbosus* (Linnaeus, 1958) Материал (1 экз.): г. Сыктывкар (1.07.2011, в свернутом паутиной листе *Serratula coronata* L., Пе-

стов). Личинки паразитируют в теле пауков. Самки откладывают на стебли травы или мертвые ветки, но всегда вдали от предполагаемого хозяина. Личинки первого возраста подвижны и активно ищут паука. Куколка развивается вне хозяина под защитой ловчей сети, сплетенной пауком перед смертью. Взрослые не питаются и живут от 1 до 6 недель. Спаривание в полете обычно наступает на 1-2 день после отрождения (Нарчук, 2003).

**Asilidae.** *Laphria gibbosa* (Linnaeus 1758) Материал (8 экз.): г. Ухта (август 1953, 1955, 20.06.1963, Седых), пос. Якша (21.07.1976, Седых), Усть-Куломский р-н (20.08.1961, Габова), с. Помоздино (25.06.1962, Седых), с. Койгородок (25.06.1981, Седых). Имаго летает по сухим опушкам сосновых лесов. Личинки развивается в почве и гнилой древесине, предпочитают древесину хвойных пород. Питаются личинками усачей. Развитие личинки продолжается 3-5 лет (Кривошеина, Мамаев, 1975).

**Bombyliidae.** *Bombylius minor* Linnaeus, 1758. Материал (4 экз.): пос. Селэгож (8.07.1995, Литвиненко), Ухта (21.07.2001, Седых), с. Вильгорт (1 экз. 30.07.1957, Габова), пос. Кажим (12.07.2004, Пестов). Личинки развиваются на одиночных пчелах рода *Colletes* (Зайцев, 1966).

**Athericidae.** *Atherix ibis* (Fabricius 1798) Материал (16 экз.): г. Ухта (30.06.1962, 16.06.1973, 2-20.06.1982, 23.06.1984, Седых), пос. Тобысь (13.06.1973, Седых), пос. Нижняя Омра (21.06.2007, Пестов), пос. Якша (16.06.1973, 29.06.1960, Седых), с. Объячево (12.06.1979), с. Койгородок (14-20.06.1980, Седых), с. Летка (14.06.1976, 24-27.06.1982, Седых). Для фауны Республики Коми вид впервые указан А.А. Заболотским (1959) в составе бентоса р. Подчерье. Других сведений о распространении этого вида в регионе в литературе не приводилось. Самки *Atherix ibis*, собираясь большими группами, откладывают яйца на ветви и листья кустарников, нависшие над водой и умирают на яйцекладке, образуя большое грушевидное скопление, содержащее от нескольких сотен до нескольких тысяч особей. Личинки падают в воду, живут на дне рек и ручьев, среди камней, питаются личинками хирономид, нимфами поденок и другими водными насекомыми. Окукливаются в почве по берегам рек, во мху. Ранее семейство *Athericidae* включалось в семейство *Rhagionidae* в ранге подсемейства, однако по молекулярно-генетическим данным оно оказалось гораздо ближе к *Tabanidae* (Нарчук, 2003).

**Xylophagidae\*.** *Xylophagus ater* Meigen 1804 Материал (4 экз.): г. Ухта (30.06.1984, Седых) с. Объячево (26.06.1983, Седых), с. Летка (4.06.1976, 20.06.1976, 25.06.1982, Седых). Личинки активные хищники, развиваются в гниющей древесине лиственных пород и питаются личинками различных насекомых. Они нападают на личинок короедов, усачей, комаров-долгоножек, лимониид, бибионид и многих других. Личинки развиваются как под корой, так и в толще разлагающейся древесины; окукливание обычно происходит под корой (Кривошеина, Мамаев, 1972).

*Xylophagus cinctus* (De Geer 1776) Материал (1 экз.): с. Летка (4.06.1982, Седых). Биология сходна предыдущим видом, но личинки развиваются в древесине хвойных пород, кедре и пихте (Кривошеина, Мамаев, 1972).

**Coenomyidae\***. \**Coenomyia ferruginea* (Scopoli 1763) Материал (1 экз.): с. Летка (24.06.1982, Седых). Имаго встречаются во влажных лесах. Личинки – хищники, развиваются в богатых гумусом верхних слоях почвы или в гнилой древесине (Нарчук, 2003).

**Tabanidae.** *Silvius vituli* (Fabricius, 1805) Материал (1 экз.): с. Прокопьевка (8.08.2005, луг, Пестов). Самки и самцы питаются нектаром цветковых растений. Личинки – хищники, обитают во влажной почве берегов небольших рек, часто в дерновине или плотных слоях наносов среди древесной растительности. Цикл развития – двухлетний (Андреева, 1990).

*Atylotus plebejus* (Fallén, 1817) Материал (1 экз.): г. Ухта (20.07.1955, Седых).

*Atylotus sublunulaticornis* (Zetterstedt, 1842) Материал (3 экз.): заказник «Пижемский» (14.07.2006, болото, С.В. Пестов), с. Оквад (3.07.2012, болото, Пестов). Вид впервые указан для окрестностей г. Ухта (Седых, 1974), материал хранится в Зоологическом ин-те РАН.

**Syrphidae.** *Blara fallax* (Linnaeus, 1758) Материал (3 экз.): пос. Якша (19.08.1981, Седых), с. Объячево. (16.06.1979, К.Ф. Седых), с. Оквад (Габова 3.07.1959, Габова). Личинки развиваются в дуплах деревьев и разлагающейся древесине сосны (Rotherey, Gilbert, 1999).

\**Callicera aenea* (Fabricius 1777) Материал (1 экз.): с. Летка (16.06.1982, Седых). Личинки обитают в дуплах деревьев сосны, лиственницы, имаго приурочены к опушкам лесов (Rotherey, Gilbert, 1999).

*Criorhina asilica* (Fallén, 1816) Материал (2 экз.): заказник «Дон-ты» (23.06.2008, лесная зарастающая поляна, Пестов). Личинки найдены в разлагающейся древесине и дуплах деревьев (Rotherey, Gilbert, 1999).

*Doros conopseus* (Fabricius, 1775). Материал (1 экз.): пос. Селегвож (23.06.2005, на лютике многоцветковом, Пестов). Впервые в фауне Республики Коми вид указан К.Ф. Седых (1974) для г. Сыктывкар (место хранения этого материала не известно).

*Lejota ruficornis* (Zetterstedt 1843) Материал (1 экз.): пос. Кажим (29.06.2004, опушка сосняка, Пестов). Личинки развиваются в разлагающейся древесине (Rotherey, Gilbert, 1999).

*Mallota megiliformis* (Fallén, 1817) Материал (4 экз.): г. Сыктывкар (1.06.2010, опушка ельника, на *Taraxacum officinale* Wigg., Пестов), пос. Кажим (4.07.2004, опушка сосняка, Пестов), пос. Нижняя Омра (2.07.2009, скальные обнажения р. Сойва, на *Dactylorhiza heleboridis* (Wilmott) Aver., Кириллова). Мухи обладают очень быстрым и неровным полетом. Личинки развиваются в дуплах лиственных пород во влажной трухе (Виолович, 1983; Rotherey, Gilbert, 1999).

*Sphecomomyia vespiformis* (Gorski 1852) Материал (3 экз.): заказник "Дон-ты" (23.06.2008, на *Rosa acicularis* Lindl., Татаринов), г. Сыктывкар, (19.07.1958, Габова, 21.06.2013, Пестов). Личинки в разлагающейся древесине (Виолович, 1983).

*Xylota suecica* (Ringdahl, 1943) Материал (2 экз.): заказник "Белая Кедва" (10.07.2005, карстовые долины, Пестов), заказник "Пижемский" (14.07.2006, пойменный луг, Пестов).

*Volucella inanis* (Linnaeus, 1758). г. Сыктывкар (17.08.2006, на *Achillea millefolium* L., Пестов). Личинки обитают в гнездах общественных перепончатокрылых, питаются пыльцой, живыми и мертвыми личинками и куколками (Rothery, Gilbert, 1999).

#### Литература

Андреева Р. В. Определитель личинок слепней. Европейская части СССР, Кавказ, Средняя Азия. Киев: Наукова думка, 1990. 170 с.

Виолович Н. А. Сирфиды Сибири (Diptera, Syrphidae): Определитель. Новосибирск: Наука, 1983. 241 с.

Заболоцкий А. А. Бентос р. Подчерем и его роль в питании молоди семги // Изв. Всесоюз. НИИ озер и речн. рыб. хоз-ва. 1959. Т. 48. С. 44–64.

Зайцев В. Ф. Паразитические мухи семейства Bombyliidae (Diptera) в фауне Закавказья. М.-Л.: Наука, 1966. 357 с. (Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим ин-том АН СССР)

Красная книга Республики Коми, Сыктывкар, 2009. 791 с.

Кривошеина Н. П., Мамаев Б. М. Ревизия материалов по морфологии и экологии ксилофильных личинок ктырей трибы Laphrini (Diptera, Asilidae) Сообщение I. Род Laphria Walk // Вестник зоологии, 1975. № 6. С. 46–50.

Кривошеина Н. П., Мамаев Б. М. Обзор палеарктических видов двукрылых рода *Xylophagus* Meig. (Diptera, Xylophagidae) // Энтомол. обозрение. 1972. Т. 51. Вып. 2. С. 430–445.

Нарчук Э. П. Определитель семейств двукрылых насекомых фауны России и сопредельных стран СПб., Изд-во Зоологического ин-та РАН, 2003. 253 с. (Труды Зоологического института РАН. Том 294)

Седых К. Ф. Животный мир Коми АССР. Беспозвоночные. Сыктывкар: Коми книжное изд-во, 1974. 192 с.

Rothery G., Gilbert F. Phylogeny of Palaearctic Syrphidae (Diptera): evidence from larval stages // Zoological Journal of the Linnean Society, 1999. Vol. 127. P. 1–112.

### **МАТЕРИАЛЫ ПО МОНИТОРИНГУ УРОЖАЙНОСТИ КЛЮКВЫ БОЛОТНОЙ (*OXUCOCCUS PALUSTRIS* L.) В УСЛОВИЯХ ЮЖНЫХ ТУНДР ПУРОВСКОГО РАЙОНА ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА ЗА 2011-2013 ГГ.**

*Т. А. Ковригина, Е. Д. Мусихина, С. И. Оботнин, Е. С. Тужаров*  
*Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и*  
*звероводства им. Б. М. Житкова*

Клюква является наиболее востребованной на рынке России дикорастущей ягодой.

В современных социально-экономических условиях происходит резкое увеличение уровня антропогенного влияния на естественные популяции этого вида, особенно в северных регионах нашей страны, что ведет к осознанию необходимости рационального использования ресурсов дикорастущих ягодни-

ков, основой которого являются материалы об их урожайности, закономерностях территориального и временного распределения, ресурсах и особенностях использования (Rapp, 2004).

Целью работы было изучение особенностей плодоношения *O. palustris*, а также мониторинг формирования урожайности в течение 3-х лет в условиях южных тундр Ямало-Ненецкого автономного округа.

Учет урожайности проводился по общепринятым ресурсоведческим методикам (Методы изучения..., 2002). Геоботаническое описание модельных фитоценозов выполнено согласно известным методическим подходам (Миркин, Наумова, 1998; Методы изучения..., 2002).

Краткая характеристика модельных фитоценозов представлена в табл. 1.

Таблица 1

**Краткая характеристика фитоценозов с *O. palustris* Pers.**

№ фитоценоза	Тип фитоценоза
1	Кустарничково-сфагновое олиготрофное болото
2	Багульниково-сфагновое мезотрофное болото
3	Кустарничково-лишайниково-сфагновое олиготрофное болото
4	Осоково-сфагновое мезотрофное болото
5	Багульниково-сфагновое болото
6	Осоково-сфагновое олиготрофное болото
7	Багульниково-сфагновое олиготрофное болото
8	Багульниково-сфагновое олиготрофное болото
9	Осоково-сфагновый мезотрофный болотно-озёрный комплекс
10	Кустарничково-пушицево-сфагновое олиготрофное болото

Масса плодов значительно меняется по годам (табл. 2). Если в 2011 г. и 2013 г. средняя масса 100 плодов варьировала от 14,94 г до 72,74 г, то в 2012 г. она имела примерно равные показатели. Наименьшая средняя масса 100 плодов в 2011-2013 гг. отмечена на багульниково-сфагновом олиготрофном болоте (ФЦ 8) – 14,94±0,42 г. В ФЦ 6 (осоково-сфагновое олиготрофное болото) зафиксирована средняя максимальная масса как в 2011 г., так и в 2013 и составила 72,74±1,25 и 70,14±1,15 г соответственно (табл. 2).

Таблица 2

**Динамика средней массы 100 плодов *O. palustris* Pers. в 2011–2013 гг.**

№ ФЦ	Средняя масса 100 плодов, г		
	2011 г.	2012 г.	2013 г.
1	16,33±0,52	50,31±0,81	15,31±0,42
2	16,19±0,64	48,85±0,92	15,18±0,54
3	16,32±0,28	49,97±1,01	15,22±0,8
4	54,88±1,03	48,77±1,06	53,38±1,13
5	16,38±0,77	53,12±1,13	15,34±0,87
6	72,74±1,25	50,96±0,51	70,14±1,15
7	18,55±0,55	51,37±1,25	18,90±0,45
8	14,94±0,42	56,70±0,90	15,94±0,32
9	14,95±0,60	52,34±0,71	15,95±0,50
10	55,22±1,16	62,20±0,83	53,22±1,12

Количество ягод также колебалось по годам. Минимальное среднее количество ягод пришлось на кустарничково-пушицево-сфагновое олиготрофное болото (ФЦ 10) в 2011 и 2013 г.  $-19,87 \pm 1,70$  и  $17,45 \pm 2,10$  шт./г/м<sup>2</sup>, соответственно. В 2012 г. минимальное среднее значение отмечено в ФЦ 8 –  $52,80 \pm 6,39$  шт./г/м<sup>2</sup>. Максимальное среднее значение получено в 2012 г. в кустарничково-лишайниково-сфагновом олиготрофном болоте (ФЦ 3) и составило  $205,6 \pm 36,57$  шт./г/м<sup>2</sup> (табл. 3).

Таблица 3

**Динамика количества ягод *O. palustris* Pers. в обследованных фитоценозах в 2011-2013 гг.**

№ ФЦ	Кол-во ягод, г/м <sup>2</sup>		
	2011 г.	2012 г.	2013 г.
1	30,07±3,24	197,80±24,28	32,12±3,12
2	33,67±2,97	178,70±17,46	33,48±3,17
3	51,07±4,02	205,6±36,57	50,67±4,06
4	45,53±9,65	98,10±18,91	43,27±10,15
5	41,20±6,16	69,20±16,79	41,37±7,16
6	94,73±15,79	141,0±22,24	89,67±15,91
7	78,13±11,86	76,90±24,95	69,13±11,81
8	28,33±2,34	52,80±6,39	25,33±3,14
9	51,73±4,01	55,30±5,55	50,20±4,12
10	19,87±1,70	85,40±15,97	17,45±2,10

Анализ статистических данных по урожайности *O. palustris* за 3 года показал, что наиболее урожайным был 2012 (урожайность варьировала от  $30,30 \pm 4,05$  до  $100,34 \pm 19,83$  г/м<sup>2</sup>) (табл. 4).

Таблица 4

**Динамика урожайности *O. palustris* Pers. в обследованных фитоценозах в 2011-2013 гг.**

№ ФЦ	Урожайность <i>O. palustris</i> Pers., г/м <sup>2</sup>		
	2011 г.	2012 г.	2013 г.
1	4,99±0,55	92,04±11,53	5,10±0,65
2	5,61±0,64	91,74±8,50	5,45±0,63
3	7,68±0,65	100,34±19,83	7,65±0,63
4	24,0±4,59	54,28±12,87	22,65±4,32
5	5,98±1,03	38,36±7,73	6,21±1,13
6	63,25±11,10	69,0±10,90	46,25±10,90
7	13,84±2,12	37,29±11,46	12,84±2,32
8	3,89±0,19	30,30±4,05	2,98±0,23
9	9,69±0,45	34,21±3,29	8,76±0,44
10	3,12±0,15	52,28±10,13	3,16±0,21

В 2011 и 2013 гг. величины урожайности достоверно не отличались и колебались в разных ФЦ от  $3,12 \pm 0,15$  до  $63,25 \pm 11,10$  г/м<sup>2</sup> в 2011 г. и от  $2,98 \pm 0,23$  до  $46,25 \pm 10,90$  г/м<sup>2</sup> в 2013 (табл. 4). Максимальная средняя урожайность отмечена в ФЦ 3 –  $100,34 \pm 19,83$  г/м<sup>2</sup>, немного ниже – в кустарничково-сфагновом олиготрофном болоте (ФЦ 1) и багульниково-сфагновом мезотрофном болоте

(ФЦ 2). Наименьшие показатели продуктивности клюквы болотной отмечены в ФЦ 8 и 10 (Ковригина, Мусихина, 2012). Относительно стабильной (около 60 г/м<sup>2</sup>) на протяжении трех вегетационных сезонов была величина урожайности *O. palustris* на осоково-сфагновом олиготрофном болоте (ФЦ 6).

Величина урожайности клюквы болотной в Пуровском районе ЯНАО в 2011 г. и 2013 г. на всех обследованных фитоценозах, за исключением ФЦ 6, была ниже урожайности данного вида в других регионах России. В 2012 г. урожайность вида в обследованных популяциях оказалась выше среднеемноголетних значений показателя, например, для Кировской области (Егошина и др., 2005) и колебалась от 30,0 до 100,3 г/м<sup>2</sup>, в то время как в Кировской области среднеемноголетняя урожайность вида колеблется от 10,0 до 35 г/м<sup>2</sup> (табл. 5), достигая в оптимальных условиях произрастания 350 г/м<sup>2</sup>.

Таблица 5

**Урожайность ягод *O. palustris* Pers. в различных растительных подзонах и фитоценозах Кировской области, г/м<sup>2</sup>**

Фитоценоз	Средняя тайга	Южная тайга	Хвойно-широколиственные леса	Средняя по области
Сосняк сфагновый	28,0±3,0	35,0±5,0	–	30,0±5,0
Сосняк осоково-сфагновый, мезотрофное открытое болото	30,0±5,0	30,0±5,0	20,0±3,0	30,0±5,0
Сосняк пушицево-сфагновый олиготрофное открытое болото	350±50	350±50	250±35	35,0±5,0
Сосняк кустарничково-пушицево-сфагновый	10,0±2,0	10,0±1,5	–	10,0±2,0
Березняк сфагновый	–	10,0±2,0	–	10,0±2,0
Березняк осоково-сфагновый, сосново-березовый осоково-сфагновый лес	–	12,0±3,0	–	12,0±3,0

Примечание: «–» в данном типе фитоценоза заросли клюквы болотной не выявлены

Средняя урожайность клюквы в сосняках пушицево-сфагновых Горьковской области и Республики Марий Эл достигает 50 г/кв.м. (Колупаева, Скрябина, 1977), в Архангельской и Вологодской областях – 10,0–100,0 г/кв.м. (Черкасов и др., 1981). Но в годы хорошего плодоношения на олиготрофных и мезоолиготрофных болотах европейской части России (Марий Эл, Ленинградская, Псковская области) урожайность клюквы болотной может достигать 150,0–210,0 г/м<sup>2</sup>, в аналогичных местообитаниях Сибири (Омская обл., Ханты-Мансийский АО) – около 120,0 г/м<sup>2</sup> (Беляев, 1938; Современное состояние недревесных растительных ресурсов, 2003). Такая высокая урожайность клюквы болотной в Пуровском районе ЯНАО пока не отмечена.

**Литература**

Егошина Т. Л., Колупаева К. Г., Скрябина А. А., Скопин А. Е. Ресурсы *Oxycoccus palustris* (Ericaceae) в Кировской области // Раст. ресурсы. 2005. Т. 41. Вып. 4. С. 50–60.

Беляев И. М. Клюква обыкновенная *Oxycoccus palustris* Pers. // Записки Ленинградского плодовоовощного института. Л.: ЛПОИ, 1938. Вып. 3. С. 125–181.

Ковригина Т. А., Мусихина Е. Д. Параметры продуктивности морошки приземистой (*Rubus chamaemorus*) и клюквы болотной (*Oxycoccus palustris*) в южных тундрах Ямало-Ненецкого автономного округа // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства: Мат. междунауч.-практ. конф. Киров, 2012. С. 375–376.

Колупаева К. Г., Скрябина А. А. Плодоношение и использование запасов клюквы в Волго-Вятском регионе // Охота, пушнина, дичь: Сб. науч.-техн. информации ВНИИОЗ. Вып. 57. Киров, Изд-во ВНИИОЗ, 1977. С. 52–60.

Методы изучения лесных сообществ. СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.

Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Наука о растительности (история и состояние основных концепций). Уфа, 1998.

Современное состояние недревесных растительных ресурсов / Под ред. Т.Л. Егошиной. Киров: ВНИИОЗ, 2003. 263 с.

Черкасов А. Ф., Буткус В. Ф. Клюква. М.: Лесн. Пром-сть, 1981. 214 с.

Rapp K. Cloudberry Growers Guide // North Norwegian Centre for Research and Rural Development. Tromsø, Norway, 2004. 15 p.

## **ПОДБОР СОРТОВ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ ДЛЯ ПОДЗОНЫ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

**О. К. Тимушева**

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, otimusheva@ib.komisc.ru*

Смородина черная является одной из ведущих ягодных культур. Лучшие сорта смородины черной должны быть скороплодными, урожайными, зимостойкими, крупноплодными, иммунными к основным болезням и вредителям. В подзоне средней тайги Республики Коми необходимо развитие ягодоводства для обеспечения потребностей населения в поливитаминной продукции за счет местного производства ягод. Исследования проводили в Ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН в 2001–2010 гг. Цель работы заключалась в изучении видов и сортов по комплексу хозяйственно ценных признаков и выявлении лучших сортов для выращивания на Севере.

К настоящему времени сортовой фонд смородины черной насчитывает свыше 800 сортообразцов (Огольцова, 1992). В коллекции имеется 98 сортов смородины черной, привлеченных в 1996–2000 гг. из Беларуси, городов Барнаул, Бердск Новосибирской области, Владимир, Горно-Алтайск, Екатеринбург, Киров, Мичуринск, Павловск Ленинградской области, Пермь, Челябинск. Исследования проводились по «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (1999). Были взяты на изучение 16 сортов алтайской, белорусской, брянской, мичуринской, московской, орловской селекций. По генетической группе исследуемые сорта являются сортами-гибридами между европейским, сибирским подвидами смородины черной и смородиной дикушей: *Ribes nigrum* ssp. *europaeum* Jancz. x *Ribes nigrum* ssp. *sibiricum* E. Wolf x *Ribes dikuscha* Fisch. (Огольцова, 1992). Почвы на участке ботанического сада в основном дерново-подзолистые, глееватые, среднеокультуренные, суглинистого механического состава. Растения смородины посажены в ряды по схеме 4 x 1,5 метра.

Все сорта смородины черной являются зимостойкими (0–2 балла). У сортов Каролинка, Элевеста в отдельные годы отмечено подмерзание многолетних ветвей (3 балла). Начало вегетации сортов наблюдается во второй декаде апреля – первой декаде мая, в зависимости от погодных условий года. Цветение черной смородины начинается во второй декаде мая – первой декаде июня. Созревание ягод фиксируется у ранних сортов в конце второй декады июня – во второй декаде июля, средних сортов – во второй – третьей декаде июля, позднего сорта Лентяй – в конце второй – третьей декаде июля. Массовое созревание ягод ранних сортов отмечается в первой декаде июля – начале первой декады августа, средних сортов – третьей декаде июля – первой декаде августа, сорта Лентяй – в конце третьей декады июля – второй декаде августа. Окончание вегетации отмечается в первой декаде октября. Сорта Плотнокистная, Нара – ранние, Лентяй – поздний, остальные сорта – средние по срокам созревания.

По данным литературы, средняя продолжительность периода вегетации до зацветания у различных сортов колеблется от 33 до 39 дней. Длительность периода цветения у сортов в среднем равняется 12–15 дням. От отцветания до начала созревания – появления первых зрелых плодов – проходит около 40 дней (Глебова, Мандрыкина, 1984). На продолжительность этого периода значительное влияние оказывают температурный фактор и сортовые различия. В наших условиях межфазный период от начала вегетации до зацветания составляет 14–35 дней. Максимальный период – 35 дней – наблюдается у сортов Вологда, Сеянец Голубки. Длительность периода цветения всех сортов составляет от 16 до 24 дней. От начала цветения до начала созревания проходит от 36 до 65 дней, у ранних сортов (Нара, Плотнокистная) – 36–60, у средних – 50–65, у позднего сорта Лентяй – 63–67 дней. Межфазный период от начала вегетации до начала созревания составляет 67–84 дня у ранних, 76–93 у средних сортов и 91–98 дней у сорта Лентяй.

Продуктивность – один из основных показателей, характеризующих ценность сорта. У смородины черной она определяется четырьмя типами плодовых побегов: смешанные побеги – годичный прирост длиной более 25 см, почки могут быть как смешанными, так и генеративными; плодовые побеги – годичные приросты до 25 см, боковые почки смешанные, верхушечная – вегетативная; букетные веточки – короткие плодовые образования до 5 см, на которых сближенно расположены цветковые почки; кольчатки – плодовые образования до 3 см. Основная часть урожая сортов смородины черной была сосредоточена на смешанных, плодовых побегах и кольчатках. Максимальная продуктивность в течение 10 лет отмечена у сорта Орловская Серенада – 2,92 кг с куста (табл.).

Хорошей продуктивностью отличаются также сорта Каролинка, Вологда, Лентяй, Пушистая. В 2010 г. из-за сложившихся аномальных погодно-климатических условий продуктивность плодово-ягодных растений была минимальной за все годы исследований. В мае, июне погода была неустойчивой: на фоне тепла наблюдались кратковременные похолодания. Июль характеризовался жаркой и сухой погодой. Максимальная температура воздуха повышалась до 36 °С. Растения угнетались из-за высокого температурного режима. Аномально жаркая погода была в первой декаде августа, когда среднесуточные температуры

были на 8–12° выше нормы. Вследствие этого много ягод смородины было съедено птицами.

Таблица

**Продуктивность, масса ягоды и высота куста сортов смородины черной, 2001–2010 гг.**

Сорт (год посадки, откуда получен)	Продуктивность, кг с куста	Масса одной ягоды, г	Высота куста, см
Орловская Серенада (2000, Киров)	2,92±0,51	1,48±0,07	148,0±1,6
Каролинка (1999, Екатеринбург)	2,56±0,47	1,40±0,07	152,4±0,8
Дубровская (1996, Йошкар-Ола)	2,53±0,37	1,03±0,04	160,2±1,3
Вологда (1996, Киров)	2,38±0,39	1,59±0,07	152,0±2,1
Нара (1998, Брянская обл.)	2,38±0,43	1,25±0,02	139,7±2,1
Лентяй (1997, Мичуринск)	2,28±0,36	1,41±0,06	147,5±1,5
Пушистая (1999, Горно-Алтайск)	2,27±0,33	1,50±0,03	152,1±1,0
Зеленая Дымка (1999, Екатеринбург)	2,19±0,40	1,12±0,08	133,0±2,0
Наследница (1996, Киров)	2,12±0,37	1,64±0,14	146,5±1,6
Плотнокистная (1996, Киров)	2,11±0,29	1,31±0,08	102,2±2,4
Памяти Вавилова (1998, Минск)	2,03±0,38	0,84±0,04	147,7±1,2
Элевеста (1997, Мичуринск)	2,01±0,36	0,95±0,07	136,3±2,7
Черный Жемчуг (1996, Киров)	1,96±0,29	1,21±0,04	140,3±2,1
Севчанка (1997, Мичуринск)	1,95±0,34	1,25±0,06	147,7±1,1
Сеянец Голубки (1996, Кировская обл., Орлов)	1,91±0,23	1,67±0,13	154,5±1,5
Багира (1996, Киров)	1,69±0,22	0,83±0,04	129,8±1,8

В итоге за 2001–2010 гг. хорошей продуктивностью характеризуются сорта Нара, Плотнокистная, Вологда, Наследница, Элевеста, Зеленая Дымка, Каролинка, Дубровская, Пушистая, Памяти Вавилова, Лентяй. Наиболее крупными ягодами характеризуются сорта Сеянец Голубки, Наследница, Вологда. У сортов Элевеста, Багира, Памяти Вавилова масса ягоды составляет меньше одного грамма. По высоте куста высокими являются сорта Дубровская, Сеянец Голубки, Вологда. Каролинка, Пушистая (более 150 см). Сорт Плотнокистная является низким, остальные сорта – среднерослые.

Известно, что сорта, способные к самоопылению, в состоянии давать урожай и при неблагоприятных для перекрестного опыления условиях (Павлова, 1955). Самоплодность сорта не исключает перекрестного опыления, при котором ягоды крупнее, урожай выше. Высокосамоплодными сортами, завязавшими при естественном самоопылении более 50% ягод, отмечены сорта Элевеста, Сеянец Голубки, Памяти Вавилова, Лентяй, Черный Жемчуг. К хорошосамоплодным относятся сорта Зеленая Дымка, Дубровская, Севчанка, Багира, Плотнокистная, Вологда, завязавшие при естественном самоопылении 31–50% ягод. Среднесамоплодным является Наследница (21–30% полезной завязи). С хозяйственной точки зрения сорта, обладающие пониженной самоплодностью (менее 10%), не перспективны, так как для них характерны резкие колебания урожайности по годам (Равкин, 1987).

Агротехнический уход за растениями предусматривает проведение мероприятий, направленных на борьбу с болезнями и вредителями. Против вредителей смородины черной проводили ежегодно весной перед распусканием почек опрыскивание кустов раствором препарата «Искра» или «Фитоверм». Осенью кусты обрабатывали против грибных заболеваний 1%-м раствором бордоской жидкости. На этом фоне проводили оценку сортов смородины черной на устойчивость к болезням и вредителям, и она была неоднозначной. Степень поражения оценивалась визуально по пятибалльной шкале. Радикальное мероприятие для борьбы с вредителями и болезнями – подбор наиболее устойчивых сортов, отбор здорового, незараженного посадочного материала. В наших условиях все сорта смородины черной являются устойчивыми к мучнистой росе. Среднее повреждение почек почковым клещом (до 30% почек) в 3 балла отмечено у сорта орловской селекции Лентяй. Не наблюдается повреждения почек почковым клещом сортов Сеянец Голубки, Памяти Вавилова, Вологда. Очень сильное поражение листьев септориозом (более 50%) установлено у многих сортов. Слабое повреждение в 2 балла (до 10%) ягод крыжовниковой огневкой в отдельные годы было у сортов Плотнокистная, Вологда, Дубровская, Наследница, Элевеста. Не отмечено повреждения ягод крыжовниковой огневкой у сортов Сеянец Голубки, Памяти Вавилова, Багира, Черный Жемчуг, Севчанка, Лентяй, Зеленая Дымка. Следовательно, устойчивыми к факторам повреждения являются сорта: Сеянец Голубки, Памяти Вавилова – к почковому клещу, крыжовниковой огневке; Вологда – почковому клещу; Орловская Серенада, Каролинка, Нара, Лентяй, Багира, Черный Жемчуг, Зеленая Дымка, Севчанка – крыжовниковой огневке.

В результате исследований по комплексу хозяйственно ценных признаков выделены перспективные сорта черной смородины для выращивания в средне-таежной подзоне Республики Коми. Зимостойкими, крупноплодными, формирующими хороший урожай, являются сорта Орловская Серенада, Каролинка, Вологда, Лентяй, Наследница. Наиболее устойчивы к болезням и вредителям сорта Сеянец Голубки, Вологда, Памяти Вавилова. Также можно выделить сорта Элевеста, Багира и Лентяй с отличными вкусовыми качествами ягод.

#### Литература

- Глебова Е. И., Мандрыкина В. И. Смородина. М.: Россельхозиздат, 1984, 80 с.
- Огольцова Т. П. Селекция черной смородины – прошлое, настоящее, будущее. Тула: Приокское книжное изд-во, 1992. 384 с.
- Павлова Н. М. Черная смородина. М., Л.: Гос.-ое изд. с.-х. литературы, 1955. 278 с.
- Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел, ВНИИСПК. 1999. 608 с.
- Равкин А. С. Черная смородина (исходный материал, селекция, сорта). М.: Изд-во Московского университета, 1987. С. 182–187.

## НАХОДКА *VERONICA URTICIFOLIA* JACQ. НА УЧАСТКЕ «ТУЛАШОР» ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ»

*Е. П. Лачоха*

*Государственный заповедник «Нургуш», nurgush@zapovednik.kirov.ru*

Территория государственного природного заповедника «Нургуш» состоит из двух кластерных участков: собственно «Нургуш», расположенный в юго-восточной части Котельничского района, и «Тулашор», находящийся в северо-западной части Нагорского района на границе с Республикой Коми (Летопись..., 2013).

Кластерный участок «Тулашор» был присоединен к территории заповедника в 2010 г., на основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 17.03.2010 № 350-р. Его площадь составляет 17815,5 га. Эта территория является частью самого южного сохранившегося старовозрастного лесного массива в Европе. Значительную долю участка занимают спелые и перестойные ельники и смешанные леса естественного происхождения, находящиеся на разных стадиях возрастной динамики (Тарасова, 2011).

По схеме геоботанического районирования (Растительность..., 1980) территория участка «Тулашор» расположена в Евразийской таежной области, на границе двух подпровинций: Валдайско-Онежской и Камско-Печерско-Западноуральской, относящихся к Среднеевропейской и Урало-Западносибирской таежным провинциям, соответственно, в северной части южной темнохвойной тайги.

В 2013 г., во время проведения комплексного обследования территории участка «Тулашор», на высоком берегу реки Федоровки в 39 кв. были обнаружены *Veronica urticifolia* Jacq., *Thalictrum aquilegifolium* L. и *Spiraea media* Frantz Schmidt.

Вероника крапиволистная (*Veronica urticifolia* Jacq.) семейство норичниковые (*Scrophulariaceae*). Вид занесен в Красную книгу Кировской области: статус III категория (редкий вид), реликт третичных широколиственных лесов с дизъюнктивным ареалом (Красная..., 2001; Постановление..., 2011).

Многолетнее травянистое растение с простыми прямостоячими стеблями 30–70 см высотой. Листья широкие, яйцевидные или продолговатые. Кисти супротивные, рыхлые, многоцветковые. Венчик 4–7 мм в диаметре, бледно-розовый, с темными полосками. Цветет в июне-июле, плодоносит в июле-августе. Размножается семенами и вегетативно. Мезофил. В области произрастает на опушках березово-еловых лесов с липой и на облесенных склонах коренных берегов рек.

Василисник водосборолистный (*Thalictrum aquilegifolium* L.), семейство лютиковые (*Ranunculaceae*). Вид занесен в Красную книгу Кировской области: статус III категория (редкий вид), реликт с дизъюнктивным ареалом (Красная..., 2001).

Многолетнее травянистое короткочерешчатое растение с генеративными побегами высотой 40–100 см. Листья очередные, сложные, состоят из мно-

гочисленных округлых, снизу сизоватых листочков длиной 20–50 мм и шириной до 40 мм. Соцветие – крупная щитковидная метелка, околоцветник простой, из четырех рано опадающих листочков. Цветет в конце июня-июле, плодоносит в августе. Опыляется насекомыми. Размножается семенами. Гигромезофил. Сциофил. В области произрастает на полянах и опушках еловых и смешанных лесов с густым травяным покровом, в зарослях кустарников. Предпочитает богатую азотом нейтральную почву.

Спирея средняя (*Spiraea media* Fr. Schmidt.), семейство розовые (*Rosaceae*). Вид занесен в Приложение 2 к Красной книге Кировской области «Список редких и уязвимых видов животных и растений, не внесенных в Красную книгу Кировской области, но нуждающихся на территории области в постоянном контроле и наблюдении».

Однодомный листопадный кустарник до 1,5 м высотой. Побеги серо-бурые, округлые, прямостоячие, голые. Листья на коротких черешках, продолговато-эллиптические, 2–3,5 см длиной, с округленной верхушкой, цельнокрайние или в верхней части пластинки с несколькими зубцами. Цветки белые, диаметром 0,6–0,9 см собраны в зонтиковидные щитки на концах облиственных веточек. Цветет в мае – июне, плодоносит в июле – августе. Плод опушенная листовка. Размножается семенами. Мезоксерофил, олиготроф, светлюбивое растение. В области произрастает под пологом редкостойных лесов, на опушках, на каменистых россыпях, на облесенных склонах коренных берегов рек.

Лимитирующими факторами для этих редких видов является: малочисленность популяций и нарушение местообитаний в результате антропогенных воздействий (вырубка лесов, рекреация, изменение гидрологического режима и освещенности).

Для сохранения данных видов необходимо проведение флористических исследований, выявление новых мест произрастания, контроль за состоянием популяций и создание особо охраняемых природных территорий в местах произрастания вида.

### Литература

- Летопись природы заповедника «Нургуш». Книга 17. Киров, 2013. (рукопись).
- Тарасова Е. М. Предварительный конспект флоры сосудистых растений участка «Тулашор» заповедника «Нургуш» // Труды государственного природного заповедника «Нургуш». Т. 1. Киров: ООО «Типография «Старая Вятка», 2011. С. 154–169.
- Растительность европейской части СССР. Л., 1980. 429 с.
- Красная книга Кировской области: Животные, растения, грибы / Отв. ред. Л. Н. Добринский, Н. С. Корытин. Екатеринбург: Изд-во Уральск. ун-та, 2001. 288 с.
- Постановление Правительства Кировской области от 14. 07. 2011 № 111/317 «Об утверждении перечней видов животных, растений и грибов, занесенных в Красную книгу Кировской области». Киров, 2011.

## НАХОДКИ НА ТЕРРИТОРИИ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ ГРИБОВ И ЖИВОТНЫХ, ЗАНЕСЕННЫХ В КРАСНУЮ КНИГУ

А. Н. Соловьев

Всероссийский НИИ охотничьего хозяйства и звероводства  
им. проф. Б. М. Житкова, *biomon@mail.ru*

В список включены виды грибов и животных из основных списков и приложений первого (2001 г.) и второго вариантов Красной книги Кировской области, обнаруженные в Кировской области непосредственно автором или известные ему по достоверно подтвержденным (фото, плодовое тело гриба) опросным данным и сообщениям в прессе.

### Грибы

*Саркосома шаровидная Sarcosoma globosum*. В районах: Орловский (у д. Кодоловщина 05.2001 г. М. П. Кодолов); Опаринский (окр. п. Опарино 7.05.2001 г. Г. М. Чагаев); Слободской (прав. бер. р. Никульчинка 1.05.1999 г. у дороги на п. Боровица; Булдаковкий лес в 4 км от д. Субботиха 05.2001 г. Л. Д. Попова; у п. Стеклофилины 05.2001 г., окр. п. Зониха); Оричевский (окр. п. Оричи, севернее д. Смирновы 7.05.2001 г. Г. Г. Елькина); Нагорский (у п. Кобра 6.05.2001 г. Г.П. Окишева); Верхнекамский (у с. Кай 25.05.2001 г. В. Н. Сотников); Куменский (у п. Речное 7.05.2001 г.); Юрьянский (у быв. д. Горохово 1998 г.; у с. Загарье 20.05.2001 г.; у п. Коминтерновский 19.05.2001 г. В. В. Пальмов); Кирово-Чепецкий (окр. с. Русское 15.05.2001 г. Л. С. Голушкова); Советский. Под названием «земляной гриб» местные жители собирают в лечебных целях.

*Гиропорус синеющий, синяк Gyropogus cyanescens*. Юрьянский (восточнее ж.д. ст. Чащинский 1999 г.); Свечинский (бор на лев. бер. р. Ацвеж 2000 г.).

*Ежевик коралловидный Hericium coralloides*. Афанасьевский (Томызское л-во 28.07.1989 г.); Юрьянский (восточнее ж. д. ст. Чащинский 21.08.1999 г.; восточнее п. Искра 28.07.1994г., 1996 г. В. В. Ширяев); Белохолуницкий (лев. бер. р. Вятка бор напротив п. Нагорск С. Н. Бучнев); Кильмезский (прав. бер. р. Лобань у д. Рыбная Ватага 24.08.2000 г.).

*Полипорус зонтичный, грифола зонтичная Poliporus umbellatus*. Афанасьевский (окр. п. Афанасьево 08.1999 г. А. Н. Сысолятин); Юрьянский (восточнее п. Искра 07.1994 г., 08.1996 г. В. В. Ширяев).

*Дождевик (головач) гигантский Langemannia gigantean*. Подосиновский (прав. бер. р. Пушмы 28.08.1982 г.); Уржумский (быв. д. Пиля 17.08.2007 г.); Орловский (у д. Кодоловщина 2001 г.); окр. г. Кирова (плодовое тело окружн. 125 см и весом 5 кг у д. Б. Гора 17.09.2003 г.; у п. Коминтерновский 19.09.2005 г.); Кильмезский (лев. бер. р. Лобань у д. Рыбная Ватага 24.08.2000 г.).

*Мутинус Раввенеля Mutinus ravenelii*. Оричевский (дамба пруда у п. Мардадыково 21.08. 1998 г. находка автора, единственная в области).

## Птицы

*Большая поганка Podiceps cristatus*. г. Киров (гн. в окр.: оз. Старица у Заречного парка 2006 г. 2 пары с выводками, Дымковская старица 2006 г. 1 пара; пруды БХЗ 2007 г. 1 пара; пруд ТЭЦ-5 2007 г. 1 пара; Оричевский (пруд в п. Мирный 2 пары с молодыми 12.07.2001 г.); Кирово-Чепецкий (пруд рыбхоза «Филипповка» 18.07.1994 г.); Малмыжский (пруд у с. Азелино 1 пара 14.08.2007 г.); Уржумский (пруд у д. Страбыкино 13.08.2007 г.).

*Большая выпь Bjtaurus stellaris*. г. Киров (оз. Старица у Заречного парка 23/24 июня 2006 г., 30.05. 3 и 19 июня 2008 г.; пруды биохимзавода. 2004 г.).

*Серая цапля Ardea cinerea*. Юрьянский (прав. бер. р. Вятка у п. Гирсово в 350 м от русла реки. Колония: в 2002 г. 11 жил. гн., в основном на соснах, два – на елях; в 2006 г. 9 гн., в 2008 г. – 6 жил. гн.: 4 на соснах, 1 на ели и 1 на осине). г. Киров (кочующие ежегодно по берегам и в пойме р. Вятка). Фаленский (Верхосунье 1.04.2008 г.); Советский (Суводский бор колония севернее п. Кordon 25 гн. в 1999 г.; р. Пижма; р. Немда 8.05.1982 г., 20.08.1987 г.; р. Вятка 7, 5, 3 ос. 14.07.1982 г.); Подосиновский (р. Пушма 10–11.08.2000 г.), Яранский (оз. Никулятское 12.07.1999 г.); Сунский (пруд в д. Дворища 4–6 ос., впервые появилась пара в 2006 г., загнездились в 2007 г., вывели двух птенцов); Нолинский (пруд на р. Воя у д. Средняя-Ключи 30.05.2007 г. 2 взрослых и молодая); Малмыжский (пруд в долине р. Шошма у с. Азелино, 4 ос. 14–15.08.2007 г.); Уржумский (пруд у д. Страбыкино 2 ос. 13.08.2007 г.). Вятско-Полянский (берег р. Вятка у п. Красная Поляна 45 гн. в 2007 г.); Нагорский (у п. Мулино); Пижанский (р. Пижма 8.07.1993 г.).

*Белый аист Ciconia ciconia*. Пижанский (с. Иж 6.05.1993 г. гнездо. А. И. Царегордцев); Советский (пара кормилась на р. Пижма у г. Советск 18.05.2011 г. А. П. Панкратов); Котельничский (с. Чистополье 12–13.05.2001 г. Т. А. Сандакова); Нолинский (пруд на р. Воя у д. Ключи 05.2007 г. 3 ос. И. Р. Новиков); г. Киров (единств. залет в дождливый день 3.07.2005 г. При сильном холодном порывистом ветре птица села на крышу 5-этажн. дома на ул. Лепсе, где сидела более часа).

*Лебедь-шипун Cygnus olor*. На территорию области залетают мигрирующие преимущественно молодые. Советский (пруд в д. Мокино, ежегодно садятся на отдых, в 2008 г. с ночевкой); Слободской (пруд в с. Закаринье 17 ос. почти неделю держались в конце мая 2007 г., 2 ос. задержались на сутки дольше); г. Киров (оз. в Заречном парке 06.2005 г. 10 ос.; в 2005–09 гг. ежегодно на Дымковской старице, в начале июня 2008 г. 13 ос. в течение недели; 21.05.2010 г. одиночный. Осенью обычно появляются в конце августа–начале сентября, в 2007 г. прилетели 10.10 4 ос. и 13.10 еще 3 ос. Шесть птиц улетели 20.10, одна держалась до 29.10. С установлением снегового покрова в конце октября – начале ноября 2009 г. несколько дней держались 3 ос.: 2 взрослых и 1 молодой; пруд-отстойник БХЗ 2.06.2001 г. одиночный; пойменное оз. у д. Подозерье 6.06.2001 г.; оз. Келейное 2 ос. с 31.08 по 6.09.2006 г.; оз. Бричково 8 ос. в течение недели в июне 2007 г., 3 ос. в 2008 г.); Кирово-Чепецкий (пруд в д. Звени в 4 км юго-восточнее Нововятска 06.2000 г. и 2001 г. одиночные; Стрижевский пруд 7 ос. 23.05.2001 г., пруд у д. Захарищево 25.05–3.06 и пруды у п. Дорони-

чи; пруд у д. Захарищево 06.2003 г.; оз. Черное у п. Коминтерновский 2002 г. 4 ос.; пруды рыбхоза «Филлиповка» 20 ос. 2–3.06.2001 г.); Слободской (пруд в п. Митино 14.04.2005 г. 2 ос.; оз. Холуново 10 ос. 06.2005 г.); Фаленский (пруд в с. Верхосунье ежегодно 2 ос., в 2008 г. все лето; п. Фаленки Зоновский пруд с 2005 г. ежегодно весной и осенью; Нолинский (пруд на р. Воя у д. Ключи около 10 ос. 07.2007 г.); Советский (р. Немда у д. Позмогово стая из 2-х взрослых и 3-х молодых птиц 2 недели держались до ледостава и снегопада в конце окт.–начале ноября 2009 г.); Зуевский (пруд у с. Коса 7 ос. весной 2010 г. и 2 ос. 23.09.2010 г.); Юрьянский (пруд в 5 км от с. Великорецкое 5–9.06.2001 г. 6 ос. Р. Медведев); Верхнекамский (водозаборные пруды у п. Комендатский и п. Лесной 14.05.2001 г. 15 ос. и 3.06.2001 г. 7 ос.); Подосиновский (п. Пинюг пруд на р. Боровичка 2 пары в 1995 и 1996 гг., в июне 2001 г. 4 ос. Ю.И. Христоролюбов); Уржумский (выводок на пруду у с. Буйское, в 1980-е годы гнездились 4 пары до начала 1990-х годов, когда на них стал охотиться местный житель).

