

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**ФГБОУ ВПО «Вятский государственный гуманитарный университет»**  
**ФГБУН Институт биологии Коми научного центра УрО РАН**  
**Администрация г. Кирова**  
**МБУ «Центр инноваций» г. Киров**  
**ООО «Вятский Базар плюс»**  
**Управление Росприроднадзора по Кировской области**  
**Департамент экологии и природопользования Кировской области**  
**Управление по делам молодёжи Кировской области**  
**Европейско-Российский Центр эколого-экономического и**  
**инновационного развития «ЕвроРосс»**

**БИЗНЕС. НАУКА.**  
**ЭКОЛОГИЯ РОДНОГО КРАЯ:**  
**ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

Материалы Всероссийской научно-практической  
конференции-выставки экологических проектов  
с международным участием  
18–20 апреля 2013 г.

Киров 2013

ББК 28.081я431

Б 63

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., А. М. Слободчиков, профессор, к. х. н., Е. В.  
Дабах, доцент, к. б. н., Е. А. Домнина, доцент, к. б. н., Л. В. Кондакова, доцент,  
к. б. н., Г. Я. Кантор, с. н. с., к. т. н., С. Ю. Огородникова, доцент, к. б. н.,  
А. С. Олькова, ст. преподаватель, к. т. н., В. А. Титова, с. н. с., Т. А. Адамович,  
с. н. с., ст. преподаватель

Б 63 Бизнес. Наука. Экология родного края: проблемы и пути их реше-  
ния: Материалы Всероссийской научно-практической конференции-выставки  
экологических проектов с международным участием. (г. Киров, 18–20 апреля  
2013 г.). Киров: ООО «Веси», 2013. 426 с.

ISBN 978-5-4338-0102-8

В сборник Всероссийской научно-практической конференции-выставки эколо-  
гических проектов с международным участием «Бизнес. Наука. Экология родного края: пробле-  
мы и пути их решения» вошли материалы исследований, посвященных современным про-  
блемам фито- и зооиндикации, механизмам адаптации организмов к условиям среды.

Рассматриваются традиционные и вновь разработанные методы проведения биоинди-  
кации и биотестирования с использованием организмов разной систематической принадлеж-  
ности.

Значительное место в трудах конференции уделено проблемам биомониторинга тех-  
ногенных территорий.

Рассматриваются разнообразные проблемы социальной экологии, экологической  
культуры и воспитания.

ISBN 978-5-4338-0102-8

ББК 28.081я431

© ФГБОУ ВПО «Вятский государственный гуманитарный университет», 2013

© ФГБУН Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, 2013

© МБУ «Центр инноваций», 2013

# СОДЕРЖАНИЕ

## ДОКЛАДЫ ПЛЕНАРНОГО ЗАСЕДАНИЯ

<i>Гудков И. Н.</i> Современные задачи и проблемы радиоэкологии.....	12
<i>Кудяшева А. Г.</i> Эколого-биохимический мониторинг состояния популяций мышевидных грызунов на техногенно загрязненных территориях.....	17
<i>Ашихмина Т. Я., Кантор Г. Я., Титова В. А., Адамович Т. А.</i> Использование результатов космической деятельности и ГИС-технологий в научном и образовательном процессе.....	20