*Болотный лунь Circus aeruginosus.* Слободской (окр. с. Лекма 12.06.1978 г.); г. Киров (оз. Старица у Заречного парка 24.06.2006 г.; у д. Субботиха 22.05.1996 г.).

*Большой подорлик Aquila clanga.* Кирово-Чепецкий (берег оз. Орловское 26.05.1994 г.).

*Беркут Aquila chrysaetos* Зуевский (р. Косинка летел высоко в сев. направлении 5.03.2003 г. В. А. Соловьев).

*Камышиница Gallinula chloropus.* Не избегает антропогенных и даже урбанизированных ландшафтов и весьма обычна в фауне г. Киров (р. Юрченка 29.05.2006 г.; оз. Старица у Заречного парка; старица у п. Красный Химик в гнездовой период 2001 г.; р. Хлыновка: пруд в п. Новый, у п. Вересники, Ежовский пруд, р. Мостовица: Лобановский пруд самка с гнездовым поведением 18 и 30.05.2006 г., р. Юрченка: пруды на ул. Солнечная и на ул. Кирпичная, заболоченный участок между путепроводами по ул. Воровского и Московская; пруд-отстойник Биохимзавода 21.06.2008 г.; Широковская старица 13.05.2006 г.); Оричевский (пруд в п. Мирный); Верхнекамский (р. Кама 3 ос. ниже устья р. Кужва 11.06.1994 г.).

*Лысуха Fulica atra.* г. Киров (оз. Старица у Заречного парка 3–4 ос 13.09.2006 г. и 3.06.2008 г.; отстойный водоем Биохимзавода 21.06.2008 г.).

*Кулик-сорока Naematopus ostralegus longipes.* Верхнекамский (р. Кама у п. Перерва 11.06.1994 г. 3 ос.); Котельничский (р. Вятка у с. Вишкиль 2 ос./км русла 12.06.1976 г.); Юрьянский (р. Великая ниже устья р. Юрьи 30 (включая стаю из 12) особей на 50 км русла 12–13.06.1998 г.); Кирово-Чепецкий (р. Филлиповка 1984 г. 0,6 ос./км русла А.В. Щелчков); Пижанский (р. Пижма 8.07.1993 г.; оз. Лежнинское 13.06.1984 г.); Орловский (р. Молома; пойма р. Вятки гнездо в 3 км от русла в 60 м от оз. Березовая Курья 14.06.1987 г.); Советский (р. Пижма 3 ос. от устья р. Иж до устья 9.07.1993 г.; р. Немда 5–11.05.1982 г. 1 пара на 2–3 км русла; р. Вятка 14.07.1982 г.); Кильмезский (р. Лобань 9–16.06.1988 г. 0,4–2,0 ос./км русла; р. Кильмезь гнездо 6.06.1993 г. А. В. Щелчков). В гнездовое время кочующие особи на песчаных отмелях и пляжах р. Вятка (20.06.2001 г. 3 ос. у Заречного парка).

*Малая крачка Sterna albifrons*. Орловский (р. Вятка 14.06.1987 г.); Кильмезский (р. Лобань пара 12.06.1988 г.); Советский (р. Пижма ниже д. Лесниково 9.07.1993 г.; р. Немда 7–11.05.1982 г.); г. Киров (дамба пруда-отстойника промстоков Биохимзавода 6 гн. с кладками 16.06.1995).

*Филин Vubo bubo*. Советский (прав. бер. р. Вятка у с. Петропавловское ночная вокализация 1.05.1985 г.).

### Земноводные

*Сибирский углозуб Salamandrella keyserlingii* Афанасьевский (лев. бер. р. Кама у п. Камский 1976 г. 7 ос. Г. И. Юферов; 26.07.1989 г. 1 ос.); Слободской (окр. с. Лекма 11.06.1979 г. 22 кладки; 24.06.1988 г. 14 кладок); Лузский (окр. п. Лальск 1979 г., каф. зоологии КГПИ); Зуевский (прав. бер. р. Чепца, каф. зоологии ВГСХА); Оричевский (окр. п. Торфяной 1997 г. А. А. Широких); Шабалинский (окр. д. Жирново икра 23.05.2008 г. Д. В. Скуматов).

### Круглоротые. Миногообразные

*Сибирская минога Lethenteron kessleri*. Опаринский (р. Шипуловка у п. Латышский 3 ос. 17.06.1993 г.).

### Рыбы

*Европейский хариус Thymallus thymallus*. До сведения лесов обитал в таежных речках с быстрым течением и галечниковыми перекатами. При их обмелении со сведением лесов сохранялся в омутах у бобровых плотин. В более крупных исчезает в результате загрязнения воды. Афанасьевский (притоки Камы – Томызь, Нерим, Нёполь, опросные данные 1989 г.); Верхнекамский (р. Кама редко в 2000 г., более обычен в лесных рр. Ныдыб, Сысола); Юрьянский (р. Великая 10.06.1998 г.); Кильмезский (р. Лумпунчик – приток р. Лобань. 2000 г. Д.В. Седлов); Уржумский (р. Мумзя западнее с. Лазарево на границе с Мари Эл).

*Русская быстрянка Alburnoides bipunctatus rossicus*. Нагорский (р. Порыш 30.07.1999 г. А. А. Манылов).

*Обыкновенный подкаменщик Cottus gobio*. Подосиновский (р. Пушма, Верхняя и Нижняя Волосницы. Опросные данные); Орловский (р. Волосница – приток р. Великая 1998 г.); Опаринский (р. Куваж, Шипуловка, Чурзук, Левая, Желтая. В. Н. Сотников); Нагорский (р. Федоровка 22.06.1994 г. В.Н. Сотников); Кумёнский (р. Ивкинка у п. Н. Ивкино 26.02.2011 г.); Шабалинский (р. Какша).

### Членистоногие

*Южнорусский тарантул Lycosa singoriensis*. Нолинский (Медведский бор), Кильмезский (сосновый бор на р. Лобань), Советский (Суводский бор 5.07.1999 г.).

*Восковик-отшельник Osmoderma eremita*. Малмыжский (осоко́ревая роща у с. Гоньба 12.08.1976 г.).

*Мнемозина Parnassius mnemosine*. Опаринский (у п. Латышский 15.06.1986 г. В. Н. Сотников); Слободской (прав. бер. р. Медянка выше с. Замедянье 11.06. 2001 г.).

*Подальрий Iphiclides podalirius*. Лебяжский (6 км восточнее п. Лебяжье 11.07.1989 г.; бер. р. Вятка у д. Приверх 11.07.1990 г.); Слободской (сады у д. Богомазы 10.06.2001 г.); Зуевский (окр. п. Мотоус 24–25.06.2001 г.).

*Большая переливница Apatura iris*. Нолинский (Медведский бор 18.07.1990 г.); Малмыжский (поле у д. Н. Тушка 9.09.1989 г.); Слободской (на дороге у быв. д. Селезни 29.06.2009 г.).

*Малый ночной павлиний глаз Saturnia pavonia*. Яранский (в огороде у частного дома д. Пушкино 13.05.2012 г. Т.П. Толстобова).

### **Тревожные виды**

*Пустельга Falco tinnunculus*. Ранее обычный гнездящийся вид (Сотников, 1999) с 1990-х годов – редкий. Слободской (окр. п. Зониха гн. на тополе наблюдается автором с 2001 г.).

*Обыкновенная горлица Streptopelia turtur*. Определение «обычный вид» (Сотников, 2002) не соответствует современному состоянию в области. С 1990-х годов – исчезающий. Если в 1970-е годы летом множество горлиц можно было видеть на проводах придорожных электролиний, то к концу 1990-х годов наблюдались единично. Котельничский (окр. с. Вишкиль 21.06.1976 г.); Советский (берега р. Немды 1982 г. часто); Слободской (окр. д. Чирки 25–30.06.1985 4–16 ос./час учета); Орловский (ед. 23.06.1986 и в 1987 гг.). На 10-километровом маршруте по обрабатываемым полям Слободского р-на от д. Сапожнята до п. Зониха 12.06.2001 г. учтена всего 1 особь. На 80 км дороги Слободской-Нагорск 15.07.2002 г. не было учтено ни одной горлицы и только на участке Нагорск-Крутой Лог (30 км) была отмечена одна особь. В Уржумском, Малмыжском, Лебяжском, Советском районах 13–17.07.2007 г. на протяжении 170 км только в Малмыжском районе была отмечена одна особь. Сокращение численности, возможно, вызвано прекращением обработки полей и выращиванием зерновых культур или истреблением в местах зимовки и на путях миграций.

*Дубровник Ocyris aureolus*. Ранее обычный (Сотников, 2008) в пойменных лугах, в настоящее время исчезающий (исчезнувший?) вид в результате истребления на пролётных путях в Китае. Котельничский (Нургуш 4.06. 1992 г.); Пижанский (пойма р. Пижма 8.06., 5.07.1993 г.); Слободской (окр. с. Лекма 14–17.06.1979 г.; пойма р. Вятка у д. Чирки 23.06. и 5.07.1985 г.); Лебяжский (у д. Мысы 28.06.1981 г.); Орловский (пойма Вятки у оз. Березовая Курья 14.06–2.07.1987 г.); г. Киров (пойменный луг у Заречного парка 5.07.1987 г., 14.06.2002 г.; пойма прав. бер. р. Вятка у г. Нововятск 18.06.1974 г.). С 2003 г. дубровник у г. Кирова не обнаруживался.

### **Литература**

Красная книга Кировской области. Животные, растения, грибы. Екатеринбург: Изд-е Уральск. ун-та, 2001. 288 с.

Соловьев А. Н., Сотников В. Н., Пономарев В. В. Кулик-сорока *Naematopus ostralegus longipes* на востоке Русской равнины (Кировская область) // Русский орнитологический журнал. СПб., 1993. № 2 (4). С. 431–441.

Сотников В. Н. Птицы Кировской области и сопредельных территорий. Т. 1. Неворобьиные. Ч. 1. Киров, 1999. 432 с.

Сотников В. Н. Птицы Кировской области и сопредельных территорий. Т.1. Неворобьиные. Ч. 2. Киров, 2002. 528 с.

Сотников В. Н. Птицы Кировской области и сопредельных территорий. Т. 2. Неворобьиные. Ч. 2. Киров, 2008. 432 с.

Сотников В. Н., Соловьев А. Н. Распространение сибирской миноги *Letenteron kessleri* (Petromyzonidae) на северо-востоке Европейской части России // Вопросы ихтиологии, 2002. Т. 42. № 6. С. 838–839.

## ФЛОРА КОМПЛЕКСНОГО ЗАКАЗНИКА «КОСЧОВЧА» (УДОРСКИЙ РАЙОН, РЕСПУБЛИКА КОМИ)

**В. А. Канев**

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, kanev@ib.komisc.ru*

В течение последних десяти лет специалисты отдела флоры и растительности Севера Института Биологии Коми НЦ УрО РАН проводят работы, направленные на выявление фитоценотического и флористического разнообразия особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Республики Коми. Летом 2011 г. впервые были проведены флористические исследования в комплексном заказнике «Косчовча», расположенный в Удорском районе, в подзоне средней тайги. Комплексный заказник «Косчовча» (8791 га), расположен в Удорском районе, в подзоне средней тайги, вдоль р. Косчовча (приток р. Лоптюга, бассейн р. Вашка). Резерват создан для охраны эталонных ландшафтов северной части среднетаежной зоны — участков верховых болот (массив Човча-Нюр) и спелых заболоченных низкобонитетных (V, Va классов) еловых лесов. Предложен для охраны Удорским райисполкомом. Учрежден постановлением СМ Республики Коми № 110 от 1 марта 1993 г. Охраняется Междуреченским лесхозом (Кадастр..., 1993).

Исследуемая территория находится в Кольско-Печорской подпровинции Североевропейской таежной провинции Евразийской таежной области с преобладанием еловых лесов (Исаченко, Лавренко, 1980). По лесорастительному районированию исследуемая территория относится к Вычегодско-Сысольскому округу еловых, сосновых, березовых и осиновых лесов Восточно-Европейской равнинной провинции (Леса Республики Коми, 1999).

В результате флористических исследований в заказнике «Косчовча» установлено, что флора высших сосудистых споровых, голосеменных и покрытосеменных растений составляет 304 вида, относящихся к 185 родам и 67 семействам. Уровень видового богатства может быть оценен как средний для подзоны средней тайги.

К споровым растениям, которые представлены папоротниками, хвощами, плаунами, относятся 17 видов (5,6%). Семь видов принадлежат к папоротникам – *Matteuccia struthiopteris*, *Dryopteris carthusiana*, *Phegopteris connectilis*, *Athyrium filix-femina*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Rhizomatopteris montana*, *Botrychium multifidum*. Семь видов относятся к хвощам – хвощи полевой, зимующий, речной, болотный, луговой, камышковый, лесной (*Equisetum arvense*, *E. hyemale*, *E. fluviatile*, *E. palustre*, *E. pratense*, *E. scirpoides*, *E. sylvaticum*). Хвощи

довольно обычны и часто встречаются во всех сообществах – луговых, лесных, водных. Три вида относятся к плауновидным – плаун сплюснутый (*Diphasiastrum complanatum*), п. булавовидный (*Lycopodium clavatum*), п. годичный (*L. annotinum*).

Пять видов принадлежат к голосеменным растениям, которые представлены хвойными. Это пихта сибирская (*Abies sibirica*), лиственница сибирская (*Larix sibirica*), ель сибирская (*Picea obovata*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*). *Picea obovata*, *Pinus sylvestris* являются основными эдификаторами в лесных сообществах данного заказника.

Остальные виды (282) относятся к покрытосеменным или цветковым растениям, из которых 79 – однодольные и 203 – двудольные. Соотношение однодольных и двудольных составляет 1: 2,6.

Наибольшим разнообразием отличаются семейства астровые (*Asteraceae*) с 34 видами, мятликовые (*Poaceae*) и осоковые (*Cyperaceae*) с 28 видами каждое, лютиковые (*Ranunculaceae*) и гвоздичные (*Caryophyllaceae*) с 17 каждое, розоцветные (*Rosaceae*) – с 16, ивовые (*Salicaceae*) с 12 видами каждое. Замыкают десятку ведущих семейств норичниковые (*Scrophulariaceae*) с 9, гречишные (*Polygonaceae*) и бобовые (*Fabaceae*) с 8 видами каждое соответственно. Всего десять ведущих семейств включают 58,2 % видов флоры.

Среди родов наибольшим числом видов представлен род *Carex* (21 вид), которые в основном произрастают в водных и болотных растительных сообществах. Второе место по численности видов занимает род *Salix* (11). Все виды этого рода принадлежат к жизненной форме древесных растений (деревья, кустарники), и произрастают на болотах (*Salix myrtilloides*), по берегам рек (*S. viminalis*, *S. triandra*), в лесах (*S. caprea*). Заметным разнообразием видов также отличаются роды *Stellaria* (9), *Ranunculus* (8), *Equisetum* (7), *Viola* (6), *Hieracium* (5), *Rubus* (5), *Poa* (4), *Eriophorum* (4), *Rumex* (4), *Calamagrostis* (4), *Pyrola* (4).

Наибольшее число родов содержат семейства *Asteraceae* (25) и *Poaceae* (17), далее следуют *Rosaceae* (11), *Caryophyllaceae* (8), *Ranunculaceae* (8), *Orchidaceae* (7), *Lamiaceae* (6), *Ericaceae* (6), *Apiaceae* (6), *Scrophulariaceae* (5).

Географический анализ флоры по составу широтных групп показал преобладание бореальных видов, к числу которых относится 74,3% выявленных сосудистых растений. Большинство бореальных видов являются широко распространенными во всех растительных сообществах. Суммарное участие во флоре северных широтных групп составило 10,2%. Арктических видов нет. Из аркто-альпийских видов (2%), отмечены – мятлик альпийский (*Poa alpina*), пухонос дернистый (*Baeotryon caespitosum*), горец живородящий (*Bistorta vivipara*), манжетка Мурбека (*Alchemilla murbeckiana*), фиалка двуцветная (*Viola biflora*), сосюрея альпийская (*Saussurea alpina*). Из гипоарктических видов (8,2%) – звездчатка толстолистная (*Stellaria crassifolia*), щучка извилистая (*Avenella flexuosa*), пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum*), осока заливная (*Carex paupercula*), очанка холодная (*Euphrasia frigida*), береза карликовая (*Betula nana*), лютик северный (*Ranunculus propinquus*).

Южные широтные группы включают неморальные, неморально-бореальные и лесостепные виды, в общей сложности их доля достигает 6%. Неморальных видов во флоре три (1,2%) – звездчатка лесная и з. ланцетовидная (*Stellaria nemorum* и *S. holostea*), фиалка удивительная (*Viola mirabilis*). Неморально-бореальных больше (13 видов или 4,3%) – телиптерис лесной (*Phegopteris connectilis*), перловник поникший (*Melica nutans*), бор развесистый (*Milium effusum*), вороний глаз обыкновенный (*Paris quadrifolia*), черемуха обыкновенная (*Padus avium*), чина весенняя (*Lathyrus vernus*), крушина ольховидная (*Frangula alnus*), волчье лыко обыкновенное (*Daphne mezereum*), будра плющевидная (*Glechoma hederacea*), яснотка белая (*Lamium album*), скерда болотная (*Crepis paludosa*), вероника дубравная (*Veronica chamaedrys*), ястребинка флорентийская (*Hieracium dilutius*). Лесостепных видов два или 0,8% – смолевка татарская (*Silene tatarica*) и белокопытник ложный (*Petasites spurius*). Виды с полизональным распространением составляют 9,5% флоры. Часть из них являются сорными и произрастают на сорных местах вдоль лесных дорог, около лесных избушек – горец птичий (*Polygonum aviculare*), мятлик однолетний (*Poa annua*), щавелек или щавель кисловатый (*Rumex acetosella*), горец вьюнковый (*Fallopia convolvulus*), вероника тимьянолистная (*Veronica serpyllifolia*) и др. Другие – обитатели различных водоемов: рдест злаковидный (*Potamogeton gramineus*), роголистник погруженный (*Ceratophyllum demersum*), частуха подорожниковая (*Alisma plantago-aquatica*).

Среди долготных групп преобладают виды с широкими голарктическими и евразийскими ареалами (соответственно 37,8 и 40,1%). К голарктическим относятся следующие виды – рдест злаковидный (*Potamogeton gramineus*), осока водная (*Carex aquatilis*), адокса мускусная (*Adoxa moschatellina*), сушеница лесная (*Omalotheca sylvatica*) и др.; к евроазиатским – крестовник дубравный (*Senecio nemorensis*), седмичник европейский (*Trientalis europaea*) и др. К азиатским видам (4,3%) относятся ель сибирская (*Picea obovata*), пихта сибирская (*Abies sibirica*), лиственница сибирская (*Larix sibirica*), вейник тупоколосковый (*Calamagrostis obtusata*), звездчатка Бунга (*Stellaria bungeana*), княжик сибирский (*Atragene sibirica*), костяника хмелелистная (*Rubus humilifolius*), смородина щетинистая (*Ribes hispidulum*). Европейские виды – щитовник картузианский (*Dryopteris carthusiana*), душистый колосок обыкновенный (*Anthoxanthum odoratum*), ива ушастая (*Salix aurita*), крапива Сондена (*Urtica sondenii*), сердечник горький (*Cardamine amara*), шиповник игольчатый (*Rosa acicularis*) составляют 14,8%. Космополитных видов немного, всего 3%. К их числу относятся мятлик однолетний (*Poa annua*), марь белая (*Chenopodium album*), ряска малая (*Lemna minor*), мшанка лежачая (*Sagina procumbens*), болотник гермафродитный (*Callitriche hermaphroditica*), звездчатка средняя (*Stellaria media*), горец птичий (*Polygonum aviculare*), пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris*), подорожник большой (*Plantago major*).

Экологические группы видов растений выделяли на основе их отношения к фактору увлажнения. Около половины видов растений флоры заказника (53,9%) относятся к мезофитам – растениям, которые произрастают в местах с достаточным, но не избыточным увлажнением (*Phleum pratense*, *Rumex crispus*,

*Carex vaginata*, *Thalictrum minus*, *Vicia cracca*). Примерно столько же видов (40,2%) принадлежит к группам растений, характерных для сырых местообитаний – гигромезофитам (9,5% – *Ranunculus repens*, *Agrostis stolonifera*, *Carex nigra*, *Rumex aquaticus*), гигрофитам (25,7% – *Sparganium minimum*, *Alisma plantago-aquatica*, *Stellaria palustris*, *Viola palustris*), гидрофитам (2% – *Menyanthes trifoliata*, *Hippuris vulgaris*, *Comarum palustre*, *Calla palustris*, *Rorippa amphibia*, *Persicaria amphibia*) и гидатофитам (3% – *Potamogeton alpinus*, *Ceratophyllum demersum*, *Batrachium trichophyllum*, *Nuphar lutea*, *Utricularia intermedia*). Это связано с большой заболоченностью и обводненностью данной территории. Растений сухих местообитаний, т.е. ксеромезофитов (*Hieracium pilosella*, *Erigeron acris*, *Anthoxanthum odoratum*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Silene tatarica*, *Centaurea phrygia*) зарегистрировано 18 видов или 5,9%. Они произрастают основном в сосновых лесах заказника.

В заказнике «Косчовча» отмечено 3 вида сосудистых растений, которые включены в приложение к региональной Красной книге и нуждаются в постоянном контроле численности популяций (2009). Это виды из семейства орхидные – кокушник комариный (*Gymnadenia conopsea*), пальчаторенник Фукса (*Dactylorhiza fuchsii*), любка двулистная (*Platanthera bifolia*).

Флора высших сосудистых растений заказника «Косчовча» составляет 304 вида, относящихся к 185 родам и 67 семействам. Уровень видового богатства является средним для подзоны средней тайги, и набор видов является обычным, флора является типично бореальной. Показатели систематической, географической, ценотической, экологической и биологической структуры являются характерными для флор подзоны средней тайги. В ценотическом анализе преобладают виды лесных и луговых сообществ, участие сорных видов относительно мало, что свидетельствует о слабом антропогенном воздействии на данную территорию.

#### Литература

Исаченко Т. И., Лавренко Е. М. Ботанико-географическое районирование // Растительность Европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. С. 10–20.

Кадастр охраняемых природных территорий Республики Коми. Сыктывкар, 1993. Ч. I. 190 с.

Красная книга Республики Коми. Сыктывкар, 2009. 792 с.

Леса Республики Коми. М.: ДИК, 1999. 322 с.

### ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ РЕДКОГО ВИДА *HEDYSARUM ALPINUM* В СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

**М. Г. Фомина, Н. В. Портнягина, В. В. Пунегов**  
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,  
skrockaja@ib.komisc.ru

Копеечник альпийский (*Hedysarum alpinum* L.) относится к семейству бобовые (*Fabaceae*). Это многолетнее травянистое растение. Распространен в Европейской части, Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке; приуро-

чен к дренированным участкам пойм рек и ручьев, нередко растет на влажных лугах, лесных полянах, в березовых, сосновых и смешанных лесах. Особенно широко и массово распространен в лесостепной зоне Читинской области.

*H. alpinum* включен в Красную книгу Республики Коми (Красная книга..., 2009) как редкий вид с естественно низкой численностью (статус 3). В Республике Коми распространен на ограниченной территории или спорадически встречается на значительных территориях. Известны разрозненные местонахождения данного вида на реках Цильма, Кожва, Нем, Локчим, в предгорьях Приполярного и Северного Урала. Произрастает на речных берегах и береговых террасах вблизи выходов известняков, сланцев и доломитов и на обнажениях этих пород, встречается на сухих песчаных и глинистых склонах, по опушкам сосновых и смешанных лесов.

*H. alpinum* – ценное лекарственное растение, не обеспеченное естественной сырьевой базой (Майсурадзе и др., 1985). Лечебные свойства его обусловлены набором биологически активных веществ – флавоноидов, ксантонов, полисахаридов и др. Из надземной части *H. alpinum* выделен ксантоновый гликозид мангиферин и на его основе в ВИЛАР (Москва) был получен препарат «Алпизарин», который оказывает прямое ингибирующее действие на вирус простого герпеса, цитомегалловируса, полностью подавляя его репродукцию, имеет иммуностимулирующую активность (Вичканова и др., 1987).

В коллекцию лекарственных растений Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН данный вид привлечен в 1994 г. из ВИЛАР (Москва). В результате первичной интродукционной оценки он признан перспективным для выращивания в Республике Коми в качестве лекарственного растения.

Целью данного исследования являлось изучение особенностей онтогенетического развития *H. alpinum* и оценка содержания мангиферина в лекарственном сырье при выращивании в среднетаежной подзоне Республики Коми.

Исследования проводились на базе Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН, расположенного в восьми километрах к югу от г. Сыктывкара, в 2012–2013 гг. Почва участка дерново-подзолистая, глееватая, среднеокультуренная, суглинистого механического состава.

Онтогенетические состояния особей *H. alpinum* выделяли по методике Л. А. Жуковой (2002). Описаны начальные этапы онтогенеза у особей первого-второго годов жизни, выращенных из семян местной репродукции, исходный материал (семена) был получен из ВИЛАР.

Семена копечника высевали в оптимальный срок – 27 июня. **Проростки** появились на 7–9 день после посева. Прорастание подземное. Семядоли бобовидно-эллиптические, неравнобокие, с приподнятыми короткими черешками. Главный корень неветвящийся. Первый настоящий лист простой, черешковый, цельнокрайний, округлой формы развивается на 12–14 день. Вторым настоящим листом продолговато-округлым, немного крупнее первого, появляется на пятый-шестой день после разворачивания первого. Таким образом, для проростков характерно наличие двух семядолей, одноосного побега с двумя листьями, гипокотилея, главного корня. У **ювенильных растений** (на 25 день после посева) происходит отмирание семядолей и развитие боковых корней первого порядка.

Особь представлены главным побегом с тремя-четырьмя простыми, очередными, цельнокрайними, черешковыми, продолговато-яйцевидными листьями. Корневая система стержневая, с боковыми корнями второго порядка, несущими азотфиксирующие клубеньки. Для **имматурных растений** характерно развитие листьев и корневой системы переходного типа от ювенильных растений к взрослым. На 35 день после посева у особей *H. alpinum* наблюдается ветвление в пазухах первого-второго листьев, на 38 день появляется первый тройчатый черешковый лист. В этот период происходит значительное увеличение размеров листовых пластинок третьего и, особенно, четвертого простого листа, а также утолщение главного корня. Становятся хорошо заметными две почки возобновления, находящиеся на месте отмерших семядолей. **Виргинильные растения** (на 65 день) имеют новый тип сложных листьев – непарноперистосложные (иногда встречаются и парноперистосложные). К концу первого года жизни на удлиненном одноосном побеге развивается 8–10 листьев: 4–5 простых, 2–3 тройчатых и 2–3 непарноперистых. В пазухах первых 4–5 листьев образуются боковые побеги второго порядка. Корневая система в этот период хорошо развита и представлена главным корнем с боковыми корнями второго и третьего порядков, несущими многочисленные азотфиксирующие клубеньки.

На второй год жизни только 5% особей *H. alpinum* вступили в генеративный период, т.е. в молодое генеративное онтогенетическое состояние. Остальные особи до конца вегетации оставались в виргинильном онтогенетическом состоянии.

Сравнение полученных результатов с данными других исследователей (Фомина, 1990) показало, что в условиях культуры как в среднетаежной подзоне Республики Коми, так и в Читинской области рост и развитие растений *H. alpinum* в первый год жизни резко ускоряются в отличие от растений из природных популяций Читинской области (табл.). Развитие растений *H. alpinum* в культуре характеризуется более ранним наступлением онтогенетических состояний прегенеративного периода, при этом их длительность сокращается.

Таблица

**Длительность онтогенетических состояний прегенеративного периода *Hedysarum alpinum* L. в культуре и природе**

Онтогенетическое состояние	В культуре		В природе
	Сыктывкар	Чита	Читинская область
Проростки	27 дней	30–35 дней	45–60 дней
Ювенильное	10 дней	35–39 дней	2 года
Имматурное	30 дней	20 дней	1–2 года
Виргинильное	1–2 года	1–2 года	3–6 лет

Для определения количественного содержания мангиферина исследовали надземную часть шестилетних особей *H. alpinum*. Отбор растительных проб осуществляли в фазы массового цветения (стебли, листья, цветки) и начала плодоношения (плоды, трава). Определение содержания мангиферина выполняли методом микроколоночной высокоэффективной жидкостной хроматографии на приборе «Милихром-5» (ООО «Медикант», Россия).

Согласно результатам аналитических исследований, мангиферин (С-глюкозид ксантонового ряда) накапливается преимущественно в листьях, цветках и плодах растения (рис.). Его содержание в указанных органах растения варьирует от 4,3 до 5,3% в пересчете на абсолютно-сухое сырье. В стеблях растения массовая доля мангиферина, примерно, в десять раз меньше и составляет  $0,5 \pm 0,03\%$ .

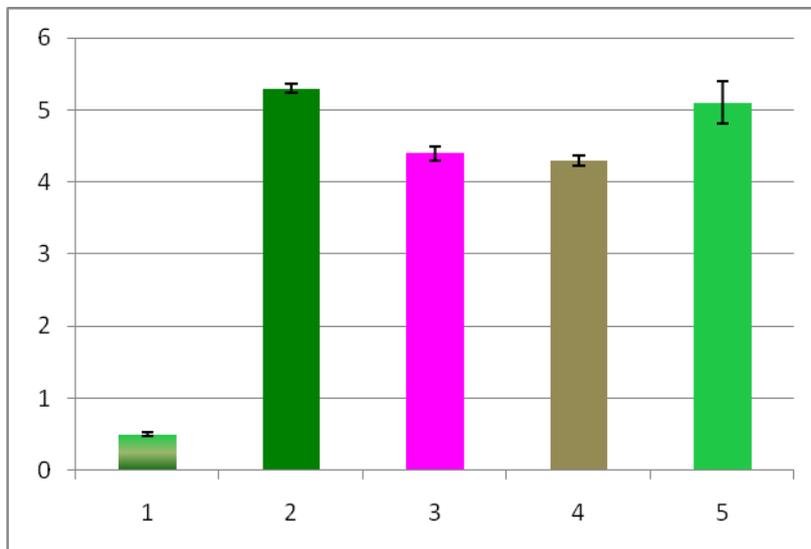


Рис. По оси ординат: массовая доля мангиферина в пересчете на абсолютно-сухое сырье, %; по оси абсцисс: 1 – стебли, 2 – листья, 3 – цветки, 4 – плоды), 5 – трава без грубых стеблей

В условиях подзоны средней тайги лекарственное сырье *H. alpinum* характеризуется высоким качеством, содержание мангиферина в нем составляет  $5,1 \pm 0,3\%$ . По данным Л. И. Фоминой (1990), в условиях Читинской области особи синтезировали 1,94–2,36%, в условиях интродукции Московской области – 1,19–3,43% мангиферина (Соловьева и др., 1983).

Таким образом, развитие растений *H. alpinum* в культуре характеризуется более быстрым прохождением онтогенетических состояний прегенеративного периода, чем в природных популяциях. Полученные данные по содержанию мангиферина позволяют утверждать, что в условиях культуры в подзоне средней тайги *H. alpinum* L. является перспективным лекарственным растением, позволяющим получать высококачественное лекарственное сырье.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке интеграционного проекта фундаментальных исследований, выполняемых в Учреждениях Уральского отделения РАН № 12-И-4-2023.

#### Литература

Вичканова С. А., Шипулина Л. Д., Глызин В. И. Алпизарин – противовирусный препарат из растений рода *Hedysarum* // Лекарственные растения в традиционной и народной медицине.: Тез. докл. научн. конф. Улан-Удэ, 1987. С. 36–38.

Красная книга Республики Коми. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. М., 2009. С. 472.

Онтогенетический атлас лекарственных растений. Учебное пособие. Йошкар-Ола, 2002. Т. 3. 280 с.

Майсурадзе Н. И., Угнивенко В. В. Задачи интродукции лекарственных растений и пути их решения // Результаты и перспективы научных исследований в области создания лекарственных средств из растительного сырья. М., 1985. С. 294–251.

Соловьева Е. В., Хоциалова Л. И., Кривут Б. А., Глызин В. И. Содержание мангиферина у видов *Hedysarum L.*, выращиваемых в Московской обл. // Растительные ресурсы, 1983. Т. 19, Вып. 3. С. 356–360.

Федченко Б. А. Род копеечник // Флора СССР. М.; Л., 1948. Т. 13. С. 259–319.

Фомина Л. И. Первые этапы онтогенеза *Hedysarum alpinum L. u Lespedeza hedysaroides (Pall.) Kitag.* в Читинской обл. // Растительные ресурсы, 1990. Т. 26, Вып. 3. С. 370–382.

## СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА *ORCHIDACEAE* НА ТЕРРИТОРИИ ГПЗ «БЫЛИНА»

*Н. В. Капустина*<sup>1</sup>, *Н. Ю. Егорова*<sup>2</sup>, *Т. Л. Егошина*<sup>2</sup>, *Е. В. Рябова*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Вятский государственный гуманитарный университет,*

<sup>2</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б. М. Житкова,*  
*natalika.vasil@yandex.ru*

Ятрышниковые, или орхидные (*Orchidaceae*), образуют особое семейство растений. Известность орхидей определяется, прежде всего, их декоративными и лекарственными свойствами (Перебора, 2002). Представители семейства орхидные по всему ареалу находятся под угрозой исчезновения, множество дикорастущих орхидей в природе уже вымерло. (Ефимов, 2012).

В последнее время изучение популяций редких видов растений является наиболее актуальным и привлекает многих исследователей. Интерес к изучению редких видов вызван проблемой сохранения биоразнообразия на планете. Наиболее актуальным является выявление видов растений, подлежащих охране (Теория и практика..., 2012).

На территории заказника «Былина» произрастает 14 видов семейства Орхидные (Тарасова, 2005). Нами были изучены природные ценопопуляции растений, относящихся к роду Пальцекорник (Пальчатокоренник) – *Dactylorhiza* Neck. ex Nevski. Это пальцекорник Траунштейнера (*Dactylorhiza traunsteineri* (Saut.) Soo`), пальцекорник Фукса (*Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo`). Также был исследован род Любка – *Platanthera* Rich., с единственным представителем любкой двулистной (*Platanthera bifolia* (L.) L. C. Rich.).

По наблюдениям Е. М. Тарасовой (2005), *D. fuchsii* в заказнике встречается, иногда в значительном количестве, в зеленомошных еловых, сосновых и смешанных лесах, в сфагновых сосняках, по колеям зарастающих лесных дорог, изредка вдоль троп, по окраинам болот, на сырых луговинах и опушках.

Нами *D. fuchsii* был отмечен преимущественно по опушкам ельников, в разреженных липово-еловых лесах с березой, елово-березовых лесах с осинкой с негустым травяно-кустарничковым и мохово-лишайниковым покровом. Также встречался в осиново-еловых лесах с разреженным травостоем, в которых доминирует черника (*Vaccinium myrillus*). Травяно-кустарничковый ярус формируют: брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), сочевичник весенний (*Lathyrus vernus*),

копытень европейский (*Asarum europaeum*), земляника лесная (*Fragaria vesca*), медуница неясная (*Pulmonaria obscura*) дудник лесной (*Angelica sylvestris*), герань лесная (*Geranium sylvaticum*), вороний глаз (*Paris quadricfolia*), герань лесная (*Geranium sylvaticum*), майник двулистный (*Maianthemum bifolium*), перловник поникший (*Melica nutans*), мятлик лесной (*Poa nemoralis*).

Демографические параметры *D. fuchsii* в 13 ценопопуляциях (ЦП) представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Демографические характеристики ценопопуляций *Dactylorhiza fuchsii***

№ ЦП, название сообщества	Площадь ЦП, м <sup>2</sup>	Численность особей	Плотность ЦП, ос/ м <sup>2</sup>	Доля генеративных особей от общего числа всех особей, %	Уровень антропогенной нагрузки
1. Сосново-елово-березовый лес	1	2	2	100,0	Средний
2. Зарастающий волок, бруснично-черничная ассоциация	4	7	0,6	57,1	Слабый
3. Зарастающая дорога, бруснично-черничная ассоциация	4	11	2,8	9,1	Слабый
4. Зарастающая дорога, бруснично-черничная ассоциация	12	7	0,6	100,0	Слабый
5. Осиново-еловый лес с разреженным травостоем	3	3	1	66,7	Средний
6. Зарастающая дорога у северной окраины Кайского болота	9	32	3,6	34,4	Средний
7. Зарастающая дорога у северной окраины Кайского болота	2	9	4,5	22,2	Средний
8. Зарастающая дорога	32	85	2,7	23,5	Слабый
9. Разнотравный ельник с березой и осиной	10	4	0,4	75,0	Средний
10. Ельник с березой и осиной	100	20	0,2	40,0	Средний
11. Осиново-елово-сосновый лес с майником двулистным	6	39	6,5	7,7	Средний
12. Елово-березовый мертвопокровный лес	1	2	2	100,0	Слабый
13. Елово-березовый лес с осиной	0,5	17	34	64,7	Слабый

Площадь, занимаемая ЦП вида, изменяется от 0,5 до 100 м<sup>2</sup>. Растения расположены как отдельными группировками (в основном особи прегенеративного периода вблизи генеративного), так и рассеянно.

Плотность особей в исследованных ЦП изменяется от 0,2 до 34 ос./м<sup>2</sup>. Максимальная плотность *D. fuchsii* выявлена в ЦП 13–34 ос./м<sup>2</sup>, а минимальная в ЦП 10 – 0,2 ос./м<sup>2</sup>.

Численность *D. fuchsii* варьирует от 2 до 85 особей. Наименьшее число особей встречается в ЦП 1 и 12, наибольшее – в ЦП 8.

Доля генеративных особей от общего числа всех особей (коэффициент генеративности) варьирует от 7,7 до 100%. Только генеративными особями представлены ЦП 1, 4, 12. Среднее значение данного показателя (более 40%) отмечено в ЦП 2, 5, 9, 13. В остальных ценопопуляциях встречалось небольшое количество генеративных особей. Коэффициент генеративности не превышал 40%.

*D. traunsteineri* в ГПЗ «Былина» встречается редко, произрастает на моховых, преимущественно сфагновых, болотах переходного и низинного типа с повышенным минеральным питанием (мочажины Роговского, Кайского и Былинского болот) (Тарасова, 2005).

Исследованная ценопопуляция *D. traunsteineri* располагалась на краю Роговского (Чистого) болота. Видовой состав травяно-кустарничкового яруса представлен следующими видами: ситняг болотный (*Eleocharis palustris*), осока острая (*Carex acuta*) осока плетеобразующая (*Carex chordorrhiza*), осока вздутая (*Carex rostrata*), осока топяная (*Carex limosa*) осока малоцветковая (*Carex pauciflora*), осока заливаемая (*Carex paupercul*), хвощ болотный (*Equisetum palustre*), вахта трехлистная (*Menyanthes trifoliata*), голубика (*Vaccinium uliginosum*), росянка круглолистная (*Drosera rotundifolia*), клюква болотная (*Oxycoccus palustris*), погребок малый (*Rhinanthus minor*) одноцветка одноцветковая (*Moneses uniflora*).

Было обнаружено 7 особей *D. traunsteineri* в генеративном онтогенетическом состоянии. Плотность растений составила 0,07 ос./м<sup>2</sup>.

*P. bifolia* – довольно часто встречающаяся орхидея в Кировской области. Вид нуждается в постоянном контроле и наблюдении, так как количество особей обычно исчисляется единицами, редко десятками (Тарасова, 2005).

На территории ГПЗ «Былина» были выявлены 4 ЦП *P. bifolia*.

Исследованные ценопопуляции приурочены к зарастающим волокам в осиново-елово-сосновых фитоценозах. Травяно-кустарничковый ярус формируют: черника, брусника, сочевичник весенний, копытень европейский, земляника лесная, грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia*), седмичник европейский (*Trientalis europaea*), хвощ приречный (*Equisetum fluviatile*), жимолость Палласа (*Lonicera pallasii*), перловник поникший (*Melica nutans*), молиния голубая (*Molinia caerulea*), вороний глаз, герань лесная, аконит (*Aconitum septentrionale*). Изредка встречается клюква мелкоплодная (*Vaccinium microcarpum*), хамедафне (*Chamaedaphne calyculata*).

Исследованные демографические параметры ценопопуляций представлены в таблице 2.

Демографические характеристики ценопопуляций *Platanthera bifolia*

№ ЦП, название сообщества	Площадь ЦП, м <sup>2</sup>	Численность особей	Плотность ЦП, ос/ м <sup>2</sup>	Доля генеративных особей от общего числа всех особей, %	Уровень антропогенной нагрузки
1. Зарастающий волок, бруснично-черничная ассоциация	4	6	1,6	33,3	Слабый
2. Зарастающий волок, бруснично-черничная ассоциация	4	10	2,5	20	Слабый
3. Зарастающая дорога, бруснично-черничная ассоциация	1	16	16	6,25	Средний
4. Осиново-елово-сосновый лес с майником двулистным	4	8	2	25	Слабый

Площадь, занимаемая ЦП вида, изменяется от 1 до 4 м<sup>2</sup>

Максимальная плотность ценопопуляций *P. bifolia* выявлена в ЦП 3, где отмечено 16 ос./м<sup>2</sup>, а минимальная в ЦП 1 – 1,6 ос./м<sup>2</sup>.

Численность особей не велика, изменяется от 6 до 16 особей.

Доля генеративных особей от общего числа всех особей (коэффициент генеративности) варьирует от 6,25 до 33,3%. Наибольший коэффициент генеративности отмечен для ЦП 1. Среднее значение данного показателя (от 20 до 25%) отмечено в ЦП 2, 4. Низкий показатель генеративных особей (6,25%) зафиксирован в ЦП 3.

Для оценки природоохранной значимости и состояния изученных ценопопуляций *D. fuchsii* и *P. bifolia* был определен интегрированный показатель (SC) организменных и популяционных характеристик вида (Ишматурова, Ишбирдин, 2004).

Большинство ценопопуляций исследованных видов находятся в состоянии «близком к угрожаемому», их интегральный показатель (SC) равен 2. Остальные ценопопуляции находятся в состоянии «зависящем от сохранения». В связи с этим, ценопопуляции нуждаются в охране и уязвимы перед антропогенным вмешательством. Для всех ЦП рекомендуется мониторинг и контроль состояния.

## Литература

Ефимов П. Г. Орхидные северо-запада европейской России (Ленинградская, Псковская, Новгородская области). М.: Товарищество научных изданий КМК. 2-е изд., испр. и доп. 2012. 220 с.

Ишбирдин А. Р., Ишматурова М. М. Адаптивный морфогенез и эколого-ценотические стратегии выживания травянистых растений // Методы популяционной биологии. Сыктывкар, 2004. Ч. II. С. 113–120.

Перебора Е. А. Орхидные Северо-Западного Кавказа / Отв. ред. И. С. Билюченко. М.: Наука, 2002. 253 с.

Тарасова Е. М. Флора Государственного природного заказника «Былина». Киров, 2005. 248 с.

Теория и практика сохранения редких видов: учебно-методическое пособие / сост. С. Н. Плюснин, Н. В. Орловская. Сыктывкар: Изд-во Сыктывкарского гос. ун-та, 2012. 294 с.

## **ЗАПАСЫ ТРАВЯНИСТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В БОБРОВЫХ ПОСЕЛЕНИЯХ НА р. БОЛЬШОЙ КИНЕЛЬ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ**

*А. П. Мартынов<sup>1</sup>, В. В. Антипов<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Поволжская социально-гуманитарная академия, *gummler@yandex.ru*

<sup>2</sup> Институт экологии волжского бассейна РАН, *v.v.antipov@mail.ru*

Речной бобр – типичный растительноядный грызун. Кормами бобров служат молодые побеги и неопробковевшая кора деревьев и кустарников, а также различные части трав. Доля древесно-кустарниковых растений в рационе животных гораздо меньше, чем травянистых. Относительное равновесие обеих групп кормов бывает в переходное время, осенью и весной, летом в их рационе наблюдается значительное преобладание травянистых растений, а зимой преобладают древесно-кустарниковые виды (Дьяков, 1975; Садчиков 2005).

Бобры почти всех популяций охотно поедают калужницу болотную, кувшинки, кубышку жёлтую, сабельник болотный, таволгу вязолистную, крапиву двудомную, окопник лекарственный, стрелолист обыкновенный, касатик айровидный, белокрыльник болотный, рогоз широколистный, манник водяной, и некоторые другие травы (Дьяков, 1975).

Большие запасы водной и околородной травянистой растительности, составляющие основной рацион бобра, могут служить пищей даже в зимнее время (Панкова, Панков, 2010).

Влияние трофической деятельности бобров на прибрежные древостои достаточно подробно изучалось (Броздняков, 2005; Антипов, 2011). Представляет интерес определение фитомассы травянистых кормов и кустарников, составляющих основу рациона бобра на территории поселений Самарской области.