## СЕКЦИЯ 1

### БИОМОНИТОРИНГ РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО МИРА

<i>Никитина О. А.</i> Эколого-флористическая структура цианобактериально-водорослевых ценозов городов лесостепной зоны Республики Башкортостан .	26
<i>Быданова Н. С., Савиных Н. П.</i> Формирование побегово-корневого комплекса <i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich.....	28
<i>Гуляева О. В., Елькина Н. А.</i> Мониторинг состава пыльцевого спектра воздушной среды города таежной зоны (на примере г. Петрозаводска) .....	31
<i>Бузмакова Н. С., Савиных Н. П., Харина З. К.</i> Восстановление ценопопуляции пиона уклоняющегося ( <i>Paeonia atonalala</i> L.) в условиях Кировской области .....	33
<i>Князева Е. В., Лачоха Е. П.</i> Предварительный анализ флоры лесной дороги в заповеднике «Нургуш» .....	36
<i>Лачоха Е. П.</i> Водная и прибрежно-водная флора оз. Малое Кривое.....	37
<i>Зыкин А. Е., Князев Е. В., Пересторонина О. Н., Савиных Н. П.</i> Естественное возобновление сосны обыкновенной в ООПТ «Медведский бор».....	39
<i>Аксёнова Е. А., Домнина Е. А.</i> Влияние загрязнения Кирово-Чепецкого химического комбината на анатомо-морфологические характеристики <i>Evernia mesomorpha</i> (Flot.) Nyl. ....	42
<i>Шишкина Н. И., Савиных Н. П.</i> Структура ценопопуляции василька сумского на северо-восточной границе ареала .....	44
<i>Лебедев А. Г.</i> Изменчивость расстояния между проводящими пучками в хвое сосны обыкновенной ( <i>Pinus sylvestris</i> L.).....	47
<i>Едигарева Т. С., Домнина Е. А.</i> Изучение растительности еловых лесов в районе объекта уничтожения химического оружия в пос. Мирный Кировской области .....	49
<i>Сластихина К. О., Кондакова Л. В.</i> Состояние древесных насаждений парка им. Ю. А. Гагарина г. Кирова.....	51
<i>Пестов С. В., Расова Е. Е.</i> Мухи-журчалки (Diptera, Syrphidae) в сообществах опылителей растений трибы Cardueae в средней тайге Республики Коми.....	53
<i>Бедова П. В.</i> Изменение фауны оз. Шургиер с появлением в воде синезеленых водорослей.....	56

<b>Гилев А. В.</b> Влияние рекреации на муравьев лесопарков г. Екатеринбурга .....	57
<b>Двойнишникова М. Н., Целищева Л. Г.</b> Особенности населения жуужелиц широколиственных лесов заповедника «Нургуш» в условиях высокого половодья .....	60
<b>Масленникова О. В., Черезов Е. И., Караваев Л. Л.</b> Мониторинг трихинеллеза барсуков в Вятско-Камском междуречье и биобезопасность окружающей среды .....	62
<b>Васильченко П. А., Целищева Л. Г.</b> Население дождевых червей ( <i>Lumbricidae</i> ) в пойменных сообществах заповедника «Нургуш» .....	65
<b>Рогожкина Ю. С., Шубин С. Е.</b> Общая характеристика населения рыб пойменных озер заповедника «Нургуш» .....	69
<b>Оносов А. А., Целищева Л. Г.</b> Динамика численности диплопод ( <i>Diploroda</i> ) в заповеднике «Нургуш» .....	71
<b>Габдулхакова Э. В., Целищева Л. Г.</b> Структура населения и динамика численности сенокосцев ( <i>Opiliones</i> ) пойменных сообществ заповедника «Нургуш» .....	74
<b>Репин А. Г., Целищева Л. Г., Юферев Г. И.</b> Структура населения муравьев пойменных сообществ заповедника «Нургуш» .....	77
<b>Букина Л. А., Игитова Д. М.</b> Опыт по изучению роли пресноводных рыб в передаче и поддержании трихинеллеза в водных биоценозах .....	80
<b>Агеева А. Е., Рябова Е. В.</b> Зимующие птицы г. Кирова .....	83
<b>Нейман А., Рябов В. М.</b> Врановые г. Вятские Поляны .....	85
<b>Масленникова О. В., Стрельников Д. П.</b> Пути заражения американской норки гельминтами в Вятско-Камском междуречье .....	87
<b>Востриков Н. А., Калинина О. И., Мутушвили Л. Р., Докунихина А. А., Латипова Л. А., Жданова О. Б., Гамулинская И. Н., Мартусевич А. К.</b> Оценка влияния некоторых препаратов на крыс в тесте «принудительное плавание» ..	89
<b>Чепурнов Р. Р., Мокрушин С. Л., Соболева Е. С., Прокашев А. М.</b> Некоторые особенности морфологии ландшафта и почвенного покрова памятника природы «Белаевский бор» .....	91
<b>Михайлова К. В., Прокашев А. М.</b> Опыт изучения структуры ландшафтов Оричевского завятыя .....	94
<b>Бакулева Л. В., Копысов И. Я.</b> Восстановление пахотных светло-серых лесных среднесуглинистых почв на покровных бескарбонатных суглинках в естественные биоценозы .....	97
<b>Ефремова Е. М., Юркина Е. В.</b> Особо охраняемые природные территории г. Сыктывкара. Необходимость создания и пути сохранения биологического разнообразия растительного и животного мира урбанистических экосистем ...	99
<b>Губанова А. С., Баталова Г. А.</b> Фотосинтетическая деятельность овса в условиях экологического стресса дерново-подзолистых кислых почв .....	102