*Материалы и методика.* Исследования проводились на среднем и нижнем течении реки Большой Кинель от поселка Подбельск до посёлка Усть-Кинельский (устье реки). Изучались 5 бобровых поселений с населением 2–4 особи и протяженностью 200–300 м.

Для оценки структуры прибрежной травянистой растительности и расчета фитомассы на территории бобровых поселений закладывались пробные площади 10 на 10 м (по ширине площади учитывались 5 м берега и 5 м водоёма) со сплошным пересчётом макрофитов. Растения срезали и взвешивали части расположенные над грунтом (Папченков, 2001; Садчиков 2005).

*Результаты исследований.* Встреченные виды макрофитов и древесно-кустарниковой растительности с диаметром ствола менее 2,5 см на р. Большой Кинель:

- 1) Виды, плавающие на поверхности и погруженные в толщу воды:

Водокрас Лягушачий (*Hydrocharis morsus-ranae*), рдест курчавый (*Potamogeton crispus*), рдест пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus*), рдест плавающий (*Potamogeton natans*), кубышка желтая (*Nuphar luteae*), роголистник погруженный (*Ceratophyllum demersum*), ряска горбатая (*Lemna gibba*), горец земноводный (*Persicaria amphibia*).

2) Виды, расположенные как на берегу, так и частично погруженные в воду:

Ежеголовник прямой (*Sparganium erectum*), сусак зонтичный (*Butomus umbellatus*), камыш озёрный (*Schoenoplectus lacustris*), камыш лесной (*Scirpus sylvaticus*), манник большой (*Glyceria maxima*), хвощ приречный (*Equisetum fluviatile*), осока острая (*Carex acuta*), стрелолист обыкновенный (*Sagittaria sagittifolia*), осот болотный (*Sonchus palustris*).

3) Виды, расположенные на берегу:

Дербенник иволистный (*Lythrum salicaria*), белокопытник лучистый (*Petasites radiatus*), череда трёхраздельная (*Bidens tripartita*), чистец болотный (*Stachys palustris*), паслён сладко-горький (*Solanum dulcamara*), сушеница лесная (*Gnaphalium sylvaticum*), мята длиннолистная (*Mentha longifolia*), горец почечуйный (*Polygonum persicaria*), череда многолистная (*Bidens frondosa*), подорожник большой (*Plantago major*), вероника длиннолистная (*Veronica longifolia*), гравилат городской (*Geum urbanum*), полынь маршала (*Artemisia marschalliana*), пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare*), пусторебрышник обнажённый (*Cenolophium denudatum*), астра альпийская (*Aster alpines*), лох серебристый (*Elaeagnus commutata*), белокопытник ложный (*Petasites spurius*), крапива двудомная (*Urtica dioica*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), ежевика сизая (*Rubus caesius*), мышиный горошек (*Vicia Gracca*), раakitник русский (*Chamaecytisus ruthenicus*), колючеяплодик лопастной (*Echinocystis lobata*), лопух паутинистый (*Arctium tomentosum*), шиповник майский (*Rosa majalis*), девятисил высокий (*Inula helenium*), шлемник обыкновенный (*Scutellaria galericulata*), скерда сибирская (*Crepis sibirica*), тысячелистник (*Achillea millefolium*), василёк русский (*Centaurea cyanus*), синеголовник плосколистный (*Eryngium planum*), пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare*).

4) Древесные виды:

Тополь белый (*Populus alba*), клён американский (*Acer negundo*), липа мелколистная (*Tilia cordata*), ива трёхтычинковая (*Salix triandra*), вяз гладкий (*Ulmus laevis*).

Наибольшая фитомасса в первой группе наблюдается у таких видов как: кубышка желтая, роголистник погруженный, рдест курчавый, рдест пронзеннолистный; у видов второй группы: камыш лесной, сусак зонтичный, ежеголовник прямой, манник большой; в третьей группе видов: дербенник иволистный, белокопытник ложный, осот болотный, пижма обыкновенная, ежевика сизая, мята длиннолистная, горошек мышиный, белокопытник ложный и др.

Общая масса травянистой и древесно-кустарниковой (с диаметров ствола до 2,5 см) растительности на пробной площади в бобровых поселениях указана в таблице.

Таблица

фитомасса N поселения	1	2	3	4
1	87 кг 700 гр	134 кг 780 гр	20кг 150 гр	112 кг
2	42 кг 10 гр	520 кг 350 гр	196 кг 850 гр	7 кг 500 гр
3	2 кг 750 гр	92 кг 500 гр	21 кг 225 гр	9 кг 50 гр
4	387 кг 500 гр	132 кг 500 гр	63 кг 260 гр	–
5	50 кг 250 гр	300 кг	76 кг 100 гр	–

**Выводы.** На р. Большой Кинель наблюдается большое разнообразие прибрежной и водной растительности. Бобры обеспечены травянистыми кормами. Фитомасса надземных частей макрофитов в исследуемых бобровых поселениях достаточно велика. Необходимы дальнейшие исследования кормовых предпочтений животных и их влияния на прибрежный фитоценоз.

### Литература

Антипов В. В. Динамика пространственной структуры популяции и структура прибрежных древостоев в местах поселений бобра речного (*Castor fiber* L.) на малых реках Самарской области // Изв. СамНЦ РАН. 2011. Т. 13, № 1. С. 161–166.

Броздняков В. В. Формирование популяции бобра (*Castor fiber* L.) Самарской области и оценка влияния кормового фактора // Вестник Сам.ГУ Естество-науч. серия. N 2 (36). Самара, 2005. С. 220–230.

Дьяков Ю. В. Бобры Европейской части Советского Союза. М.: Моск. рабочий, 1975. 480 с.

Панкова Н. Л., Панков А. Б. Характер использования бобрами (*Castor fiber*) водоёмов поймы р. Пра в Окском заповеднике // Поволжский экологический журнал. № 3. Саратов, 2010. С. 291–301.

Папченков В. Г., Продукция макрофитов вод и методы её изучения // Гидробиотаника: Методология и методы. Рыбинск, 2003. С. 137–145.

Садчиков А. П. Гидробиотаника: прибрежно-водная растительность. М. Издательский центр «Академия», 2005. 240 с.

## ФЕДЕРАЛЬНЫЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ – ГАРАНТЫ СОХРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ РЕГИОНОВ И РОССИИ

**Е. М. Тарасова, Л. Г. Целищева, Е. П. Лачоха, С. В. Кондрухова, С. Е. Шубин**  
Государственный природный заповедник «Нургуш»,  
*nurgush@zapovednik.kirov.ru*

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) создаются для сохранения биологического разнообразия, как экосистемного, так и видового. Наиболее эффективной формой территориальной охраны биоразнообразия являются заповедники и национальные парки.

Современная система федеральных ООПТ России представлена 102 государственными природными заповедниками, 45 национальными парками и 70 федеральными заказниками. Их общая площадь составляет 2,7% территории Российской Федерации, однако это наиболее ценные природные комплексы. Именно они служат рефугиумами для большей части растений и жи-

вотных, которые расселяются отсюда на сопредельные территории, поддерживая баланс региональных флор и фаун (Схема..., 2012).

Именно федеральные ООПТ в большей мере обеспечивают ландшафтное и биологическое разнообразие, препятствуют деградации биосферы, являются гарантом устойчивого развития природных комплексов регионов.

Федеральные ООПТ имеются во всех физико-географических странах и в 60% физико-географических провинций России. На их территориях представлено 50% ландшафтного разнообразия нашей страны: наиболее полнотундровые сообщества, леса и редколесья, менее – степи и болота.

На территории федеральных ООПТ обитает 95% видов млекопитающих, 93% видов амфибий, 86% видов птиц, произрастает 65% видов сосудистых растений России.

К сожалению, в отношении редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений и животных репрезентативность федеральных ООПТ существенно ниже. Современная система федеральных ООПТ обеспечивает охрану менее половины особо ценных видов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации (Особо охраняемые природные территории..., 2009). Вклад заповедников в охрану редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, занесенных в региональные Красные книги, как правило, намного выше.

В Кировской области федеральные ООПТ представлены заповедником «Нургуш», созданным в 1994 г. для охраны и изучения долинных хвойно-широколиственных лесов, болотных массивов, редких и исчезающих видов животных и растений в пойме реки Вятки<sup>1</sup>. Заповедник имеет два участка, расположенных в Котельничском и Нагорском районах.

Несмотря на незначительную площадь участка «Нургуш» в Котельничском районе (5634 га) и его охранной зоны (7998 га), здесь обитают 33% видов, занесенных в Красную книгу Кировской области (Постановление..., 2011) и 45% видов, из числа отмеченных в области, занесенных в Красную книгу Российской Федерации (2008, 2001) (табл. 1).

Участок расположен в широкой пойме р. Вятки, занятой хвойно-широколиственными лесами, многочисленными пойменными озерами, их протоками и речками. Охранная зона охватывает часть первой луговой террасы и практически всю боровую террасу р. Вятки. Граница между заповедником и охранной зоной проходит по притеррасной речке Прость.

На данной территории встречаются 12 видов сосудистых растений, 3 вида мхов, 4 вида лишайников, 6 видов грибов и 61 вид животных (из них 25 видов насекомых, 1 вид моллюсков, 3 вида рыб, 1 вид пресмыкающихся, 27 видов птиц и 4 вида млекопитающих), занесенных в Красную книгу Кировской обла-

---

1. В 2010 г. территория заповедника расширена за счет присоединения участка «Тулашор», включающего старовозрастные среднетаежные леса в Нагорском районе Кировской области. В 2013 г. на территории, примыкающей к участку «Тулашор», создана охранная зона.

сти (Постановление..., 2011) и Красную книгу Российской Федерации (2001, 2008) (табл.).

Таблица

**Количество редких и охраняемых видов, отмеченных на участке «Нургуш» и в его охранной зоне**

№	Группа видов	Количество видов			
		Участок «Нургуш»		Охранная зона участка «Нургуш»	
		в т. ч. занесенные в Красную книгу Российской Федерации	в т. ч. занесенные в Красную книгу Кировской области	в т. ч. занесенные в Красную книгу Российской Федерации	в т. ч. занесенные в Красную книгу Кировской области
1	Сосудистые растения		4	3	10
2	Мхи		2		2
3	Лишайники	1	4		
4	Грибы	1	3		4
5	Насекомые	4	20	3	10
6	Моллюски		1		
7	Рыбы		1		3
8	Пресмыкающиеся				1
9	Птицы	7	13	13	26
10	Млекопитающие	1	4	1	3
Итого:		14	52	20	59

Ниже дана краткая характеристика видов участка «Нургуш» и его охранной зоны, занесенных в Красную книгу Российской Федерации (2001, 2008).

**Венерин башмачок настоящий** – *Cypripedium calceolus* L.

Охранная зона. Немногочисленные ценопопуляции в мшистых заболоченных ельниках.

**Калипсо луковичная** – *Calypso bulbosa* (L.) Oakes.

Охранная зона. Одна малочисленная ценопопуляция во влажном сосняке.

**Пальчатокоренник Траунштейнера** – *Dactylorhiza traunsteineri* (Saut.) Soo'.

Охранная зона. Немногочисленная ценопопуляция на переходном осоково-сфагновом болоте.

**Лобария легочная** – *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.

Заповедник. Изредка на дубе, липе, осине.

**Полипорус зонтичный, грифола зонтичная** – *Polyporus umbellatus* (Pers.: Fr.) Fr.

Заповедник. Липово-еловый лес с осинкой и березой.

**Жужелица Менетрие** – *Carabus menetriesi* Faldermann, 1827.

Заповедник. Единично в дубовых лесах и на лугах центральной поймы.

**Жужелица Хеннинга** – *Carabus henningi* Ficher von Waldheim, 1817.

Заповедник. Единично в липово-дубовых и дубовых лесах.

**Восковик-отшельник** – *Osmoderma barnabita* Motschulsky, 1845

Заповедник. Единично в липовых, дубовых и смешанных лесах.

**Пчела-плотник** – *Xylocopa valga* Gerstaecker, 1872

Заповедник. Единично.

**Аполлон** – *Parnassius apollo* (Linnaeus, 1758)

Охранная зона. Единично в молодых сосняках и на полянах в сосновых лесах.

**Мнемозина** – *Parnassius mnemosyne* (Linnaeus, 1758)

Охранная зона. Единично в местах произрастания кормового растения гусениц - хохлатки плотной.

**Чернозобая гагара** – *Gavia arctica* (L., 1758)

Заповедник. Охранная зона. Одиночные особи и пары на весеннем и осеннем пролете.

**Черный аист** – *Ciconia nigra* (L., 1758)

Заповедник. Охранная зона. Ранее гнезвился (Плесский, 1927, 1976).

**Краснозобая казарка** – *Branta (Rufibrenta) ruficollis* (Pallas, 1769)

Охранная зона. Единичные встречи.

**Пискулька** – *Anser erythropus* (L., 1758)

Охранная зона. Единичные встречи одиночных птиц и стай от 8 до 30 особей.

**Скопа** – *Pandion haliaetus* (L., 1758)

Заповедник. Охранная зона. Редкий, возможно, гнездящийся в окрестностях заповедника вид. На весеннем и осеннем пролете встречаются одиночные птицы, реже по 2-3 особи. Численность скопы в районе заповедника оценивается в 0,7 пар/100 км<sup>2</sup>.

**Большой подорлик** – *Aquila clanga* Pallas, 1811

Заповедник. Охранная зона. Одиночные птицы и пары. Численность в районе заповедника оценивается в 0,7 пар/100 км<sup>2</sup>.

**Беркут** – *Aquila chrysaetos* (L., 1758)

Заповедник. Охранная зона. На осеннем пролете и во время кочевок в районе заповедника встречаются одиночные особи, реже пары.

**Орлан-белохвост** – *Haliaeetus albicilla* (L., 1758)

Заповедник. Охранная зона. На территории заповедника находится жилое гнездо орлана-белохвоста, известное с 1950-х годов. Регулярно встречаются одиночные птицы и пары. Численность в заповеднике оценивается в 1-2 пары/100 км<sup>2</sup>.

**Кулик-сорока** – *Haematopus ostralegus* L., 1758

Заповедник. Охранная зона. Обычный гнездящийся вид. Численность на водоемах заповедника и охранной зоны составляет в среднем 4,8 (0-12) ос./10 км маршрута или 2,7 (0-3,5) ос./100 га водных угодий.

**Большой кроншнеп** – *Numenius arquata* (L., 1758)

Заповедник. Охранная зона. Малочисленный, вероятно гнездящийся вид, обычный на весеннем пролете. Численность в окрестностях заповедника и охранной зоны в весенний период составляет 1.3 ос./км маршрута.

**Малая крачка** – *Sterna albifrons* (Pallas, 1764)

Заповедник. Охранная зона. Обычный гнездящийся вид. Численность в районе заповедника составляет в среднем 6,5 (0,5-17) ос./10 км маршрута или 3,6 (0,4-7,8) ос./100 га водных угодий. Обилие на озерах заповедника составляет 4,6 ос./км<sup>2</sup>.

**Филин** – *Bubo bubo* (L., 1758)

Заповедник. Охранная зона. Малочисленный гнездящийся вид. В районе заповедника предположительно обитает 1-2 пары, численность оценивается в 1,5 пары/100 км<sup>2</sup>.

**Серый сорокопут** – *Lanius excubitor* (L., 1758)

Охранная зона. На пролете встречаются одиночные особи и пары. Весной в окрестностях охранной зоны численность составляет 1,3 ос./км маршрута.

**Выхухоль** – *Desmana moschata* L.

Заповедник. Охранная зона. В 1959 г. из Окского заповедника были завезены и выпущены 93 выхухоли, которые успешно прижились, что позволило в 1965 году отловить 21 выхухоль для внутриобластного расселения. Последняя достоверная встреча датируется 1998 г.

**Европейская норка** – *Mustela lutreola* L.

Заповедник. Охранная зона. Исследования, проведенные Д. В. Скуматовым в 2012 г., ставят под сомнение обитание вида в настоящее время.

Количество редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, отмеченных на участке «Нургуш» и в его охранной зоне, является закономерным следствием ежедневной многолетней охраны природных комплексов. Особую значимость имеет не только сам факт обитания вида в заповеднике и его охранной зоне, но и наличие стабильных популяций, а также их защищенность в момент пребывания на данной территории.

Существенную ценность для сохранения биоразнообразия региона играет и наличие редких видов, известных только с территории заповедника и охранной зоны (гроздовник ромашколистный и др.), или имеющих здесь одно из немногих известных мест обитания (гвоздика Борбаша, двулепестник парижский, схизахна мозолистая, полипорус зонтичный и др.).

Кроме того, в заповеднике и в охранной зоне, составляющих единый долинный комплекс р. Вятки, обитают виды разных экотопов: старовозрастных широколиственных и хвойно-широколиственных лесов и сосняков, что служит причиной столь высокой концентрации редких и подлежащих охране видов. Заповедный режим территории является гарантией сохранности этих видов в будущем.

### Литература

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.

Красная книга Российской Федерации. Т. 1. Животные / Под ред. В. Н. Данилова-Данильяна. М.: Астрель, 2001. 862 с.

Особо охраняемые природные территории России: современное состояние и перспективы развития / Авторы-составители В. Г. Кревер, М. С. Стишов, И. А. Онуфрениа. М., 2009. 455 с.

Плесский П. В. Орнитологические исследования в Вятском крае // Тр. Вят. гос. музея. Вятка, 1927. Т. 1. С. 23–44.

Плесский П. В. Класс Птицы // Животный мир Кировской области. Киров, 1976. Вып. 3. С. 49–138.

Постановление Правительства Кировской области от 14.07.2011 № 111/317 «Об утверждении перечней видов животных, растений и грибов, занесенных в Красную книгу Кировской области».

Схема территориального планирования Российской Федерации в области развития и размещения особо охраняемых природных территорий федерального значения на период до 2020 года. М., 2012.

## О НАХОДКАХ ЖЕЛТОГОРЛЫХ МЫШЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ»

**С. Е. Шубин**

Государственный природный заповедник «Нургуш»,  
nurgush@zapovednik.kirov.ru

Желтогорлая мышь (*Apodemus flavicollis*) – вид грызунов семейства Мышиных (Muridae) – типичный обитатель широколиственных лесов европейской части России, где она заселяет различные биотопы и является широко распространенным видом. На территории Кировской области этот вид отмечался как свойственный только для южной части (Попов, 1960; Чарушина, 1970). А. Н. Ляпунов (2009) сообщает о поимке зверька этого вида в устье р. Вишкиль вблизи от границ заповедника. П. Л. Бородин (2009) обосновывает возможность обитания желтогорлых мышей в смешанно-широколиственных лесах на территории заповедника «Нургуш».

В сентябре и октябре 2010 г. при проведении учетов микромамий нами были отловлены желтогорлые мыши в дубняке на берегу озера Нургуш и в здании кордона. Всего было поймано 8 экземпляров. Вес мышей – до 52,5 г, длина тела 100–125 мм, длина хвоста до 110 мм. Все экземпляры относились к возрастным группам взрослых и полувзрослых.

После обильного урожая желудей на территории заповедника «Нургуш» в 2010 г. на протяжении последующих трех лет зверьки этого вида регулярно отлавливались давилками со стандартной приманкой в разных биотопах.

Желтогорлые мыши в заповеднике поселяются в различных убежищах. Это могут быть дупла, расположенные на высоте до 6–7 м, сделанные другими животными, например, дятлами. Известны находки жилищ желтогорлых мышей в естественных пустотах, образовавшихся при разложении сердцевины в стволах лип, осин и дубов различного возраста. Чаще всего они устраивают гнезда в нижней части стволов старых деревьев. При этом мыши, вероятно, сами не делают входы и пустоты под корнями, выгрызая древесину, а используют их в готовом виде.

Основу осеннего питания желтогорлых мышей на территории заповедника составляют желуди и орешки липы. На зиму мыши создают значительные запасы, выбирая самые крупные плоды. Размещаются такие запасы чаще всего

в дуплах на стволах деревьев, а так же в пустотах под корнями. В 2010 году такой запас объемом около 20 литров был обнаружен в ящике кухонного стола в здании кордона. Несколько раз были найдены запасы из двух – трех горстей желудей под подушками и матрасами.

Желтогорлые мыши прекрасно лазают по вертикальным стенам и поселяются даже на чердаке здания кордона. Они способны передвигаться по тонкой проволоке вниз спиной, добираясь до съестных припасов. Живя рядом с людьми, используют в пищу почти все возможные продукты, в том числе крупы, макаронные и кондитерские изделия, картофель и др. овощи.

В осеннее время при подготовке к зимовке и созданию зимних запасов они часто выходят из убежищ в дневное время и могут быть пойманы руками.

### Литература

Бородин П. Л. О находке желтогорлой мыши (*Apodemus flavicollis* Melchior, 1834) в Нургушской долине р. Вятки // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития. Вып. VII. Ч. 2.: Сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф. (г. Киров, 1–2 декабря 2009 г.). Киров: ООО «Лобань», 2009. С. 308–311.

Ляпунов А. Н. Новая находка желтогорлой мыши (*Apodemus flavicollis*) в Кировской области // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития. Вып. VII. Ч. 2.: Сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф. (г. Киров, 1–2 декабря 2009 г.). Киров: ООО «Лобань», 2009. С. 315–316.

Попов В. А. Млекопитающие Волжско-Камского края. Казань: изд-во Казан. фил. АН СССР, 1960.

Чарушина А. Н. Мелкие млекопитающие лесных ландшафтов Кировской области // Матер. IV науч. конф. зоологов пед. ин-тов. Горький: изд-во Горьковского пединститута, 1970. С. 470–471.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛОВУШЕК МЁРИКЕ В ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ НАСЕКОМЫХ

*Л. Г. Целищева*

*Государственный природный заповедник «Нургуш»,  
tselishchevalg@mail.ru*

Ловушки Мёрике были изобретены немецким биологом для ловли насекомых и названы в его честь (Шовен, 1970). Они известны также как чашки Мёрике, желтые ловушки (Moericke traps, yellow pan traps) или желтые тарелки. Это пластиковые чашки с окрашенным в ярко-жёлтый цвет дном и заполненные фиксатором (вода, 70% этиловый спирт, 4 % раствор формалина, насыщенный раствор поваренной соли и др.), обычно высотой 5-8 см и верхним диаметром 14 см. Их «уловистость» основана на высокой зрительной чувствительности многих насекомых к предметам, напоминающим цветы по форме и окраске. Кроме того, молодые листья растений отражают солнечные лучи желтого спектра, поэтому ловушки привлекают сосущих насекомых (тлей и др.) (Agnoli, Rosa, 2012). Фиксатор внешне напоминает воду, что позволяет увеличить отлов насекомых, особенно в засушливый период года (Шляхтенок, shlyakhtenok.narod.ru).

Этот метод, широко используемый в тропической и экваториальной зонах Земного шара, почти не применяется в умеренных широтах (Сундуков, 2009). В настоящее время используется для сбора складчатокрылых ос (Vespidae) (Шляхтенок, shlyakhtenok.narod.ru), ос-блестянок (Chrysididae) (Винокуров, 2011), а также для отлова тлей, «интенсивность лета которых может служить масштабом «инфекционной нагрузки», то есть ожидаемой зараженности картофеля в следующей репродукции при известном количестве источников инфекции» (Агросборник, 2011). Ловушками Мёрике контролируют численность наездников-энтомофагов вредителей лесного хозяйства (Bauer et al., 2013).

Преимущество желтых ловушек перед сбором насекомых энтомологическим сачком заключается в том, что они могут быть постоянно действующими в течение сезона и пассивно собирать материал, что позволяет получать количественные данные для сравнительных исследований (Шляхтенок, shlyakhtenok.narod.ru). Они эффективно привлекают мух, перепончатокрылых, мелких летающих жуков, но в целом больше годятся для фаунистических и экологических исследований, чем для работы коллекционера.

В течение последних 10 лет в заповеднике «Нургуш» активно проводится инвентаризация насекомых, некоторые группы из них, в частности опылители растений, изучены недостаточно. На территории кластерного участка «Нургуш» ловушки Мёрике использовались впервые как дополнительный метод сбора насекомых в 2012–2013 гг. с целью выявления новых видов и оценки их эффективности в сборах опылителей.

Модельным биоценозом был выбран разнотравный пойменный луг около кордона на берегу оз. Нургуш, на котором имеются участки с суходольной растительностью. В качестве ловушек Мёрике применяли желтые пластиковые тарелки высотой 4 см и диаметром 15 см с фиксатором (4% раствор формалина), в который добавлялась капля моющего средства Fairy (лимон) (благодаря которому разрушалась пленка поверхностного натяжения воды, и плавающие на поверхности насекомые тонули). Линия из 10 ловушек устанавливалась на поверхности почвы (преимущественно на скошенную траву), время экспозиции – сутки. Ежедневно утром проводилась выборка насекомых. За время исследований было отработано 100 ловушко-суток, отловлено более 600 экземпляров насекомых.

Полученные данные по составу насекомых представлены в таблице. Виды, новые для фауны заповедника, отмечены символом «\*».

Таблица

**Состав насекомых, собранных методом ловушек Мёрике на разнотравном пойменном лугу в 2012-2013 гг. в заповеднике «Нургуш»**

Таксономические группы	Количество экземпляров							
	2012 г.				2013 г.			
	30.05	21.06	1.08-3.08	3.08-5.08	13.07	14.07	15.07	16.07
Отряд Прямокрылые (Orthoptera)								
Сем. Саранчовые (Acrididae)								
<i>Chorthippus biguttulus</i> L.			2	3				

Таксономические группы	Количество экземпляров							
	2012 г.				2013 г.			
	30.05	21.06	1.08-3.08	3.08-5.08	13.07	14.07	15.07	16.07
Другие саранчовые	4		2	1				
Отряд Равнокрылые (Homoptera)								
Сем. Цикадовые (Cicadellidae)								
<i>Handianus flavovarius</i> H.-S.		9		5				
Другие цикадовые			53	11	9	14	38	17
Сем. Пенницы (Aphrophoridae)								
<i>Lepyronia coleoprata</i> L.				1		2		
Сем. Тли (Aphididae)	1	1	7	17	62	25	83	46
Отряд Клопы (Heteroptera)								
Сем. Слепняки (Miridae)								
<i>Orthocephalus brevis</i> Pz.				3			1	
Сем. Щитники (Pentatomidae)								
<i>Holcostethus vernalis</i> Woff.	1							
Сем. Кружевницы (Tingidae)								
<i>Tingis ampliata</i> H.-S.	2							
* <i>Tingis cardui</i> L.	1							
Другие клопы						1		
Отряд Жуки (Coleoptera)								
Сем. Жужелицы (Carabidae)								
<i>Cychrus caraboides</i> (L)				1				
Сем. Мертвоеды (Silphidae)		1						
<i>Silpha carinata</i> Hbst.		1						
<i>Nicrophorus vespillo</i> L.						1		
Сем. Кожееды (Dermestidae)								
* <i>Anthrenus museorum</i> L.		1						
Сем. Дазитиды (Dasytidae)								
<i>Dolichosoma lineare</i> Rossi			2					
<i>Dasytes niger</i> L.	3	1				2		
Сем. Щелкуны (Elateridae)								
<i>Agriotes lineatus</i> L.	1							
<i>Oedostethus quadripustulatus</i> (F.)					1		2	
Сем. Блестянки (Nitidulidae)								
* <i>Meligethes difficilis</i> Heer	1							
Сем. Узконадкрылки (Oedemeridae)								
<i>Oedemera virescens</i> L.		1				1		
<i>Oedemera femorata</i> (Scop.)				1				
<i>Oedemera lurida</i> Marsh.							1	
<i>Chrysanthia geniculata</i> Heyden	3							
Сем. Быстрянки (Anthicidae)								
<i>Notoxus monoceros</i> L.	1							
Сем. Листоеды (Chrysomelidae)								
<i>Bromius obscurus</i> L.	1							
Другие жуки		3	2	1	1	4	3	3
Отряд Сетчатокрылые								

Таксономические группы	Количество экземпляров							
	2012 г.				2013 г.			
	30.05	21.06	1.08-3.08	3.08-5.08	13.07	14.07	15.07	16.07
(Neuroptera)								
Сем. Гемеробы (Hemeroptidae)								
<i>Micromus angulatus</i> Steph.				1				
Отряд Скорпионницы (Mecoptera)								
Сем. Скорпионницы (Panorptidae)								
<i>Panorpa communis</i> L.					1	1		
Отряд Перепончатокрылые (Hymenoptera)								
Подотряд Parasitica (Наездники)								
			2	2	3	3		1
Сем. Роющие осы (Crabronidae)								
<i>*Nysson niger</i> Chevr.						1		
<i>*Psenulus schencki</i> (Tournier)						1		
<i>*Lestica camelus</i> Evers.								
Сем. Складчатокрылые (общественные) осы (Vespidae)								
<i>Vespa crabro</i> L.				1				
<i>Vespula vulgaris</i> L.							1	
<i>*Polistes nimpha</i> (Chr.)				2				
Сем. Colletidae								
<i>Hylaeus confusus</i> Nyl.				3	1			1
Сем. Andrenidae								
<i>Andrena minutuloides</i> Perkins				1				
<i>*Andrena proxima</i> Kby					1	1		
Сем. Крупнозубые пчелы (Megachilidae)								
<i>Megachile ligniseca</i> Kby.			1					
<i>Megachile bombycina</i> Pall.					1	1		
Сем. Настоящие пчелы (Apidae)								
<i>Bombus jonellus</i> (Kirby)				1				
<i>*Epeoloides coecutiens</i> F.					1			
Сем. Муравьи (Formicidae)								
<i>Myrmica rubra</i> L.				1				
<i>Lasius platythorax</i> (Seifert)	8		7	8	1	2	6	
Отряд Двукрылые (Diptera)								
Сем. Комары кровососущие (Culicidae)	4	3	2	2				
Сем. Ктыри (Asilidae)			2					
Сем. Журчалки ( Syrphidae)								
<i>*Cheilosia albipila</i> Mg.	1							
<i>Chrysothoxum bicinctum</i> (L.)							1	
<i>Eristalinus sepulcralis</i> L.				1				
<i>Helophilus pendulus</i> (L.)	1							
<i>Helophilus lineatus</i> F.						1		

Таксономические группы	Количество экземпляров							
	2012 г.				2013 г.			
	30.05	21.06	1.08-3.08	3.08-5.08	13.07	14.07	15.07	16.07
<i>Eupeodes corollae</i> F.					1			
* <i>Syrphus vitripennis</i> Mg.						1		
<i>Eupeodes latifasciatus</i> (Mq.)						1		
<i>Xylota nemorum</i> F.					2	3	4	1
<i>Xylota meigeniana</i> Stack					1			
Другие мухи	1	1	9	6		6	15	4
Отряд Чешуекрылые (Lepidoptera)								
Сем. Толстоголовки (Hesperiidae)								
<i>Thymelicus lineola</i> O.			1			1	2	1
Сем. Белянки (Pieridae)								
<i>Aporia crataegi</i> L.		2						
<i>Gonopteryx rhamni</i> L.		1						
Итого, экз.	34	24	92	73	86	73	157	74

Собраны насекомые из 9 отрядов и 31 семейства, определены 52 вида, из них 11 впервые указаны для территории заповедника.

Видовое разнообразие было выше у двукрылых и перепончатокрылых. Среди двукрылых преобладали мухи-журчалки (10 видов). Из перепончатокрылых собраны роющие осы (3 вида), общественные осы (3 вида), пчелы из семейств Colletidae, Andrenidae, Megachilidae, Apidae (7 видов) и наездники. Из опылителей желтыми ловушками привлекались жуки из семейств Oedemeridae (4 вида), Dasytidae (2 вида) и Nitidulidae (1 вид), бабочки белянки и толстоголовки, а также скорпионницы.

Наибольшую численность в пробах имели сосущие насекомые – тли и цикадовые. Попавшие в ловушки, тли привлекали афидофагов (гемеробов из семейства Сетчатокрылые), а в целом все пойманные насекомые были приманкой для жуков-мертвоедов и кожеедов. Передвигающиеся по поверхности почвы жужелицы, муравьи также могли искать в ловушках источники пищи.

Вероятно, в связи с расположением данных ловушек на почве случайно в них оказывались прыгающие насекомые (саранчовые, некоторые виды клопов, листоеды-блошки (*Phyllotreta*, *Chaetocnema* и др.).

Таким образом, наши исследования подтвердили, что желтыми ловушками собираются опылители растений (мухи-сирфиды, роющие и общественные осы, пчелы, наездники, бабочки, некоторые жуки), сосущие насекомые (тли и цикады) и др. С помощью ловушек Мёрике можно дополнить локальную фауну видами, которые не могут быть собраны другими методами, особенно это касается опылителей из мух и перепончатокрылых. Полученные данным методом результаты по видовому составу и численности насекомых, совместно с результатами учетов другими методами, могут быть использованы для экологической характеристики населения насекомых исследуемого биоценоза.

**Благодарности.** Автор выражает свою искреннюю признательность студентам химического факультета ВятГГУ М. Н. Двойнишниковой, Е. В. Князевой, Ю. С. Рогожкиной и студентке ПермГНИУ В. А. Безденежных, принимавшим активное участие в сборе материала и Г. И. Юфереву за помощь в определении видов.

#### Литература

Агросборник // Защита картофеля (<http://agrosbornik.ru/zaschita-kartofela/254-2011-10-19-16-48-59.html>).

Винокуров Н. Б. Использование цветных ловушек Мёрике для сбора ос-блестянок (Hymenoptera, Chrysididae) и других жалоносных насекомых // Труды Ставропольского отделения Русского энтомологического общества. Вып. 7: Матер. IV Междунар. науч.-практ. интернет-конф. (20 марта 2011 г.). Ставрополь: «Параграф», 2011. С. 113–115.

Сундуков Ю.Н. Методы и места сбора коллекционного материала // Насекомые Лазовского заповедника. Владивосток: Дальнаука, 2009. С. 26–32.

Шляхтенюк А. С. Методы отлова ос. <http://shlyakhtenok.narod.ru/metod.html>.

Шовен Р. Мир насекомых. М., Мир, 1970. 240 с.

Agnoli G. L., Rosa P. Chrysis.net website, interim version 16-May-2012 , URL: <http://www.chrysis.net>.

Bauer Leah; Hansen Jason; Gould Juli. 2013. Yellow Pan Traps: A Simple Method for Trapping Larval Parasitoids Released for Biological Control of the Emerald Ash Borer. 4 p. ([http://www.nrs.fs.fed.us/disturbance/invasive\\_species/eab/local-resources/downloads/YPT\\_Method.pdf](http://www.nrs.fs.fed.us/disturbance/invasive_species/eab/local-resources/downloads/YPT_Method.pdf))

### **МАССОВОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ И НОВЫЕ ВИДЫ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (INSECTA, LEPIDOPTERA) НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ В 2009–2013 гг.**

**О. И. Кулакова, А. Г. Татаринев**

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,  
iduna@rambler.ru, andrei\_tatarinov@mail.ru*

Период 2012–2013 гг. ознаменовался появлением и расселением на территории Республики Коми более 20 видов высших чешуекрылых, ареалы которых ранее были ограничены суббореальным поясом или подзоной южной тайги. Кроме того, наблюдалось массовое размножение некоторых видов.

Особенно показателен в этом отношении случай массового размножения на территории Республики Коми многоцветницы *Nymphalis xanthomelas* (Esper, 1781), которая до этого времени в таежной зоне северо-востока Русской равнины практически не встречалась. В июне 2012 г. в окрестностях г. Сыктывкара были зарегистрированы первые бабочки, а в июле на ивах найдено большое число гусениц многоцветницы. 17 августа на трансекте 50-х 5000 м, заложенной вдоль заброшенного и поросшего ивняком ж.-д. полотна, был проведен визуальный учет численности имаго нового поколения. Плотность вида составила 168 экз./км<sup>2</sup>. В течение августа бабочки были зарегистрированы еще в нескольких населенных пунктах Республики Коми: Ухте, Объячеве, Троицко-Печорске, Вуктыле, Кослане.

7 мая 2013 г. на трансекте была зафиксирована плотность имаго 136 экз./км<sup>2</sup>. К концу июля лёт *N. xanthomelas* приобрел массовый характер на большей части Республики Коми. Крупные очаги размножения были зафиксированы в Ухтинском, Сосногорском, Вуктыльском, Койгородском, Прилузском, Сысольском, Корткеросском, Усть-Куломском и Усть-Цилемском районах Республики Коми. В Троицко-Печорском районе на лесной дороге от п. Комсомольск-на-Печоре до д. Усть-Уньи плотность вида в дорожном коридоре 30 июля составила 531 экз./км<sup>2</sup>. В первой декаде августа 2013 г. в предгорном районе Печоро-Илычского заповедника ветви ив на десятках км поймы р. Печоры были массово увешаны куколками и экзувиями *N. xanthomelas*. На трансекте в окрестностях г. Сыктывкара 16 августа 2013 г. зафиксирована плотность имаго *N. xanthomelas* 304 экз./км<sup>2</sup>. Таким образом, по сравнению с предыдущим годом численность вида на данном участке выросла почти в два раза.

В 2012–2013 гг. на территории Республики Коми наблюдалось массовое размножение боярышницы *Aporia crataegi* (Linnaeus, 1758). В 2012 г. плотность бабочек на территории комплексного заказника Немский (Усть-Куломский район, подзона средней тайги, 61°35' с. ш, 54°59' в. д.) 9 июня составила 488 экз./ км<sup>2</sup>, в окрестностях г. Сыктывкара 14 июня – 566 экз./ км<sup>2</sup>, в Ухте 19 июня – 416 экз./ км<sup>2</sup>. В 2013 г. численность боярышницы значительно выросло. Лёт имаго вида начался на 11 дней позже по сравнению с предыдущим видом, но сразу же приобрел массовый характер. В Ухте в первый день лёта 17 июня плотность бабочек составила 696 экз./ км<sup>2</sup>, в Сыктывкаре 19 июня – 789 экз./ км<sup>2</sup>, наибольшая плотность здесь была зафиксирована 25 июня – 1266 экз./ км<sup>2</sup>.

В 2009 г. повсеместно, включая северные районы, в Республике Коми наблюдалось массовое размножение репейницы *Vanessa cardui* (Linnaeus, 1758). В среднем течении р. Тобыш (Усть-Цилемский район, подзона крайнесеверной тайги, 66°08' с. ш, 50°59' в. д.) плотность гусениц вида, развивавшихся в сплетенных листьях лебеды, пижмы и бодяка, на отдельных участках пойменных лугов достигала 12 экз./м<sup>2</sup>. В 2010 г. большое число гусениц наблюдалось на лебедке в черте г. Воркуты. Однако в 2013 г. на территории республики за весь летний сезон встречено всего 3 экз. имаго *V. cardui*.

В период с 2009 по 2013 гг. на территории Республики Коми были зафиксированы желтушки *Colias croceus* (Geoffroy, 1785), *C. myrmidone*, переливницы *Apatura iris* (Linnaeus, 1758), *A. ilia* (Denis et Schiffermüller, 1775), короткохвостка *Cupido argiades* (Pallas, 1771), хохлатка *Stauropus fagi* (Linnaeus, 1758), ленточница *Catocala fulminea* (Scopoli, 1763) и др.

Особо надо отметить находки гусениц коконопряда сибирского *Dendrolimus superans* (Butler, 1877). Это опаснейший вредитель лесного хозяйства. Площади поражения сибирских и дальневосточных лесов в периоды массового размножения вида огромны и сопоставимы с площадями горящей тайги. О возможности проникновения сибирского коконопряда на территорию республики говорилось ранее (Татаринов и др., 2003). Появление сибирского коконопряда в

южных районах Коми подтверждают и материалы республиканского Центра защиты леса.

Причины массового размножения и расселения чешуекрылых, очевидно, связаны с чередой жарких и сухих летних сезонов и относительно мягких зим на территории Восточной Европы в последние годы.

#### **Литература**

Татаринов А. Г., Седых К. Ф., Долгин М. М. Высшие разноусые чешуекрылые // Фауна европейского Северо-Востока России. Т. VII. Ч. 2. СПб.: Наука, 2003. 223 с.

### **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮЖНЫХ РАЙОНОВ РЕСПУБЛИКИ КОМИ И УЧАСТИЕ В ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ СТУДЕНТОВ СЫКТЫВКАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

*С. Н. Плюснин, Ю. А. Бобров*

*Сыктывкарский государственный университет,  
sergius-plusnin@yandex.ru*

Создание и поддержание системы особо охраняемых природных территорий является одним из наиболее эффективных способов сохранения биологического разнообразия и поддержания экологического каркаса регионов. Для того чтобы особо охраняемые природные территории надежно выполняли свои функции по поддержанию экологического баланса территорий, необходимо отслеживать состояние компонентов экосистем и определять тенденции их изменения. Важной частью установления механизмов управления особо охраняемыми природными территориями является организация системы экологического мониторинга. Система экологического мониторинга позволит наполнять и поддерживать информационные ресурсы по состоянию природных комплексов и их компонентов, которые дадут возможность оценивать текущее состояние природных комплексов, прогнозировать грядущие в них изменения, принимать превентивные меры по устранению возникающих экологических проблем.

Целью данного проекта является организация системы мониторинга на региональных особо охраняемых природных территориях (ООПТ) Республики Коми для оценки их соответствия режиму, установленному нормативно-правовыми актами, и контроля состояния экосистем.

Для достижения поставленной цели должны быть выполнены следующие задачи:

1. Разработка программы экологического мониторинга на ООПТ РК.
2. Обучение волонтеров для участия в сборе данных с целью проведения экологического мониторинга на территории ООПТ;
3. Отработка механизмов и методик получения оперативной информации о состоянии охраняемых природных комплексов ООПТ и их отдельных компонентов;

4. Отработка ведения многолетних рядов непрерывных наблюдений, характеризующих изменения состояния природных комплексов.

5. Создание баз данных для оценки, анализа и прогнозирования состояния природной среды.

Система используемых методов и процедур сбора данных о состоянии природных комплексов формируется тематической структурой экологического мониторинга, закреплённой природоохранным законодательством, и совокупностью подходов, используемых для исследования экосистем. Темы экологического мониторинга связаны с покомпонентным анализом состояния природных комплексов и включают также интегральную оценку состояния экосистем: «Атмосфера и климат», «Почвы и грунты», «Недра», «Водные объекты и водные биологические ресурсы», «Животный мир и охотничьи ресурсы», «Растительный мир и лесные ресурсы», «Природопользование» и «Экосистема». Методы могут быть разбиты на четыре основные группы: физические, химико-аналитические, биологические и геоинформационные. Для заказников различного профиля приоритеты в выполнении различных тем разные, что определяется их природными особенностями и правовым статусом. Соответственно, при разработке программ экологического мониторинга для конкретных заказников, в первую очередь, необходимо учитывать их профиль.

Важнейшей частью в реализации проекта является обучение волонтеров, в первую очередь из числа студентов. Для обучения волонтеров методам экологического мониторинга в период с июня по сентябрь 2013 г. проведены занятия со студентами-экологами СыктГУ. В ходе работы отобраны, адаптированы и апробированы методики проведения экологического мониторинга на примере заказников «Белый», «Белоборский», «Важелью», «Додзьнюр» методики комплексного обследования для целей последующего длительного мониторинга биоценозов, основанные преимущественно на оценке состояния наиболее показательного его компонента – фитоценоза.

Подобранные методики условно сведены в две группы: первая – для фитоценозов закрытого и полукрытого типа (любые леса и кустарниковые заросли), вторая – для растительных сообществ открытого типа и сходных ценозов (травянистые сообщества, болота, сообщества гигро- и гидрофитов). Для каждой методики разработан типовой бланк. Каждая методика состоит из четырёх независимых этапов, проводимых последовательно или параллельно: первый этап – обследование абиотической составляющей окружающей выбранную площадку среды, второй – изучение почвы или грунта, третий – описание растительного сообщества, четвёртый – оценка влияния на описанный ценоз животных и человека. При этом, в зависимости от целей исследования и возможностей исследования, описания на первом и втором этапах могут быть дополнены химическими анализами.

Обучающие занятия со студентами первого курса проводились в ходе летней учебной практики. Тематика занятий включала в себя: «Методы съёмки местности»; «Составление плана местности»; «Методы сбора и гербаризации растений»; «Методы геоботанических описаний»; «Полевые методы изучения почв»; «Гидрологические методы исследования водотоков»; «Методы изучения

стоячих водоемов»; «Темнохвойный лес» (на примере заказника «Важъелью»); «Болото» (на примере заказника «Додзьнюр»).

В ходе практики был осуществлен экспедиционный выезд, во время которого были выполнены мониторинговые исследования светлохвойных лесов различных вариантов в пределах северной части заказника «Белый». По приезду с экспедиции были проведены занятия, посвященные геоинформационным методам в экологическом мониторинге. Также были проведены занятия по изучению синантропной растительности в пределах города Сыктывкар. В пойме р. Вычегда проводились занятия по изучению луговых и прибрежно-водных экосистем. Студенты были обучены методам обработки и анализа географической и геоботанической информации

В начале нового учебного года в рамках изучения дисциплины «Основы биологического мониторинга» проводились занятия со студентами-экологами 4 курса. Практические занятия проходили в форме выездных экскурсий в заказник «Белоборский». В данном заказнике встречаются как пойменные комплексы, так и леса, болота и водоемы различных типов. На занятиях студенты отрабатывали и углубляли навыки применения для оценки состояния природной среды биологических методов мониторинга. В проведении занятий помогали студенты 5 курса, проходящие на кафедре экологии педагогическую практику.

В качестве модельных объектов ООПТ в окрестностях г. Сыктывкар и близлежащих районах (Сысольский, Сыктывдинский, Усть-Вымский, Корткеросский) выбраны следующие заказники: «Белый», «Белоборский» и «Белоярский», как примеры комплексных заказников; «Юил», как пример лесного заказника; «Додзьнюр» в качестве примера болотного заказника; «Визингский» в качестве примера ихтиологического заказника.