## СЕКЦИЯ 2

### МЕТОДЫ БИОИНДИКАЦИИ И БИОТЕСТИРОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

<b>Зейферт Д. В., Овсянникова И. В.</b> Перспектива использования биотестов в контексте принципа «единства измерений» .....	105
<b>Андреев Д. Н.</b> Измерение параметров флуоресценции хлорофилла как метод биологического мониторинга .....	107
<b>Май Тху Лан</b> Оптимизация культивирования инфузорий <i>Tetrahymena pyriformis</i> .....	110
<b>Шуклецова Е. С., Домнина Е. А.</b> Биоиндикация водоёмов в Кировской области по ряске малой ( <i>Lemna minor</i> L.) .....	112
<b>Шилова Н. А., Рогачева С. М.</b> Влияние сочетанного действия электромагнитного излучения крайне высоких частот и солей тяжелых металлов на гидробионтов.....	113
<b>Карагайчева Ю. В., Рогачева С. М.</b> Изменение поведенческих реакций млекопитающих при хроническом отравлении свинцом.....	116
<b>Свинолупова Л. С., Чиванова С. В., Огородникова С. Ю.</b> Сравнительная характеристика биохимических реакций растений на загрязнение почвы фосфор- и фторсодержащими соединениями.....	119
<b>Бусыгина К. П., Олькова А. С.</b> Информативность тест-функций низших и высших растений при исследовании токсического действия сурьмы.....	122
<b>Гильмутдинова Ф. Г., Кондакова Л. В.</b> Оценка чистоты атмосферного воздуха методом лишеноиндикации в транспортной и рекреационной зонах г. Кирова .....	126
<b>Манакова Ю. В., Кондакова Л. В.</b> Лишеноиндикационные исследования на территории памятника природы Кировской области «Медведский бор».....	128
<b>Безденежных К. А., Кондакова Л. В.</b> Оценка качества атмосферного воздуха парка им. Ю. А. Гагарина г. Кирова методом лишеноиндикации .....	131
<b>Гайфутдинова А. Р., Елькина Т. С., Домрачева Л. И.</b> Показатели грибной биомассы почв при её определении с учетом и без учета диаметра мицелия ..	133
<b>Ханжсин А. А., Охупкина В. Ю.</b> Коэффициент подавления / стимуляции ростовых свойств для сравнительной оценки токсичности ксенобиотиков в отношении культур микромицетов рода <i>Fusarium</i> в лабораторных условиях .	135
<b>Лялина Е. И., Черезова К. О., Кузнецова Е. О., Макарова М. С., Гребенкина О. Н., Фокина А. И.</b> Изучение распределения ионов меди (II) и никеля (II) в клетках цианобактерий <i>Nostoc linckia</i> .....	141
<b>Березин Г. И., Кондакова Л. В., Дабах Е. В.</b> Видовые и количественные особенности альго-циано-микологических комплексов в районе Кильмезского полигона захоронения ядохимикатов.....	144
<b>Ефремова В. А., Кондакова Л. В.</b> Особенности альгофлоры почв г. Кирова .....	147
<b>Дубовик И. Е., Шарипова М. Ю.</b> Возможность использования наземных и водных эпифитных цианопрокариот и водорослей в оценке состояния окружающей среды .....	150