На настоящее время обследованы заказники «Белый», «Белоборский», «Додзьнюр». Собраны подробные сведения о состоянии природного комплекса заказника «Белоярский», где традиционно проводится учебная практика у студентов биологов на базе биостанции СыктГУ. Проведено рекогносцировочное обследование заказников «Визингский» и «Юил». Собранные коллекции и описания, отчеты студентов по обследованию заказников в настоящее время хранятся на кафедре экологии СыктГУ.

По результатам предварительного анализа состояния экосистем обследованных ООПТ можно сделать следующие выводы.

Заказник «Белый» является наиболее популярным у местного населения. В то же время, в нем наиболее очевидны происходящие негативные изменения. Территория заказника легко доступна. Заказник активно посещается с целью сбора грибов, ягод и отдыха. Однако, посетители заказника часто оставляют за собой мусор. Доступные участки очень захламлены несанкционированными свалками бытовых отходов. В качестве одного из негативных факторов выступает вытаптывание лишайникового покрова, разрастание тропиной сети. Серьезным фактором риска выступает опасность возникновения пожаров, причиной которых часто выступает небрежное обращение с огнем. В фитоценозах заказника наблюдается неполноценность сукцессионных рядов – подрост в лесу явно недостаточно. Очевидно, что те или иные формы регулирования посе-

щения заказника необходимы, чтобы предупредить неконтролируемое развитие негативных тенденций изменения растительного покрова заказника.

Заказник «Белоборский» находится в меньшей доступности, чем «Белый», поскольку для его посещения со стороны жителей города, необходимо осуществлять переправу на правый берег р. Вычегда. Некоторые риски для экосистем заказника исходят от жителей поселков, примыкающих к заказнику (с. Седкыркещ), или находящихся на их территории (пос. Трехозерка). Захламление территории заказника, особенно вблизи дорог и стоянок представляет существенную проблему. Риски вытаптывания почвенно-растительного покрова или переэксплуатации биологических ресурсов для данного заказника не стоят столь остро, как для «Белого». Заказник «Белоборский» отличается большим экосистемным и ландшафтным разнообразием. Древостой на лесных участках возобновляется успешно. Состояние заказника можно оценить, как удовлетворительное.

Для заказника «Белоярский» основная антропогенная нагрузка исходит от жителей близлежащих сел и посетителей биостанции СыктГУ. Проблему создают русловые процессы реки Вычегда, которые активно изменяют береговую линию реки. В заказнике «Юил» не отмечено выраженных признаков деградации экосистем. Доступность и рекреационная привлекательность данного лесного заказника ниже, чем у первых двух. Однако следует отметить, что для грибников данный заказник может представлять существенный интерес. Также заказник представляет научный интерес, поскольку уровень биологического разнообразия растений и лишайников во влажных темнохвойных и мелколиственных лесах данного заказника довольно велик. Здесь отмечено большое число редких видов.

Заказник «Додзьнюр» легко доступен, однако существенных признаков деградации при его посещении не отмечено. Степень переэксплуатации биологических ресурсов (ягод и грибов) нуждается в дальнейшей оценке. Заказник «Визингский», очевидно, посещается рыбаками. Однако, ввиду не очень высокой доступности его посещение умеренное. Существенных признаков загрязнения русла или деградации экосистем по берегам не отмечено. Проблемы могут возникнуть, если прилегающие к реке Малая Визинга и ее притокам леса, будут подвергнуты интенсивной вырубке. В 2013 г. отмечено выраженное обмеление реки, связанное с относительно небольшим количеством осадков выпавших в летнее время.

На будущий год планируется посещение и подробное обследование болотного заказника «Дон-ты» и ихтиологических заказников «Визингский», «Абкеждский» и «Каджеромский».

Данная работа выполнена при финансовой поддержке ООО «Инновационный центр Института биологии Коми НЦ УрО РАН», и ГБУ РК «Республиканский центр обеспечения функционирования особо охраняемых природных территорий и природопользования» в рамках проекта ПРООН / ГЭФ «Укрепление системы особо охраняемых природных территорий Республики Коми в целях сохранения биоразнообразия первичных лесов в районе верховьев реки Печора».

## СЕКЦИЯ 7 РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ, ОБРАЗОВАНИЯ И ПРОСВЕЩЕНИЯ

### ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В ГОД ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Р. А. Артемова<sup>1</sup>, З. П. Макаренко<sup>2</sup>, Т. А. Белозор<sup>2</sup>,  
Н. Л. Головизнина<sup>3</sup>, М. Ф. Соловьева<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> *Центр детского творчества с изучением прикладной экономики,*

<sup>2</sup> *Лицей естественных наук г. Кирова,*

<sup>3</sup> *Кировский областной музей истории народного образования,*

<sup>4</sup> *Региональное отделение Общероссийской общественной организации творческих педагогов «Исследователь»*

В соответствии с современным законодательством в нашей стране вопросы экологического образования, просвещения и формирования экологической культуры регулируются нормативными актами государственной Программы..., законами о деятельности социально-ориентированных организаций (ОО, НКО), а также требованиями законодательства к публикации ежегодных социальных отчетов предприятий, организаций и учреждений.

Общероссийская общественная организация творческих педагогов «Исследователь» (<http://www.oodi.ru/>) была создана в 2008 г. как результат работы научной конференции. Первая конференция Общероссийского общественного движения творческих педагогов «Исследователь» прошла на базе Дома научно-технического творчества молодежи Московского городского Дворца детского (юношеского) творчества 13 февраля 2008 г. В конференции приняли участие делегаты от 33 региональных отделений Движения. Кировское региональное отделение ООД «Исследователь» было открыто в этом же году. О росте значимости движения говорит уже тот факт, что в V Общероссийской конференции «Исследовательская деятельность учащихся в современном образовательном пространстве» приняли участие около 500 человек из 52 регионов России и представители 7 стран: Республика Беларусь, Бельгия, Италия, Латвия, Республика Казахстан, Молдова, Украина. ООД «Исследователь» реализует 34 сетевых региональных проектов и свыше 170 региональных мероприятий. В них принимает участие более 60 тыс. учащихся. Кировское региональное отделение участвует в большинстве основных проектов движения, значительно реже в региональных. И совсем (пока) не используется потенциал международных проектов, особенно в сфере научного и образовательного туризма. Движение известно своими проектами разного уровня:

Международный уровень.

– Участие и представительство в проектах международного Движения содействия научно-техническому творчеству молодежи MILSET., информация о которых публикуется на <http://www.milset.org>. Также в международных выставках EXPO SCIENCES, проводимых MILSET, — Брюссель (апрель), Абу-Даби (сентябрь) и др.

– VI Международная исследовательская школа. Прием заявок на участие в конкурсе по отбору делегаций региональных отделений на Школу обычно начинается с середины января на сайте [www.irschool.ru](http://www.irschool.ru).

– Международный молодежный нанотехнологический конгресс.

Российский уровень.

– Издание Библиотеки журнала «Исследователь/Researcher» ([www.researcher.ru](http://www.researcher.ru)), развиваются региональные издания, однако региональное отделение в настоящее время не использует данный вариант работы

– Организация Конкурса образовательных разработок, пособий, проектов и программ по обеспечению исследовательской деятельности учащихся (положение на сайте: <http://oodi.ru/materials/34/>). В последние годы данный Конкурс включен в «Перечень олимпиад и иных конкурсных мероприятий, по итогам которых присуждаются премии для поддержки талантливой молодежи в 2013 г.», поэтому лауреаты конкурса и лучшие молодые педагоги до 25 лет, принявшие участие в Конкурсе, отмечены этими премиями.

– В рамках Чтений им. В. И. Вернадского совместно с ФГОУ «Академия повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников образования» проводятся курсы повышения квалификации по теме: «Организация и содержание исследовательской деятельности». В 2012–2013 гг. кировчане – слушатели курсов получили сертификаты государственного образца.

– На кафедре психологии образования МПГУ открыта магистерская программа «Психология управления образованием», в рамках которой значительное внимание уделяется развитию исследовательского подхода в образовании.

– Развивается сотрудничество Движения с региональными программами госкорпораций, общественных организаций и т. д. (в частности, в рамках «Школы Росатома», «Школьной лиги» Роснано, МАН «Интеллект будущего и др.) Победители Кировского регионального конкурса имеют право участвовать на российском уровне без проведения областного. За ними сохраняется право участия по собственной инициативе

– В 2013 г. началось ежемесячное проведение скайп-конференций (вебинаров) по проблемам развития исследовательской деятельности. В них приняли участие педагоги МОАУ ДОД «Центр детского творчества с изучением прикладной экономики» и участники II межрегионального эколого-краеведческого конкурса « Сохраним родную Вятку»

– Впервые в феврале – марте в 8 федеральных округах состоялась Междисциплинарная олимпиада школьников им. В. И. Вернадского в области гуманитарных и социальных наук 2012–2013 учебного года. Наши выпускники школ имели право участвовать или в Самаре или в Москве, однако предпочли Москву.

– Организация историко-культурологических конкурсов-фестивалей реферативных, исследовательских, проектных, творческих работ «Культура и дети» (в Кировской области он проводится как «Культура. Образование. Исследователь») и «Пою мое Отечество». Эти конкурсы ежегодно проходят на базе областной научной библиотеки им. А. И. Герцена с помощью оргкомитета из числа педагогов МОАУ ДОД ЦДТ с ИПЭ (коллективный член ООД «Исследователь»).

Однако главным мероприятием-визитной карточкой Движения является конкурс-чтения, который проводился в рамках юбилейных мероприятий, посвященных 150-летию со дня рождения В. В. Вернадского.

В 2013 г. на Конкурс (своеобразный юбилей – 20 лет конкурсу) поступило свыше 3000 работ из 860 образовательных учреждений 75 субъектов Российской Федерации, в том числе 168 образовательных учреждений города Москвы, а также 39 зарубежных организаций из Казахстана, Украины, Беларуси, Чехии, Словакии, Индии, Ирана, Филиппин. В 23 субъектах РФ прошли региональные конференции им. В.И.Вернадского, на которые было представлено свыше 3500 работ. Среди 48 победителей Чтений были выдвинуты кандидатами на премию ПНП «Образование» и кировчане: Швайцер Анна (Вятская гуманитарная гимназия, работа «Неизвестный Юрий Васнецов»); Головина Анастасия (средняя общеобразовательная школа с углублённым изучением отдельных предметов г. Яранска, работа «История обретения иконы»).

Однако наши участники Кировского регионального отделения получили и иные признания. Так, например, в специальных номинациях отмечены: работа «Вторая жизнь «Огнётовского замка»; оценка стоимости объекта недвижимости» Скулкиной Александры, ученицы средней общеобразовательной школы с углублённым изучением отдельных предметов г. Яранска, как лучшее междисциплинарное исследование; лучшее представление работы – у Швайцер Анны (ВГГ).

Впервые наши участники в таком количестве удостоены чести выступления на Пленарной части Чтений (лучшие выступления среди всех участников Чтений).

Необходимо отметить, что Кировское областное государственное общеобразовательное автономное учреждение «Лицей естественных наук» с 2004 г. участвует во Всероссийских Чтениях юношеских работ им. В.И. Вернадского. В семи форумах приняли участие 15 лицеистов. Ими было получено 7 Дипломов лауреатов, 11 Дипломов участников в различных номинациях, 11 Грамот, подписка журнала «Химия и жизнь».

В этом году в межрегиональном туре конкурса приняли участие 142 человека. Это значительно больше прошлого года. В прошлом году география участников была меньше, чем в этом. Поддерживают участие своих учащихся в конкурсе «Лицей естественных наук» (36 человек), «Кировский физико-математический лицей» (10 человек), «Лицей № 21» г. Кирова, гимназия им. А. Грина. Усилили поддержку участников конкурса МОАУ СОШ с УИОП № 30 (6 человек), Вятская православная гимназия во имя преподобного Трифона Вятского (4 чел), МКОУ ДОД Дом детского творчества Яранского района,

МКОУ СОШ с УИОП им. В. И. Десяткова г. Белая Холуница, МОКУ СОШ п. Безбожник, МКОУ СОШ д. Шихово Слободского района, МОАУ СОШ №70 г. Кирова и др. Впервые более представительно участвовали ребята из Гимназии №1 г. Кирово-Чепецка (16 чел.). Рецензенты отмечают наличие навыков работы со сложной современной техникой, освоение методики подготовки тканевых микропрепаратов. Среди положительных моментов – развитие компетенций в использовании статистических и математических методов обработки полученных результатов, широкое использование информационных технологий для презентации материалов, оформления стендовых докладов.

Темы естественнонаучного направления обычно выполнены под руководством представителей науки: преподавателей, аспирантов, но также специалистов-родственников. Все больше на выбор темы влияет и сама методика эксперимента. Так, в течение пяти лет представлены работы на одну тему, но с использованием разных методик, а также есть одни и те же темы с одинаковыми методами исследования, но уважение к результатам достигается за счет сравнения данных в течение не менее пяти лет.

Приоритет в количестве участников и вариативности, качестве работ на протяжении многих лет удерживает Кировское областное государственное общеобразовательное автономное учреждение «Лицей естественных наук».

Уже второй год конкурс работает как межрегиональный. Если в прошлом году в нем приняли участие 18 детей из Казани, то в этом году это ребята из: г. Санкт-Петербурга – Государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного образования детей Дворец детского (юношеского) творчества «У Вознесенского моста»; г. Нижнего Новгорода – МБОУ лицей №8 г.; г. Волгограда – МОУ СОШ школа № 54 г. Волгограда.

Особую роль в организации регионального тура конкурса играет педагогический коллектив МОАУ ДОД «Центр детского творчества с изучением прикладной экономики» г. Кирова – педагоги выступают в качестве модераторов на всех этапах его проведения. Экспертную работу в большей степени проводит кафедра экологии и преподаватели химического факультета ВятГГУ, а кафедра педагогики и МРД «АСТУР», в лице к.п.н, доцента Е. М. Рендаковой обеспечивают студенческую общественную экспертизу.

2013 г. отмечен в нашей стране как ГОД защиты окружающей среды. Немалую роль в определении темы года сыграл и юбилей русского ученого, что отмечено в особом письме Министерства образования и науки РФ. Не только наша страна, но и мир (Решение ЮНЕСКО) отмечает 150 лет со дня рождения В. И. Вернадского: научные конференции, специальные издания, музейные занятия. В течение года в образовательных учреждениях России проходит УРОК ВЕРНАДСКОГО. Материал к Уроку можно найти на сайте Центра экологической культуры и информации Кировской областной государственной научной библиотеки им. А. И. Герцена. В ходе конкурса кураторов учебных групп ВятГГУ представитель химического факультета Новокшонова Яна Владимировна и учебная группа ХБ-21 использовали презентации сайта, фильм и представили на конкурс кураторский час «Жизнь и творчество В. И. Вернадского» (итог – грамота в номинации).

Члены Кировского регионального отделения ООД «Исследователь» используют и иные возможности организации экологического образования, распространения и изучения опыта работы.

Так, например, ряд образовательных учреждений (детские сады, школы, техникум, центры детского творчества, один из вузов г. Кирова) участвуют в международной образовательной программе Эко-школа/Зеленый флаг. 23 октября 2013 г. в лекционном зале научной библиотеки им. А. И. Герцена Зеленый флаг – символ европейского знака качества экологического образования и воспитания получили 6 учебных заведений. В октябре 2013 г. 3 воспитанников МОАУ ДОД ЦДТ с ИПЭ стали победителями международного конкурса рисунков (графический дизайн) по теме «Экология океана».

Система работы участников общественных движений в области экологического образования представлена в передачах ГТРК «Вятка», в работе международной телеконференции «Альманах научных открытий – платформа для проведения научно-практических конференций» (см: сайт «Международные телеконференции, научные труды и публикации по медицине, биологии и экологии»), на сайте научной библиотеки им. А. И. Герцена в разделе «Центр экологической информации и культуры».

Творческая группа участников ООД «Исследователь» в августе 2013 г. стала победителем Всероссийского конкурса (Диплом I степени) Центра профессиональных инноваций в номинации «Экологическое образование и просвещение: сетевое партнерство (Кировская область)».

В настоящее время готовится к изданию сборник лучших работ участников областного (а затем межрегионального) конкурса исследовательских работ им. В. И. Вернадского за последние пять лет по естественнонаучному направлению (междисциплинарные исследования) для завершения юбилейного года выдающегося русского ученого.

## **РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ НА СТРАНИЦЕ ЦЕНТРА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ И КУЛЬТУРЫ КОУНБ им. А. И. ГЕРЦЕНА**

*Е. А. Чемоданова*

*Кировская ордена Почета государственная универсальная областная  
научная библиотека им. А. И. Герцена, eco@herzenlib.ru*

Страница Центра экологической информации и культуры КОУНБ им. А. И. Герцена развивается как сводный региональный экологический ресурс.

Важное место занимают материалы, имеющие краеведческий характер.

Большую ценность и гордость Центра представляет раздел «Вятская экологическая библиотека». Это закономерно, так как эколого-краеведческие издания составляют значимую часть информационных ресурсов областной библиотеки, представляют первостепенный интерес и пользуются повышенным спросом пользователей.

В разделе представлены краеведческие издания по экологии, охране природы и окружающей среды, экологическому образованию, воспитанию и просвещению населения Вятского края.

В блок информации о каждом издании входит: визуальное представление обложки издания; полное библиографическое описание из электронного каталога; аннотация издания; содержание через гиперссылку.

Для того, чтобы было легче ориентироваться в изданиях, выделены рубрики: «Материалы конференций экологической тематики», «Учебные и учебно-методические издания», «Научные и научно-популярные издания», «Сборники, буклеты»; «Художественная литература», «Электронные издания», «Периодические издания».

В настоящее время в Вятской экологической библиотеке представлены: 151 издание – материалы конференций; 205 изданий – научная и научно-популярная литература; 147 изданий – учебная и учебно-методическая литература; 121 издание – сборники и буклеты; 30 электронных изданий.

Общее количество обработанных и представленных на странице эколого-краеведческих изданий составляет более 650.

На странице стоят полнотекстовые ресурсы – тексты региональных докладов «Об охране окружающей среды Кировской области» департамента экологии и природопользования Кировской области и бюллетени Регионального центра государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области, где дается подробная хроника всех событий, связанных с проблемой уничтожения химического оружия на территории области и России.

Второй интересный региональный экологический ресурс на странице Центра, созданный в 2013 г. – Библиотечная экологическая карта Вятского края».

В свое время, в 2009 г., инновацией в работе Центра стало издание электронной энциклопедии ««Библиотечная экологическая карта Вятского края». Издание подготовлено Центром экологической информации и культуры при участии Центра правовой информации и электронных ресурсов КОУНБ им. А. И. Герцена при финансовой поддержке Управления охраны окружающей среды и природопользования Кировской области.

Энциклопедия уникальна тем, что предоставляет обширные сведения обо всех субъектах библиотечной экологической работы в области: библиотеках-центрах экологического просвещения населения, библиотечных специалистах, работающих с темой экологии, библиотечных экологических программах, библиотечных экологических клубах.

На страницах карты были представлены: 52 библиотеки – центры экологического просвещения; 72 библиотечные экологические программы; 120 библиотечных экологических клубов.

Это электронное издание получило высокую оценку со стороны библиотечных работников области и России.

Электронная энциклопедия вошла в число 10 лучших электронных изданий библиотек России по итогам Общероссийского конкурса-фестиваль печат-

ных и электронных изданий, Интернет-проектов и мероприятий по экологической тематике среди публичных библиотек.

К настоящему времени сведения, представленные на диске, перестали соответствовать действительности. Многие программы закончились, в библиотеках разработаны новые программы и проекты, некоторые экологические клубы закрылись, появились новые...

Для того, чтобы иметь оперативную информацию, на странице Центра создан новый раздел – Библиотечная экологическая карта Вятского края.

Раздел открывается географической картой Вятского края.

Каждый район представлен своей страницей.

На странице района – герб района, названия библиотек – центров экологического просвещения населения в районе (городе), названия библиотечных экологических программ, названия библиотечных экологических клубов.

С каждого названия можно зайти на страницу библиотеки или клуба и найти более подробную информацию.

На странице библиотеки – полное название библиотеки; фотография и должность руководителя экологической работы в библиотеке; положение о библиотеке – центре экологической работы; название экологической программы; название экологического клуба; контактная информация: адрес, телефон, электронная почта, сайт.

На странице клуба – название клуба, название библиотеки, где он работает, логотип клуба, фотография и должность руководителя клуба, год создания, девиз, устав, положение, буклет клуба, категория участников клуба (дошкольники, школьники, молодежь, взрослое население), количество участников, фотография участников, контактная информация.

Большую ценность имеет тот факт, что все библиотечные экологические программы, проекты, положения о библиотеках – центрах экологического просвещения, уставы, положения и буклеты экологических клубов представлены в полнотекстовом виде.

Такой ресурс представляет богатый практический и методический материал для всех библиотек и помогает в организации экологической работы.

Электронный вид карты позволяет оперативно ставить информацию, редактировать ее в случае изменения, иметь реальную картину библиотечной экологической работы в области.

В 2103 г. Центра экологической информации и культуры принял участие во Всероссийском конкурсе экологических интернет-ресурсов публичных библиотек.

На конкурс выдвинута экологическая страница Центра на сайте КОУНБ им. А. И. Герцена и интернет-проект «Люди и мусор: кто кого?».

# РАЗВИТИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ КАК ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ УСЛОВИЕ СЕЛЕКТИВНОГО СБОРА ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В РОССИИ

*К. С. Димитриева, О. П. Дружаккина*  
*Удмуртский государственный университет,*  
*klavdya.dimitrieva@yandex.ru, druzhakina@mail.ru*

В современном потребительском обществе решение задач по утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) является одним из ключевых и наиболее актуальных аспектов в сфере защиты окружающей среды и ресурсосбережения. Наиболее передовые в области обращения с отходами страны идут сегодня по пути достижения трех важнейших стратегических целей: количественного снижения объема образующегося ТБО за счет модернизации технологий и внедрением «безотходного» производства; качественного изменения состава отдельных видов для повышения уровня перерабатываемости и продления жизненного цикла материалов; максимального увеличения доли повторно используемых и вторично перерабатываемых отходов с последующим отказом от их захоронения.

В России на данный момент основным способом утилизации отходов является размещение их на полигонах и свалках, при этом, по данным экспертов, в России ежегодно дополнительно образуется около 30 млн. т твердых бытовых отходов. Площади, занимаемые отходами, ежегодно увеличиваются на 300–400 тыс. га (Грицюк, 2013).

Важнейшей задачей становится создание комплексной цепи управления отходами, начальным звеном и наиболее «узким» местом которой является организация процесса сепарации. Содержание данного процесса определяется целым комплексом факторов, который, по сути, характеризует целесообразность организации системы вторичной переработки в принципе: объемом и морфологическим составом отходов, физико-химическими свойствами отдельных компонентов; возможностью и формой организации процесса сепарации; уровнем развития технологий и инфраструктуры по переработке отходов во вторичное сырье; конъюнктурой на рынке вторичного сырья, наличием специфических ограничивающих факторов (например, ограниченное территориальное пространство вынуждает отказываться от эксплуатации полигонов в пользу переработки отходов). Качество же сепарационного процесса, в свою очередь, во многом предопределяет эффективность всех дальнейших действий по переработке ТБО.

На данный момент существует две основные формы организации процесса сепарации: организация селективного сбора отходов у источника образования и ручная, и/или механизированная сепарация смешанных или частично отсортированных ТБО на специализированных предприятиях.

Опыт ряда стран (например, Германии) показывает, что первичная сортировка у источника образования отходов подчас позволяет добиться более каче-

ственных результатов, чем ручная или механизированная сепарация смешанных отходов на мусоросортировочных станциях.

Однако, организация селективного сбора ТБО связана с рядом сложностей. Наряду с эффективностью инструментов экономико-стимулирующего и санкционного воздействия, организация сортировки ТБО у источника образования тесно сопряжена с уровнем развития экологической культуры и образования населения конкретной страны или региона.

В европейских странах перечень отдельно собираемых отходов включает: опасные отходы, крупногабаритные отходы, бумагу и/или картон, стекло, пластик, одежду/обувь, металл, органические отходы, остаточный мусор. Помимо этого можно также выделить: отработанные покрышки и другие резиновые отходы, камни и керамику, древесные отходы, кожу. Данная схема сортировки является обобщенной, и тщательность сортировки может отличаться в разных странах и даже в том или ином регионе одной страны.

Так, например, в западных областях Дании бумагу требуется сортировать на газетную и остальную; в Германии, Дании и Финляндии стекло делится по цвету; в некоторых городах Швеции сортировке подлежат даже пищевые отходы: например, бумажные фильтры для кофеварки и сам кофе должны выбрасываться отдельно (Управление твердыми бытовыми отходами. Раздельный сбор и сортировка отходов, 2008).

В российских СМИ можно встретить информацию об обсуждении на законодательном уровне запрета на захоронение перерабатываемых отходов: бумаги, пластика, металла, стекла, резины (Бондаренко, 2013). Хотя решение данного вопроса с 2011 г. не сдвинулось с места, в наиболее продвинутых в сфере обращения с отходами городах России пытаются минимизировать объемы захоронения ТБО и постепенно вводят различные схемы селективного сбора. При разработке данных схем субъекты, принимающие управленческие решения, безусловно, ориентируются на успешный зарубежный опыт, но при этом принципиальным становится вопрос – насколько он применим и адекватен в условиях российской действительности.

Во-первых, имеет смысл сразу отметить вариант селективного сбора таких компонентов ТБО как: одежда и другой текстиль/обувь, дерево, камни и керамика, кожа, т.к. содержание данных компонентов в общем объеме ТБО невелико: от 5–9% в средней климатической зоне России («Концепция обращения с твердыми бытовыми отходами в российской федерации». МДС 13-8.2000, 1999). Во-вторых, нецелесообразным представляется раздельный сбор полимерных и металлосодержащих отходов, представляющих ценные вторичные ресурсы.

В перечне оставшихся отходов, целесообразных для раздельного сбора таким образом, можно отметить: крупногабаритные и органические отходы, покрышки, стекло, бумагу и другие отходы. И вот тут при выборе конкретных схем сбора немаловажную роль начинает играть уровень мотивации и вовлеченности населения, который будет зависеть не только от эффективности инструментов экономического стимулирования и мер санкционного характера, но и уровня развития экологической культуры. Низкий уровень экологической

культуры и низкая степень осведомленности населения может стать существенным барьером при организации процесса селективного сбора ТБО и снизить его эффективность. В связи с этим, первоначальной задачей становится проведение социологических исследований населения на предмет определения общего уровня осведомленности о проблемах защиты окружающей среды и конкретно целесообразности раздельного сбора ТБО, желании и готовности принимать участие в данном процессе.

Безусловно, при низкой степени развития экологической культуры выстраивать сложную многокомпонентную систему селективного сбора ТБО просто не имеет смысла. Скептическое отношение к возможности развития и формирования экологической культуры у населения на практике стимулирует сохранение традиционного, наиболее «приемлемого» варианта – применение механизированного и/или ручного процесса сепарации на специализированных предприятиях. В частности, в Удмуртии была принята республиканская целевая программа «Государственная поддержка создания и развития системы переработки и захоронения отходов в Удмуртской Республике на 2010–2014 годы», которая предусматривает создание сети мусоросортировочных станций.

Создание подобной инфраструктуры, безусловно, является значительным шагом вперед, тем не менее, при дополнительном введении системы селективного сбора отходов у населения, эффективность сепарационного процесса могла бы возрасти. Без проведения предварительных социологических исследований сложно дать адекватную оценку общему уровню развития экологической культуры и готовности населения осуществлять селективный сбор ТБО по Удмуртии в целом, но весьма показательным является число несанкционированных свалок (537 мест).

При этом результаты социологического исследования населения г. Ижевска выглядят достаточно обнадеживающими. Проведенные с 2010 г. работы при кафедре инженерной защиты окружающей среды ФГБОУ ВПО «УдГУ» по выявлению общественного мнения в области селективного сбора отходов у населения показали высокую степень осознания проблемы и значимости ее решения, и, одновременно с этим, низкую мотивацию со стороны природоохранных органов. Также отмечена готовность в реализации механизмов селективного сбора при осознании продуманности и действенности всех элементов системы утилизации отходов: от организации сбора (контейнеры ТБО) до вывоза на предприятия-переработчики.

Между тем, задача введения системы селективного сбора отходов у населения как в г. Ижевске, так и в Удмуртии в целом чрезвычайно важна, т.к. срок эксплуатации полигона, куда преимущественно свозятся ТБО из столицы региона, близится к своему завершению, а остальная часть республики фактически погрязла в свалках.

Первыми этапами по пути реализации намеченной цели нам видятся: создание сети пунктов приема автопокрышек с привязкой к обслуживающим объектам (АЗС, пункты шиномонтажных), а также размещение сортировочных контейнеров в публичных и многолюдных местах (пластиковые бутылки, стеклянная, алюминиевая тара).

Кроме того, экспериментальными площадками могут стать придомовые территории. Здесь возможна реализация нескольких схем. Например, в Санкт-Петербурге и Перми используются три контейнера: под бумагу и картон; пластмассу, стекло и металл; смешанных отходов. В Самаре отдельно сортируются ПЭТ-бутылки и картон, остальное выбрасывается в виде смешанного мусора (Кувшинова, Костылева, 2012).

При получении удовлетворительных результатов на данных экспериментальных площадках подобный опыт может быть растиражирован на весь город или другие населенные пункты. При этом необходимо учитывать, что для частично отсортированных отходов необходимо наличие инфраструктуры для дополнительной сортировки.

Важнейшим условием при формировании системы селективного сбора отходов должна стать активная информационно-просветительная работа с населением на всех уровнях социальных формирований. Развитие и становление уровня экологической культуры и сознательности – процесс достаточно длительный, но при прочих условиях, удовлетворяющих целесообразности вторичной переработки, с улучшением эколого-культурной обстановки, схемы селективного сбора отходов могут быть усложнены, что будет способствовать ресурсосбережению и продвижению от общества потребительского типа к экологически грамотному.

#### Литература

Бондаренко Н. Нужен ли Ижевску мусоросжигательный завод? // Эл. вариант газеты «Удмуртская правда», 2013. <http://udmpravda.ru>

Грицюк М. Мусор наткнулся на камень // Российская газета: Спецвыпуск – Экология, 2013. № 6095. <http://www.rg.ru>

Концепция обращения с твердыми бытовыми отходами в Российской Федерации». МДС 13-8.2000 (утв. Постановлением Коллегии Госстроя РФ от 22.12.1999 N 17)

Кувшинова Н. Н., Костылева М. А. Направления развития селективной сборки твердых бытовых отходов г. Тольятти // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, Т. 14. 2012. № 1 (3). С. 756–758.

Управление твердыми бытовыми отходами. Раздельный сбор и сортировка отходов. (Материал подготовлен в рамках проекта «Кооперация в совместном создании системы управления отходами в Псковской области», 2008.) // Эл. библиотека справочно-информационной системы «Отходы.ру»

<http://www.waste.ru>

Шубов Л. Я., Голубин А. К., Девяткин В. В., Погадаев С. В. Концепция управления твердыми бытовыми отходами // Эл. библиотека справочно-информационной системы «Отходы.ру», 2000. с. 18 <http://www.waste.ru>

## НАУЧНАЯ ПОДДЕРЖКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Ю. В. Семенов<sup>1</sup>, М. Раманахан<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт развития образования Кировской области, kdov@yandex.ru

<sup>2</sup> The Nature Conservancy. Protecting Nature. Preserving Life, Fl. USA

Экосистема Земли очень уязвима. В структуре содержания экологического образования подрастающего поколения должны содержаться сведения о причинах и последствиях глобального изменения климата, что требует детального рассмотрения научного контента, с целью избежания формирования ошибочных представлений школьников о процессах, происходящих в окружающей среде. Рассмотрим опыт зарубежных образовательных учреждений по научной поддержке экологического образования (на примере объяснении экологических аспектов климатических изменений).

Причиной таяния арктических льдов и высокогорных ледников является в первую очередь глобальное потепление климата, спровоцированное «парниковым эффектом». В результате накапливания в более высоких слоях атмосферы парниковых газов – прежде всего двуокиси углерода (CO<sub>2</sub>), метана и озона – часть излучаемого Землей тепла не уходит в космос, а аккумулируется на поверхности планеты.

Чем обернется миру таяние северных льдов? При рассмотрении данного явления внимание обучающихся акцентируется на двух аспектах.

Во-первых, таяние плавающих льдов Арктики не приводит к изменению уровня мирового океана. Это следует из соотношения с одной стороны плотностей льда и воды, с другой – соотношения объемов погруженной и выступающей частей льда. Для подтверждения этого факта обучающимся предлагается сделать домашний эксперимент, который оформляется в виде учебного проекта. В стеклянный сосуд с широким горлышком (например, стакан) наливается  $\frac{3}{4}$  объема воды. В воду опускается 2–3 кубика пищевого льда, так, чтобы кубики свободно плавали. Маркером или фломастером отмечается уровень воды до таяния льда и после таяния. По результатам эксперимента обучающиеся приходят к выводу о неизменности уровня воды в сосуде в процессе таяния льда. Предлагаемый эксперимент в контексте экологического обучения имеет большое значение, за счет формирования целостной естественнонаучной картины рассматриваемых явлений, простоты объяснения наблюдаемых эффектов.

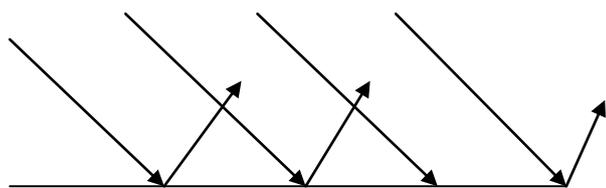


Рис. 1. Отражение солнечной энергии от снега или льда

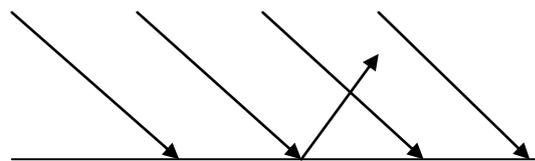


Рис. 2. Отражение солнечной энергии от поверхности океана или суши

Повышение уровня поверхности мирового океана происходит за счет эффекта таяния льда и снежного покрова, находящихся на поверхности суши Земли. К ним относятся, например, ледяная поверхность Антарктиды, ледники Гренландии, скорость таяния которых составляет на сегодняшний день около 15 км в год. Спутниковые данные показывают, что с конца 1960-х гг. снежный покров в Северном полушарии каждое десятилетие уменьшается на 1,3%.

Во-вторых, существенным эффектом таяния снежного покрова и льдов как плавающих, так и находящихся на суше, является изменение отражающих и поглощающих свойств поверхности. Поверхность океана или суши, освобожденная ото льда (снега), теряет «зеркальные» свойства, перестает отражать солнечную энергию в первоначальных количествах. Это ведет к росту поглощения лучистой энергии, что усиливает процесс «разогрева» атмосферы (рис. 1 и 2). Простой пример оценки порядка количества поглощаемой энергии, предлагаемый учащимся показывает, что сокращение снежно-ледниковых площадей только на 1000 акров ( $\approx 400$  га) при условии равной прозрачности атмосферы ведет к дополнительному поглощению энергии поверхностью Земли порядка нескольких миллионов джоулей ежесекундно. Это сравнимо с мощностью средней тепловой электростанции. Обучающимся (по выбору) дается задание выполнить расчеты самостоятельно, учитывая, что мощность излучения Солнца на высоте границы атмосферы ( $\approx 65$  км) соответствует  $1,3 \text{ кВт/м}^2$ . Работа оформляется в виде проекта. Традиционные вопросы учащихся, связанные с сезонными изменениями снежного покрова объясняются соответствующим изменением снежного покрова и цветовой гаммы в Южном полушарии, что позволяет в целом, поддерживать средний баланс соотношения отражающих и поглощающих поверхностей.

По итогам проделанной работы в ходе дискуссий делается вывод о том, что поглощение большего количества солнечного тепла, может еще более ускорить темпы изменения климата. Отмечается, что расчеты специалистов Международного совета по изменению климата (IPCC), показывают, что эффекты влияния на мировой климат от увеличения количества поглощаемой энергии, возникающие в результате уменьшения площадей с высоким отражающим показателем, существенно выше эффектов от деятельности человечества.

В заключение рассмотрения предлагаемых аспектов обучающимся приводятся следующие данные.

1. Беспокойство исследователей-экологов вызывают процессы, протекающие на горных ледниках Гималаев, Альп, Гиндукуша, Памира и Тянь-Шаня. Согласно докладу, опубликованному в 2007 г. участниками Программы ООН по окружающей среде (UNEP), к 2100 г. ледники этих районов могут уменьшиться в размерах на 40–80%, а некоторые горные хребты – вообще лишиться ледяного покрова. Обучающимся предлагается найти площади ледников и оценить возрастание поглощаемой энергии.

2. Одним из важнейших последствий таяния арктических снегов и ледников Гренландии станет повышение уровня мирового океана. По данным UNEP, за последние 15 лет уровень океана ежегодно поднимался на 3 мм. Согласно прогнозам к концу столетия мировой уровень воды поднимется минимум на

19–37 см; в худшем случае этот показатель составит 26–59 см. Между тем повышение уровня океана хотя бы на 1 м приведет к тому, что 145 млн. человек окажутся в районе затопления и наводнений. Некоторые низко лежащие страны и островные государства, такие как Голландия, Япония или Бангладеш будут затоплены. Под водой окажутся такие крупные метрополии как Санкт-Петербург, Гаага, Шанхай и Нью-Йорк. Обучающимся предлагается на реальной географической карте построить и заштриховать контуры затопляемых территорий.

В качестве самостоятельных проектов обучающимся предлагается рассмотреть вопросы «Какой ущерб наносится инфраструктуре региона таянием почв в зоне вечной мерзлоты?» Этот вопрос актуален в учебных заведениях США и Канады. Внимание интересующихся студентов обращается на то, что процесс деградации зон вечной мерзлоты будет иметь необратимые последствия и для флоры и фауны региона; что многие виды животных и растений навсегда исчезнут с поверхности Земли. В результате оседания почв, которые в замерзшем состоянии являются ключевым фактором стабильности зданий, трубопроводов и других строительных объектов, будет нанесен огромный ущерб инфраструктуре северных районов Арктики.

В качестве проектов для студентов и обучающихся предлагаются, например, вопросы следующего направления «Глобальное потепление климата и перспективы для морского сообщения», «Глобальное потепление климата и перспективы освоения Арктического шельфа», «Глобальное потепление климата и перспективы использования солнечной энергии», «Глобальное потепление климата и перспективы развития гражданского строительства».

В первом случае внимание студентов обращается и на возможные положительные экологические и экономические последствия таяния арктических ледников и льдов Северного ледовитого океана. Многие специалисты предполагают, что к 2100 г. большая часть водного пространства Арктики будет полностью свободна ото льда, что откроет новые перспективы для морской перевозки грузов.

Во втором случае акцент делается на особенности схождения арктических льдов, что открывает новые возможности для добычи полезных ископаемых. Арктический шельф является одним из наиболее перспективных источников пополнения запасов углеводородного сырья, а территория Аляски скрывает большое количество месторождений газа, нефти, меди и никеля.

В последующих работах предлагается сделать оценку развития соответствующих секторов промышленности и составить прогноз влияния глобальных изменений климата на конъюктуру рынка в соответствующей области.

При подготовке проектов большое внимание уделяется использованию имеющихся и приобретаемых вновь, в рамках реализации проекта, знаний по физике, химии, биологии, экономике. Таким образом, изучение вопросов экологии отличается большим интеграционным потенциалом. Данный подход позволяет реализовать личностный подход в обучении для каждого обучающегося, на любой ступени обучения, создать ситуацию успеха, выстроить процесс обучения адекватно личностным характеристикам обучающегося.

# ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ЭКОЛОГИИ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Т. В. Неверова*

*КОГОбУ СОШ с УИОП г. Яранска,  
shkola1yaransk@mail.ru*

Для обеспечения высокого качества организации образовательного процесса по биоэкологии применяем современные образовательные технологии. В работе используется практическую направленность эколого-биологического образования, социализацию учащихся в условиях становления личностно-ориентированной модели образования.

Цель – создание условий для применения учащимися биоэкологических знаний и умений в повседневной жизни, воспитание креативной личности.

Воспитательный потенциал предмета реализуется на основе четкого отбора содержания учебного материала, освоение методов исследования природных сред и объектов социума, природоохранной деятельности и создания условий для развития познавательного интереса к предмету посредством включения обучающихся в проектную деятельность.

Следуя потребностям современного общества, учащимся необходимо осваивать универсальные учебные действия: уметь выявлять возникающие проблемы, адаптироваться в реальных условиях, применять полученные знания на практике в различных ситуациях и др.

На такой результат направлена модернизация российского образования, стандарты второго поколения, реализующие системно-деятельностный подход. Особое внимание уделяется достижению метапредметных и личностных результатов.

Образовательной средой являются уроки биологии, внеурочная деятельность, работа в научном обществе учащихся, клуб «Лидер» – орган ученического самоуправления, школьные СМИ (газета, школьный сайт, персональный сайт).

Основной формой обучения является урок. Например, урок-исследование «Биоиндикация экологического состояния воздуха», урок-диспут «Региональные экологические проблемы». В работе используется деловые игры, которые формируют опыт принятия экологически целесообразных решений. Изучение биологии и экологии возможно лишь при использовании активных форм обучения. Одним из способов активизации познавательной деятельности учащихся являются исследовательские и проектные работы, посвященные экологической тематике: «Динамика заболеваемости сердечно-сосудистой системы учащихся ГОУ СОШ с УИОП г. Яранска», «Экологически безопасное лекарство», «Живи, Ярань». Урок-конференция по проблемам окружающей среды, с приглашением руководителей района и специалистов-экологов.

Во внеурочной работе используется как можно больше различных форм деятельности, тем самым, привлекая к дополнительному биологическому и экологическому образованию максимальное количество учащихся.

При реализации программы экологического лагеря используется проблемные и проектные технологии. Теоретические знания, полученные на уроках биологии и экологии, приобретают практическое значение, реализуются в нестандартных ситуациях.

Элективные курсы позволяют более чётко реализовать этапы процесса проблематизации и перевода проблем в задачи, так как учащиеся, посещающие эти курсы, обладают высокими учебными возможностями.

Разработка и реализация природоохранных и социальных проектов, природоохранных праздников, десантов.

Деятельностный подход обуславливает набор методов обучения: коммуникативные (диалог, метод проектов, презентации); проблемно-поисковые (проблемное изложение, учебная дискуссия); исследовательские; частично-поисковые. Ведущее место среди методов, обеспечивающих реализацию компетентностного подхода к образовательным результатам, занимает метод проектов.

В работе применяются:

Современные педагогические технологии	Планируемый результат применения современных педагогических технологий
Проектное обучение	Социализация личности
Обучение в сотрудничестве	Коммуникативная компетентность
Информационно-коммуникационные технологии	Информационная компетентность
Здоровьесберегающие технологии	Успешность личности, т.к. только здоровый человек – полноценный гражданин общества
Проблемное обучение	Видеть современные проблемы и предлагать пути решения
Технология развития познавательного интереса	Устойчивый интерес к предмету
Диагностический мониторинг	Рефлексивная компетентность

Каждое занятие должно давать воспитывающий эффект через чёткую организацию познавательной деятельности, требовательность и творческую взаимопомощь, привитие любви и уважения к предмету, использование воспитательных возможностей специфики предмета. Уроки используются для осуществления нравственного, эстетического, экологического и валеологического воспитания.

Система творческих заданий для самостоятельной работы учащихся включает в себя поиск и формулировку проблемы, выдвижение гипотезы, структурирование информации, анализ результатов исследования, обоснование выводов и предложение рекомендаций.

Руководство проектно-исследовательской деятельностью основано на личностно-ориентированном подходе. Индивидуальное руководство осуществляется с учетом индивидуального развития и интересов познания школьника,

создания условий для развития его потенциальных возможностей и направлено на создание интеллектуального продукта – научно-исследовательской работы. Исследовательская деятельность учащихся тесно связана с индивидуальными образовательными маршрутами.

*Система организации проектно-исследовательской деятельности включает несколько этапов:* 1) Постановка проблемы, выбор темы исследования. Мотивы, побуждающие учащихся начать выполнение исследовательского проекта: доклады на школьной конференции, познавательный интерес к какой-либо области знаний, желание самоутвердиться как личность, ориентация на будущую профессию и другие. 2) Работа с научной литературой и составление библиографического списка. 3) Выбор и освоение методик исследований. 4) Планирование и проведение эксперимента, исследования, сбор собственных материалов (при поддержке научного руководителя). 5) Оформление научно-исследовательской работы. 6) Представление работы на разных уровнях.

В работе применяются современные ИКТ для активизации познавательной деятельности учащихся: презентации, электронные энциклопедии, дидактические материалы, программы-тренажеры, системы виртуального эксперимента, электронные учебники, обучающие игры, сайты: <http://school-collection.edu.ru/>, материал с сайтов: [www.wikipedia.ru](http://www.wikipedia.ru); [www.krugosvet.ru](http://www.krugosvet.ru); [www.rubrikon.ru](http://www.rubrikon.ru); [www.slovari.ru](http://www.slovari.ru); <http://bio.1september.ru>; [www.bio.nature.ru](http://www.bio.nature.ru) [www.km.ru/education](http://www.km.ru/education); <http://schoolcollection.edu>.

«Экологическое проектирование» обучает учащихся самостоятельному творчеству и способствует формированию его экологического мировоззрения, помогает осуществить связь между теоретическими знаниями и окружающим миром. Является средством самоопределения личности.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ЧЕРЕЗ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ И ВО ВНЕУРОЧНОЕ ВРЕМЯ**

*Г. Л. Куклина  
МОАУ СОШ с УИОП № 9 г. Кирова*

В современном мире экологические проблемы вышли на первое место. Угроза экологической катастрофы активизировала процесс всеобщей экологизации общества. В качестве стратегического решения глобальной экологической проблемы предложена концепция устойчивого развития цивилизации, а важнейшим механизмом обеспечения устойчивого развития признано образование (по материалам Всемирного саммита по устойчивому развитию, 2002). Поэтому одной из стратегических задач образования становится задача формирования у учащихся экологических знаний, умений, ценностей, мотиваций к личному участию в решении экологических проблем с целью улучшения качества окружающей среды. Решение данной задачи может быть осуществлено в рамках реализации компетентностного подхода в образовании, который позволит выделить экологическую компетентность школьника в качестве системного

интегративного качества индивидуальности, необходимого элемента в формировании экологической культуры личности.