<b>Ефремова В. А., Кондакова Л. В., Коробов А. А.</b> Почвенные водоросли рекреационной зоны г. Кирова .....	153
<b>Пирогова О. С., Кондакова Л. В.</b> Флористический состав и количественные показатели альгофлоры пойменных биоценозов ГПЗ «Нургуш» .....	156
<b>Макарова М. С., Фокина А. И., Горностаева Е. А.</b> Ответная реакция природного сообщества микроорганизмов с доминированием цианобактерий рода <i>Phormidium</i> на влияние сульфата никеля.....	158
<b>Коваль Е. В., Огородникова С. Ю.</b> Изучение эффектов метилфосфоновой кислоты и цианобактерий <i>Nostoc muscorum</i> на активность пероксидаз и жизнеспособность семян при прорастании .....	161
<b>Колченко М. В., Судницына Д. Н.</b> Использование водорослей перифитона для оценки экологического состояния литоральных зон водоёмов Псковской области, используемых для целей рекреации .....	165
<b>Гребёнкина О. Н., Фокина А. И., Горностаева Е. А., Огородникова С. Ю., Васильева А. Н.</b> Исследование влияния ионов меди (II) на почвенные цианобактерии .....	168
<b>Лялина Е. И., Гудина А. Н., Фокина А. И.</b> Методика определения глутатиона в цианобактериях методом инверсионной вольтамперометрии ....	171
<b>Некрасова Ю. Н., Олькова А. С., Дабах Е. В.</b> Влияние комплексообразования на токсичность для простейших ( <i>Paramecium caudatum</i> ) модельных растворов .....	174
<b>Шабалина Ю. С., Олькова А. С.</b> Диагностика состояния почв г. Кирова различными методами .....	176
<b>Злобина В. Л.</b> Методы исследования природно-техногенной системы национального парка «Лосиный остров» .....	179
<b>Михайлова И. Д., Лукаткин А. С.</b> Активность антиоксидантных ферментов в растениях огурца и редиса при действии ионов цинка.....	182
<b>Каишанова Н. Н., Лукаткин А. С.</b> Влияние обработки семян огурца тидиазуроном на про- и антиоксидантные свойства проростков при действии тяжелых металлов.....	183
<b>Чирухина М. П., Жебелюк К. В., Свинолупова Л. С., Огородникова С. Ю.</b> Действие фторида натрия на активность пероксидаз и жизнеспособность семян при прорастании .....	186
<b>Олькова А. С., Ситникова К. К.</b> Информативность тест-функций низших ракообразных .....	188
<b>Исаева С. В., Губина Т. И.</b> Определение класса опасности тары пестицидов расчетными и экспериментальными методами.....	191
<b>Ачкасов А. И., Трефилова Н. Я.</b> Ихтиомониторинг озер-охладителей калининской АЭС.....	193
<b>Алексеюс Д. Д., Козлов О. В., Аршевская О. В., Павленко А. В.</b> Зоопланктон озер в гидробиологическом мониторинге зоны защитных мероприятий объекта по уничтожению химического оружия .....	196
<b>Емельянова Е. В.</b> Биосенсор на основе <i>Pseudomonas rathonis</i> для мониторинга содержания поверхностно-активных веществ в средах.....	199

**Оборин В. А., Селезенева Е. В., Завалин Н. С., Эсаулов В. А.** Отработка методических приемов при исследовании сорбционной способности эритроцитов..... 202

**Изместьева А. В., Домнина Е. А., Адамович Т. А.** Использование тетразольно-топографического метода биотестирования для определения общей токсичности снегового покрова в районе Кирово-Чепецкого химического комбината ..... 205

### СЕКЦИЯ 3

#### БИОТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ

**Кувичкина Т. Н.** Использование микроорганизмов в биотехнологии. Разработки института биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрыбина..... 208

**Домрачева Л. И., Трефилова Л. В., Фокина А. И.** Перспективы биотехнологического использования грибов рода *Fusarium*..... 210

**Григориади А. С., Багаутдинова Г. Г.** Оценка влияния нефтяного стресса на антиоксидантную систему некоторых сельскохозяйственных растений при использовании биопрепарата «Метаболит» ..... 215

**Гаевский Е. Е.** Структура микробиологического комплекса в условиях оптимизации дерново-подзолистой песчаной почвы под действием торфования и землевания..... 218

**Трефилова Л. В., Ковина А. Л., Калинин А. А.** Препараты на основе бактерий р. *Rhizobium* как обязательный компонент системы биоорганического земледелия..... 220

**Калинин А. А., Трефилова Л. В., Ковина А. Л.** Эффективность применения препарата на основе бактерий р. *Rhizobium* в условиях Кировской области ..... 223

**Елькина Т. С., Гайфутдинова А. Р., Домрачева Л. И.** Антифузариозная активность различных препаратов ..... 226

**Чеснокова О. Н., Широких И. Г.** Изучение свойств ассоциантов мезофильных бактерий озимой ржи..... 228

**Вичикова Е. Н., Широких И. Г.** Подбор оптимальных условий для культивирования мицелия гриба *Trametes versicolor* ..... 230

**Русакова И. И., Вологжанина Е. Н.** Реакция овса голозерного на обработку семян фунгицидом и биопрепаратами..... 233

**Горностаева Е. А., Калинин А. А., Зыкова Е. В., Кудряшов Н. А.** Защитное действие цианобактерий при выращивании горчицы в условиях загрязнения почвы ионами меди (II) ..... 236

**Комоско Г. В., Чарушин А. В., Кузнецов С. М., Козьминых А. Н., Кардакова Т. С.** Многокомпонентный векторный биосорбент направленного действия..... 239

**Комоско Г. В., Кардакова Т. С., Гаврилов К. Е.** Экспериментальное обоснование компонентного состава биогрунта для ремедиации почвы, загрязненной углеводородсодержащими соединениями ..... 241

#### СЕКЦИЯ 4

### МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

*Домнина Е. А., Менялин С. А., Огородникова С. Ю., Ашихмина Т. Я.*

Биологический мониторинг на территории С33 и 33М объекта уничтожения химического оружия ..... 243

*Титова В. А., Кантор Г. Я.* О развитии региональной инфраструктуры утилизации и переработки древесных отходов с использованием геоинформационных систем и космических технологий ..... 245

*Сунцова Е. С., Ашихмина Т. Я., Дабах Е. В., Кантор Г. Я.* Оценка радиоактивного загрязнения почв на участках мониторинга в районе Кирово-Чепецкого химического комбината ..... 249

*Бушкова Т. Г.* Экологическое состояние окружающей среды г. Кирова . 252

*Бушкова Т. Г.* Экологические проблемы муниципального образования «Город Киров» и пути их решения ..... 254

*Груздев И. В., Филиппова М. В., Кузиванов И. М., Кондратёнок Б. М.* определение токсичных ароматических соединений в водных средах методом ГХ-ДЭЗ/МС ..... 258

*Герасимова Ю. В., Кислицына А. П., Дабах Е. В.* Эффективность биологического метода утилизации азота пойменных озер в районе Кирово-Чепецкого химического комбината ..... 260

*Новыйдарский Ю. В.* Аналитическая оценка эффективности используемого газоочистного оборудования на объекте по хранению и уничтожению химического оружия ..... 263

*Баскин З. Л.* Промышленный токсикологический газохроматографический контроль газовыделений из веществ, материалов и изделий ..... 267

*Баскин З. Л.* Организация современного промышленного экоаналитического контроля ..... 269

*Воробьева И. Б., Напрасникова Е. В., Власова Н. В.* Эколого-геохимическое состояние почвенного покрова Юго-Западного побережья оз. Байкал ..... 271

*Батинов Д. А., Слободчиков А. М.* Выбросы оксидов азота при сжигании топлива в котельных п. Шурма Уржумского района Кировской области ..... 272

*Кутявина Т. И., Перминова Т. Н., Березин Г. И.* Содержание тяжёлых металлов в донных отложениях Омутнинского водохранилища ..... 274

*Вершинина М. Д., Зайцев М. А., Даровских Л. В.* Исследование качества родниковой воды Кировской области ..... 276

*Шаркунова А. А., Жуйкова И. А.* К вопросу развития эрозионных процессов на территории Чепецко-Кильмезского междуречья ..... 278

*Елькина Т. С., Хитрин С. В., Фукс С. Л., Деятерикова С. В.* Тестирование отходов производства фторопластов на токсичность к высшему растению и почвенной микрофлоре ..... 281

*Мокрушин С. Л., Соболева Е. С., Чепурнов Р. Р., Борисов Д. Б., Прокашев А. М.* Некоторые особенности аллювиальных почв долинных ландшафтов р. Вятки ..... 285