Формированию экологической компетентности у школьников способствует внедрение в систему образования исследовательской деятельности. Многие ученые отмечают, что исследовательская деятельность лежит в основе экологического образования, потому как приобщение учащихся к методам экологических исследований позволяет им понять сущность экологических явлений, сделать практические выводы при решении конкретных учебных задач сохранения окружающей среды. Участие в экологических исследованиях меняет человека, его мировоззрение, поведение, стиль жизни, приобщает его к осознанию региональных и глобальных экологических проблем и активному участию в их решении. В федеральном государственном образовательном стандарте (ФГОС) организация исследовательской деятельности школьников включена в разряд основных надпредметных дидактических средств формирования универсальных учебных действий.

В качестве инструмента формирования экологической компетентности старшеклассников в условиях модернизации российского образования предложены: технология обучения школьников решению экологических проблем (Ермаков, 2008; 2009), экологические практикумы по решению экологических проблем окружающей действительности (Алексеев и др., 2000; Захлебный, Дзятковская, 2009; Дзятковская, 2010), конструирование экологического содержания на основе учебных задач и оценки результатов.

Педагогический коллектив нашей школы работает над проблемой формирования здоровьесберегающей среды в нашей школе с 1995 г. Одна из главных задач школы – обеспечение условий для сохранения и укрепления здоровья учащихся, то есть создание механизма формирования здоровьесберегающей среды образовательного учреждения. Результатом работы школы в этом направлении является воспитание личности, способной через познание себя и окружающего мира защищаться от любых поворотов действительности, потрясений, трагедий, кризисов, умеющей сохранять здоровье. В школе сложилась система непрерывного экологического образования и воспитания. В образовательном пространстве школы есть место для осуществления различных проектов, направленных на развитие у учащихся универсальных умений, способности самостоятельно мыслить, четко планировать действия. Экологическое образование и воспитание осуществляется через экологизацию предметов, преподавание экологии как отдельного предмета, экологизацию всего образовательного процесса. Одной из экологических компетенций является формирование у учащихся бережного отношения к своему здоровью. Формировать экологическое мышление помогают спецкурсы, элективные курсы («Экология животных», «Азбука здоровья», «Глобальная экология», «Исследовательская деятельность учащихся» и др.) Эффективным средством формирования новой картины мира в сознании учащихся является исследовательская деятельность. Она может быть направлена на изучение, устранение последствий человеческой деятельности и восстановление природных экосистем, на разработку новых хозяйственных технологий, которые должны быть безотходными и ресурсосберега-

ющими; это сельскохозяйственные технологии: более современная обработка почвы, использование удобрений.

Учащиеся школы имеют возможность самореализовать себя во время работы школьной научно-практической конференции. Ребята выступали с темами проектов: «ГМО: за и против», «Мониторинг экологического состояния р. Вятки и её притоков», «Оценка качества природной среды в разных районах города Кирова», «Экологически комфортная среда школьника: проблемы её создания», «Влияние антропогенной нагрузки на состояние лесных фитоценозов в микрорайоне школы». Учащиеся принимают участие в работе регионального конкурса юношеских исследовательских работ им. В. Вернадского. Защищают проекты по теме: «Лонгитудинальные исследования физического развития учащихся начальной школы». Являются Дипломантами на XVI Региональном Конгрессе молодых исследователей «Шаг в будущее», выступая с темами: «Плесневые микозы. Мукор.», «Эргономические свойства детских быстрорастворимых каш и их востребованность на рынке детского питания в городе Кирове».

Исследовательская работа даёт возможность школьникам осознать свою значимость, принадлежность к большой науке, знакомит с методами и формами научной и творческой работы. Учащиеся приобретают функциональные навыки исследования как универсального способа освоения действительности, развития способностей к исследовательскому типу мышления. Все это помогает им в продолжении образования в ВУЗах, так как, приобретая экологическую компетентность, учащиеся становятся компетентными в самостоятельной организации любой исследовательской деятельности благодаря владению механизмами и способами её осуществления.

### Литература

- Алексеев С. В. Груздева Н. В., Симонова Л. В. Экологическое образование в базовой школе / Под общ. ред. С. В. Алексеева. СПб.: Спец-Лит, 2000. 88 с.
- Дзятковская Е. Н. Проект государственного стандарта общего образования и новые возможности школьного экологического образования // Биология в школе, 2010. № 1. С. 47–51.
- Ермаков Д. С. Педагогическая концепция формирования экологической компетентности учащихся: Автореф. дис. д-ра пед. наук. М., 2009. 39 с.
- Ермаков Д. С. Формирование экологической компетенции учащихся. М.: РУДН, 2008. 159 с.
- Захлебный А. Н., Дзятковская Е. Н. Экологическая компетенция школьника как цель обучения // Экология и жизнь. 2009, №10 (95). С. 36–41.
- Камерилова Г. С. Растущая значимость и стратегические приоритеты современного экологического образования // Экологическое образование: теория и педагогическая реальность: Матер. науч.-практ. конф. 2 ноября 2005 г. / Под ред. Г. С. Камериловой. Н. Новгород: ООО «Типография «Поволжье», 2005. 256 с.
- Концепция модернизации российского образования на период до 2010 года // Вестник образования. 2002. № 6. С. 11–40.
- Чернова Н. М., Галушин В. М., Константинов В. М. Основы экологии: учеб. Для 10(11) кл. общеобразоват. учреждений / Под ред. Н. М. Черновой. М.: Дрофа, 2006. 302 с.
- Суравегина И. Т., Сенкевич В. М. Как учить экологию: пособие для учителя. М.: Просвещение, 1995. 96 с.

## **АВТОРСКАЯ ПРОГРАММА КУРСА «ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СВОЕЙ МЕСТНОСТИ»**

*В. А. Демидов*

*МБОУ СОШ с УИОП № 51 г. Кирова*

Пояснительная записка. При изучении всех школьных естественнонаучных дисциплин, необходим экологический подход в изложении материала учащимся. В предлагаемом курсе учебных занятий основное внимание сосредоточено на тех явлениях, которые вызывают серьезную тревогу о состоянии природной среды, в первую очередь своей местности и перспективах развития цивилизации в целом. К таким явлениям можно отнести глобальное потепление климата, истощение атмосферного озонового слоя, деградация лесов и их хищническая рубка, обмеление рек, перепромысел животных, огромные темпы роста несанкционированных свалок мусора, истощение природных ресурсов планеты и др.. Занятия в школьном научном обществе дадут учащимся всесторонне обоснованное понимание взаимоотношений человека и окружающей среды, помогут выработать способность анализировать факты и материалы, выявить причинно-следственные связи, сформировать практические умения учащихся по анализу различных экологических ситуаций. В рамках практических занятий в природе учащиеся смогут освоить основные методики изучения объектов живой природы, лучше понимать экологические проблемы родного края, сформировать экологическое мышление и окажут большую помощь в изучении школьного курса экологии, биологии и химии. Программа занятий школьного научного общества рассчитана на 1 год из расчета четырёх занятий (4 академических часа) в учебную неделю, 136 часов в год. Практические работы, проблемные конференции и экскурсии проводятся по мере изучения тех или иных тем курса. Отличительной особенностью данного курса является возможность его использования не только учителями Кировской области, но и всей страны в целом с учетом особенностей любого региона, своеобразная универсальность разработки. Тесная связь материала курса с материалом курсов «Ботаника – 6, 7» и «Зоология 7, 8» дает уникальную возможность творчески работающим учителям плодотворно интегрировать материал одного курса в другой, причем формы такого взаимодействия могут быть различными: от использования межпредметных связей на отдельных занятиях до методических глубоко разработанных интегрированных блоков материала. Структура курса неслучайна: «Введение», «Экология растений родного края», «Особенности экологии животных своей местности», «Экологические проблемы своей местности», «Охрана окружающей среды в планетарном масштабе». По каждой главе курса предлагается примерное количество часов, отводимое на ее изучение. Так, во «Введении» акцентируется внимание учащихся на важность экологии как науки, рассматриваются вопросы, связанные с возникновением экологии. «Мыслить глобально, действовать локально» – вот основная мысль данного авторского курса.

Разделы «Экология растений родного края», «Особенности экологии животных своей местности» посвящены изучению основных экологических особенностей представителей местной флоры и фауны. В нём подробно рассматриваются не только вопросы биологии, типичные особенности наших живых организмов, но и редкие, охраняемые, в том числе и реликтовые виды живых организмов своей местности. И здесь связующей нитью проходит мысль о связи внутреннего и внешнего строения организма с условиями его обитания (биотопом), осуществляется переход к понятию экотоп. Внимание учащихся заостряется на чувствительности всех живых существ к вмешательству человека в их среду обитания, через понятие толерантность.

Третий раздел курса «Экология своей местности» посвящен проблемам населенного пункта, где живет ученик, всему, что его окружает, будь то город или деревня. Причем большинство проблем, как-то: выбросы котельных и автотранспорта, свалки, хищническое использование представителей растительного и животного мира, являются общими для многих населенных пунктов нашей необъятной страны, в чём и заключается универсальность данной авторской разработки. Особо акцентируется внимание на том, что же конкретно сами учащиеся-жители данного населенного пункта уже сегодня могут сделать для улучшения экологической обстановки в своем общем доме – малой Родине.

Логическим завершением курса является раздел «Охрана окружающей среды в планетарном масштабе», в котором осуществляется плавный переход к правовым документам и нормативным актам, лежащим в основе регулирования эколого-правовых взаимоотношений предприятий и органов экологического контроля, что особенно важно при нынешних экологических условиях в стране, на пути построения правового государства в России. В этом же разделе учащимися осваивается основной понятийный аппарат экологической дисциплины, происходит знакомство с материалом, который связан с особо охраняемыми территориями: заповедниками, заказниками, национальными парками, памятниками природы, выявляется роль таких территорий как мест экологических исследований и научных разработок по спасению живой природы, эталонных участков земной поверхности, где в нетронутом виде остаются объекты растительного и животного мира.

1. Введение. Основные экологические термины (15 ч.). Наука экология, предпосылки её возникновения. Необходимость изучения предмета в современных условиях. Место экологии в ряду естественных наук. Связь экологии с биологией, географией, химией, физикой и другими дисциплинами. Особенности экологии как самостоятельной науки. Цели, задачи, и подходы науки о нашем общем доме Земле – экологии. Разделы экологической науки. Основные проблемы и задачи, перспективы экологической науки. Влияние деятельности человека на природу. Изменения влияния человека на природу в эпоху научно-технического прогресса. Связь основных факторов воздействия человека на природу с развитием науки, промышленности, техники и ростом нужд и потребностей общества в пище, жилище, топливе, строительных материалах и т.п. В этом разделе учитель расставляет акценты взаимодействия с учениками на весь период обучения – мыслить глобально, действовать локально.

2. Экология растений (30 ч, из них 15 – экскурсии). Царство растений, повторение основных систематических единиц царства. Растения луга и их экология, знакомство с растениями луга своей местности. Растения – представители сухих, влажных и затопляемых лугов, их особенности.

Растения сухих полей, понятие экотоп. Значение растений луга для человека и природы. Искусственно создаваемые луговые сообщества, повышение их стабильности. Растения избыточно-урожайных мест обитания (болот, топей, низин). Растения лесного фитоценоза. Ярусность горизонтальная и вертикальная, характеристика растений по ярусам. Определение типа леса. Внеярусная растительность. Понятие экологической сукцессии. Рассмотрение смены одного лесного сообщества другим в окрестностях своего населённого пункта на конкретных примерах (зарастание луга, болота и т.д.). Лекарственные растения родного края. Внешний вид растений. Места произрастания, сроки сбора. Заготавливаемые части растений, используемые в народной медицине. Народные рецепты, собранные у местного населения. Правила заготовки лекарственного сырья впрок. Применение растений, польза ядовитых растений. Относительность вреда таких растений. Редкие и охраняемые растения нашего края. Внешний вид растений. Места обитания. Причины, по которым растения попали в разряд охраняемых и редких. Категории охраны растений. Реликтовые растения родного края, их нахождение на его территории. Рациональное использование растительных ресурсов родного края.

3. Особенности экологии животных (30 ч, из них 10 – экскурсии). Общая характеристика животного мира. Основные таксономические единицы животного мира. Отличие и сходство животных и растений. Отличие животных от растений и неживой природы. Насекомые нашего края. Общественные насекомые: пчелы, муравьи. Их роль в природе и для человека. Строение муравейника. Правила его огораживания. Насекомые – вредители сельского хозяйства и лесов. Способы борьбы с вредителями. Значение замены химических методов борьбы с вредителями сельского хозяйства биологическими методами. Водные беспозвоночные нашего края. Рыбы. Экология рыб. Рыбы различных водных бассейнов области. Сроки нереста. Сроки и правила рыбной ловли. Разрешенные и запрещенные орудия лова. Ответственность за нарушение законов по охране рыбных богатств нашего края. Борьба с браконьерами. Птицы нашего края. Перелетные птицы и их экология. Зимующие птицы нашего края. Приспособленность птиц к сезонным изменениям в природе. Представители различных отрядов птиц. Выводковые и птенцовые птицы. Значение для человека. Повышение продуктивности охотничьих птиц. Млекопитающие нашего края. Животные водоемов, лугов, лесов. Среды обитания животных. Редкие и охраняемые животные нашего края. Причины, по которым животные стали редкими. Рациональное использование животного мира своей местности. Практические занятия. Помощь школьников животным в зимнее время. Демонстрация чучел птиц и зверей, плакатов, демонстрирующих внешнее строение основных представителей местной фауны.

4. Экология своей местности (10 ч. из них 2 – экскурсии). Экологические проблемы своей местности. Основные источники загрязнения окружающей

среды, причиняемый вред. Охрана окружающей среды: воздуха, почв, воды, богатств животного и растительного мира своей местности. Проблемы рубки леса, свалок мусора, обмеление и загрязнение местных водоёмов. Проблема утилизация и повторного использования некоторых видов бытовых отходов (оборотная стеклотара, переработка макулатуры, ветоши, переработка металлолома).

5. Охрана окружающей среды, общие вопросы (20 ч.). Документы и нормативные акты, принятые в нашей стране по охране окружающей среды. Соотношение между принятыми документами и выполнением их. Организации по охране природы.

Общества по охране природы. Роль лесхозов, лесничеств, природоохранных органов в преумножении богатств нашей родины. Связь обществ и организаций с учебными заведениями. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды. Программы ВМО, ЮНЕСКО, ЮНЕП и другие. Совместные проекты, сборы, лагеря, олимпиады. Участие школьников в охране природы родного края. Ликвидация свалок. Заготовка кормов для птиц и зверей. Фенология. Фенологические наблюдения за жизненными процессами растений и животных. Проведение разъяснительной работы среди младших школьников и односельчан. Совместные экологические проекты школьников и родителей по улучшению экологической обстановки в родном крае. Правила поведения учащихся в природе. Охраняемые территории своей местности и России. Их виды, классификация. Назначение и роль на современном этапе. Заповедники, заказники, национальные парки.

6. Экологический практикум (31 ч.). Часы выделяются на консультацию учащихся по оформлению результатов индивидуально проведённых исследований в природе, математической обработке, интерпретации и выявлению достоверности полученных данных, создание презентации к проекту, оформлению наглядного материала и т. п.. При необходимости учитель выезжает с воспитанниками на местность и контролирует правильность применения методик, в случае если проекты очень громоздкие, педагог подключается к работе (например, оказывает помощь в проведении геоботанического описания участка леса, болота или луга).

### Литература

- Ашихмина Т. Я. Школьный экологический мониторинг. М.: Агар, 1991.
- Бухвалов В. Методы экологических исследований. М.: «Варяг», 1995.
- Винокурова Н. Ф., Трушин В. В. Глобальная экология. Учебник для 10–11 классов профильных школ М.: Просвещение, 1998.
- Вронский В. А., Экология: Словарь-справочник. Ростов-на-Дону: Феникс, 1997.
- Даже Основы экологии. М.: Прогресс, 1975.
- Демьяненко Е. Н. Биология в вопросах и ответах. М.: Просвещение, 1996.
- Израэль Ю. Экология и контроль состояния природной среды. М.: Гидрометеиздат, 1984.
- Колбовский Е. Экология для любознательных, или о чем не узнаешь на уроке. Ярославль: «Академия развития», «Академия и К<sup>0</sup>», 1998.
- Население и хозяйство Кировской области / Под ред. Г. М. Алалыкиной, А. Г. Шурыгиной. Киров, 1997.
- Небел Б. Наука об окружающей среде. Как устроен мир. В 2-х т. М.: Мир, 1993.

Одум Ю. Экология. М.: Мир, 1996. Т. 1–2.

Окружающая природная среда Кировской области / Под ред. Т. Я. Ашихминой, В. М. Сюткина, Е. А. Буркова. Киров, 1996.

Польский Б. Н. Рассказы о почве. Пособие для учащихся. Изд. 2-е, перераб. М.: Просвещение, 1977.

Природа, хозяйство, экология Кировской области / Под ред. В. И. Колчанова, А. М. Прокашева. Киров, 1996.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ ХИМИИ В УЧРЕЖДЕНИЯХ СРЕДНЕГО (ПОЛНОГО) ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

*Е. А. Шишкин*

*Вятский государственный гуманитарный университет*

С 2014 г. в учебных заведениях вводится федеральный государственный общеобразовательный стандарт (ФГОС), который предусматривает при среднем (полном) общем образовании у обучающихся «сформировать экологическое мышление, понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды. Приобретения опыта эколого-направленной деятельности».

В текущий период в учреждениях среднего (полного) общего образования, при отсутствии специального учебного предмета «Экология», получил распространение интегрированный способ экологического образования, когда предметы естественно-географического цикла составляют единое образовательное экологическое пространство. Входящие в него биология, география, физика и химия рассматривают те или иные вопросы экологии, позволяют обучающимся взглянуть на одну и ту же проблему с разных сторон, т. е. рассмотреть её всесторонне.

Большая роль в экологическом образовании обучающихся отводится химии, потому что в основе любых процессов, протекающих в экосистеме, лежат химические процессы. Важную роль в оценке влияния человека на конкретные экосистемы принадлежит также химии. Рассмотрение экологических вопросов в процессе изучения химии можно осуществить тремя направлениями.

Первое главное направление – введение экологических знаний на протяжении всего учебного процесса химии. Учебный план химии в средних учреждениях содержит много тем, изучение которых позволяет учителю химии профессионально обсуждать с обучающимися значение кислорода в живой природе, процессы дыхания и фотосинтеза; роль озона в природе и проблемы разрушения озонового слоя в атмосфере земли; вопрос об экологически чистом топливе при создании водородной энергетики; загрязнение атмосферы оксидами серы и азота и причины кислотных дождей; попадание в воду со стоками минеральных удобрений (соединений азота, фосфора и калия), загрязнение воды синтетическими моющими средствами, очистка её в промышленном масштабе и роль активированного угля и бытовых фильтров; биогеоциклы азота, фосфора, углерода и других химических соединений в природе; экологические проблемы нефтедобычи, транспортировки нефти и газа и их переработ-

ка; загрязнение окружающей среды ионами тяжелых металлов; жесткость воды и её устранение; экологические проблемы использования каменного угля и углеводородных энергоносителей; экологическая проблема использования минеральных удобрений и пестицидов; утилизация полимерных материалов; влияние отдельных химических элементов и химических соединений на организм человека: проблема алкоголизма, биодобавок и синтетических заменителей в продуктах питания, увеличение аллергических, онкологических и других заболеваний.

Вторым направлением является (предусмотренная ФГОС) возможность включения дополнительных учебных предметов, курсов по выбору, факультативов, например, межпредметного (биология, химия) курса «Экология моего края» в соответствии со спецификой и возможностями образовательного учреждения., например, «Мы от химии зависим: с ней едим, живем и дышим» разработанный О. П. Русецкой (Химия ИД «Первое сентября». № 23 за 2005 г.), Л. Г. Скудной «Экология жилища и здоровье человека (ИД «Первое сентября». № 12, 15, 19 за 2004 г.), И. В. Горбенко «Химия и экология» и многие другие. Все они, как требует ФГОС, формируют умения прогнозировать, анализировать и оценивать с позиций экологической безопасности последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с переработкой веществ.

В методической литературе имеется достаточное число ранее вводимых и подробно разработанных разнообразных элективных курсов, посвященных химическим основам экологии: научно-теоретический и методический журнал «Химия в школе», «Химия в школе – абитуриенту, учителю. Библиотека журнала», учебно-методическая газета для учителей химии и естествознания «Химия» ИД «Первое сентября», библиотечка «Первое сентября», серия «Химия».

Третьим направлением может служить разнообразная внеурочная деятельность: химические кружки, учебные конференции обучающихся, проведение декад химической экологии, конкурсы, олимпиады, турниры между классами, индивидуальная работа по мониторингу воды, воздуха и загрязнения окружающей среды в регионе. Для осуществления указанной работы могут служить материалы, проводимых в ВятГГУ Всероссийских научно-практических конференции с международным участием «Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития», материалы областных научно-практических конференций молодежи «Экология родного края: проблемы и пути их решения», книга Т. Я. Ашихминой, Н. В. Одеговой и М. В. Кузьминой «Задачи, практические опыты и упражнения экологического содержания по химии» (2001).

Таким образом, в учреждениях среднего (полного) общего образования учителя химии имеют возможность более активно и эффективно проводить в процессе обучения химии экологическое образование обучающихся.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ В ОПЫТЕ ШКОЛЬНЫХ ЭКСКУРСИЙ ПО ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЮ

*К. В. Михайлова*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
mikhailova-ksenia2014@yandex.ru*

Производственная и иная деятельность человека протекает в границах конкретных геосистем. Изучение школьниками природно-территориальных комплексов – актуальное современное направление, позволяющее раскрывать особенности конкретных ландшафтов и вести массовый учёт показателей их экологического состояния.

Автором предпринят опыт по апробации методик комплексного изучения природно-территориальных комплексов в форме экскурсий. Настоящее исследование было проведено на базе летнего лагеря «Солнечный» МОУ Коршикская СОШ (Оричевский район Кировской области) с отрядом «Юные экологи» (7–9 классы).

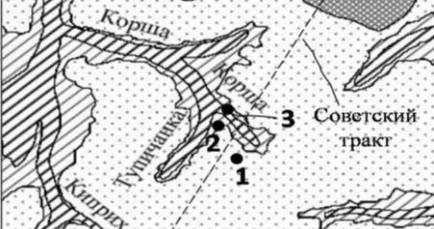
В качестве основных направлений исследования школьников были выбраны природно-территориальные комплексы луга, леса и болота, которые расположены соответственно положению в рельефе на водораздельном склоновом типе урочищ, приречном и пойменном типах местности – это ключевые точки маршрута. В отдельную экскурсию выделяется изучение агроландшафта как простейшего и самого распространённого в районе практики вида природно-общественных геосистем.

Склоновые урочища широко распространены на исследуемой территории. Они формируются на гипсометрических уровнях – около 140–160 м. Для них типичны сравнительно небольшие углы наклона – до 3–5°, реже более. Литогенную основу составляют флювиогляциальные отложения. Ввиду небольших перепадов высот склоновый тип урочищ занят агроландшафтами с посевами зерновых и кормовых культур на агродерново-подзолах, а также животноводческими комплексами молочного направления и силосными башнями (Михайлова, 2013). Приречный тип местности приурочен к коренным берегам, непосредственно примыкающим к долинам малых рек и ручьев. Он формируется под различными фитоценозами с участием хвойных пород и кустарниково-луговой растительностью на дерново-подзолистых песчано-супесчаных и суглинисто-глинистых почвах. В рельефе данный тип ПТК выражен в виде лентовидных низин (гипсометрические уровни 140–130 м), сложенных флювиогляциальными преимущественно песчаными отложениями времени отступления ледника (Михайлова, 2013). Пойменный тип местности занимает самые низкие гипсометрические уровни (126–120 м). Поймы имеют незначительную ширину (до 5 м и более), заняты в основном злаково-разнотравными лугами. Почвы отличаются сравнительно небольшим разнообразием, среди них преобладают аллювиальные дерновые почвы различного, часто переслаивающегося гранулометрического состава. У мелких рек (Тупичанка, Корша) пойменной террасы практически нет, либо она имеет фрагментарный характер.

Изучение школьниками геосистем требует владение умениями: ориентироваться на местности и составлять её план, понимать и читать топокарту, определять особенности рельефа и составлять схематичный профиль, закладывать почвенный разрез и давать характеристику генетическим горизонтам почвы, определять виды растений различных фитоценозов и оценивать антропогенное воздействие на природный комплекс (Комиссарова, 1995). Полученные результаты исследования представлены ниже (табл. 1).

Таблица 1

### Маршрутное исследование ландшафта

Схематичный план местности	Ключевые точки маршрута		
	1 	2 	3 
	Водораздельный тип местности (склоновое урочище)	Приречный тип местности	Пойменный тип местности
ГП	Вблизи д. Большой Коршик, в 100 м – Советский тракт, до точки 2 – 700 м	Около 50 м до р. Корша, до точки 3 – 48 м	Около 400 м до приусадебных хозяйств ул. Набережная, в 1,5 м от р. Корша
Рельеф	Средняя часть склона водораздела, угол наклона поверхности 3–4°, абсолютная высота 140 м	Нижняя часть склона водораздела, угол наклона поверхности 1–2°, абсолютная высота 130 м	Пойма р. Корша, абсолютная высота 120 м
Характер и степень увлажнения	Атмосферными осадками; недостаточное	Смешанное, с преобладанием атмосферного; достаточное	Смешанное, с преобладанием грунтового; избыточное
Почвы	Дерново-слабо-подзолистая супесчаная на элювии глин	Дерново-слабо-подзолистая на элювии песчаника	Подзол мелкий глееватый с погребённым торфяным горизонтом на элювии песчаника
Растительность	Злаково-разнотравная	Ельник-черничник	Гигрофитная низинных болот

Наибольшее антропогенное влияние из представленных геосистем испытывает лесной комплекс. В связи с деятельностью человека здесь возникла густая сеть тропинок, среди травянистых растений появляются луговые виды (*Ranunculus acris* L.), начала разрушаться подстилка. Состояние деревьев ослабленное, реже сильноослабленное: кроны слабоажурные (реже сильноажурные) с усыханием отдельных ветвей (реже суховершинность); хвоя светло-зеленая, часто с желтым оттенком, нередко отмирание коры и смолотечение. Прирост укорочен.

Экскурсия по изучению агроландшафта проводится с целью определения степени физической деградации почвы, которая наглядно показывает экологические следствия преобразования лугового сообщества в пашенный комплекс. Ландшафт полевого типа характеризуется перепашкой почвенного слоя, внесением удобрений, выращиванием агрофитоценозов с ежегодным изъятием у них большей части биомассы. Большие изменения под влиянием полевых культур испытывают почвы: повышается биологическая активность, более интенсивно протекает минерализация органического вещества и гумуса, резко усиливается поверхностный сток. Сокращение мощности пахотного горизонта обусловлено, главным образом, плоскостной водной эрозией (Мильков, 1978).

Для определения степени физической деградации почвы учащиеся делятся на 3 группы, каждая из которых занимает положение в верхней, средней и нижней частях склона. После заложения почвенных профилей один из них принимается за эталон (почва ровной поверхности, не затронутая эрозией; в нашем случае в верхней части склона). При изучении почвы учащиеся сопоставляют мощность и окраску пахотных горизонтов ( $A_{(п)}$  и  $A_{(п)}+A_2(B)$ ), во-первых, с углами наклона поверхности и, во-вторых, с почвой-эталонном (Прокашев, 2000). Определяют тип почвы в 3 разрезах. Степень эрозионной деградации пахотного слоя определяется по снижению мощности горизонта  $A_{(п)}$  в сравнении с эталонном (на долю мощности; менее 0,2 – слабая; 0,2–0,5 – средняя; более 0,5 – сильная) (табл. 2).

Таблица 2

**Степень эрозионной деградации пахотного слоя**

Угол наклона (°)	Мощность горизонтов (см)		Окраска горизонта $A_{(п)}$	Тип почвы	Степень эрозионной деградации почв
	$A_{(п)}$	$A_{(п)}+A_2(B)$			
0–1,5 (верхняя часть склона; эталон)	6	52	Светло-коричневый	Агродерново-сильно-подзолистая песчаная на двучленных отложениях	$6:52=0,11$ (слабая)
2–5 (средняя часть склона)	23	62	Серовато-коричневый	Агродерново-сильно-подзолистая супесчаная на двучленных отложениях	$23:62=0,4$ (средняя)
6–10 (нижняя часть склона)	26	47	Буровато-коричневый	Агродерново-слабо-подзолистая легкоуглинистая на двучленных отложениях	$26:47=0,55$ (сильная)
0–1,5; почва ПТК луга (целинное состояние)	4	53	Светло-коричневый	Дерново-слабоподзолистая супесчаная на элювии глин	$4:53=0,075$ (слабая)

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что результат хозяйственного преобразования лугового ландшафта – его упрощение как биологической системы, то есть возникновение монокультурного агро-

ландшафта. Однообразие такого ландшафта, низкий уровень культуры земледелия (поле распаханно вдоль склона) усиливает протекание естественных процессов почвообразования и приводит, в конечном счете, к снижению его естественной производительности и устойчивости. Но для хозяйственного использования однообразные ландшафты являются более «удобными», поэтому на сегодняшний день в районе исследования сохраняется тенденция расширения площадей таких неустойчивых ландшафтов.

Таким образом, практическая ценность экскурсий заключается в том, что наблюдения школьников дают дополнительные сведения о свойствах и функционировании природно-территориальных комплексов, которые могут быть использованы в информационной работе с населением. Использование активных форм обучения и, в первую очередь, исследовательской деятельности, связанной с непосредственным общением с природой, способствует получению прочных знаний и умений, влияющих на мировоззрение, а также личность ученика.

#### **Литература**

Комиссарова Т. С. Полевые уроки по геоэкологии: опыт работы летнего школьного лагеря. СПб.: ЛГУ, 1995. 163 с.

Мильков Ф. Н. Рукотворные ландшафты. Рассказ об антропогенных комплексах. М.: Мысль, 1978. 86 с.

Михайлова К. В. Особенности горизонтальной структуры ландшафтов Оричевского района Кировской области на примере междуречья Илгани и Корши // Географические науки и образование: Матер. Всерос. конф. Астрахань, 2013. 204 с.

Прокашев А. М. Руководство по полевой диагностике и экологической оценке почв Кировской области. Киров: Изд-во ВГПУ, 2000. 68 с.

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКСПЕДИЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ИСТОРИЧЕСКИХ ВОДНЫХ ПУТЕЙ**

***В. А. Снытко, В. А. Широкова, В. А. Низовцев**  
Институт истории науки и техники им. С. И. Вавилова РАН,  
МГУ им. М. В. Ломоносова*

Работы Комплексной экспедиции по изучению исторических водных путей России (КЭИВП) начались в 2003 г., и к настоящему времени уже собран и обобщен огромный объем полевых и архивных материалов по Мариинской и Северо-Двинской водным системам, Ладожскому и Онежскому каналам, озерно-канальной системе Большого Соловецкого острова, заволочному Белозерско-Онежскому водному пути, Северо-Двинской, Вышневолоцкой и Тихвинской водным системам и пути «Из варяг в греки». КЭИВП организована Институтом истории естествознания и техники РАН им. С. И. Вавилова в содружестве с сотрудниками Географического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова. В разные годы в этих работах принимают участие сотрудники Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого, Российского государственного

педагогического университета им. А.И. Герцена, Смоленского гуманитарного университета и других учебных и научных учреждений.

Главной целью и задачами экспедиции являются экологические исследования водных путей как целостных ландшафтно-историко-навигационных объектов, проведение историко-научного, ландшафтного и гидролого-гидрохимического исследования древних водных систем, выявление изменений в природной среде до и после постройки гидротехнических сооружений систем, а также их ландшафтной обусловленности, изучение влияния старинных и новейших каналов и водных объектов на окружающую природную среду. Особое направление работ составляет изучение структуры и иерархии культурно-исторических ландшафтов водных путей, исследование особенностей природных, антропогенных и культурно-исторических комплексов этих ландшафтов, исследование становления поселенческой структуры и ландшафтных особенностей становления древнерусских городов, неразрывно связанными с историческими водными путями. Практически это осуществлялось следующим образом. Экспедиция насчитывает 2 отряда, которые перемещаются на двух рафтах (надувных лодках, оборудованных мотором). Первый отряд оснащен гидролого-метеорологической лабораторией, с помощью которой проводятся гидрологические (глубина, ширина, скорость течения реки), гидрохимические (температура воды,  $pH$ , электропроводность, содержание растворенного в воде кислорода), метеорологические (температура воздуха, давление, влажность, облачность, скорость ветра) измерения и наблюдения в точках, удаленных друг от друга через каждые 3–5 км. Одновременно определялись координаты точек. Определения проводились с помощью GPS – навигатора, кондуктометра и эхолота. Все точки привязывались к ландшафтной структуре исследуемого участка. Полученные результаты сведены в таблицу и создана серия тематических карт. Уточнены географические координаты и проведено ранжирование и атрибуция гидротехнических памятников, составлена описательно-регистрационная документация (регистрационно-учетные карты и анкеты) по гидротехническим памятникам: составлена детальная цифровая векторная карта судоходной системы на основании данных аэрокосмического зондирования и геопозиционной привязки изученных объектов к современной ландшафтной основе. Вторая лодка ведет ландшафтное описание местности по всему маршруту. За время исследований по каждой системе было пройдено в среднем около 500 км пути.

Получены практические результаты по изучению и выявлению гидролого-гидрохимического режима и пространственно-временной изменчивости ионного стока и качества воды, а также ретроспективные изменения природной ситуации водных систем. Анализ литературных, архивных и картографических источников с применением новейших компьютерных технологий при уточнении некоторых фактов строительства водной системы позволил воспроизвести историческую канву событий для дальнейших историко-научных изысканий. Предложенная методика картографической идентификации различных природных объектов на старых картах и современной местности (с учетом ее ландшафтной структуры) позволяет не только выявить ретроспективные изменения природной ситуации, восстановить историю создания системы, но и выявить не

известные ранее данные по истории освоения и изучения территории (или отдельных природных объектов) и ввести в научный оборот новые факты.

Одним из итогов исследований стали детальные цифровые карты исторических водных путей, составленные на основании данных аэрокосмического зондирования и геопозиционной привязки изученных объектов к современной ландшафтной основе. Ландшафтные маршрутные наблюдения дали богатый материал по истории освоения долин и водоразделов в районе исторических водных путей. Была выявлена ландшафтная обусловленность появления и развития водных путей как экологических систем и ландшафтная структура территорий, прилегающих к Мариинской, Северодвинской, Вышневолоцкой, Тихвинской водным системам и пути «Из варяг в греки».

Сами водные пути служат ландшафтообразующим ядром, своего рода системообразующим стержнем для своеобразных и уникальных культурно-исторических районов, сложившихся в их окрестностях. В культурно-исторические районы водных путей входят как разнообразные по свойствам и структуре природные ландшафты, так и в разной степени антропогенно преобразованные и культурные ландшафты. Особое место в их структуре составляют культурно-исторические ландшафты. Интересно формирование поселенческой структуры вдоль исторических водных путей. Именно по ним шло заселение и хозяйственное освоение огромной территории. Во второй половине VIII в. водные пути стали складываться и в основные торговые пути. По водным путям осуществлялись управленческо-хозяйственные функции, внешние и внутренние торговые связи. Естественно, что вдоль этих путей возникали крупные и мелкие города, открытые торгово-ремесленные поселения, сторожевые крепости — «градки», сельские поселения с функцией контроля на водном пути, рядовые сельские поселения участвовавшие в жизнеобеспечении коммуникации, т.е. множество опорных пунктов, обеспечивающих им надежную охрану и бесперебойное функционирование, т.к. нужно было поддерживать в надлежащем состоянии волоки, портовое хозяйство и т.д. Опорные пункты вдоль речного пути распределялись неравномерно, однако в целом они обеспечивали контроль практически над каждым дневным переходом, как, например, по волховско-днепровской магистрали (знаменитый путь «Из варяг в греки»). С основными торговыми путями связана и наибольшая концентрация населения того времени. В дальнейшем эти опорные пункты стали основой (каркасом) формирования поселенческой структуры, просуществовавшей вплоть до настоящего времени.

Ландшафтное местоположение древнерусских городов показывает, что подавляющее большинство их в ландшафтном плане занимают экотонное положение по границам районов и даже провинций. Большая часть городов (Рюриково городище-Великий Новгород, Гнездово-Смоленск, Белоозеро и др.) на начальном этапе (IX–XI вв.) располагались преимущественно на пологонаклонных поверхностях низких надпойменных или озерных террас, участках низких долинных зандров, редко на придолинных склонах междуречных равнин, иногда на высоких поймах, выходящих из режима затопления.

В дальнейшем (XII в.) города стали закладываться преимущественно в долинах рек на крутых берегах на относительно изолированных площадках долинных зандров (чаще всего низкий долинный зандр, что соответствует 3-й надпойменной террасе), подрезаемых с боков крутоврезанными долинами мелких дочерних рек или долинами ручьев балочного типа. Посады располагались на более низких уровнях: на второй и первой надпойменной террасах, примыкавшим к этим участкам долинных зандров. Так как практически все города находились на «самообеспечении» продовольствием или формировались как центры окружающих сельскохозяйственных районов, то при выборе места заложения города отдавалось предпочтение экотонным территориям со сложной ландшафтной структурой и богатой ресурсной базой, позволявшей первопоселенцам вести гибкое комплексное хозяйство. В целом, земли, окружающие города, как правило, имели оптимальные для земледельцев того времени свойства: выровненные, хорошо дренированные поверхности, суглинисто-супесчаные почвы относительно высокой трофности с благоприятным для земледелия водно-воздушным режимом, «теплые» местообитания с ранними сроками готовности полей к весенним полевым работам. Выявляется и главный лимитирующий фактор природопользования того времени: плохая дренированность земель. Важно и то, что развитие городов, в основном, шло по усадебному типу: дом, хозяйственные постройки и прилегающий участок с огородами, садом и т.д.

Определенным своеобразием отличалось формирование поселенческой структуры и древнерусских городов на «волоковых» (междуречных) участках исторических водных путей. Это рассмотрено на примере знаменитого водного пути «Из варяг в греки», который длительное время был главнейшим путем и сыграл огромную роль в становлении древнерусского государства. Он шел с Черного моря по Днепру и по притокам и волокам к Западной Двине и далее поворачивал на север через Ильмень и Волхов к Ладоге, затем по Неве в Балтийское море. На этом пути возникли древнейшие русские города: Ладога, Новгород Великий, Великие Луки, Старая Русса, Смоленск, Орша, Любеч, Вышгород, Киев, Канев и др.

Ландшафтный анализ пространственного размещения исторических городов показал, что на раннем этапе в древнерусский период места для строительства городов (протогородов), как правило, выбирались на важнейших водных путях с учетом их безопасности, с относительно простой ландшафтной структурой, на низких элементах рельефа. Позднее происходит их расширение или даже «перенос» на более высокие участки (высокие террасы, долинные зандры, приречные моренные равнины) с более сложно устроенной ландшафтной структурой и более богатой ресурсной базой. Пространственные различия в размещении городов обусловлены провинциально-зональными условиями и их положением в конкретных ландшафтных условиях, что нередко является решающим фактором становления и развития.

Аналитическое рассмотрение повлиявших на выбор и развитие соответствующего водного пути политических, социокультурных и экономических факторов позволяет определить изучаемые гидротехнические и культурные па-

мятники не как одиночные объекты, а как элементы единого историко-экологического комплекса.

Работа выполнена по проектам РФФИ №№ 12-05-00316, 11-05-01068 и РГНФ (проект 11-03-00340).

## СОЗДАНИЕ АЛЬПИЙСКОЙ ГОРКИ И БЛАГОУСТРОЙСТВО ВНУТРЕННЕГО ДВОРИКА

*Д. А. Четверикова<sup>1</sup>, М. В. Черемисинов<sup>2</sup>, И. Б. Попыванова<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>МОАУ Вятская православная гимназия во имя преподобного  
Трифона Вятского,*

*<sup>2</sup>Вятская государственная сельскохозяйственная академия*

На данный момент 59% семей в России имеют дачи. Значение приусадебного участка на даче велико: это не только место для выращивания овощей, ягод и фруктов, но и зона отдыха. Поэтому большое значение имеет внешний вид участка. Он будет более привлекательным, если на нем будут парадная, садово-огородная, хозяйственная зоны, а также зона отдыха, в которой могут быть размещены такие сооружения как альпийская горка.

Наша семья из 8 человек имеет приусадебный участок. Возникла необходимость разработать дизайн внутреннего дворика, на котором наша семья, включая детей, могла бы отдохнуть и поиграть.

Поэтому возникла проблема: как правильно благоустроить приусадебный участок.

Цель: создать модель зоны отдыха с альпийской горкой, мангалом, детской площадкой, местом для приема гостей.

Задачи: 1) Изучить литературу по обустройству зоны отдыха на приусадебном участке. 2) Спроектировать и расположить в зоне отдыха альпийскую горку и барбекю. 3) Разместить на внутреннем дворике место для приема гостей (стол и стулья), садовые скамейки, качели. 4) Расположить арки с вьющимися растениями.

Таким образом, предметом исследования является ландшафтный дизайн внутреннего дворика на приусадебном участке.

А объектом исследования является создание модели зоны отдыха на приусадебном участке.

Первый этап создания альпийской горки – это определение места и точная разметка участка под горку. Рядом с участком под альпинарий нежелательно иметь высокие листопадные деревья, иначе слишком много сил тратить на уборку листьев. Идеальный вариант – альпинарий на небольшом склоне, тогда он будет плавно переходить в цветник и каменистую осыпь.

Произведя разметку будущей горки, снимают слой грунта на 20–25 см, тщательно выбирают корни многолетних сорняков, трамбуют котлован, набивая его щебнем, гравием, битым кирпичом. По контуру альпинария вкапывают бордюрную ленту. Часто используют строительный мусор, но это возможно

только в случае отсутствия в нем ядовитых и химических веществ. Набивка происходит, в основном, в самой высокой части будущего альпинария.

Далее уплотненное дно котлована засыпается грунтом вровень с участком. Грунт также трамбуют и хорошо проливают водой. Этот этап важен, так как от качества работ будет зависеть, как и насколько может просесть горка.

Следующий этап – разметка контуров ярусов горки. Хорошо смотрится горка, состоящая из 3–5 ярусов. Камни укладываются согласно ярусам, под каждый тщательно трамбуется грунт, подсыпается песок.

Весной особенно ярко видно ярусное строение альпинария.

Для верхнего яруса выбирается наиболее эффектный камень, ведь он будет виден со всех сторон.

Помимо камней, выполняющих эстетическую функцию, в устройстве горки применяются камни функциональные. Они имеют плоскую поверхность и укладываются так, чтобы по ним можно было передвигаться по горке для ухода за ней и за высаженными растениями.

Плоские камни в альпинарии очень важны, т. к. они позволяют ухаживать за растениями, свободно передвигаясь по горке.

При устройстве альпинария следует учитывать, что камни и гравийная отсыпка должны составлять примерно половину площади. Недостаточное количество камней может привести к сглаживанию склонов, а в отдельных случаях и к сползанию грунта во время сильных дождей (1).

Первоначально потребуется выделить подходящую площадку и подготовить её к посадке газона. Процесс это достаточно трудоемкий, однако особых знаний не требует.

Почву необходимо очистить от камней, сорной растительности и вскопать. Вспахивать ее рекомендуется на глубину 30–35 см. Затем вносятся комплексные удобрения для газона и проводят выравнивание поверхности с последующим уплотнением поверхности. Почва на выбранном участке должна быть уплотненной. Проверить это легко: наступите на любое место площадки – если останутся следы, требуется дополнительное уплотнение. Посадка газона своими руками на даче может происходить как весной, так и осенью. Оптимальное время нужно выбирать, ориентируясь на сорт травы и регион.

Смесь семян можно перемешать с землей – так она лучше приживется. Выполнять посадку газона на даче лучше в безветренную погоду.

Сразу после посева газонные семена помещаются на глубину около 3 см и уплотняются катком. Затем тщательно и обильно поливаются. Причем выполнять полив стоит в течение первой недели каждый день, а в жаркую погоду дважды в сутки – тогда семена лучше прорастут (2).

Первоначально, перед тем как заняться размещением альпийской горки, внутреннего дворика (или патио) с элементами мебели, детских качелей, жаровни или барбекю, проводят предварительную работу.

Первый этап ландшафтного моделирования это разделение участка на зоны (зонирование участка). Местом размещения альпийской горки может служить участок, который при выходе из дома сразу обращает на себя внимание.

В нашем случае альпийская горка будет примыкать к подпорной стенке, в модели это стенки ящика.

Местоположение альпинария выбирают с учетом общей планировки сада. Место, отведенное под альпинарий, должно состоять не из сплошной массы камней, а из однородных массивных комплексов с лужайкой, возможно и с «разбросанными» по ним отдельными камнями. Главное, что в альпинарии (будь то альпийская горка или рокарий) для растений создают экологические условия, отличные от прочих участков сада. Потребности альпийских растений в условиях роста жестко ограничены, поэтому им необходима хорошо дренированная почва и солнечное, защищенное от ветра место. Камни и растения подбирают так, чтобы альпинарий как бы воссоздавал в миниатюре природный горный ландшафт.

Остальная часть, примыкающая к альпийской горке и дому, будет засеяна газонной смесью спортивного газона устойчивого к вытаптыванию, поскольку внутренний дворик или патио подразумевает передвижение гостей по газону вокруг садовой мебели.