<i>Лебедева О. В., Дабах Е. В.</i> Изучение концентрации аммония в р. Вятке и её притоках в период весеннего половодья 2012 г. ....	288
<i>Ельшина Е. П., Петухова Е. С., Березин Г. И., Ашихмина Т. Я.</i> Изучение содержания тяжёлых металлов в вегетативных органах крапивы двудомной.	293
<i>Новокионова Я. В., Адамович Т. А., Дабах Е. В.</i> Оценка загрязнения тяжёлыми металлами донных отложений в районе Кирово-Чепецкого химического комбината .....	295
<i>Батинов Д. А., Слободчиков А. М.</i> Расчёт выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котельных п. Шурма Уржумского района Кировской области .....	297
<i>Кокоулина К. В., Лялина Е. И., Кабалоев З. В.</i> Влияние предприятий г. Владикавказа на содержание тяжёлых металлов в почве .....	301
<i>Гайфутдинова А. Р.</i> Влияние различных концентраций азидата натрия на почвенную микрофлору .....	304
<i>Обухова А. В., Фокина А. И.</i> Взаимосвязь между содержанием тяжёлых металлов в грибах и показателями качества почвы .....	308
<i>Сабашный Д. В., Григорьев В. В., Данилов Д. Н., Резник Е. Н., Жаворонков В. И.</i> Сонохимическая деструкция органических поллютантов в водной среде на примере фенола .....	310
<i>Золотарева И. А., Родыгин К. С.</i> Новый подход к газохроматографическому определению углеводородов .....	313
<i>Захарищева Н. Е., Зяблицев В. Е.</i> Минерализация органических субстратов при непрямой электрокаталитической очистке растворов хлоридов .....	314
<i>Захарищева Н. Е., Зяблицев В. Е.</i> К вопросу исследования состава раствора в зоне протекания электрохимической реакции .....	316
<i>Седельников В. В., Захарищева Н. Е., Зяблицев В. Е.</i> Регенерация брома и йода из природных солевых растворов и промышленных отходов .....	318
<i>Петухова Е. С., Ельшина Е. П., Сунцова Е. С., Березин Г. И., Ашихмина Т. Я.</i> Определение кадмия, свинца, меди и цинка в растениях .....	320
<i>Товстик Е. В., Широких И. Г.</i> Трансформация комплекса стрептомицетов в почвах лесных фитоценозов за период деятельности объекта «Марадыковский» в режиме уничтожения химического оружия .....	321
<i>Потапов С. В., Фокина А. И., Лялина Е. И.</i> Применение метода добавок совместно с методом разбавления пробы в экологическом мониторинге .....	324
<i>Кулакова К. С., Шаповал О. В., Огородникова С. Ю.</i> Изучение активности каталазы в почвах в районе расположения объекта уничтожения химического оружия в пос. Мирный Кировской области .....	327
<i>Попыванов Д. В., Огородникова С. Ю.</i> Экологический риск: понятие и подходы к оценке .....	329
<i>Макаров А. И., Сабашный Д. В., Данилов Д. Н.</i> Экологические аспекты получения наноматериалов (на примере квантовых точек диоксида германия) .....	331
<i>Лимонов Ю. Ю., Ашихмина Т. Я.</i> Проблема загрязнения р. Вятки в среднем её течении .....	334

<i>Мергасова С. В., Огородникова С. Ю., Домнина Е. А.</i> Изучение накопления общего фосфора в лишайнике гипогимния вздутая и хвое сосны обыкновенной в районе размещения объекта уничтожения химического оружия в пос. Мирный Кировской области .....	339
<i>Филёва О. А.</i> Изучение содержания подвижного фосфора в почвах в районе размещения объекта уничтожения химического оружия в пос. Мирный.....	342
<i>Рутман В. В., Кантор Г. Я.</i> Компьютерный определитель растений с классификатором экологических характеристик.....	344

## СЕКЦИЯ 5

### СОЦИАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ. КУЛЬТУРА. ОБРАЗОВАНИЕ

<i>Бурков Н. А.</i> О соотношении экологической и экономической составляющих развития.....	348
<i>Бурков Н. А.</i> Природоресурсные платежи и их роль в формировании бюджета Кировской области.....	353
<i>Титова В. А.</i> Основные направления деятельности Инновационно-образовательного центра космических услуг Вятского государственного гуманитарного университета.....	356
<i>Ашихмина Т. Я., Кондакова Л. В., Рябова Е. В., Зарубина И. М.</i> Реализация пилотного проекта «Вятка – территория экологии» .....	358
<i>Окишева А. Н., Береснева Е. В.</i> Физико-химические показатели качества и безопасности питьевой водопроводной воды .....	360
<i>Шишова А. А., Хохлов А. А.</i> Состояние снабжения жителей Кирово-Чепецкого района и города Кирово-Чепецк питьевой водой .....	362
<i>Шишова А. А., Хохлов А. А.</i> Специфика и проблемы водоотведения в Кирово-Чепецком районе Кировской области .....	363
<i>Туголукова М. В., Зайцев М. А., Даровских Л. В.</i> Исследование качества минеральной воды, поступающей в торговую сеть г. Кирова.....	364
<i>Долгополова В. А., Ярмоленко А. С.</i> Исследования влияния химической природы упаковки на физико-химические свойства творога.....	368
<i>Ронжина С. М., Береснева Е. В.</i> Исследование химических и физико-химических свойств молока .....	370
<i>Беляева И. С., Адамович Т. А.</i> Исследование физико-химических показателей растительного масла.....	373
<i>Петик Н. И., Адамович Т. А.</i> Оценка качества майонезной продукции по физико-химическим показателям.....	375
<i>Чащина Е. В., Ашихмина Т. Я.</i> Изучение содержания нитратов в картофеле, моркови, свёкле и капусте при различных условиях хранения.....	376
<i>Трапезникова М. А., Березин Г. И., Ашихмина Т. Я.</i> Определение атомно-абсорбционным методом содержания тяжёлых металлов в картофеле, моркови и свёкле .....	379
<i>Молодцева А. В., Яковенко Н. В.</i> Методология определения состояния напряженности медико-экологической ситуации в регионе как информационной составляющей системного мониторинга состояния здоровья населения..	381