Садовую мебель, состоящую из столика и нескольких стульев, гармонично впишется в зону отдыха рядом с барбекю.

Большую роль при создании газонов имеет хороший дренаж. Поэтому в настоящих условиях используют дренажную систему (щебень и галька). В нашем проекте, смоделированном в масштабе, в качестве дренажа используем 2 см слой мелкого керамзита. Затем засыпаем весь ящик готовой почвенной смесью «Terra vita» – живая земля цветочная. Почва имеет нейтральную реакцию почвенного раствора  $pH=6$ , внесены необходимые макро- и микро элементы и небольшое количество доломитовой муки. В нашем проекте вначале планируем и размещаем элементы ландшафтного дизайна декоративное покрытие под садовую мебель, а затем засеваем почву газоном.

Камни укладывают, начиная с основания горки, линиями без перерывов на свои широкие стороны. Впрочем, это не закон, можно, конечно, их ставить и вертикально, но тогда в итоге получается комплекс террас разных уровней. Камни подбирают по окраске, величине и форме. Этими качествами камней можно достигать неожиданных эффектов. Плитняк располагают в параллельных плоскостях: горизонтально или с наклоном. Камни, нарушающие общую закономерность, «режут глаз», особенно если они стоят вертикально.

Прежде всего, надо отметить, что для сооружения альпинария абсолютно не подходят камни, на поверхности которых видны следы механической обработки. Важно природное происхождение камней. Хорошо для этой цели подходит туф, песчаник или известняк, но если их нет, можно обойтись и гранитом.

Для нашей масштабной модели в качестве каменистой формы выбираем валуны из гальки, размещая по периметру горки, это будет первый ярус. Внутри первого яруса засыпаем почвой. Основу горки обычно делают из менее плодородной земли, всегда имеющейся на участке. Верхний же слой должен быть более плодородным, но небогатым, чтобы растения на нем не росли слишком быстро. Обычно используют смесь следующего состава: 1 часть дерновой земли, 1 часть перегноя, 1 часть мелкого щебня или гальки. Можно добавить не-

много костной муки. Для выращивания скальных растений перегной надо заменить двумя частями торфа.

После первого яруса формируем второй ярус меньшего периметра и обрамляется камнями. На вершине третьего яруса можно установить доминанту, эту роль выполнит крупный валун. Теперь альпийская горка готова для заполнения ее растениями.

#### **Литература**

Сапелин А. Садовые композиции. М.: Изд-во «Фитон+», 2008. 80 с.

[Green-portal.ru](http://green-portal.ru)

<http://ru.wikipedia.org/>

<http://flowers.cveti-sadi.ru>

## СЕКЦИЯ 8 ЭКОЛОГИЯ СРЕД ОБИТАНИЯ И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

### АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ КАК ОДНО ИЗ УСЛОВИЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДОВОЛЬСТВИЯ ПРИ УЛУЧШЕНИИ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*И. Г. Широких*

*Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства  
Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого Россельхозакадемии,  
Лаборатория биомониторинга Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ*

Биотехнология — это очень широкий набор инструментов, а не ограниченный набор продуктов. Биотехнология продолжит интегрироваться в нашу систему сельского хозяйства по мере того, как мы будем стремиться удовлетворить растущую потребность в продуктах питания и, в то же время, уменьшить влияние сельского хозяйства на окружающую среду.

Дж. Льюис, советник по вопросам биотехнологии Агентства международного развития США

Обеспечение питания населения неизбежно связано с интенсификацией сельскохозяйственного производства и сопутствующим ей ухудшением состояния окружающей среды (Баутин, 2007). Биотехнология способна помочь удовлетворить постоянно возрастающую потребность в продуктах питания за счет увеличения урожайности, снижения потребности в затратах на выращивание сельскохозяйственных культур (например, уменьшая потребность растений в воде и удобрениях), без чрезмерного загрязнения окружающей среды.

Несмотря на непрекращающиеся дебаты по генно-модифицированным (ГМ) растениям, 25 стран и более 2 млн. фермерских хозяйств ежегодно увеличивают долю трансгенных посевов. Учитывая поступательную интеграцию России в международный рынок и вступление в ВТО, встает вопрос о неизбежной торговой экспансии российского рынка семенами ГМ сортов и гибридов зарубежных производителей. В России состояние этой активно развивающейся отрасли значительно отстает от уровня сельского хозяйства и биотехнологии в развитых странах (Долгосрочные приоритеты ..., 2013). В связи с этим разработка и применение на практике биотехнологических методов в нашей стране приобрели стратегическое значение.

Сферы применения разработок в данной области весьма многообразны. Применение генетических карт дает возможность эффективнее вести селекцию, определять местоположение целевых генов, а затем выделять их для дальней-

шего использования (Харченко, 2011). Методы генетической и клеточной инженерии при создании новых сортов значительно облегчают традиционные методы селекции растений. Быстрая идентификация генетического материала позволяет подобрать родительские пары для скрещивания, значительно ускорить процесс селекции и снизить финансовые затраты на длительное культивирование селекционного материала в научно-селекционных центрах. Создание новых сортов сельскохозяйственных растений с использованием современных постгеномных и биотехнологических методов позволит человеку обеспечить себя доброкачественной пищей и сырьем и при этом не привести окружающую среду к экологической катастрофе (Жиганова, 2008).

Технологии генотипирования растений необходимы для осуществления контроля со стороны государства за качеством семенного и посадочного материалов (сертификация семян Государственной семенной инспекцией) и защиты потребителей от семян низкого качества и неподтвержденной сортовой принадлежности. Они могут обеспечить определение аутентичности сортообразцов при таможенном досмотре. Применение ДНК-маркеров поможет обеспечить быстрый анализ однородности партий семян при последовательных репродукциях, при паспортизации, регистрации, сертификации сортов и защиту авторских прав селекционеров (Скрябин, 2009).

Разрабатываемые диагностикумы для детекции карантинных патогенов и методы количественного определения генетически модифицированных продуктов (ГМП) необходимы для контроля структурами Россельхознадзора.

Производство качественного посадочного и семенного материала, основанное на технологиях клонального микроразмножения; линейной селекции, гаплоидии, как и контроль зараженности и сортоидентичности, используются на всех этапах семеноводства и получения посадочного материала в специализированных семеноводческих хозяйствах.

Методы культуры клеток, органов и тканей высших растений эффективно используются в генетических коллекциях для сохранения генотипов растений, ареалы и численность которых резко снижаются, а также для сохранения уникальных форм, расширяющих и улучшающих сортимент возделываемых растений.

Результатом принципиально нового направления биотехнологических работ является определение генетической структуры микробных сообществ основных типов почв с целью выявления ключевых групп генов и геномов, определяющих базовые процессы развития растений (азотное и фосфорное питание, защита от патогенов, способность поддерживать гомеостаз в условиях природных и антропогенных стрессов). Определение структуры симбиогенома растений, обуславливающего интеграцию полезной микрофлоры, будет использовано для формирования экологически эффективных и самодостаточных микробно-растительных систем (Тихонович, Проворов, 2011). Накопленный экспериментальный и теоретический материал о молекулярно-генетических механизмах и практическом значении растительно-микробных взаимодействий позволит определить пути к повышению активности фитоэкстракции металлов (Белимов, Тихонович, 2011) и биodeградации органических поллютантов (Турков-

ская, Муратова, 2005) в ризосфере растений в целях очистки загрязненных почв. Генетическое конструирование и биоинженерия многокомпонентных и полифункциональных микробиомов растений обеспечит мобилизацию трофических ресурсов почвы, защиту сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней, устойчивое развитие в условиях глобальных изменений климата (температурного и водного баланса, засоления) и загрязнения биосферы.

Широкое использование биотехнологий в сельском хозяйстве РФ позволит решать следующие проблемы и добиваться следующих результатов:

- увеличение производительности в отрасли (увеличение урожайности, в том числе путем проявления устойчивости растений к вредителям и болезням);
- уменьшение использования пестицидов и гербицидов (экологические и экономические выгоды);
- сокращение выбросов углекислого газа (сокращение выброса благодаря биотехнологическим сельскохозяйственным культурам в 2007 году, по данным ISAAA, составило 14,2 млрд. кг CO<sub>2</sub> (Концепция стратегии ..., 2008));
- сохранение и увеличение биоразнообразия (в том числе путем использования меньшей площади сельскохозяйственных земель);
- предотвращение эрозии почв (за счет перехода на метод обработки почвы, не требующий вспашки);
- снижение загрязненности воздуха, воды и почвы за счет обеспечения утилизации отходов сельского хозяйства с получением из них высокотехнологичных продуктов;
- улучшение здоровья потребителей за счет снижения содержания в потребляемых продуктах пестицидов, инсектицидов и прочих вредных химикатов.

### Литература

- Баутин В. М. Современное состояние сельскохозяйственной биотехнологии: взгляд экономиста // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2007. Вып. 1. С. 4–8.
- Белимов А. А., Тихонович И. А. Микробиологические аспекты устойчивости и аккумуляции тяжелых металлов у растений // Сельскохозяйственная биология. 2011. № 3. С. 10–15.
- Долгосрочные приоритеты прикладной науки в России / Под ред. Л. М. Гохберга. М.: национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2013. 120 с.
- Жиганова Л. П. Перспективы развития биотехнологий в XXI в. // Россия и Америка в XXI веке. 2008. № 1. С. 10.
- Концепция стратегии развития биотехнологической отрасли промышленности на 2008–2020 гг.: проект / О-во биотехнологов России им. Овчинникова, Союз предприятий биотехнологической отрасли. М., 2008. 17 с.
- Скрябин К. Г. Фундаментальная и прикладная биотехнология – ответ на вызов XXI века // Вестник Российской академии наук. 2009. Т. 79. № 3. С. 242–245.
- Тихонович И. А., Проворов Н. А. Сельскохозяйственная микробиология как основа экологически устойчивого агропроизводства: фундаментальные и прикладные аспекты // Сельскохозяйственная биология. 2011. № 3. С. 3–9.
- Турковская О. В., Муратова А. Ю. Биодegradация органических поллютантов в корневой зоне растений // Молекулярные основы взаимоотношений ассоциативных микроорганизмов с растениями / отв. ред. В. В. Игнатов. Ин-т биохимии и физиологии растений и микроорганизмов. М.: Наука, 2005. С. 180–208.

## **ОРГАНИЧЕСКОЕ СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО – НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ЭКОНОМИКЕ РОССИЙСКОГО СЕЛА**

*К. И. Пересторонин*

*ООО «Костино-АГРО», MrChlpPoLiNo@yandex.ru*

«Единственное средство удерживать государство в состоянии независимости от кого-либо – это СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО. Обладать вы хоть всеми богатствами мира, если вам нечем питаться, вы зависите от других. Торговля создает БОГАТСТВО, а сельское хозяйство обеспечивает СВОБОДУ». ЖАН-ЖАК РУССО, 1762 г.

Органическое сельское хозяйство (ОСХ) – форма ведения сельского хозяйства, в рамках которой происходит сознательная минимизация использования синтетических удобрений, пестицидов, регуляторов роста растений, кормовых добавок, генетически модифицированных организмов. Согласно IFOAM (Международная федерация движений экологического сельского хозяйства), ОСХ направлено на работу с экосистемами, биогеохимическими циклами веществ и элементов, поддерживает их и получает эффект от их оптимизации. ОСХ обязано в долгосрочной перспективе поддерживать здоровье как конкретных объектов, с которым имеет дело (растений, животных, почвы, человека), так и всей планеты. При ОСХ поддержание почвенного плодородия и возврат в почву вынесенных с урожаем элементов питания достигается, по большей части, благодаря использованию органических удобрений.

Сегодня ОСХ – мировой тренд, оно практикуется в 160 странах мира. В 84 странах действуют собственные законы об ОСХ, в десятках стран такие законопроекты разрабатываются. По данным IFOAM мировые продажи органических продуктов достигли 59 млрд. долларов США в 2010 году. Ежегодный рост рынка органических продуктов в среднем составляет 20%, даже в кризис 2008 г. был отмечен рост рынка в 15%. В 2020 г. ожидается оборот в сфере ОСХ в пределах 200–250 млрд. \$.

Обладая уникальными природными ресурсами (20% запасов пресной воды, 9% пахотных земель планеты, 58% мировых запасов чернозема), Россия извлечет экономическую выгоду, развивая ОСХ. По экспертным оценкам России может занять в течение 5 лет 15–25% мирового рынка органической продукции.

По данным IFOAM на 2010 г., в мире суммарно под ОСХ используется 37 млн. га. сельскохозяйственных земель. В то же время в России 40 млн. га неиспользуемой сельскохозяйственной земли, гарантированно не получало удобрения более 20 лет. Эти земли не требуют проведения конверсии, в любой момент могут быть введены в оборот по производству органической сельскохозяйственной продукции.

Органическое сельское хозяйство – это важнейший инструмент для наращивания ВВП и уникальная возможность для России наращивать экспорт в условиях ВТО.

Экологически чистые продукты – произведённые в соответствии с определёнными стандартами, подразумевающими, что они были выращены без использования пестицидов и минеральных удобрений. В Европе таким стандартом является «Общеввропейское соглашение по экологически чистому производству сельскохозяйственной продукции» № 2092/91 от 24 июня 1991 г. (Council Regulation No 2092/91 of 24 June 1991 on organic production of agricultural products). Для присвоения конечному продукту статуса «Экологически чистый», контролирующие органы инспектируют весь путь «от зернышка до прилавка»: сельскохозяйственные угодья и агротехнические приемы, посевной материал, методы переработки, упаковку. За соблюдением положений Соглашения по экологически чистому производству следят национальные сертифицирующие организации. Знак такой организации на этикетке продукта – надежная гарантия его качества и экологической чистоты.

В начале 2010 г. в России была принята Доктрина продовольственной безопасности (ДПБ), утвержденная Указом Президента Российской Федерации № 120 от 30 января 2010 г. В ДПБ очень четко и верно отмечены три аспекта безопасности: количественная достаточность собственного продовольствия (нужна высокая доля собственного производства); территориальная (физическое наличие товара) и экономическая (финансовая способность купить товар) доступность продовольствия; качество продовольствия (безопасность потребления).

В целом Россия вполне способна обеспечить себя всеми необходимыми продуктами питания, но для этого необходимо усиливать меры по импортозамещению аграрной продукции. В последнее время нам зачастую предлагаются генно-модифицированные продукты. В мире допущено к промышленному производству более 100 линий генетически модифицированных растений. Общая площадь, засеянная ГМ-растениями, с 1996 по 2005 гг. возросла более чем в 50 раз. По данным Роспотребнадзора, на сегодняшний день в мире полей с трансгенными культурами – более 90 млн. га. Чаще всего выращивают сою, рапс и кукурузу, есть и сорта картофеля. Лидеры в этой сфере – США, Аргентина, Бразилия и Китай. Проблема производства качественной, экологически безопасной продукции наиболее остро встает в связи с вступлением России в ВТО.

В России рынок органических продуктов стабильно растет, увеличивается количество сертифицированных производителей, но до сих пор нет законодательно-правовой базы в сфере органического сельскохозяйственного производства, а именно, закона об органической сельскохозяйственной продукции, техрегламента и национального стандарта на органическую сельскохозяйственную продукцию. От этого страдают производители, потребители, это тормозит приток инвестиций в сферу органического земледелия. Упускается целый ряд экономических, социальных и экологических выгод.

В настоящее время Минсельхоз РФ разрабатывает закон об органической продукции, он прошел первый этап межведомственных согласований.

Переход на экологическое земледелие – достаточно трудный для хозяйств процесс. Ведь они могут продавать свои продукты как экологические лишь по истечении так называемого «переходного периода» (времени, необходимого для перехода от интенсивного традиционного к экологическому сельскому хозяйству). Его продолжительность составляет два – три года. Кроме того, новые экологические хозяйства должны сначала завоевать рынок сбыта для своего продукта. Поэтому внедрение эко-земледелия должно поддерживаться за счет бюджета, как это делается, например, в Германии, где развитие экологического агропроизводства объявлено одним из приоритетных направлений аграрной политики.

Вступление России в ВТО усилило конкуренцию на российском продовольственном рынке, следовательно, возможно сокращение спроса на отечественную сельскохозяйственную продукцию и рост доли импортных продуктов питания.

Для выхода на мировые рынки экопродукции, а также для развития внутреннего рынка необходимо разрабатывать условия для производства экологической продукции и гарантировать ее должную сертификацию, соответствующую мировым стандартам, а также разработать систему экспресс-контроля качества сельхозпродукции и продуктов питания, производимых внутри страны и завозимых из других государств.

В условиях техногенного загрязнения агроэкоферы организация продукции растениеводства и животноводства должна гарантировать ее биологическую полноценность и экологическую безопасность для населения, проживающего на этой территории. Этим обусловлена необходимость создания технологий ведения сельскохозяйственного производства, обеспечивающих производство экологически безопасных продуктов питания растительного и животного происхождения.

Многие регионы России в этом направлении уже продвинулись вперед. В Республике Татарстан, например, уже проведено экологическое ранжирование территории по следующим зонам: экологического благополучия (обеспечивается выращивание продукции для детского и лечебного питания); экологической нормы (территории, пригодные для производства экологически безопасной продукции без специальных мер защиты); экологического риска (возможно производство безопасной продукции благодаря специальным мерам защиты); экологического кризиса (допустимо возделывание ограниченного ассортимента культур, в основном технических, с применением специальных защитных мер); экологического бедствия (территории непригодные для возделывания сельскохозяйственных культур).

ОСХ – самый быстрорастущий сегмент рынка продовольственных товаров по итогам 2011 г. Согласно данным компании РОМИР (ноябрь 2012 года), 58% россиян готовы покупать экологически безопасные продукты. По данным TNS, потенциальная емкость рынка органических продуктов в Москве (в среднесрочной перспективе, по европейским трендам) 1,5 млрд. долларов США в

год, в Санкт-Петербурге 0,5 млрд. долларов США в год. Россия имеет большой потенциал для экспорта органической сельскохозяйственной продукции, в первую очередь, зерновых культур и дикоросов.

В России необходимо развивать ОСХ, особенно в депрессивных регионах, при условии благоприятной экологии. Согласно исследованиям ООН, с внедрением методов органического производства продуктивность малых форм сельского хозяйства повышалась на 116%, доходы фермеров увеличивались в 2–3 раза. Производственные процессы, независимые от поставок удобрений, пестицидов, гербицидов, антибиотиков, гормонов роста и т.д. сделали сельские хозяйства более устойчивыми. В России, по экспертным оценкам, уже в течение 3 лет с момента принятия технического регламента на органическую продукцию, рынок органической продукции вырастет, более чем в 10 раз и будет составлять свыше 35 млрд. рублей. В большей степени это будут доходы сельских домохозяйств.

Установлено, что ОСХ на сельских территориях повышает качество и уровень жизни селян. Экономическая модель, при которой развивается ОСХ, способствует развитию социальной инфраструктуры, так как это долгосрочные инвестиции в устойчивое развитие сельской территории в целом.

Как показывает практика, формирование рынка органических продуктов способствует развитию сельского экологического и агротуризма. По мере роста доходов сельских домохозяйств повышается уровень и качество жизни на селе, развивается самозанятость, кооперация, ослабевает зависимость от бюджетов федерального и регионального уровня.

Сегодня около 1/3 суммарного загрязнения природы приходится на аграрный сектор экономики. Ежегодный экономический ущерб от интенсивного сельского хозяйства в России превышает 3 млрд. рублей. ОСХ позволяет не только избежать негативных последствий, но и восстановить нарушенные экосистемы за счет использования биологических методов повышения плодородия почвы и защиты растений. ОСХ может снизить в 2,85 раза количество энергии, которая тратится на 1 га обрабатываемой земли (в основном за счет отказа от применения синтетических минеральных удобрений, синтетических пестицидов, использования местных кормов и переработки продукции), что приведет к существенному снижению эмиссии парниковых газов. Переход на методы устойчивого фермерства способен уменьшить вырубку лесов и потребление пресной воды на 55 и 35% соответственно.

ОСХ способно снизить отток населения из села и стимулировать миграцию на село. Замечено, сельские семьи всегда имеют больше детей и долгожителей в деревнях больше. Развитие ОСХ и, как следствие, улучшение условий жизни и труда на селе положительным образом окажет влияние на демографию в целом по стране.

По сравнению с западными сельхозпроизводителями развитие сельского хозяйства России и обеспечение её продовольственной безопасности происходит в крайне неравных и невыгодных условиях. При сохранении, и тем более при возможном ухудшении этих условий, Россия должна выговорить себе пра-

во выхода в любое время из состава ВТО, которое навязало и продолжает ухудшать эти условия.

Если всё это все мы в полной мере осознаем и начнём двигаться в правильном направлении, можно будет смело надеяться, что уже наше поколение дождётся того часа, когда надпись на этикетках основных продуктов питания «Экологически абсолютно чисто. Сделано в России» станут искать повсеместно во всём мире. И тогда переживать за здоровье россиян больше не надо будет. Ибо в здоровом теле, формирование которого, как известно, начинается с качественного и достаточного потребления продуктов питания – здоровый дух.

## **ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ**

*Д. Ю. Бяков*

*Агропромышленная группа «Дорони́чи»*

Создание группы предприятий «Дорони́чи» началось в 2003 г. На сегодня это крупнейшее агропромышленное предприятие Кировской области. Агропромышленная группа «Дорони́чи» – вертикально интегрированный холдинг, с производством полного цикла: от поля до прилавка. В связи с этим в сферу деятельности холдинга включены: растениеводство, животноводство, мясопереработка, производство молока, производство готового питания и организация фирменной торговой сети.

Одной из основных целей холдинга является создание современной инновационной технологии производства продукции для общественного питания, позволяющей решать следующие задачи:

- Разработка технологии производства вкусной, полезной и доступной продукции, отвечающей единым стандартам качества.
- Сокращение издержек на содержание объектов общественного питания.
- Повышение эффективности работы предприятий общественного питания (доступность, качество, увеличение посадочных мест).

За основу построения системы питания выбрана французская технология SOUSVIDE. Для эффективного освоения технологии и её адаптации под требования российского рынка Агропромышленной группой «Дорони́чи» заключено партнёрское соглашение с Бельгийской фирмой DELIVA. Данная компания является крупнейшим производителем и автором рецептур для общественного питания, работающего по технологии SOUSVIDE. Она обеспечивает готовыми обедами по технологии SOUSVIDE Парламент Бельгии, микро и наноэлектронный Европейский научный центр, университеты своей страны, больницы, школы, дома престарелых, детские учреждения, сети кафе, рестораны.

Успех технологии SOUSVIDE состоит в том, что она применима как для систем общественного питания, так и для элитных ресторанов, рассчитанных на гурманов. Вся продукция производится на комбинате, а затем доставляется на пищеблок, где она доготавливается и подается на раздачу.

Данная технология позволяет производить продукцию для: детского и школьного питания; лечебного питания; питания организованных коллективов; HoReCa.

К преимуществам данной системы общественного питания относится следующее: 1. В процессе приготовления пищи применяется уникальный метод варки продуктов в щадящих температурных условиях ( $t=72-90$  °С), в вакуумной герметичной упаковке. 2. Технология позволяет максимально сохранить в пище ценные питательные вещества, витамины, минеральные элементы, а также вкус, цвет и консистенцию. Клеточные мембраны не разрушаются – для потребителя это значит то, что такие блюда получаются намного более сочными. 3. Используется минимальное количество специй, соли и сахара. 4. Приготовление происходит без использования масла и жиров. 5. Пища готовится без консервантов. 6. Используемая для упаковки высокотехнологичная плёнка обладает отличными барьерными функциями. Даже при длительном нагреве не происходит процесс миграции составляющих химических элементов плёнки в продукт. 7. Вакуумная герметичная упаковка предотвращает попадание кислорода, что прекращает процесс окисления и сохраняет все органолептические свойства продукта. 8. Готовый продукт хранится до 45 суток в охлажденном виде при температуре  $+2...+4$  °С. 9. Удобный вес упаковки (0,5 кг, 1 кг, 3 кг, ...).

Технология социального питания по системе Food-завод позволит обеспечивать потребителей качественным продуктом питания, соответствующим единым стандартам. Данная технология позволяет готовить диетическое питание и питание для людей с ограниченными возможностями, сокращает постоянные и переменные издержки, оптимизирует складские запасы в пищеблоках, сокращает площадь, занимаемую под производство, увеличивает площадь обеденного зала, что позволяет одновременно обеспечивать большое количество людей качественным питанием.

Проект реализуется в два этапа:

Этап 1

1. Создание опытного производства на существующей базе.

2. Цех готовых блюд с объемом производства 18 тыс. готовых обедов в день.

На данном этапе решаются следующие задачи: обучение персонала; разработка рецептур и запуск производства; взаимодействие с потенциальной клиентской базой.

Срок реализации проекта: к настоящему времени данный этап проекта реализован

Этап 2

1. Организация промышленного производства

2. Объем производства – 100 тыс. готовых обедов в день.

Общий объем инвестиций составляет 560 млн.руб. Реализация проекта позволит создать 120 рабочих мест.

Срок реализации проекта: 4 квартал 2013 г.

В реализации данного проекта, безусловно, важной составляющей является сотрудничество партнёров, потребителей и производителей. Нет сомнения в

том, что данная технология может быть тиражирована в системе общественного питания и в других регионах Российской Федерации.

## **ЭКО РЫНОК «ВЯТСКИЙ БАЗАР»**

***В. Г. Ильницкий**  
НИПИИ «Кировпроект»*

Реализуемым проектом предусмотрено уникальное явление на Кировском рынке. В рамках формата эко рынка «ВЯТСКИЙ БАЗАР» объединяются преимущества классического колхозного рынка, к которым так привыкли жители города Кирова, и современного торгового центра с создаваемым комфортом и большой зоной услуг. Наряду с местами для торговли фермерскими продуктами, сопутствующими товарами и услугами, здесь разместится пекарня с полным циклом производства и многое другое.

Основной целью реализуемого проекта является удовлетворение потребностей населения в качественных экологически чистых продуктах по доступным ценам.

Особое предпочтение будет отдаваться фермерам и владельцам личных подсобных хозяйств, торгующим собственной продукцией, продавцам, предлагающим уникальные товары, не представленные на полках города, владельцам и дистрибьюторам продовольственных торговых марок из близлежащих городов и ближнего зарубежья.

Приоритетной задачей открытия нового эко рынка «ВЯТСКИЙ БАЗАР» является сохранение здоровья покупателя. Свежесть, качество и безопасность всех продуктов будет проверена соответствующими службами и лабораториями, находящимися на территории рынка - потребитель может быть в этом уверен. На каждом прилавке с продукцией будут установлены карты качества с информацией о прохождении товаром необходимых экспертиз, вплоть до радиологических исследований. Такие продукты необходимы, прежде всего, детям и людям, подверженным таким заболеваниям как сахарный диабет, нарушения желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы и т.д.

Мясо и птица должны подвергаться микроскопическим и физико-химическим исследованиям, для того, чтобы недопустить на рынок недоброкачественный продукт, инфекционных и инвазионных заболеваний общих для животных и человека, называемых зооантропонозами, такими как сибирская язва, туберкулёз, сальмонеллёз, трихинеллёз, рожа и т.д.

По молочным продуктам основные экспертизы – это органолептика (вкус, цвет, запах, консистенция, соответствие виду продукта), выявление наличия антибиотиков, ингибиторов, которые несут опасные последствия при попадании в организм человека и фальсификация продукции. К сожалению, «подделка» часто вытесняет в наше время оригинал. Например, творог может быть сделан не из настоящего молока, а из растительного сырья. Сметана становится гуще от добавления крахмала, а масло «подделывают» с помощью маргарина.

Для определения качества меда будет проводиться обязательный микроскопический и физико-химический анализ. Основным показателем качества меда – диастазное число. Чем оно выше, тем лучше качество меда. Кроме того, мед будет обязательно проверяться на фальсификацию. Ведь покупатель считает, что мед должен быть жидким. Однако с похолоданием к ноябрю мёд кристаллизуется. Бывает, что продавец нагревает мед. Продукт приобретает жидкую консистенцию, но его диастазное число становится низким, по которому и определяют подделку.

Овощи, фрукты, грибы, ягоды, зелень будут обязательно проверяться на содержание нитратов; кроме того, предусмотрено проведение радиометрических исследований.

Следующей важнейшей задачей реализуемого проекта является обеспечение максимально комфортных условий торговли и высокого уровня сервиса, как для покупателей, так и для продавцов.

Для покупателей эко рынок «ВЯТСКИЙ БАЗАР», будет оборудован общей системой вентиляции и кондиционирования, удобной автомобильной стоянкой, круглосуточной охраной и видеонаблюдением.

Арендаторам, работающим на эко рынке будут созданы действительно уникальные условия, включающие:

- полностью оборудованные торговые места в зоне торговли фермерской продукцией (холодильные витрины, производственные столы, моечные ванны с душирующими устройствами, холодильные шкафы для хранения продукции, бактерицидные ультрафиолетовые лампы и торговые весы);

- в зоне сопутствующих товаров и услуг – стилизованные торговые павильоны, готовые для осуществления коммерческой деятельности;

- предусмотрена зона хранения, в том числе сухие склады и разнотемпературные холодильные камеры; технологическая зона с оборудованными цехами глубокой предпродажной подготовки продукции;

- услуги лабораторного анализа;

- проектирование, монтаж и демонтаж торговой точки;

- униформа, оформление карточки продавца;

- юридическое сопровождение.

Внедряемым на Вятской Земле проектом эко рынок «Вятский базар» предусмотрено создание условий для реализации своих товаров лучшим производителям фермерской продукции Кировской области и других регионов России.

Будет достигнуто отсутствие искусственных барьеров для вхождения в сеть. Отбор претендентов будет осуществляться на конкурсной основе, включающей обязательные параметры отбора: качество продукции, широта ассортимента, уникальность, ценовой диапазон. Будут предусмотрены гибкие условия аренды. Арендные планы разрабатываются индивидуально под каждую группу товаров. Для фермеров, торгующих собственной продукцией, предусмотрены специальные условия аренды.

Продвижению продукции на эко рынке «Вятский базар» будет способствовать рекламная кампания в СМИ, наружная рекламная кампания, продвижение в сети Интернет, выставочно-ярмарочная деятельность.

Инновационной составляющей проекта является возрождение имиджа рынка как центра культурного притяжения. Социальная значимость рынков и растущая популярность здорового образа жизни создают движущую силу для развития фермерской торговли в Кировской области и России. Большинство действующих рынков сегодня не соответствуют не только растущим потребностям покупателей, но и современным санитарным и технологическим требованиям, предъявляемым к объектам розничной торговли, поэтому нуждаются в структурной и капитальной реновации. В основе проекта лежит наше стремление перевернуть сложившиеся представления о российских рынках и создать новый образ. Эко рынок «ВЯТСКИЙ БАЗАР» – это рынок нового поколения, построенный на принципах высокой технологичности, комплексной энергоэффективности, социальной ответственности и делового партнерства с фермерами и товаропроизводителями. При реализации этого проекта мы надеемся, что фермеры и владельцы ЛПХ получают возможность прямого сбыта продукции, а жители города и области – доступ к качественным натуральным продуктам по доступным ценам. Такой рынок будет служить своего рода бизнес инкубатором для начинающих предпринимателей, сокращать разрыв между различными социальными слоями общества и объединять людей вокруг главной задачи нашего общества – создание условий для сохранения здоровья и здорового образа жизни каждого человека.

## **ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА И РЕАЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*О. Д. Чекмак  
Кировский РИИЦ*

Производство и потребление органических продуктов стремительно развивается по всему миру и начинает формироваться в России.

Органические продукты – новая категория товаров, при производстве которых не используются химические удобрения, технологии генной инженерии, искусственные добавки и прочие сомнительные методы, безопасность которых для человека и окружающей среды еще не доказана.

Когда речь заходит об органической продукции и развитии её рынков, очень большую роль играет гарантийная система сертификации органических продуктов. Большую роль в формировании межправительственных стандартов играет Международная федерация движений экологического сельского хозяйства (англ. IFOAM) – международная неправительственная организация, объединяющая свыше 700 активных организаций-участников. В настоящее время в мире пока ещё не существует единого международного стандарта производства органической продукции.

Говоря об экологизации агросектора области необходимо помнить и о проблемах:

1. Дороговизна экологических проектов. Отсутствие техники для внесения сертифицированных удобрений, отсутствие оборудования для механической прополки, систем дождевания и т. д.

2. Отсутствие сертифицированных земель. Не ведется история полей и имеется в наличии соответствующая документация, что химические показатели почвы соответствуют допустимым уровням.

3. Увеличение временных затрат и издержек на производство экологически чистой продукции, которые в несколько раз превышают временные затраты на производство обычной продукции.

4. Предпродажная подготовка товара, его хранение и отгрузка.

Из выше сказанного следует, что развитие производства органических продуктов в крупных и средних предприятиях области нерентабельно.

Нужна поддержка для приемки, транспортировки, хранения продукции, организации торговли, обеспечение техникой.

Особую важность имеет научно-просветительская составляющая, СМИ. «Дедовские приемы» сегодня нуждаются в коррекции. Наука – наиболее важный компонент в органическом земледелии и животноводстве. Проблемы есть и с идущей ускоренными темпами деградацией почв области. Потери гумуса можно существенно уменьшить, хотя избежать полностью не удастся (данные Волга ОАО «Кировгипрозем», Вятская государственная сельскохозяйственная академия).

Какие мероприятия можно считать первоочередными ?

1. Взвесить возможности переориентации сельского хозяйства на производство экологически чистой ( органической) продукции, в том числе и более высокую ее себестоимость.

2. Выявить коллективные и индивидуальные хозяйства области, которые уже работают в экологическом ключе, полагаясь «на свой страх и риск» выращивают зерно, овощи, лекарственные растения.

3. Необходим целевой региональный заказ на составление экологически ориентированных правовых актов (условия кредитования, налогообложения и т.д.) на конкурсной основе с привлечением не только профессионалов юристов, но и хозяйственников-практиков, ученых, общественности.

Обсуждение проектов экологизации сельского хозяйства надо проводить гласно. Цель – поддержка всеми мерами производства экологически чистой продукции.

4. Разработать экологические и санитарно-гигиенические стандарты для продуктов питания силами региональных служб торговой и санитарной инспекции с учетом мнения общественности .

5. Целесообразно создать на уровне региона банк данных, используя который, можно будет отслеживать мировые тенденции по производству экологически чистой (органической) продукции с целью внедрения лучших технологий.

Все эти мероприятия безусловно нуждаются в идеологическом обосновании. СМИ и система образования должны формировать экологический тип

мышления, пропагандировать преимущества «зеленого образа жизни» и «зеленого бизнеса».

Производство органической продукции применительно к Кировской области на сегодняшний момент целесообразно поощрять, прежде всего, в личных подсобных хозяйствах. Так как они уже обеспечивают население области картофелем (65%), овощами (70%), плодами и ягодами (92%), мясом (50%), молоком (46%). Сельские подворья следует объединить в потребительские кооперативы, за счет чего снизить налогообложение для сельхозпроизводителей. Необходимо создать условия для переориентации этих хозяйств на «органическое земледелие и животноводство».

Таким образом, если подходить к проблеме экологизации аграрного сектора области серьезно, необходимо скоординировать усилия всех заинтересованных звеньев для создания общего пилотного проекта «Экологизации малых форм хозяйствования на селе».

Производственный план предлагаемого нами проекта связан с особенностями организации процесса взаимодействия заинтересованных сторон в появлении кировских органических продуктов на рынке. Роль по обеспечению данного взаимодействия между сторонами процесса может взять на себя консультирующая компания до момента, пока проект не выйдет на самоокупаемость.

Подворью или мелкому фермеру, пожелавшему производить органические продукты, необходимо обеспечить жесткие санитарные условия производства, а также предоставить образцы продукции для лабораторной экспертизы. На местах с подворьями работают специалисты по агротехнологиям. Для сельхозпроизводителей разработана инструкция по выращиванию каждого вида продукта, условиям их хранения и транспортировки. Также вводится паспортизация хозяйств.

Пока на проведение экспертизы аккредитованы 1. ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Кировской области»; 2. ФБУ «Кировский ЦСМ»; 3. Кировская областная ветеринарная лаборатория; 4. Научно-исследовательская экоаналитическая лаборатория ВятГГУ. В будущем планируется расширить их число. Специалисты, организующие систему контроля на местах, сами приедут и возьмут пробы. Такой порядок установлен, чтобы избежать распространенных случаев, когда на экспертизу привозили один образец, а в продажу поступал товар совсем иного качества.

И только после изучения экспертных заключений специальная комиссия дает разрешение на использование термина «органический продукт» или отказывает в этом. Специальная комиссия состоит из специалистов ФГУ «Центр гигиены и эпидемиологии в Кировской области», Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, департамента сельского хозяйства и продовольствия Кировской области, ВГСХА и Кировской ГМА. Этими же специалистами одобрены критерии органических продуктов. Разрабатывались критерии органических продуктов сотрудниками Кировской ГМА, ВГСХА, Институтом биологии Коми НЦ УрО РАН.

На подворье раз в полгода проводится выборочный контроль: ревизор может приехать в любой момент без предупреждения. При нарушении техноло-

гии паспорт отзывается, а повторная проверка возможна не раньше чем через год – это при условии, что к подворью не будет претензий от СЭС и специалистов сельхозуправления района. Контролировать качество товара после его поступления на рынок будет Госторгинспекция Минэкономразвития РФ.

На проведение экологической экспертизы по первому году используется грант, а последующие годы оплата происходит из полученной прибыли. В среднем это 5–6 тысяч рублей на подворье за год.

С целью информирования покупателя о продукте разрабатывается специальная маркировка. По предварительным расчетам, одна такая маркировка обойдется 30–40 копеек, т.е. если сельхозпроизводитель поставляет в магазины 100 кг картофеля, расфасованного по два килограмма, то необходимо потратить на маркировку 150 рублей.

Окупаемость проекта 1,8 года, причем в первый же год, до получения дохода от торговли, необходимо затратить определенные средства с целью организации условий по производству и сбыту. Поэтому для запуска проекта подворьям необходима грантовая поддержка. На второй год для обеспечения организационной составляющей используются собственные средства потребительских кооперативов и добавленная стоимость, полученная от повышения цены на продукты на 20% (третий год – на 15%), что возможно при соответствующей работе с потребителем в первый год и проведении намеченной рекламной компании. На организацию производства используются средства вступительных, а также дополнительных взносов. С августа 2014 г. в паевой фонд кооператива пайщиками вносится произведенная продукция, за которую пайщики получают деньги от торговой организации. В первый год, т.к. цены на продукцию соответствуют среднерыночным, весь объем средств от продаж, поступивший в паевой фонд, распределяется между пайщиками соответственно вложенным паям. Последующие годы повышение цен на продукцию позволяет 15-20% средств от продажи направлять в неделимый фонд кооператива. По решению вкладчиков эти деньги направляются на развитие производства.

В первый год запуска проекта функции общего управления, обеспечения коммуникаций по лабораторному сопровождению, а также сбыта берет на себя АНО «Кировский РИИЦ». Эта фирма проводит работу по объединению крестьянских подворий в потребительский сельскохозяйственный кооператив. В конце второго года реализации проекта отдельные районные кооперативы объединяются в Союз сельскохозяйственных потребительских кооперативов «Сельское подворье», в котором основную управляющую роль будет исполнять Совет Союза. Для ведения маркетинговой деятельности и осуществления коммуникаций между торговлей, лабораторией и сельхозпроизводителями Совет нанимает дирекцию.

Важным элементом в выводе местных органических продуктов на рынок является система реализации. Крупные федеральные сети и крупные местные торговые сети, такие как система «Глобус», «Красногорский» и др., не берут под реализацию небольшие партии продуктов. Для сбыта органической продукции подворий и мелких фермеров, реально обеспечивающих только мелкий опт, в декабре 2012 г. была создана розничная сеть Холдинг «Все для Вас»,

объединившая около 60 НТО, 25 стационарных торговых объектов и 150 ярмарочных торговых мест. Для реализации через эту сеть органической продукции, на едином оптовом складе обеспечена расфасовка и упаковка со специальной маркировкой. Продумана система информационного обеспечения покупателей и подтверждения гарантии приобретения органических продуктов. Так вся информация о товаре (место и дата производства, показатели по нормам САН-ПИН) будет предоставляться покупателю прямо в торговой точке. Разработан специальный мобильный сервис. Информационная модель, реализуемая в Холдинге, обеспечит полное отображение на мониторах торговых точек (по запросу покупателя) информацию о производителе представляемого товара и торговце. Планируется размещение системы отображения не только в торговых точках, но и в сети интернет на специальном сайте. Кроме этого проработано внедрение it-технологии по обеспечению заказов на любые товары и услуги с доставкой на дом, электронного терминала товаров по принципу «электронного магазина».

В настоящее время на рынке органических продуктов для кировских производителей складывается благоприятная ситуация – слабое производство органики внутри страны, привело к увеличению объемов продаж импортных продуктов по высокой стоимости. Таким образом, текущие рыночные цены позволяют быстро вывести на рынок некоторые объемы местной органической продукции.

При расчете технико-экономических показателей проекта был применен пессимистический сценарий, при котором допускалась отсрочка поступления выручки за проданную продукцию до 30 дней и устанавливалась цена реализации товара с учетом агрессивного выведения на рынок достаточных объемов продукции.

Показатели проекта демонстрируют хорошую внутреннюю норму рентабельности.

Индекс прибыльности (PI) свидетельствует о превышении суммы прибыли на единицу инвестированных средств.

Период окупаемости проекта укладывается в горизонт планирования.

Чистый приведенный доход (NPV) свидетельствует о целесообразности реализации проекта.

Риски по проекту минимальны. Согласно анализу безубыточности проекта, точка безубыточности как по количеству минимально проданной продукции, так и по сумме минимальной выручки, пройдена на нормальном уровне.

Резюмируя выше перечисленное, можно утверждать, что технико-экономические показатели характеризуют финансовую устойчивость проекта, достаточную прибыльность и окупаемость при условии грантовой поддержки в первый год.

#### **Литература**

Нужны ли России биопродукты? // Деловая пресса. Эксперт, 15.03.2004.

«Постановление комиссии (ЕС) 889/2008» относительно Био-рынка ЕС, от 5 сентября 2008 г.

Кодекс Алиментариус «Руководящие положения по производству, переработке, маркировке и сбыту биопродуктов», ФАО/ВОЗ.

Fliessbach, et al., «D-O-K (Biodynamic-Bioorganic-Conventional): Results From 21 Year Old Field Experiment».

Quinones, M. A., N. E. Borlaug and C. R. Dowsell. 2003. A fertilizer-based green revolution for Africa. In: Beresh, R. J., P. A. Sanchez and F. Calhoun. Replenishing soil fertility in Africa. Soil Science Society of America Special Publ. No. 51. Madison, Wisconsin. P. 81–95.

Anthony Trewavas. Urban myths of organic farming. *Nature* 410: 409-410 (March 2001). ([[http://www.data.forestry.oregonstate.edu/orb/Myths/nature\\_trewavas\\_organic.pdf](http://www.data.forestry.oregonstate.edu/orb/Myths/nature_trewavas_organic.pdf)копия])

«Organic Food: Global Industry Guide», Datamonitor.

## ПРОДУКТЫ ИЗ РЖИ ДЛЯ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ

*Н. К. Лаптева*

*ГНУ Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства  
Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого Россельхозакадемии,  
niish-sv@ mail.ru*

Одна из основных задач государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2020 г. – развитие производства пищевых продуктов, обогащённых незаменимыми компонентами (Чалдаев, Зимичев, 2013). Предполагается увеличение доли производства продуктов массового потребления, обогащённых витаминами и минеральными веществами, включая массовые сорта хлебобулочных изделий, – до 50% от общего объёма производства. Вместе с тем внутренний рынок на 80–85% должен быть обеспечен сырьём и пищевыми продуктами отечественного производства (Бурдун, 2012).

Для жителей России хлеб и хлебобулочные изделия являются основными продуктами питания, с которыми человек получает около 40% необходимых калорий, до 30% – белка, 40% – углеводов и большое количество витаминов (Шатнюк и др., 2012).

Значительную роль в питании играют и мучные кондитерские изделия, составляющие более 23% к объёму потребления хлебобулочных изделий на душу населения в России.

Для обновления ассортимента хлебобулочных и мучных кондитерских изделий учёные и производственники всё большее внимание уделяют использованию ржаной муки взамен пшеничной. Объясняется это тем, что рожь имеет самую низкую калорийность зерна и продуктов его переработки среди всех зерновых культур и при этом содержит значительно больше микроэлементов, витаминов и незаменимых аминокислот, чем пшеница. В ржаной обдирной муке, по сравнению с пшеничной мукой высшего сорта, содержится в 3,5 раза больше пищевых волокон, в 1,9 раза больше кальция, в 3,7 раза – магния, в 2,9 раза – железа, в 1,5 и более раза – витамина Е (α-токоферола) и витаминов группы В (Скурихин, Тутельян, 2007).

Ржаной ферментированный солод содержит декстрины, редуцирующие сахара, низкомолекулярные белковые вещества, содержит целый ряд фермен-

тов. Он обладает приятным натуральным вкусом и ароматом, придаёт продуктам естественную сладость. Растворимые пищевые волокна солода (пектин, пентозаны) снижают содержание холестерина в крови, то есть снижают степень риска сердечно-сосудистых заболеваний (Казанская, 2004). Таким образом, использование ржаного солода может повысить пищевую ценность изделий, в составе которых он применяется.

Важное значение имеет то, что зерно озимой ржи и продукты его переработки (мука, солод...) – это местное, экологически чистое сырьё.

В НИИСХ Северо-Востока более 15 лет проводятся исследования по расширению ассортимента изделий с использованием ржаного и других видов зернового сырья и внедрению их в производство.

В числе разработок – Стандарт организации на изделия хлебобулочные из смеси ржаной и пшеничной муки, в который включены сорта хлеба: «Кировский», «Вятский крупяной», ржано-пшеничный «Любительский», «Особый» и пшенично-ржаной «Новый».

Сорта хлеба «Кировский» и «Вятский крупяной» содержат крупу ячневую и пшеничную, хлеб «Любительский» имеет оригинальный вкус и аромат благодаря наличию солода ржаного ферментированного и тмина; содержание пищевых волокон в этом хлебе благодаря использованию двух видов ржаного сырья достигает 7,4%, что важно для здорового питания. Прекрасный вкус хлеба «Новый» достигается благодаря наличию ржаного ферментированного солода, семян подсолнечника и льна.

Все виды разработанных в НИИСХ Северо-Востока ржано-пшеничных и пшенично-ржаных сортов хлеба по содержанию пищевых волокон можно отнести к функциональным, т. к. они покрывают более 30% (от 32,1 до 55,3%) суточной потребности человека при употреблении их в количестве 200 г/сутки (табл.).

Таблица

**Покрытие потребности человека в пищевых волокнах при использовании в питании хлебобулочных изделий с ржаным сырьем, разработанных в НИИСХ Северо-Востока**

Наименование изделий	Содержание пищевых волокон в 200г хлеба, г	Покрытие потребности при использовании в питании 200 г/сутки, %
Хлеб ржано-пшеничный:		
– Кировский	11,5	38,2
– Вятский крупяной	12,0	39,9
– Любительский	14,7	49,0
– Особый	16,6	55,3
Хлеб пшенично-ржаной:		
– Новый	9,6	32,1

Примечание: Среднесуточная физиологическая потребность человека в пищевых волокнах по СанПиН 2.3.2.1078-01 составляет 30 г.

Разработанные изделия отличаются высоким (от 0,42 до 0,66%) содержанием витамина В<sub>1</sub>, покрывающим от 28 до 44% суточной потребности человека,

а также высоким содержанием минеральных веществ, особенно железа (степень покрытия потребности человека от 25,7 до 40,0%).

Исследования показали, что использование ржаного сырья перспективно и в производстве мучных кондитерских изделий.

Из числа таких изделий в институте разработаны нормативные документации на четыре сорта кексов: «Дымок», «Загадка», «Вечерний» и «Янтарный», пряники «Русский сувенир», пирожные песочные трех наименований: «Дубок», «Крепыш», «Бодрость» и печенье сдобное пшенично-ржаное «Полюшко» и «Дебют».

Под влиянием солода ржаного ферментированного, входящего в рецептуру кексов «Дымок» и «Загадка», отмечена важная тенденция к замедлению процесса их черствения и уменьшению усушки при хранении.

Основная часть сахаров ржаного солода представлена глюкозой и фруктозой. Последняя обладает повышенной сладостью (180% по отношению к сахарозе). Это позволило при разработке рецептур кексов «Дымок» и «Загадка» снизить расход сахара-песка.

Кексы «Вечерний» и «Янтарный» изготавливаются из смеси муки пшеничной и ржаной обдирной и другого сырья, выпускаются штучными массой от 50 до 80 г. Поверхность обсыпана сахарной пудрой.

Использование в рецептурах кексов «Вечерний» и «Янтарный» ржаной обдирной муки существенно повышает их пищевую ценность.

Какао-порошок, входящий в состав кекса «Вечерний», богат белком, клетчаткой, витаминами, фолиевой кислотой, флавоноидами, обладающими антиоксидантными свойствами, минералами. По содержанию железа и цинка его можно назвать лидером среди продуктов.

Курага, содержащаяся в кексе «Янтарный», богата минеральными веществами. Много в ней каротина, органических кислот и пектинов, эффективно выводящих из организма человека тяжелые металлы и радионуклиды.

Пряники «Русский сувенир» – прослоенные начинкой изделия круглой формы, имеющие печатную лицевую поверхность, покрытую сахарной глазурью. В зависимости от вида начинки пряники выпускаются в ассортименте. Внесение ржаного солода в тесто придает пряникам приятный вкус и нежный аромат, которые гармонично сочетаются с вкусовыми достоинствами начинки. Благодаря использованию в рецептуре двух видов ржаного сырья (муки и солода) усушка полуфабриката пряников достоверно уменьшается, что улучшает их потребительские свойства. Содержание пищевых волокон составляет 3,7%.

Разработана документация на три вида песочных пирожных: «Дубок», «Крепыш» и «Бодрость». Эти изделия отличаются как разным составом муки в тесте (50% и более – ржаная мука), так и разной отделкой (кунжут, орехи и орехи с шоколадом). Пирожные «Бодрость», «Крепыш» и «Дубок» содержат пищевых волокон от 4,8 до 7,5 г/100 г: в 2,0–3,1 раза больше, чем контрольный образец (Песочные кольца с орехом). Энергетическая ценность этих пирожных ниже на 5,7...9,4%.

На состав для производства пряников «Русский сувенир», пирожных «Крепыш» и «Бодрость» получены патенты.

Печенье сдобное «Полюшко» декорировано шоколадной глазурью. Использование в рецептуре этого печенья яблочного повидла вместо части сахара и жира, а также ржаной обдирной муки вместо части пшеничной муки высшего сорта позволило снизить по сравнению с контрольным образцом – печеньем «Листики»: энергетическую ценность – на 5,5%, увеличив содержание пищевых волокон до 4,5% (в 2,5 раза).

Печенье сдобное пшенично-ржаное «Дебют» типа сдобных сухариков готовится из смеси муки пшеничной высшего сорта и ржаной обдирной с добавлением солода ржаного ферментированного и другого сырья. Печенье «Дебют» двухцветное, имеет круглую или овальную форму.

Все виды разработанных в НИИСХ Северо-Востока мучных кондитерских изделий отличаются от аналогов, имеющих в производстве, повышенным (на 16,1...212,5%) содержанием пищевых волокон и более низкой (на 4,1...12,9%) энергетической ценностью.

Таким образом, использование ржаного сырья в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий позволяет расширить ассортимент изделий повышенной пищевой ценности, повышает экономическую эффективность их производства, уменьшив энергетический потенциал рациона, что важно для правильного, так называемого «здорового» питания современного человека.

#### **Литература**

Бурдун Н. И. Хлеб – основа здорового питания // Хлебопечение России, 2012. № 6. С. 34–35.

Казанская Л. Н. Что есть хлеб? СПб.: Береста, 2004. 146 с.

Скурихин И. М., Тутельян В. А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания. М.: ДеЛи принт, 2007. 276 с.

Чалдаев П. А., Зимичев А. В. Овсяная закваска для производства изделий повышенной пищевой ценности // Хлебопечение России, 2013. № 3. С. 26–28.

Шатнюк Л. Н., Коденцова В. М., Вржесинская О. А. Хлеб и хлебобулочные изделия как источник и носитель микронутриентов в питании россиян // Хлебопечение России, 2012. № 3. С. 20–23.

### **АПИПРОДУКТЫ – ИСТОЧНИКИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА**

*А. З. Брандорф*

*ГНУ НИИСХ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого*

В условиях техногенного развития на фоне экологического загрязнения возрастает интерес к биологически активным продуктам, так как организм человека способен гармонично развиваться только при условии больших точек соприкосновения с природными факторами. Среди многообразия биологически активных добавок – продукты, получаемые из улья медоносных пчел, являются самыми распространенными и доступными для каждого человека. Апипродукты состоят из питательных и активных веществ растений в сочетании с биоло-

гически активными веществами, продуцируемыми организмом пчелы. Они характеризуются экологической чистотой, сбалансированностью активных веществ – это продукты, которые предназначены для сохранения и продолжения жизни пчел, а также способны оказывать специфическое и неспецифическое воздействие на организм человека (Хисматуллина, 2005; Вахонина, 2010).

Апипродукты подразделяются на продукты, собираемые пчелами с растений, переработанные в улье (мёд, цветочная пыльца, прополис) и секретирываемые рабочими особями медоносных пчел (воск, маточное молочко, пчелиный яд). Распространенным диетическим продуктом в пище человека является пчелиный натуральный мед, в качестве биологически активной добавки к пище возможно использование цветочной пыльцы, маточного молочка, прополиса. Пчелиный яд обладает сильно выраженным терапевтическим действием, поэтому его рекомендуется использовать только в лечебных целях.

О целебных свойствах меда известно с древних времен. Мед – это сиропообразное сладкое вещество, полученное пчелами из цветочного нектара и пади, которые они собирают и перерабатывают, добавляя ферменты гипофаренгиальных желез, посредством которых происходит расщепление сахарозы на моносахара (глюкозу и фруктозу). Пчелиный мед по составу является высококалорийным продуктом, близким по составу плазме крови человека, что обуславливает 100% усвояемость в организме человека. По происхождению мед подразделяется на цветочный, падевый, смешанный. Цветочный мед делится на монофлерный (например, липовый, гречишный, малиновый и т.д.) и полифлерный (луговой, лесной, горный и т.д.). По способу получения выделяются следующие виды медов: центробежный, сотовый, прессовый, чанг, фильтрованный. Энергетическая ценность меда 315 ккал /100 г. По данным разных авторов, в составе меда насчитывается от 70 до 300 веществ, из которых 75% приходится на долю сахаров (фруктоза, глюкоза, сахароза), на декстрины 2-5%, на азотистые вещества 0,5%. Минеральные вещества представлены 37 элементами и составляют 0,2 %, липиды 0,2 %, кислоты 0,1 %. В состав меда входят более 15 ферментов (инвертаза, диастаза, каталаза, оксидаза и др.). В меде обнаружено 23 свободные аминокислоты и амина их количество колеблется 0,6-500 мг на 100 г. Витамины (С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>С</sub>, Е, А, К, РР, Н) содержатся в небольших количествах и изменяются от происхождения меда. В состав меда входят органические (муравьиная, уксусная, масляная, янтарная, яблочная и др.) и минеральные (фосфорная, соляная) кислоты. Липиды меда представлены в виде нейтральных жиров (триглицеридов) и свободных жирных кислот (пальмитиновой, олеиновой, стеариновой, деценовой и др.). Пчелиный мед обладает высокими вкусовыми свойствами, хорошо усваивается в пищеварительном тракте без предварительной ферментации, что является ценным качеством для людей с физиологическим и патологическим понижением ферментативной активности кишечного сока. Минеральные вещества и витамины участвуют в построении ферментативных систем, регулирующих обменные процессы усвоения белков, жиров, углеводов. Мед обладает широким спектром бактериологического и бактерицидного действия. Продолжительное употребление меда в питании восстанавливает нормальную функцию иммунной системы, повышая фагоцитар-

ную активность лейкоцитов и резистентность организма человека, улучшает кроветворение, укрепляя сердечную мышцу. Сотовый мед обладает десенсибилизирующим действием. Мед хорошо сочетается со многими лекарственными препаратами, усиливая фармакологические свойства и нейтрализуя их побочное действие, путем выведения токсических веществ из организма. Он является прекрасной основой для растворения и сохранения биологической активности многих лекарственных веществ (трав, плодов). При наружном применении мед быстро проникает в кожу, улучшает питание, повышает тонус, поэтому он является важной составляющей частью косметических средств. Суточная доза меда составляет 60 г, при высоких умственных и физических нагрузках доза увеличивается до 100–150 г (Кузнецов, Орджоникидзе и др., 2009). Уникальным продуктом является падевый мед, полученный пчелами при сборе сладкой густой жидкости на поверхности листьев, хвои, которая является выделением насекомых. Этот мед по набору углеводов превосходит цветочный, но простых сахаров содержит меньше. Основным углеводом (до 83%) многих падевых медов является мелицитоза. За счет большего содержания минеральных веществ и органических кислот этот мед ценится в диетическом питании. В западных странах падевый мед пользуется большой популярностью и стоит значительно дороже цветочного, превышая его по цене в 1,5–2 раза (Херольд, Лейбольд, 2006).

Натуральным поливитамином в гнезде медоносных пчел является цветочная пыльца, которую для длительного хранения медоносные пчелы превращают в пергу. Химический состав пыльцы изменяется в зависимости от ботанического происхождения, она содержит около 50 биологически активных веществ, благотворно воздействующих на организм человека при нарушении его функции, и 240 веществ которые необходимы для нормального протекания биохимических процессов в организме человека. Пыльца - совокупность биологически активных веществ растительно-животного происхождения. В состав пыльцы входят – белки, липиды, углеводы, витамины, минеральные вещества, ферменты, гормоны. Пыльца – это природный концентрат аминокислот и витаминов (токоферола, С, витаминов группы В, Н), 30 г пыльцы покрывает суточную потребность человека в незаменимых аминокислотах. Пыльца способствует ускорению роста и развития органов и тканей. Обладает стимулирующими свойствами, противомикробным и радиопротекторным действием. Количество минеральных веществ в пыльце колеблется от 1 до 7% (калий, натрий, кальций, магний и др.). Терапевтическая суточная доза пыльцы составляет 25–30 г. Пыльца оказывает регулирующее действие на желудочно-кишечный тракт человека, имеет высокий эффект при аллергических заболеваниях на фоне иммунодефицита, широко используется в офтальмологии, при сердечно-сосудистых заболеваниях, анемиях. В диетическом и детском питании используется в качестве биологической добавки для поддержания тонуса, восстановления ослабленных людей, повышения резистентности организма, улучшения работы мозга. Оптимальной формой применения пыльцы является перга – собранная пчелами пыльца в виде обножки и законсервированная медом, посредством мо-

лочно-кислого брожения все вещества пыльцевого зерна становятся наиболее усвояемыми организмом человека (Ивашевская, Лебедев и др., 2007).

В качестве биологически активного компонента к пище при диетическом питании возможно использование маточного молочка, которое является секретом мандибулярных и гипофаренгиальных желез рабочих особей медоносных пчел. Маточное молочко как любой полноценный пищевой продукт содержит: воду, жиры, белки, углеводы, минеральные вещества, витамины. Липидный состав маточного молочка не имеет аналогов, так как на 80-90 % состоит из особых короткоцепочечных гидрокси- и дикарбоновых жирных кислот, важное значение среди которых отводится 10-окси-2-деценой кислоте. Эти компоненты определяют широкий спектр биологического действия маточного молочка. Азотистые вещества преимущественно представлены несколькими белковыми фракциями (73,9%), доля свободных аминокислот (пролин, оксипролин, лизин) составляет 2,3%. Всего в состав молочка входит 29 аминокислот. Ферменты включают глюкооксидазу, фосфотазу, холинэстеразу. Минеральные компоненты включают – калий, кальций, натрий, цинк, железо, медь, марганец и др. Витаминный состав преимущественно представлен группой В и биотином. Маточное молочко на организм человека оказывает тонизирующее действие, стимулирует обмен веществ и деятельность нервной системы, восстанавливает деятельность желез внутренней секреции, улучшает кровотворение, деятельность сердца и пищеварение. Оно обладает противомикробными свойствами. Систематическое употребление маточного молочка улучшает обмен веществ, повышает сократительную способность сердечной мышцы, расширяет коронарные сосуды и гладкую мускулатуру бронхов, нейтрализует свободные радикалы, поэтому молочко используют в комплексе лечения злокачественных опухолей.

Пчелиное маточное молочко обладает радиопротекторным действием. В настоящее время, специалистами США разработана программа, которая рекомендует постоянное применение маточного молочка на фоне изменения радиационной обстановки. Данная программа широко используется в США, Японии, Китае и других странах. В Японии во всех детских учреждениях детям дошкольного и школьного возраста введено в рацион 3-х разовое употребление маточного молочка в разных формах, при месячной детской дозе 1–2 г. Следует отметить, что продолжительность жизни Японцев по данным за 2012 г. составляет 82,15 лет, занимая второе место в мире.

Прополис – натуральное смолистое вещество животного-растительного происхождения, собираемое пчелами с почек и разных частей растений. Прополис состоит из 50% смолообразных компонентов (флавоноидов, ароматических кислот, эфиров), 30% воска (жирные кислоты, спирты, эфиры), 10% эфирного и ароматического масел, 5% цветочной пыльцы, 5% других субстанций (минеральных веществ, кетонов, лактонов, хинонов, стероидов, витаминов, сахаров). Всего в нем идентифицировано около 200 соединений. В состав прополиса входят флавоноиды (19 соединений) акацитин, хризин, галангин. В прополис входят витамины: тиамин, рибофлавин, никотиновая кислота, токоферол, аскорбиновая кислота, провитамин А. Зольные элементы: калий, натрий, магний, кальций и др. Прополис обладает противомикробным, анестезирующим, противо-

воспалительным, противовирусным, противогрибковым, антиоксидантным, цитотоксическим, стимулирующим, консервирующим действием, оказывая влияние на специфические и неспецифические факторы иммунитета. Установлено, что прополис обладает антиоксидантным действием, так как обладает высокими антиокислительными свойствами, повышая защитные свойства организма. Использование прополиса эффективно при заболеваниях дыхательных путей, применяя пары (аэрозоли) прополиса. Благодаря противовоспалительным и фильтрующим действиям прополиса приготовленные с его использованием мази дают хороший эффект в косметике и в терапии.

Таким образом, апипродукты представляют комплекс эффективных биологически активных веществ, которые широко могут использоваться в диетическом питании, а также у людей, занимающихся спортом, с высоким умственными и физическими нагрузками, с пониженным иммунитетом, в периоды эпидемий, так как обладают многочисленными эффектами в повышении резистентности организма к заболеваниям, обладая выраженным антиоксидантным действием, повышая физическую и умственную работоспособность и выносливость.

#### Литература

- Вахонина Т. В. Пчелиная аптека. Минск: Бестпринт, 2010. 232 с.  
Ивашевская Е. Б., Лебедев В. И., Рязанова О. А. Экспертиза продуктов пчеловодства. Качество и безопасность. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. 208 с.  
Хисматуллина Н. З. Апитерапия. Пермь: Мобиле, 2005. 296 с.  
Херольд Э., Лейбольд Г. Лекарства из улья. Москва: АСТ: Астрель, 2006. 238 с.

### **БИОРЯЖЕНКА «БИФИДУМ ВЯТСКАЯ НЕЖЕНКА» И БИОПРОСТОКВАША «БИФИДУМ ВЯТСКАЯ СНЕЖИНКА» – ПРОДУКТЫ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ ДЛЯ ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА**

*М. С. Григорович<sup>1</sup>, О. Ю. Носкова<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> Кировская государственная медицинская академия Минздрава России,  
semya@kirovgma.ru*

*<sup>2</sup> ООО МНПК «Вяткабиопром», olgan-82@mail.ru*

Развитие дисбаланса микробиоценоза сопровождается снижением резерва адаптационных возможностей организма и предрасполагает к развитию целого ряда заболеваний [5, 7]. По данным отечественных авторов становление микробиоты у детей характеризуется наличием широких границ колебаний параметров микробиоценоза, пролонгированным по времени [1, 3]. Одним из наиболее перспективных направлений профилактики нарушений микробиоценоза кишечника является пробиотическое кисломолочное питание [2, 4, 6]. В этой связи на предприятии «Вяткабиопром» разработана технология и налажено производство пробиотических кисломолочных продуктов для детей раннего возраста биоряженка «Бифидум Вятская Неженка» и биопростокваша «Бифидум Вятская

Снежинка», обогащенных бифидобактериями *Bifidobacterium longum* в количестве не менее  $10^6$  КОЕ/см<sup>3</sup> (патент РФ на способ производства № 2483557).

Цель работы – оценить влияние пробиотических кисломолочных продуктов на процессы становления микробиоценоза кишечника у практически здоровых детей второго полугодия жизни.

В исследовании вошли 103 практически здоровых ребенка в возрасте от 8 до 12 месяцев. Они были разделены на 3 группы: основная группа (1ОГ) – дети, получавшие «Бифидум Вятская Неженка», основная группа (2ОГ) – дети, получавшие «Бифидум Вятская Снежинка», 3 группа сравнения (ГС) – дети, получавшие необогащенный детский кефир. Все группы были сопоставимы между собой по полу, виду вскармливания, весовым и ростовым показателям, по количеству принятого продукта за период наблюдения. Критерии исключения: непереносимость белка коровьего молока, положительный тест на лактазную недостаточность по методике Бенедикта, наличие анемии и симптомов нарушений пищеварения к моменту исследования, острые инфекционные заболевания за 30 дней до начала исследования. Всем пациентам проводились общеклинические исследования для выявления критериев исключения, микробиологическое исследование кала на дисбактериоз, содержание короткоцепочечных жирных кислот (КЖК) в кале.

При первичном микробиологическом обследовании выявлено, что у 99% детей состояние микробиоценоза кишечника характеризуется дефицитом представителей индигенной и избыточным ростом условно-патогенной флоры (табл.). При оценке уровня КЖК зарегистрированы 2 типа изменений. При анаэробном типе (у 70% детей) наблюдается достоверное повышение содержания пропионовой и масляной кислот и достоверное снижение уксусной кислоты (рис. 1–3); тенденция к снижению суммарного абсолютного содержания кислот. При аэробном типе изменений (у 30% детей) наряду с выраженной тенденцией к снижению суммарного содержания кислот отмечено достоверное повышение относительного количества уксусной кислоты (рис. 1).

Прием кисломолочных продуктов сопровождался восстановлением параметров биоценоза во всех трех группах, при этом более выраженная положительная динамика отмечалась в 1ОГ и 2ОГ, как по микробиологическим параметрам, так и по показателям метаболической активности микрофлоры – КЖК (рис. 1–3), при этом в 1ОГ наблюдалась более значимая динамика при «аэробном» типе, во 2ОГ – при «анаэробном» типе.

Таблица

**Содержание основных представителей микрофлоры толстого кишечника у детей при первичном обследовании кала, n = 95 (M±m)**

Виды микроорганизмов	Нижняя граница возрастной нормы	Результаты при первичном обследовании, n=95
Бифидобактерии, lg КОЕ/г	10	8,24±0,2
Лактобактерии, lg КОЕ/г	6	5,42±0,23
Типичная кишечная палочка, lg КОЕ/г	7	7,53±0,08

Виды микроорганизмов	Нижняя граница возрастной нормы	Результаты при первичном обследовании, n=95
Стафилококк золотистый, lg КОЕ/г	0	2,07±0,19
Дрожжеподобные грибы рода Candida, lg КОЕ/г	3	0,71±0,18
Клебсиеллы, lg КОЕ/г	3	1,72±0,29
Лактозонегативные энтеробактерии, %*	5	26,89±3,52
Гемолизирующая кишечная палочка, % *	0	11,55±1,99

\* Оценка проводилась в соответствии с нормами по Р. В. Эпштейн-Литвак и Ф. П. Вильшанской, 1977 г.

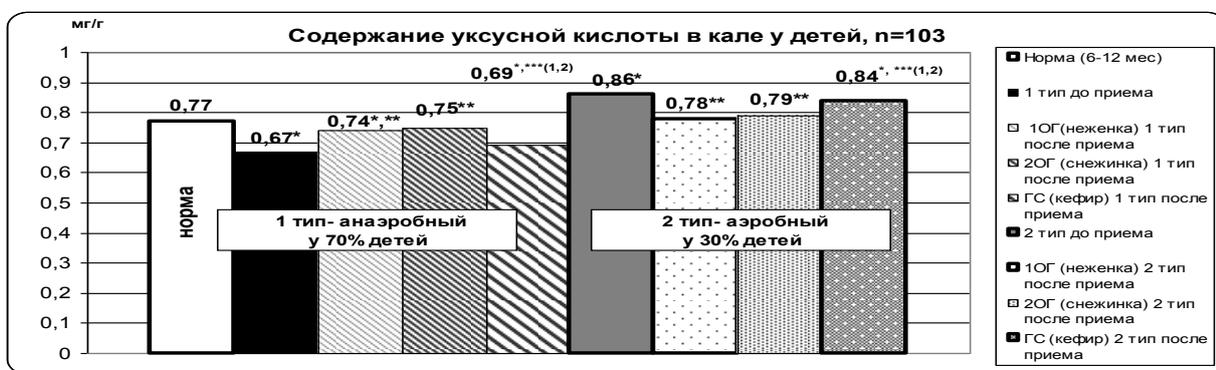


Рис. 1. Содержание уксусной кислоты в кале у детей, n=103

Примечание:  $M \pm m$  для  $p < 0,05$ , \* при сравнении показателей с нормой,

\*\* – при сравнении показателей на фоне приема, \*\*\* – при сравнении показателей на фоне приема между группами

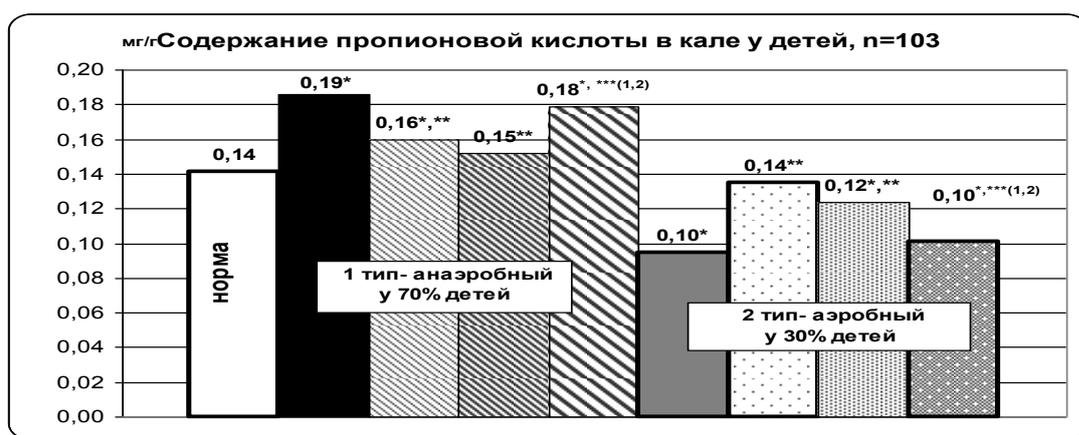


Рис. 2. Содержание пропионовой кислоты в кале у детей, n=103

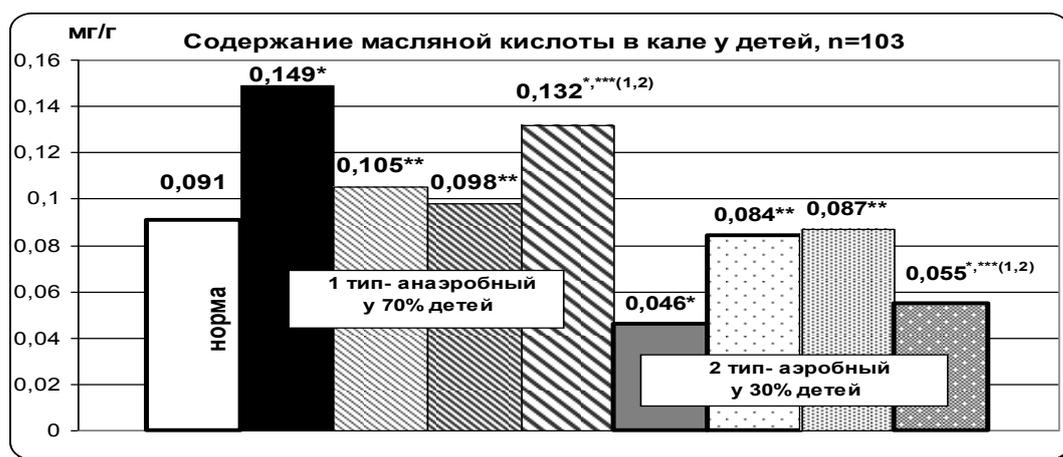


Рис. 3. Содержание масляной кислоты в кале у детей, n=103

Таким образом, прием пробиотических кисломолочных продуктов «Бифидум Вятская Неженка» и «Бифидум Вятская Снежинка» оказывают положительное влияние на микробиологические и метаболические параметры микробиотенноза кишечника и способны регулировать процессы становления микрофлоры у детей раннего возраста.

#### Литература

1. Вязова Л. И. Коррекция дисбактериоза кишечника у новорожденных детей групп риска новыми пробиотическими кисломолочными продуктами «Бифидобакт» и «Бифитат»: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Минск, 2011.
2. ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения».
3. Конь И. Я., Сафронова Л. И., Сорвачева Т. Н., Куркова В. И., Тоболева М. А., Калашникова Г. В. и др. Состояние микрофлоры кишечника у детей 1-го года жизни в зависимости от вида вскармливания. 2002. Т. 1. С. 1–11.
4. Конь И. Я. Пробиотические и кисломолочные продукты в питании детей раннего возраста. 2007. Т. 1. С. 8–12.
5. Куваева И. Б., Ладодо К. С. Микроэкологические и иммунные нарушения у детей. М: Медицина, 1991. 39.
6. Пособие для врачей. Питание здорового и больного ребенка / В. А. Тутельян, И. Я. Конь, Б. С. Каганов. М.: Династия, 2010. С. 53.
7. Böttcher MF, Nordin EK, Sandin A, Midtvedt T, Björkstén B. Microflora-associated characteristics in faeces from allergic and nonallergic infants. Clin Exp Allergy. 2000; 30(11): 1590–6.

## ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

*М. Ю. Куприянова, Л. Д. Егорова*

*Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», mery154@rambler.ru, pushonja@mail.ru*

В настоящее время, как отмечают исследователи, в России происходит существенное ухудшение здоровья школьников и детей дошкольного возраста. Воздействие факторов окружающей среды на состояние здоровья детской по-

пуляции приобретает все большую актуальность в связи с изменениями социально-экономической обстановки и состояния окружающей среды. М. М. Безруких (2011) выделяет следующие факторы, оказывающие влияние на здоровье и развитие детей: генетические, социальные, экологические, школьные факторы риска, факторы семейного риска, социокультурные факторы риска, организация профилактической работы и медицинской помощи.

Несмотря на большое число работ по изучению неблагоприятного влияния факторов окружающей среды, до сих пор остаются недостаточно разработанными вопросы количественной оценки их вклада в формирование функционального состояния и здоровья детей и подростков. Это обусловило выбор цели исследования – изучить связь между функциональным состоянием организма детей и подростков и факторами окружающей среды.

В период с 2001–2002 гг. нами было проведено исследование функционального состояния детей дошкольного возраста, проживающих в г. Новочебоксарск Чувашской республики. Всего было обследовано 572 ребенка, в т. ч. 291 – мальчики и 281 – девочки. В 2012–2013 гг. были обследованы дети школьного возраста, проживающих в г. Чебоксары и районах Чувашской Республики. Всего было обследовано 595 учеников, в том числе 310 – мальчики и 285 – девочки. Количество городских школьников составило 374 (62,8%) человека, сельских – 221 (37,2%).

Наиболее эффективным и научно-обоснованным методическим подходом к решению проблемы изучения функционального состояния ребенка при воздействии на него факторов различной природы является комплексный подход. В качестве параметров для оценки морфофункционального состояния организма детей и подростков нами были выбраны систолическое и диастолическое артериальное давление (САД, ДАД), частота сердечных сокращений (ЧСС), показатели кардиорегуляции, психофизиологические показатели, антропометрические показатели на момент обследования и при рождении.

В ходе исследования нами выявлено влияние процессов внутриутробного программирования на функциональные показатели центральной нервной системы (память, умственное развитие, готовность к обучению в школе) и системы кардиорегуляции у детей дошкольного возраста. У пятилетних мальчиков была выявлена достоверная отрицательная связь между массой тела при рождении и ЧСС ( $r = -0,666$ ;  $p = 0,001$ ). В этой возрастной группе выявлена достоверная отрицательная связь между длиной тела при рождении и ЧСС ( $r = -0,600$ ,  $p < 0,001$ ). Также было выявлено влияние здоровья ребенка при рождении на ЧСС с учетом возраста ( $p = 0,02$ ). У детей, первоначальный перинатальный период которых протекал благополучно, среднее значение ЧСС было выше ( $95,41 \pm 1,0$  уд/мин), чем у детей, первоначальный перинатальный период которых протекал с осложнениями ( $92,54 \pm 2,26$  уд/мин).

Ведущими факторами, определяющими значение артериального давления и частоты сердечных сокращений, были условия проживания, образовательный статус матери и отца, условия воспитания и обучения в дошкольном образовательном учреждении, возраст детей и состав семьи. Повышенное САД у детей, проживающих в трехкомнатной квартире, связано с относительным увеличени-

ем доли детей с нормальным и умеренно повышенным уровнем показателя. Дети, матери которых имели более высокий образовательный статус, обладали более высоким уровнем САД. Повышенное значение САД у детей, матери которых имели высшее образование ( $100,25 \pm 2,2$ ; среднее образование –  $96,8 \pm 2,1$  мм. рт. ст.:  $F=1,3$ ,  $p=0,027$ ), объясняется увеличением доли детей с нормальным и умеренно повышенным САД и уменьшением доли детей с пониженным САД.

Достоверные различия были выявлены в уровне ДАД между детьми, проживающими с тремя ( $65,5 \pm 1,4$  мм. рт. ст.) и четырьмя ( $62,7 \pm 1,4$  мм. рт. ст.) членами семьи ( $F=1,1$ ;  $p=0,02$ ). Повышенное значение ДАД у детей, проживающих с тремя членами семьи, связано с увеличением доли детей с выражено повышенным ДАД и уменьшением доли детей, имеющими пониженное ДАД.

Так, среднее значение ЧСС у детей, проживающих с пятью членами семьи, составило  $94,9 \pm 3,5$  уд/мин, шестью –  $101,8 \pm 7,3$  уд/мин ( $F=1,95$ ;  $p=0,047$ ). В ходе анализа была выявлена связь между таким социальным фактором как состав семьи и ЧСС с учетом возраста ( $F=4,12$ ;  $p=0,043$ ). Дети из неполных семей имели более высокие значения ЧСС ( $96,56 \pm 1,98$  уд/мин), чем дети из полных семей ( $94,25 \pm 1,03$  уд/мин). В ходе анализа обнаружена статистически достоверная разница ЧСС между детьми 6-7 лет, имеющими сибсов ( $91,7 \pm 2,1$  уд/мин) и детьми, у которых сибсов нет ( $94,4 \pm 1,6$  уд/мин) ( $F=1,05$ ,  $p=0,04$ ).

Анализ показал статистически достоверную корреляционную связь между условиями воспитания и обучения в дошкольном образовательном учреждении и САД ( $F=12,1$ ;  $p<0,0001$ ), ДАД ( $F=9,48$ ;  $p<0,0001$ ), ЧСС ( $F=3,79$ ,  $p<0,0001$ ) у детей 4–7 лет. Функциональное состояние системы кардиорегуляции в изученной нами группе детей дошкольного возраста связано с уровнем образования родителей, социальными параметрами семьи, курением родителей, а также особенностями раннего постнатального онтогенеза.

Определены факторы, оказывающие модифицирующее влияние на познавательные процессы: состав семьи, уровень образования отца и матери, жилищные условия, условия воспитания и обучения в ДОУ, состояние здоровья ребенка.

Предварительные результаты анализа влияния факторов окружающей среды на подростков позволяют сказать нам следующее. При анализе средних значений морфофизиологических показателей у девочек и мальчиков было установлено, что рост, вес, САД и ДАД в покое, САД и ДАД после нагрузки, ЧСС в покое, ЧСС после нагрузки и задержка дыхания при выдохе у подростков сходны как в городских, так и в сельских условиях. Однако выявлено достоверно различные средние значения показателей у мальчиков и девочек города: сила правой руки ( $t=-4,09$ ;  $p=0,00007$ ), сила левой руки ( $t=-2,31$ ;  $p=0,02$ ) и задержка дыхания при вдохе ( $t=-3,81$ ;  $p=0,00016$ ). Аналогичная ситуация со средними значениями этих же параметров у девочек и мальчиков сельской местности. Средний показатель массы тела городских школьников больше, чем у сельских ( $t=3,26$ ;  $p=0,0007$ ). По росту сельские школьники также уступают городским школьникам ( $t=3,46$ ;  $p=0,0013$ ). В то же время показатели роста и веса городских и сельских школьников находятся в пределах нормы, как у маль-

чиков, так и у девочек, по данным таблицы среднестатистических значений физического развития детей.

Таким образом, морфофункциональное состояние организма у детей дошкольного возраста в большей степени, чем у подростков, варьирует в зависимости от социально-экономического статуса семьи.

#### Литература

Безруких М. М. Школьные и семейные факторы риска, их влияние на физическое и психическое здоровье детей // Вестник практической психологии образования, 2011. № 1. С. 16–21.

### **ВРЕМЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ У ЮНЫХ ЛЫЖНИКОВ С ИСХОДНЫМ НОРМОТОНИЧЕСКИМ ТИПОМ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ**

*Р. И. Ефремова<sup>1</sup>, Г. А. Воронина<sup>1</sup>, Т. М. Карих<sup>2</sup>, С. В. Лебедева<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Вятский государственный гуманитарный университет,  
rufina\_85@inbox.ru*

*МОУ «Гимназия № 4», г. Подольск*

Время простой двигательной реакции – это сложный сенсомоторный акт, осуществляемый функционально объединенными звеньями на разных уровнях нервной системы и характеризует скорость распространения возбуждения по нейронным путям (Мельникова, Фарбер, 1976; Теплицкая, 1982). В связи с этим, латентный период двигательной реакции позволяет оценить функциональное состояние центральной нервной системы (ЦНС). Функциональный уровень системы, устойчивость реакции и уровень функциональных возможностей отражают возбудимость, лабильность и реактивность нервной системы. Следует отметить, что умение быстро реагировать является чрезвычайно важным для успешности в спортивной деятельности (Бутин, 2003). Данные об изменениях времени двигательных реакций используются в качестве показателя рабочего состояния, напряжения и утомления. Следовательно, время реакции является универсальным показателем для анализа нервных процессов при разных видах деятельности, индикатором физиологических состояний, характеризующих уровень физической подготовленности и средством оценки условий тренировочной деятельности (Бойко, 1964).

Целью настоящего исследования являлось проведение анализа изменений показателей двигательных реакций в подготовительный период у юных лыжников с исходным нормотоническим типом вегетативной регуляции в начале годичного периода тренировочного цикла.

Методика и организация исследования. Для исследования и оценки функционального состояния ЦНС и стрессоустойчивости лыжников-гонщиков был использован комплекс методик, в который входили компьютерные тесты по установлению времени зрительно-моторной (ВЗМР) и слухо-моторной реакции (ВСМР). Для изучения особенностей внимания применялась корректурная буквенная проба (таблица Анфимова). Вычисляли следующие показатели:

*A* – коэффициент точности выполнения задания (усл.ед.); *P* – коэффициент умственной продуктивности (усл.ед.); *Q* – объем зрительной информации (бит.); СПИ – скорость переработки информации (бит./с.). Тип вегетативной нервной системы (ВНС) определяли по анализу variability сердечного ритма (ВСР) на аппаратно-программном комплексе «ВНС-Ритм» («НейроСофт» Россия).

В исследовании принимали участие младшие школьники 10 и 11 лет ( $n=32$ ), занимающиеся в группе начальной спортивной подготовки. На начало исследований стаж занятий лыжными гонками составлял 1–2 года. По классификации, предложенной Р. М. Баевским (1997), в начале годового тренировочного цикла (переходный период) в первую группу вегетативной регуляции были отнесены спортсмены (43,8%) с нормотоническим типом ВНС, индекс напряжения регуляторных систем у которых находился в пределах 30–90 усл.ед.

В подготовительный период у спортсменов с исходным нормотоническим типом регуляции сердечного ритма выявлена следующая тенденция изменений, по сравнению с начальным (переходным) периодом годового тренировочного цикла. У 64,3% лыжников данный тип регуляции сохранился и в подготовительный период. Выявлено достоверное улучшение скорости зрительно-моторной реакции ( $p=0,073$ ) (табл.). В то же время количество и качество переработанной информации (*A*, *P*, *Q*) в корректурной пробе повысилось, но не значимо ( $p>0,05$ ), по сравнению с переходным периодом. Также мало изменилась и скорость переработки информации (табл.).

Спортсмены, у которых происходит переход от исходного нормотонического типа регуляции в переходный период к *ваготоническому* в подготовительный (21,4%), ответная реакция носила иной характер. Скорость зрительно-моторной реакции повысилась с  $331,28 \pm 41,14$  мс до  $309 \pm 8,92$  мс, но незначимо ( $p=0,731$ ), по сравнению со спортсменами, у которых сохранился нормотонический тип ВНС (табл.). Скорость слухомоторной реакции наоборот ухудшилась, по сравнению с переходным периодом подготовки ( $269,42 \pm 38,98$  мс до  $289 \pm 21,46$  мс). Показатели переработки информации по корректурной пробе имеют тенденцию к снижению, но не достоверно значимую, по отношению к начальному периоду годового цикла ( $p>0,05$ ) (табл.).

У двух спортсменов происходит переход на симпатотонический тип регуляции. Скорость зрительно-моторной реакции увеличилась до  $278 \pm 3,0$  мс, вместе с тем ВСМР в этой группе становится максимальной ( $222 \pm 15,0$  мс), по сравнению с нормотониками и ваготониками (табл.). По результатам корректурной пробы СПИ составила  $1,73 \pm 0,52$  бит/с. Значительно больше и общее количество просмотренных знаков ( $Q=696,9 \pm 23,74$ ), по сравнению с нормотониками и ваготониками.

**Показатели двигательных реакций лыжников 10-11 лет  
в подготовительный период подготовки с исходным нормотоническим  
типом вегетативной регуляции**

Показатели	Переходный период	Подготовительный период		p	
	Исходный нормотонический тип (n=14).	Нормотонический тип (n=9), 64,3%	Ваготонический тип (n=3), 21,4%	1-2	1-3
	1.	2.	3.		
ВЗМР мс	331,28±41,14	258,66±7,17	309±8,92	0,073	0,731
ВСМР мс	269,42±38,98	231±3,48	289±21,46	0,534	0,234
A усл.ед	0,925±0,023	0,960±0,016	0,879±0,051	0,240	0,818
P усл.ед	741,44±67,2	918,39±87,28	641,15±74,12	0,240	0,394
Q бит	476,16±44,45	563,52±45,64	420,47±34,84	0,485	0,240
СПИ бит/с	1,44±0,12	1,48±0,14	1,24±0,15	0,818	0,394

\* – достоверные значения, при  $p < 0,05$ ,  $p_{2-1}$  – различия между спортсменами с нормотоническим типом ВНС в подготовительный и переходный период;  $p_{2-3}$  – различия между спортсменами с исходным нормотоническим типом ВНС в переходный период и последующим ваготоническим в подготовительный

**Заключение.** При сравнении полученных данных в подготовительный период практически у всех спортсменов отмечается тенденция к повышению скорости реагирования на внешний раздражитель, что свидетельствует об устойчивом функциональном уровне системы и повышенных функциональных возможностях организма, особенно у спортсменов с сохранившимся исходным нормотоническим типом и с повышенным тонусом симпатической системы. Можно предположить, что механизм, участвующий в формировании адаптационных изменений в организме в ответ на внешнее воздействие, будет зависеть от направленности тренировочного процесса и от преобладающего типа ВНС (Агаджанян и др., 1989; Шлык, 2009).

#### Литература

- Агаджанян Н. А., Ефимов А. И., Хрущев В. Л. и др. Хронофизиологические аспекты адаптации человека к условиям арктического Заполярья // Хронобиология и хрономедицина. М.: Медицина, 1989. С. 144–156.
- Баевский Р. М., Берсенева А. П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.: Медицина, 1997. 236 с.
- Бойко Е. И. Время реакции человека. М.: Медицина, 1964. 417 с.
- Бутин И. М. Лыжный спорт. М.: Владос пресс, 2003. 368 с.
- Мельникова Т. С., Фарбер Л. А. Временные параметры простой двигательной реакции как показатель функционального состояния мозга человека // Физиология человека. 1976. Т. 2. № 5. С. 836–842.
- Теплицкая Е. И. Психомоторная активность при нарушениях психики. Киев, 1982. 270 с.
- Шлык Н. И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. 255 с.

## МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

*И. С. Боднарь, В. Г. Зайнуллин, Б. М. Кондратёнок*  
*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, bodnar@ib.komisc.ru*

Роль металлолигандного гомеостаза в нормальном функционировании органов и систем сопоставима с ролью генетических факторов в формировании здоровья (Кудрин, 2000). Республика Коми расположена на территории Европейского Севера Российской Федерации. Север представляет собой огромную полиэлементную биогеохимическую провинцию со сниженными адаптивными возможностями человека, где нарушения минерального обмена носят масштабный характер (Горбачев и др., 2007). Геохимическая среда Республики Коми является дискомфортной для проживающего населения и способна провоцировать развитие эндемических заболеваний. Наиболее чувствительной группой к воздействию факторов окружающей среды является детское население (Вельтищев, 1999).

Цель работы: анализ элементного статуса и качества здоровья детского населения как «информативных показателей» экологического состояния территории Европейского Севера (на примере Республики Коми).

На первом этапе исследования определены территории риска развития экологически обусловленной заболеваемости. На основании анализа данных заболеваемости были определены пять районов, в которых проводился анализ волос детей: Троицко-Печорский, Усть-Цилемский, Ижемский, Прилузский районы и г. Ухта. Заинтересованность в оценке элементного статуса детей из Троицко-Печорского, Прилузского районов обусловлена выявленной нами высокой заболеваемостью среди детского населения. Усть-Цилемский и Ижемский районы заинтересовали сходного географического положения, но разницы по национальному составу: в Усть-Цильме проживает преимущественно русское население, а в Ижемском районе – ижемские коми. Анализ качества здоровья выявил достоверные отличия в заболеваемости. Например, онкологическая заболеваемость за анализируемый период (с 1989 по 2009 гг.) выше в Ижемском районе. В работе проведено исследование содержания 19 химических элементов (натрий, калий, медь, цинк, кальций, магний, фосфор, сера, селен, алюминий, кобальт, хром, никель, железо, марганец, мышьяк, свинец, кадмий, ртуть) в волосах детей. В исследование вошли 85 детей, включая 43 женского и 42 мужского пола. Средний возраст детей составляет  $11,2 \pm 2,6$  года. Предварительно было проведено анкетирование. Образцы волос получали путем состригания с затылочной части головы, помещали в специальные конверты с идентификационными записями. В местах отбора биологических проб проводили отбор проб питьевой воды. Определение микроэлементного состава образцов волос и содержания микроэлементов в питьевой воде выполнено лабораторией «Экоаналит» Института биологии Коми научного центра УрО РАН. Анализ образцов волос проводили методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой.

Анализ элементного состава волос детей показал снижение содержания **меди**. Число детей, имеющих в волосах содержание меди ниже физиологических границ, составило 41,3%. Для Республики Коми с её подзолистыми почвами характерно низкое содержание меди: в почве от 2 до 12 мг/кг, в воде исследуемых районов – до от 0,05 до 31 мг/дм<sup>3</sup>. При холодном воздействии может существенно увеличиваться потребность в данном микроэлементе, что в условиях Севера приводит к метаболическому дефициту. Дефицит отрицательно сказывается на всасывании железа, кроветворении, функции щитовидной железы.

Северо-Запад России относится к **селенодефицитным** регионам вследствие низкого содержания этого элемента в окружающей среде. Содержание селена в питьевой воде изученных районов Республики Коми низкое (от 0,01 до 0,38 мкг/дм<sup>3</sup>). Гипоселеноз характерен для 95% обследованного детского населения. Дефицит селена обуславливает снижение 5'-деиодиназы и коррекция йодом эндемического зоба и кретинизма в условиях дефицита йода и селена оказывается малоэффективной.

Содержание **никеля** в волосах детей повышено. В некоторых образцах содержание никеля в несколько раз превышает норму, из них у 90% – в 2–7 раз. Причиной высокого содержания никеля в волосах является его высокое содержание в почве в пределах 1–2 ПДК. Количество проб выше нормы у девочек составляет 47,7%, у мальчиков – 27,6%.

Содержание **марганца** в волосах детей на порядок выше референсных значений. Количество проб волос с содержанием марганца выше нормы составляет 91%. Достоверно выше содержание марганца у девочек (при  $p \leq 0,01$ ). Накопление марганца в волосах детей является следствием его высокого содержания в дерново-подзолистых, подзолистых почвах Европейского Севера России. Содержание марганца в почвах, воде исследованных районов варьирует от чрезвычайно опасного (до 30 ПДК в воде) до умеренно опасного (1–2 ПДК). Избыточное содержание марганца способно приводить к нейродегенеративным заболеваниям.

Для установления отличий между районами по содержанию элементов в волосах детей использовали критерий Краскела-Уоллиса. При обнаружении статистически значимых различий между районами провели апостериорные сравнения с помощью критерия Манна-Уитни. Имеются статистически достоверные отличия ( $p \leq 0,01$ ) в накоплении в волосах детей различных районов меди (содержание меди в Усть-Цилемском районе статистически значимо ниже, чем в Троицко-Печорском, Ижемском районах и г. Ухте.), кальция и магния (избыток в г. Ухте, Прилузском и Троицко-Печорском районе), кобальта, хрома (недостаток в Прилузском и Усть-Цилемском районе). Имеются достоверные отличия в накоплении фосфора в волосах детей из различных районов. В Троицко-Печорском районе 83% обследованных детей испытывают недостаток фосфора. В Усть-Цилемском районе избыток железа отмечается у 43% обследованных детей, в Ижемском – у 55%, концентрации железа выше ПДК обнаружены и в питьевой воде нецентрализованного водоснабжения.

**Свинец** – один из наиболее токсичных металлов. Наибольшие концентрации этого элемента в волосах детей отмечаются в Троицко-Печорском районе, выше, чем в Ижемском, Усть-Цилемском и г. Ухта. Накопление свинца связано с его высоким содержанием в природных водах (до 7 ПДК). **Кадмий** – экотоксикант, обладающий канцерогенным, гонадотропным, эмбриотропным, мутагенным и нефротоксическим действием. Наибольшее содержание кадмия – в волосах детей Прилузского района, у 50% обследованных – избыток кадмия в волосах. Повышенные концентрации кадмия по максимальным показателям обнаружены в питьевой воде.

Таким образом, у детей республики обнаружен дисбаланс эссенциальных элементов. Разница в элементном портрете исследуемых районов обусловлена в большей степени геохимическими особенностями территории. Согласно ранговому показателю, лучшая обеспеченность эссенциальными и условно эссенциальными элементами характерна для Ижемского района, за ним идет Усть-Цилемский район, менее благополучен – Прилузский. Наиболее неблагополучными являются Троицко-Печорский район и г. Ухта. Именно эти районы относятся к территориям «высокого риска развития экологически обусловленной патологии» у детей. Подтверждением положения относительно адаптации коренного населения к геохимическим условиям является то, что наиболее благополучным районом по содержанию жизненно необходимых элементов является Ижемский район, где проживают коми-ижемцы – коренные жители Севера.

#### **Литература**

Вельтищев Ю. Е. Экологически детерминированные нарушения состояния здоровья детей // Российский педиатрический журнал, 1999. № 3. С. 7–8.

Горбачев А. Л., Добродеева Л. К., Теддер Ю. Р., Шацова Е. Н. Биогеохимическая характеристика северных регионов. Микроэлементный статус населения Архангельской области и прогноз развития эндемических заболеваний // Экология человека, 2007. № 1. С. 4–11.

Кудрин А. В., Скальный А. В., Жаворонков А. А. Иммунофармакология микроэлементов. М.: КМН, 2000. 350 с.

## **ОЦЕНКА УМСТВЕННОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ УЧАЩИХСЯ В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

***В. Н. Касьянов***

*Вятский государственный гуманитарный университет, kvn\_6767@mail.ru*

Несмотря на достаточно глубокую изученность проблемы умственного утомления учащихся, исследование её остается актуальным в связи с резким изменением образа и темпа жизни современного школьника. Введение новых технологий обучения, увеличение объема учебной нагрузки и информационных потоков, компьютеризация, сотовые телефоны, гиподинамия, изменение структуры питания – все эти непривычные факторы экологии человека, несомненно, вносят свои коррективы, в том числе в развитие утомления учащихся, главным образом, умственного (Терегулова, 2012).

Труд, связанный с освоением новых знаний, требует от обучающихся напряжения памяти, концентрации внимания, мыслительных процессов, необходимых для восприятия и воспроизведения полученной информации с позиций физиологии, отличается большим мозговым напряжением. Активизация внимания и возбуждение в центральной нервной системе сосредоточены в сравнительно небольшой области нервных центров, что обуславливает их быстрое утомление (Занько, 2008).

Таким образом, изучение умственной работоспособности учащихся необходимо для контроля над функциональным состоянием центральной нервной системы и его изменения под действием различных факторов, в том числе и времени (Алипов, Ахтямова, Афанасьев и др. 2010).

Целью нашей работы стало исследование показателей умственной работоспособности у школьников с признаками синдрома дефицита внимания (СДВГ) и контрольной группе в динамике обучения в течение учебного года.

Задачи: 1) Изучение процессов утомления среди обучающихся с признаками СДВГ и контрольной группе в динамике девяти месяцев учебного года. 2) Сравнение процессов утомления обучающихся с признаками СДВГ и контрольной группе в динамике учебной недели.

Материалы и методы. Исследования проведены на базе МОУ СОШ с УИОП № 9, МБОУ СОШ № 71 г. Кирова и кафедры медико-биологических дисциплин ФГБОУ ВПО «Вятского государственного гуманитарного университета». Изучение умственной работоспособности в динамике учебного года осуществлены на пятидесяти девяти учащихся 5–9 классов с признаками СДВГ и на 60 учащихся контрольной группы МБОУ СОШ № 71, а изучение умственной работоспособности в динамике учебной недели – на двадцати пяти учащихся с признаками СДВГ и двадцати семи учащихся контрольной группы МОУ СОШ с УИОП № 9.

С помощью модернизированных корректурных таблиц Анфимова исследовали следующие показатели: коэффициент точности выполнения задания (А), коэффициент умственной продуктивности (Р), объем зрительной информации (бит) Q, скорость переработки информации (СПИ), устойчивость внимания (УВН) (Воронина, Джергения, 2004; Фалова, 2011).

Результаты. Как показали полученные данные, значения коэффициента умственной продуктивности учащихся в начале учебного года варьируют от 435,5 до 947,7 и в среднем, он составляет 727,05; в середине года наблюдается значительное достоверное повышение его в среднем до 810,5, и до конца учебного года это повышение сохраняется до 809,6 единиц.

В целом значения Р в начале года минимальны, а в середине года уже возрастают и удерживаются на этих высоких цифрах до конца второго полугодия. Исследование скорости переработки информации (СПИ) обнаружило подобную же зависимость: если в начале года значения СПИ колебались в пределах 0,52–1,81, в среднем составив 1,61, то в середине года наблюдались колебания от 0,85 до 2,7 (в среднем 1,81), а к концу учебного года наблюдалось повышение СПИ в среднем до 1,85 для учащихся с признаками СДВГ. Для контрольной группы результаты имели такую же тенденцию, но с более высокими

абсолютными показателями: в начале года 0,66–1,95, в среднем 1,55; в середине года 1,43–2,01 (в среднем 1,87), в конце года – рост СПИ в пределах 1,79–2,12, среднее значение достигало 1,88. У отдельных школьников отмечалось уменьшение СПИ в конце учебного года, таким образом, в динамике периода обучения в одном классе в целом у учащихся наблюдается прогрессирующее увеличение скорости переработки информации. Таким образом, показатели умственной работоспособности детей с признаками СДВГ достоверно ниже, чем цифры, полученные в контрольной группе, это доказывает влияние синдрома дефицита внимания на скорость протекания мыслительных операций в головном мозге подростков с признаками данного синдрома.

Исследование значений коэффициента точности выполнения задания (А) также обнаруживает наличие периода «вработывания» в начале года. В этот период показатель А был минимальным, колебался в пределах 0,43–0,93, в среднем составил 0,71. В середине года эти значения возросли до 0,79, и в конце года рост составил до 0,80.

Из анализа представленных данных следует, что показатели умственной работоспособности в динамике учебного года изменялись неоднозначно: в начале отмечался минимум значений коэффициента умственной продуктивности (Р) и точности выполнения задания (А), но максимум значений скорости переработки информации (СПИ), в середине наблюдалось значительное достоверное увеличение Р и А, снижение СПИ, удерживающееся до конца учебного года включительно.

У учащихся контрольной группы среди 5–9 классов МОАУ СОШ № 9 исследовались те же показатели в течение учебной недели. После понедельника значение коэффициента умственной продуктивности (Р) в среднем составило 794,58 (колебание от 637,5 до 907,8); после вторника происходило снижение у 13 учащихся, у 12 – повышение; после среды – у 14 повышение, у 11 снижение, а после четверга только у пяти учениц отмечалось повышение Р, у остальных – снижение данного показателя. То есть, можно отметить, что в целом только после четверга, то есть в пятницу и субботу, к концу недели, у учащихся отмечаются признаки умственного утомления.

Скорость переработки информации (СПИ) у школьников колебалась достаточно синхронно, т. е. повышалась (по сравнению со вторником) после среды, снижалась после четверга и незначительно повышалась после пятницы. Значение коэффициента точности выполнения задания (А) колебалось индивидуально у каждого – форма кривой у всех своеобразная, однако можно отметить общую тенденцию к повышению показателя к четвергу и снижению к пятнице. У этой группы учащихся исследовали устойчивость внимания (УВН). Оказалось, что его значение у всех школьников одинаковое: после вторника он составил 5,1, после среды – 21, после четверга – 5,27, после пятницы – 3,3, т. е. к среде (середине недели) УВН достоверно повышалась, снижаясь к пятнице.

Выводы. Показатели умственной работоспособности учащихся в течение учебного года различаются: в начале года наблюдается минимум точности выполнения задания и значений коэффициента умственной продуктивности, но максимум скорости переработки информации; в середине года точность выпол-

нения задания и умственная продуктивность возрастает и сохраняется вплоть до окончания второго полугодия, а показатель скорости переработки информации снижается и достигает минимума к финалу учебного года. Обучающиеся с признаками СДВГ демонстрируют при исследовании более низкие результаты, чем представители контрольной группы.

В течение учебной недели наблюдаются изменения показателей умственной работоспособности, они неоднозначны у разных учащихся, однако имеется общая тенденция к снижению их к концу недели. Утомляемость учащихся с признаками СДВГ, достоверно выше, чем скорость процессов торможения среди обучающихся контрольной группы. Очевидно, проблема умственного утомления учащихся остается актуальной в связи с высокой нагрузкой на нервную систему из-за резкой компьютеризации и информатизации современной жизни (Тимофеева, Рогачева 2009).

### Литература

Воронина Г. А., Джергения С. Л. Физиология и психология труда. Учебно-методическое пособие для студентов педагогических вузов. Киров: Изд-во ВГПУ, 2004. 52 с.

Занько Н. Г. Физиология человека. Методы исследования функций организма: лабораторный практикум. СПб.: СПбГЛТА, 2008. 36 с.

Алипов Н. Н., Ахтямова Д. А., Афанасьев В. Г. и др. Руководство к практическим занятиям по нормальной физиологии: учеб. пособие / Под ред. С. М. Будылиной, В. М. Смирнова. М.: Издательский центр «Академия», 2010. 336 с.

Фалова О. Е. Сборник практических работ по курсу «Физиология человека». Ульяновск: УлГТУ, 2011. 29 с.

Терегулова Г. А. Некоторые показатели умственной работоспособности учащихся в современных условиях обучения // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы. Уфа, 2012. С. 146–151.

Тимофеева С. С., Рогачева Ю. И. Медико-биологические основы БЖД. Практикум. Иркутск: Изд-во ИРГТУ, 2009. 130 с.

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЖАНОЙ СУХОЙ ПОСЛЕСПИРТОВОЙ БАРДЫ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПШЕНИЧНОГО ТЕСТА

*Е. С. Лыбенко*

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
elenalybenko@rambler.ru*

Важным стратегическим направлением в развитии пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации является обеспечение комплексной и безотходной переработки сельскохозяйственного сырья, связанной с эффективным использованием вторичных ресурсов: жом, барда, сыворотка, фруктовые порошки и другие, которых ежегодно образуется до 45 млн. тонн в год (Стратегия..., 2011).

В России при производстве спирта ежегодно образуется не менее 10 млн тонн жидкой барды (Балиев, 2010), которая содержит белков порядка 25...30%, а также аминокислоты, пищевые волокна, витамины и другие биологически активные вещества. Значительная часть барды используется неэффективно: для

получения кормовой добавки DDGS как субстрат для получения кормовых дрожжей и метанового брожения как удобрение (Ненайденко, 2008). Одним из аспектов решения вопроса рационального использования барды послеспиртовой может стать внедрение её в рацион питания человека.

Уржумский ликероводочный завод производит спирт из ржаного зерна. При этом побочный продукт – барда, который раньше считался отходом и использовался на корм скоту, находит применение в производстве мясных полуфабрикатов, молочных продуктов, а также в хлебопечении. На заводе производят барду ржаную сухую послеспиртовую, в которой содержатся не менее 17 различных аминокислот, суммарное содержание которых в пересчете на сухое вещество достигает 35,6%. На долю углеводов приходится в среднем 13,5%, жира – 7–8% и минеральных солей – 2,4%. По питательной ценности сухая барда превосходит стандартные комбикорма и зерноотходы.

Влияние барды ржаной послеспиртовой сухой на реологические свойства теста определяли по реологическим свойствам теста методом Л.Я. Ауэрмана (2003) по расплываемости шарика теста. Изучение воздействия барды сухой на активность дрожжей в тесте проводили ускоренным методом определения подъемной силы дрожжей.

Барда сухая послеспиртовая является неоднородным продуктом. Известно, что размеры частиц муки и зерновых компонентов теста в значительной степени влияют на скорость протекания биохимических и коллоидных процессов, а вследствие этого, на свойства теста, качество и выход хлеба.

Чем слабее клейковина, тем сильнее тесто расплывается при расстойке и выпечке. В течении 3-х часовой отлежки шарик в контрольном варианте расплылся до 7,2 см, тогда как у изучаемых вариантов расплываемость шарика теста отмечалась в меньшей степени. Наиболее стабильным оказалось тесто в вариантах с размером частиц 0,4...1,0 мм и более 1,0 мм.

Таким образом, внесение барды приводит к снижению расплываемости шарика теста, по сравнению с контролем, и положительно сказывается на улучшении формоудерживающей способности теста. Частицы барды участвуют в формировании пространственного губчатого структурного каркаса теста, способствуют повышению стабильности тестовых заготовок при расстойке, снижают расплываемость подовых изделий.

Активность дрожжей в тесте обуславливается не только их свежестью, правильностью хранения, наличия питания. На интенсивность спиртового брожения в тесте, помимо наличия легко сбраживаемых сахаров и активных амилаз, влияние оказывает и наличие витаминов, белков, минеральных веществ. Чем быстрее в воде всплывает шарик из дрожжевого теста, тем активнее дрожжи и тем более адаптированной средой для жизнедеятельности дрожжей является это тесто.

Эксперименты, проведенные в Вятской ГСХА, показали, что с увеличением крупности частиц барды, внесенной в тесто, время всплывания шарика сокращается. Следовательно, введение в тесто крупных фракций барды размером более 1 мм не снижает активность дрожжей в тесте.

Введение барды ржаной послеспиртовой в хлеб целесообразно не только с точки зрения повышения его питательной ценности, но и имеет преимущества с точки зрения технологии приготовления хлеба. Наиболее оптимальной для введения в тесто является фракция барды послеспиртовой сухой размером частиц более 1 мм. Она способствует улучшению формоустойчивости теста, формированию более благоприятной его структуры и повышению активности дрожжевого брожения в тесте.

#### Литература

Ауэрман Л. Я. Технология хлебопекарного производства Учебник. СПб.: Профессия, 2003. 416 с.

Балиев А. Союз. Беларусь-Россия // Российская газета, 2010. № 445 (9).

Ненайденко Г. Н., Послеспиртовая барда в качестве органического удобрения // Ликероводочное производство и виноделие, 2008. № 7. С. 12–15.

Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации (Проект), 2011.

### КОСМИЧЕСКАЯ ОДИССЕЯ МИКРОБИОТЫ ЧЕЛОВЕКА НАЧИНАЕТСЯ С ЗЕМЛИ

*Л. Е. Куликова<sup>1</sup>, И. А. Лундовских<sup>1</sup>, И. Ю. Чичерин<sup>2</sup>, И. П. Погорельский<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *Вятский государственный университет, kaf\_mb@vyatsu.ru*

<sup>2</sup> *Научное общество «Микробиота», rpatron@mail.ru*

Эра пилотируемых космических полетов, открытая 12 апреля 1961 г., полетом первого космонавта Земли Ю. А. Гагарина, ознаменовала собой начало освоения околоземного пространства. В течение всех прошедших лет совершенствовалась ракетно-космическая техника, увеличилась численность экипажей космических кораблей и продолжительность пребывания космонавтов в космосе, человек вышел в открытый космос. На очереди полет экипажей космических кораблей к другим планетам, что предопределило начало реализации проекта «Марс-500». Цель проекта – изучение взаимодействия в системе «человек – окружающая среда», получение экспериментальных данных о состоянии здоровья и работоспособности человека, длительно находящегося в условиях изоляции в герметично – замкнутом пространстве ограниченного объема при моделировании основных особенностей марсианского полета, таких как сверх дальность, автономность, измененность условий коммуникации с Землей (задержка связи, лимитируемость расходования ресурсов и др.) (Психологическая газета, 2013)

Одним из разделов проекта «Марс-500» «Биохимические и иммунологические исследования» предусмотрено выполнение копрологических исследований, включая микробиологические исследования, для оценки динамики функционального состояния желудочно-кишечного тракта людей – прототипов будущих астронавтов. Как свидетельствуют результаты исследований, выполненных специалистами ГНЦ РФ «Институт медико-биологических проблем» РАН, при длительном пребывании людей в герметично-замкнутом пространстве мно-

гократно увеличивается микробиологическая загрязненность воздуха, нарушается барьерная функция защитных систем организма, повышается возможность активизации условно-патогенных микроорганизмов, способных вызвать инфекционно-воспалительные заболевания (Гегенава, 2013).

Неблагоприятные условия среды обитания ограниченного объема помещения, многокомпонентные загрязнения воздуха, гиподинамия, сенсорная депривация, стрессовые ситуации и другие отрицательные факторы диктуют необходимость выработки стратегии экологического подхода к проблемам профилактики инфекций, возникающих в экстремальных условиях обитания. Это касается в первую очередь инфекций желудочно-кишечного тракта, возникающих вследствие нарушения естественных барьеров колонизационной резистентности и развития сложных микрoэкологических нарушений в желудочно-кишечном тракте (Ильин и др., 2013)

Как известно, в целях коррекции микрoэкологических нарушений в кишечнике на протяжении более 40 лет применяется пробиотикотерапия, эффект которой неоднозначен, а порой и вовсе отсутствует. Клинические наблюдения свидетельствуют, что микроорганизмы пробиотиков являются чужеродными (гетерологичными) и отторгаются микробным сообществом биопленки кишечника.

Для решения проблемы профилактики дисбактериозов у лиц, находящихся в измененных условиях обитания, в том числе и у будущих астронавтов, специалисты ГНЦ РФ «Институт медико-биологических проблем» РАН предлагают использовать аутологичные микроорганизмы, выделенные из кишечника задолго до полета в космос или проведения экспериментов в измененных условиях среды обитания, для создания индивидуальных пробиотических препаратов. В ходе семилетнего цикла исследований по изучению эффективности аутопробиотикотерапии был сделан вывод о том, что необходимо периодически пополнять дефицит микроорганизмов собственной микрофлоры у лиц с высоким риском профессиональных заболеваний.

Поспешность такого вывода очевидна: не изучены достаточно глубоко биологические свойства аутоштаммов, их совместимость с индигенной микрофлорой, нет сведений о дальнейшей судьбе аутоштаммов в организме человека (выживаемости и приживаемости), чувствительности (резистентности) к антибактериальным препаратам, наконец, нет сведений о том, что же лежит в основе благоприятных эффектов аутопробиотиков – сами микроорганизмы или их метаболиты.

С учетом выполненных экспериментальных исследований (Чичерин и др., 2012), можно вполне обоснованно говорить, что основной вклад в эффективность пробиотиков вносят продукты жизнедеятельности микроорганизмов – метаболиты, а микроорганизмы, их продуцирующие, не участвуют в восстановлении микробиоциноза кишечника.

На сегодняшний день эффективным средством восстановления дисбиотических нарушений кишечника различного генеза является специально созданный пребиотик Стимбифид, оказывающий безопасное и эффективное положительное воздействие на нормальную микрофлору желудочно-кишечного тракта.

Главное то, что препарат Стимбифид, как и другие пребиотики, поддерживают и восстанавливают собственную кишечную микрофлору, в отличие от пробиотиков, применением которых безрезультатно пытаются заселить биопленку кишечника «хорошими», но чужими для организма штаммами микроорганизмов, в том числе аутоштаммами. Процесс восстановления индигенной (собственной) микробиоты всегда протекает наиболее эффективно и безопасно, поскольку микробиота является составной частью сформировавшегося микробиоценоза еще с рождения человека, и ей не нужно «проходить паспортный контроль», доказывая иммунной системе и организму в целом свою аутентичность.

Перспективным является создание на основе пробиотиков как «стартовых» микроорганизмов препаратов нового класса – метабиотиков (постбиотиков).

#### **Литература**

Гегенава А. В. Микробиота кожных покровов человека в условиях герметичных помещений и длительных космических полетов при детектировании методом хроматомакс – спектрометрии микробных маркеров: Автореф. дис. канд. мед. наук. М., 2012.

Ильин В. К., Суворов А. Н., Кирюхина Н. В. др. Аутопробиотики как средство профилактики инфекционно-воспалительных заболеваний у человека в искусственной среде обитания // Вестник РАМН, 2012. № 2 С. 56–62.

Проект «Марс-500 // Психологическая газета 2013, 7 ноября. [www.psy.su](http://www.psy.su)

Чичерин Ю. И., Погорельский И. П., Дармов И. В. и др. Пробиотики: вектор развития // Практическая медицина, 2012. №3 (58) С. 180–188.

### **ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ СИНДРОМА ДЕФИЦИТА ВНИМАНИЯ С ГИПЕРАКТИВНОСТЬЮ У СТУДЕНТОВ**

*А. В. Марьина, Е. Г. Шушканова*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
nasty11091992@mail.ru*

Одна из наиболее важных проблем человеческого общества на сегодняшний момент времени – это возрастание частоты встречаемости отклонений в здоровье населения, что проявляется не только в виде сердечно-сосудистых заболеваний, падении силы иммунной системы, но и в виде нервно-психических расстройств, что может быть связано с неблагоприятной экологической обстановкой, высоким уровнем стрессовой нагрузки на нервную систему. Негативные факторы окружающей среды, чрезмерно влияя на организм человека, вызывают появление различных патологий и напряженных состояний, одним из которых является синдром дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ), который обнаруживается и у взрослого населения, хотя ранее был известен только в детском возрасте.

СДВГ – это устойчивое нарушение организации произвольного внимания и планирования деятельности. Он приводит к снижению успешности обучения, и является причиной трудностей, возникающих при адаптации к социальному окружению и повышенным умственным нагрузкам. Проявление СДВГ связы-

вают с функциональной незрелостью лобных долей больших полушарий головного мозга, и поэтому синдром поначалу имел название «минимальные мозговые дисфункции» (Попова, 2009). Основными симптомами СДВГ являются невнимательность, импульсивность и гиперактивность (Трухина, 2012). Также этот синдром часто сопровождают: неорганизованность, рассеянность, чрезмерная разговорчивость, частая забывчивость, смена настроения, желание физической активности. Но эти признаки не являются определяющими при выявлении синдрома, поскольку они могут проявляться и у людей, не страдающих СДВГ, и причиной этому являются особенности темперамента, эндокринные нарушения или неврозы (Нуреев, 2012).

Согласно исследованиям (Романчук, 2010), более половины детей, страдающих СДВГ (примерно 70%), будут иметь его и в зрелом возрасте – это 1–3% взрослого населения. Но точных данных о распространенности СДВГ среди взрослого населения пока нет, в том числе из-за отсутствия общепринятой методики диагностики СДВГ у взрослых. Однако известно, что симптоматика СДВГ может сохраниться и в более зрелом возрасте.

Для подтверждения данного факта было проведено исследование среди студентов 2–4-х курсов естественно-географического факультета Вятского государственного гуманитарного университета. Чтобы выявить признаки СДВГ, провели анкетирование этих студентов с использованием «Шкалы-опросника для выявления СДВГ у взрослых» (Нуреев, 2010). По результатам анкетирования из 98 студентов у 20 студентов была выявлена высокая вероятность наличия СДВГ (группа 1), среди остальных были выбраны 18 студентов с минимальной вероятностью наличия данного синдрома (группа 2).

Для сравнения функциональной активности головного мозга у испытуемых были изучены свойства их нервной системы на компьютерном комплексе «НС-ПсихоТест» (Мантрова, 2007). Во время работы использовались пять методик, одинаковых по технологии выполнения для всех студентов, независимо от их принадлежности к той или иной группе: теппинг-тест, оценка внимания, помехоустойчивость, реакция на движущийся объект, опросники по оценке подвижности, силы и уравновешенности нервной системы. Результаты тестов обработаны статистически, достоверность различий оценивалась с использованием критерия Стьюдента.

Таблица

**Результаты оценки свойств нервной системы**

Методики	Группа 1 (с признаками СДВГ)	Группа 2 (без признаков СДВГ)
Теппинг-тест		
• Средняя частота, Гц	3,11±0,55	3,6±0,54
• Число нажатий, раз	186,79±33,12	215,72±32,39
• Начальный темп, Гц	3,12±0,58	3,99±0,5
Оценка внимания		
• Среднее время реакции, мс	276,45±8,38	278,68±9,85
• Устойчивость	6,8±0,32	6,57±0,35
• Концентрация	2,85±0,08	3,03±0,09

Методики	Группа 1 (с признаками СДВГ)	Группа 2 (без признаков СДВГ)
Помехоустойчивость		
• Среднее время реакции, мс	305,35±5,47	311,74±5,81
• Функциональный уровень	4,2±0,21	4,16±0,1
• Устойчивость	1,99±0,12	1,63±0,14
• Уровень возможностей	<b>3,25±0,12*</b>	<b>2,85±0,14</b>
Реакция на движущийся объект		
• Среднее время реакции, мс	2,01±0,37	2,73±0,63
• Точные	12,85±0,62	10,72±1,46
• Опережение	21,3±1,71	17±1,38
• Запаздывание	<b>15,85±1,66*</b>	<b>22,28±1,79</b>
Тесты-опросники		
• Подвижность нервной системы	4,1±0,42	4,05±0,54
• Сила нервной системы	4,52±0,48	4,21±0,5
• Уравновешенность нервной системы	4,14±0,25	4,32±0,39

Примечание: \* – различия с показателями группы 2 достоверны,  $p < 0,05$ .

Таким образом, у студентов с признаками СДВГ выявлены следующие особенности функционирования нервной системы: преобладание реакций опережения ( $21,3 \pm 1,71$  против  $17,0 \pm 1,38$ ), низкая концентрация внимания ( $2,85 \pm 0,08$  против  $3,03 \pm 0,09$ ), меньшая уравновешенность ( $4,14 \pm 0,25$  против  $4,32 \pm 0,39$ ) и меньшая лабильность ( $3,11 \pm 0,55$  против  $3,6 \pm 0,54$ ) нервной системы. Можно предполагать, что у испытуемых с признаками СДВГ слабее удерживается контроль над значимым объектом длительное время. А также в неполной мере выражена способность к торможению ориентировочных рефлексов на побочные раздражители, которые могут привести к возникновению нецелесообразных движений.

В целом по работе можно сделать следующие выводы: среди молодых людей в возрасте 18–20 лет выявлены студенты с признаками синдрома дефицита внимания с гиперактивностью, однако отклонения в функционировании нервной системы и уровне работоспособности у данных студентов минимальны. Значительных трудностей в обучении и социальной адаптации не выявлено. Можно говорить о положительной возрастной динамике проявлений исследуемого синдрома.

### Литература

Мантрова И. Н. НС-ПсихоТест комплекс компьютерный для психофизиологического тестирования: руководство по эксплуатации. Иваново: Нейрософт, 2007. 216 с.

Нуреев И. Т. Синдром дефицита внимания и гиперактивности у взрослых, его диагностика и влияние на успешность образовательной деятельности студентов (обзор литературы) // Вятский медицинский вестник, 2012. № 1. С. 60–68.

Нуреев И. Т. Диагностика синдрома дефицита внимания и гиперактивности у студентов: метод. пособие. Киров: КГМА, 2010. 19 с.

Попова О. В. Особенности высших психических функций, электрической активности мозга и успешность обучения подростков и студентов с признаками СДВГ // Вятский медицинский вестник, 2009. № 2–4. С. 77–81.

Романчук О. И. Синдром дефицита внимания и гиперактивности у детей. М.: Генезис, 2010. 336 с.

Трухина С. И. Синдром дефицита внимания с гиперактивностью у школьников и студентов вузов. Киров: Радуга-ПРЕСС, 2012. 135 с.

## **ФОРМИРОВАНИЕ КУЛЬТУРЫ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ ШКОЛЬНИКОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ**

***О. В. Власова***

*Институт развития образования Кировской области,  
vlasovaoksana@rambler.ru*

Питание является важным фактором, определяющим здоровье населения. Правильное питание обеспечивает нормальный рост и развитие детей, способствует профилактике заболеваний, продлению жизни людей, повышению работоспособности и создает условия адекватной адаптации их к окружающей среде. Болезни органов пищеварения относятся к наиболее распространенным заболеваниям школьников. Проблема здорового питания становится все более актуальной в России, рассматривается на государственном уровне. В большинстве субъектов РФ реализуются программы, предусматривающие совершенствование материально-технической базы пищеблоков и школьных столовых, оптимизацию рационов с включением в них продуктов, обогащенных витаминами и микронутриентами, улучшение профессионального обучения работников. Разработаны методические документы, рекомендуемые наборы и ассортимент продуктов питания для детей и подростков, примерное меню горячих школьных завтраков и обедов.

Формирование культуры здорового и безопасного образа жизни обучающихся, включая качественное и доступное питание – одна из важнейших задач системы образования, реализации экспериментального проекта по совершенствованию организации школьного питания.

Культура питания – важнейшая составная часть общей культуры здорового образа жизни обучающихся, что нашло отражение в федеральных государственных образовательных стандартах (ФГОС) нового поколения. Формирование культуры здорового питания должно начинаться с самых первых этапов обучения ребенка в школе и продолжаться на протяжении всех лет обучения с учетом возрастного подхода.

Полноценное, сбалансированное питание является важнейшим условием нормального функционирования человеческого организма, особенно в период роста и развития. На период от 7 до 18 лет, который ребенок проводит в школе, приходится наиболее интенсивный соматический рост организма наряду, сопровождающийся повышенными умственными и физическими нагрузками. Ор-

ганизация питания в каждой возрастной группе школьников имеет свои особенности, учитывающие изменения, происходящие в детском организме на каждом этапе.

Недостаточное или несбалансированное питание в младшем школьном возрасте приводит к отставанию в физическом и психическом развитии, которое, по мнению специалистов, практически невозможно скорректировать в дальнейшем. Одна из важнейших составляющих пищи – белок. Недостаток белка, а тем более белковое голодание приводит к отставанию роста, нарушениям не только физического, но и умственного развития, снижению сопротивляемости болезням, успеваемости и трудоспособности, а избыток ведет к нарушению обменных процессов и снижению аппетита. В период роста особенно велика потребность в жидкости, благодаря которой происходит лучшее усвоение питательных веществ, а также выведение продуктов распада из организма.

Питание детей подросткового возраста имеет свои особенности. При организации рациона питания обучающихся, воспитанников средней школы необходимо учитывать физические и физиологические изменения, которые происходят в подростковом возрасте. Достаточное поступление белков, необходимых для формирования новых структурных компонентов организма приобретает особое значение. Именно поэтому недостаток или даже полное исключение из рациона питания белковой пищи (что происходит в том случае, когда подростки, желая следовать модным стандартам, используют различные диеты), отражается не только на самочувствии, но может привести к нарушению естественного хода развития. Важное значение имеет и присутствие в рационе питания продуктов - источников кальция, необходимого для нормального роста и развития костной ткани. Недостаток кальция приводит к заболеваниям опорно-двигательного аппарата: сколиозу и нарушению осанки. Естественным источником кальция являются молоко и кисломолочные продукты. В связи с увеличением объема крови и мышечной массы значительно увеличивается потребность организма подростков в железе (железосодержащие продукты - мясо, гречка, гранаты и т.д.). Нарушение питания в этот период может стать причиной хронических заболеваний и задержек в развитии.

Организация питания старшеклассников должна учитывать значительный рост энергетических потребностей организма, связанных с увеличением интеллектуальных, эмоциональных и физических нагрузок. Важно отметить, что расход энергии в сутки в юношей и девушек выше, чем у взрослых мужчин и женщин (разница составляет около 15%). Снабжение организма необходимыми веществами возможно только при разнообразном питании, основу рациона должны составлять привычные продукты.

Не умаляя важности рациональной организации питания обучающихся, воспитанников, нельзя забывать о значении формирования культуры здорового питания. Только системная работа по формированию культуры здорового питания может помочь изменить вкусовые пристрастия, постепенно изменить структуру питания, научить детей делать сознательный выбор в пользу полезных блюд, здорового питания.

При разработке региональных программ по совершенствованию организации школьного питания важно учитывать не только требования, предъявляемые ФГОС и СанПиН, но и реальную ситуацию в образовательных учреждениях.

В образовательном учреждении работа по формированию культуры здорового питания должна проводиться по трем направлениям.

Первое направление заключается в рациональной организации питания в школе, в школьной столовой, где все от внешнего вида школьной столовой до состава продуктов в школьном буфете должно соответствовать принципам здорового питания и способствовать формированию здорового образа жизни.

Второе направление – реализация образовательных программ по формированию культуры здорового питания. При формировании культуры здорового питания наиболее эффективна комплексная и системная работа, когда постепенно формируются основы гигиены и режима питания, дается представление о полезных продуктах и полезной пище, о необходимых питательных веществах, о рациональной структуре питания, о культуре питания разных народов и т.п.

И, наконец, третье направление – просветительская работа с родителями, а также вовлечение их в процесс формирования культуры здорового питания в семье.

С 2013 г. в образовательных учреждениях Кировской области внедряется программа «Разговор о правильном питании», разработанная специалистами Института возрастной физиологии Российской академии образования. Данная программа более 10 лет с успехом реализуется в школах России. Основная цель программы – формирование культуры питания у детей и подростков. Основные планируемые результаты реализации программы в образовательных учреждениях Кировской области (о которых расскажем в следующих статьях) – освоение детьми полезных привычек и навыков, связанных с питанием, изменение рациона питания в семьях школьников, совершенствование структуры школьного питания. В ходе реализации программы используются разнообразные формы и методы, носящие преимущественно интерактивный характер, обеспечивающий непосредственное участие детей в работе по программе, стимулирующий их интерес к изучаемому материалу, дающий возможность проявить свои творческие способности. Наиболее распространенными при этом являются игровые методики – ролевые, ситуационные, образно-ролевые игры, а также элементы проектной деятельности, дискуссионные формы.

В заключении хотелось бы подчеркнуть важность образовательных мер для формирования навыков и принципов здорового питания с детского и подросткового возраста. Проведение уроков, практических занятий, с включением тем рационального, здорового питания, для детей школьного возраста, их родителей может частично восполнить существующий недостаток.

#### **Литература**

Воронина Г. А., Морозова М. А. Школа здоровья (Физиологические основы здорового питания). Киров: Изд-во ВятГГУ, 2011. Ч. 1. 123 с.

Князева Л. И., Левчук В. В. Анализ алиментарно-зависимых заболеваний // Проблемы питания: гигиена, безопасность, рационально-ориентированный подход. Киров. 2007. С. 10–17.

Безруких М. М., Филлипова Т. А., Макеева А. Г. Формирование культуры здорового питания обучающихся, воспитанников. Методические рекомендации. М., 2012. 64 с.

## **ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ДЛЯ ЖИТЕЛЕЙ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ С ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ**

*Д. В. Попыванов*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
ecolab2@gmail.com*

В последнее время, в связи с глобальными изменениями в биосфере, все чаще стали обсуждаться вопросы оценки экологического риска, как для природных систем, так и для человека.

В Кировской области численность населения составляет 1319076 человек, в регионе функционируют промышленные предприятия – источники загрязнения окружающей среды, поэтому проблема оценки экологического риска является актуальной.

Ведущими отраслями промышленности Кировской области являются: машиностроение и металлообработка, химическая и нефтехимическая, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная, пищевая промышленность, электроэнергетика. Их удельный вес в объеме промышленного производства составляет 84%. Наиболее крупные предприятия: ОАО «Вятское машиностроительное предприятие «АВИТЕК», ОАО «Электромашиностроительный завод «Лепсе», ОАО «Вятско-Полянский машиностроительный завод «Молот», ЗАО «Завод минеральных удобрений Кирово-Чепецкого химического комбината», ООО «Завод полимеров Кирово-Чепецкого химического комбината», ОАО «Шинный комплекс «Амтел – Поволжье», ОАО «Кировский мясокомбинат», ОАО «Кировский завод по обработке цветных металлов» (Региональный доклад ..., 2013).

За 2012 г. в Кировской области в поверхностные водные объекты сброшено 107,729 тыс. т загрязняющих веществ: из них нитриты 71,816 т, натрий 1337,36 т, фтор 12,002 т, железо 28,774 т, хлороформ 0,79 т (Региональный доклад, 2013)

В Кировской области оценку риска загрязнения окружающей среды для населения осуществляет Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Кировской области в соответствии с руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. (Руководство ..., 2004)

Целью работы была оценка индивидуального экологического риска для жителей Кировской области при поступлении загрязняющих веществ с питьевой водой за 9 месяцев 2013 г.

Экологический риск – вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным

воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера (Федеральный закон ..., 2002).

Для расчета величины риска неканцерогенных эффектов (нитраты, фториды, железо, бор, аммиак, нитриты) учитываются: поступление их с питьевой водой, концентрация вещества в воде, величина водопотребления, частота воздействия, продолжительность воздействия, масса тела, период осреднения экспозиции, референтная доза/концентрация.

Известно, что нитраты и нитриты вызывают у человека метгемоглобинемию, рак желудка, отрицательно влияют на нервную и сердечно-сосудистую системы, на развитие эмбрионов. Метгемоглобинемию — это кислородное голодание (гипоксия), вызванное переходом гемоглобина крови в метгемоглобин, не способный переносить кислород. Метгемоглобин образуется при поступлении нитритов в кровь. При содержании метгемоглобина в крови около 15% появляется вялость, сонливость, при содержании более 50% наступает летальный исход. Заболевание характеризуется одышкой, тахикардией, цианозом в тяжелых случаях — потерей сознания, судорогами, смертью (Борисов, 1990).

Длительное воздействие соединений фтора является одним из факторов риска развития артериальной гипертензии, нарушений липидного обмена, при этом повышается содержание холестерина и липопротеидов высокой плотности в сыворотке крови. Наблюдается у больных флюорозом снижение частоты сердечных сокращений, приглушенность сердечных тонов. У лиц, контактирующих с соединениями фтора, отмечаются вегетососудистые проявления: гипергидроз, повышенная утомляемость, раздражительность, головокружения (Шалина, Васильева, 2009).

При продолжительном употреблении человеком воды с повышенным содержанием в ней железа учащаются заболевания печени, значительно увеличивается риск инфарктов, а также могут наблюдаться аллергические реакции. Длительное потребление питьевой воды с повышенным содержанием бора вызывает повышенное содержание общего сахара в крови, усиление тормозных процессов в коре головного мозга, снижение кислотности желудочного сока, нарушение минерального обмена в организме и др. (Алексеев, 2010).

Характерными признаками аммиачного токсикоза является обычно повышение возбудимости, развития судорог, угнетения дыхательного центра. Малые дозы аммиака приводят к повышению условной рефлекторной возбудимости и ослаблению тормозного процесса. Большие дозы аммиака, наоборот, вызывают исчезновение условных рефлексов. (Габович, Припутина, 1990).

На основе проведенных нами расчетов установлено, что индивидуальный неканцерогенный риск в Кировской области за 9 месяцев 2013 г. при поступлении веществ с питьевой водой равен 0,393, что является приемлемым. Стоит отметить также, что, по сравнению с прошлым годом, этот показатель увеличился на 0,085 (Попыванов, Огородникова, 2013)

В Кировской области индивидуальный канцерогенный риск в соответствии с руководством рассчитывается только по хлороформу. Известно, что хлороформ пагубно влияет на работу центральной нервной системы. Употребление воды, содержащей хлороформ (900 ppm) за короткое время может вы-

звать головокружение, усталость и головную боль. Постоянное воздействие хлороформа может вызвать заболевания печени и почек (Шабаров, 1994).

Источником поступления хлороформа в окружающую среду в Кировской области является ООО «ГалоПолимер Кирово-Чепецк» (Региональный доклад ..., 2013г.)

Расчет канцерогенного риска за 9 месяцев 2013 г. по хлороформу в воздухе показывает, что значение канцерогенного риска как в г Кирове, так и в области составляет  $6,45 \cdot 10^{-6}$ , что относится к категории приемлемого риска; и, по сравнению с прошлым годом, этот показатель уменьшился на  $1,5 \cdot 10^{-6}$  (Попыванов, 2013).

Таким образом, проведенная в соответствии с Руководством оценка уровней канцерогенного и неканцерогенного риска для населения Кировской области за 9 месяцев 2013 г. показывает, что уровни индивидуального риска являются приемлемыми. Поступление поллютантов с питьевой водой не представляет опасности для жителей региона.

Выражаем благодарность сотрудникам Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Кировской области за консультации и помощь в оценке риска.

#### Литература

- Алексеев Л. С. Контроль качества воды. М.: Изд-во «ИнфраМ», 2010. 154 с.
- Борисов В. А. Экологические проблемы накопления нитратов в окружающей среде. М., 1990. 28 с.
- Габович Р. Д., Припутина Л. С. Гигиенические основы охраны продуктов питания от вредных химических веществ. Киев: Изд-во «Здоровья», 1987. 248 с.
- Попыванов Д. В., Огородникова С. Ю. Оценка экологического риска для жителей Кировской области // Вопросы фундаментальной и прикладной физиологии в исследованиях студентов вузов: Матер. V Всерос. молодежной науч. конф. Киров: Изд-во «Веси», 2013. С. 71–73.
- Региональный доклад «О состоянии окружающей среды Кировской области в 2012 году». Киров, 2013. 192 с.
- Шабаров Ю. С. Органическая химия: В 2-х кн. М.: Химия, 1994. 848 с.
- Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Состояние здоровья населения в связи с состоянием окружающей природной среды и условиями проживания населения. М., 2004. 389 с.
- Шалина Т. И., Васильева Л. С. Общие вопросы токсического действия фтора // Сибирский медицинский журнал. 2009. № 5. С. 5–9.
- Федеральный закон от 10.01.2002. № 7-ФЗ (ред. от 02.07.2013) «Об охране окружающей среды».

Научное издание

**Актуальные проблемы  
региональной экологии и  
биодиагностика живых систем**

Материалы

XI Всероссийской научно-практической конференции-выставки  
инновационных экологических проектов с международным участием  
26–28 ноября 2013 г.

*Редакторы: Т. Я. Ашихмина, Н. М. Алалыкина*

*Верстка: Е. М. Кардакова*

Издательство ООО «ВЕСИ»  
610000, г. Киров, ул. Московская, 52,  
E-mail: ooovesy@yandex.ru

Подписано в печать 14.11.2013 г., Формат 60x84 1/16.  
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.  
Усл. п. л. 34,11 Тираж 200 экз.  
Заказ № 614.

Отпечатано с готового оригинала в типографии ООО «Лобань»,  
610000, г. Киров, ул. Московская, 52.  
тел./ф.: (8332) 69-50-15.

Вятский государственный гуманитарный университет,  
610002, г. Киров, ул. Красноармейская, 26.