<b>Халиков Ф. А., Работенко В. А., Теймуров Р. Н.</b> Экологические проблемы возникшие в г. Ставрополе за 2010–2012 гг. с позиции инженера МЧС .....	384
<b>Иванцова Г. Л., Олькова А. С.</b> Проблемы обращения с медицинскими отходами в Кировской области.....	385
<b>Хитрин С. В., Ханжина Е. Г., Арсланова Е. И.</b> Использование фенолсодержащих отходов для синтеза олигомеров .....	388
<b>Абашева И. П., Ярмоленко А. С.</b> Исследование физико-химических свойств натуральной кожи .....	389
<b>Злобина Т. В., Долгополова В. А., Водопьянова В. Ю., Кунаева М. Н., Морилова Л. В., Ярмоленко А. С.</b> Исследование влияния стирки на гигроскопические свойства льняной ткани .....	392
<b>Кунаева М. Н., Злобина Т. В., Морилова Л. В., Ярмоленко А. С.</b> Сравнительный анализ потребительских показателей качества тканей натурального и химического происхождения.....	394
<b>Трефилова С. В.</b> Формирование экологической культуры средствами флористики.....	396
<b>Попыванова И. Б., Жданова О. Б., Ашихмин С. П., Мартусевич А. К., Мутушвили Л. Р., Черемисинов М. В.</b> Экологическое ориентирование учащихся через научно-исследовательскую деятельность по естествознанию.....	397
<b>Черных Н. Н.</b> Экологическое воспитание младших школьников через проектную деятельность.....	398
<b>Пантюшина Л. В., Токарева О. А., Воронина Г. А.</b> Развитие здоровьесберегающего экологического пространства образовательного учреждения.....	401
<b>Морозова М. А., Сентяков Н. А., Чернов А. Н.</b> Влияние современной музыки на работоспособность студентов .....	404
<b>Сысолятина О. Ю.</b> Развитие познавательного интереса воспитанников на занятиях школы фитодизайна «Ф» КОГ ОБУ ДОД «Эколого-биологического центр» – важнейшая составляющая формирования экологической культуры подрастающего поколения .....	406
<b>Хохлов А. А.</b> Их путь в науку начинался в школе .....	409
<b>Ляпунов А. Н.</b> Результаты практического тура регионального этапа олимпиады по биологии .....	412
<b>Рутман В. В., Кантор Г. Я.</b> Демонстрационные анимированные трехмерные модели систем очистки промышленных выбросов.....	414
<b>Чемоданова Е. А.</b> Интернет – проект «Люди и мусор: кто кого?» Приглашаем к сотрудничеству! .....	417
<b>Ефремов А. А., Макаренко З. П., Поярков Ю. А.</b> Исследования качества питьевой воды из подземных источников водоснабжения окрестностей г. Кирова .....	421
<b>Фомченко А. Д., Фомченко Т. А., Макаренко З. П., Кочурова Т. И.</b> Исследование содержания иона алюминия ( $Al^{3+}$ ) в питьевой воде и в природной поверхностной воде.....	422

# ДОКЛАДЫ ПЛЕНАРНОГО ЗАСЕДАНИЯ

## СОВРЕМЕННЫЕ ЗАДАЧИ И ПРОБЛЕМЫ РАДИОЭКОЛОГИИ

*И. Н. Гудков*

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*

Главными задачами радиоэкологии являются оценка количеств, определение концентраций и изучение путей миграции естественных и искусственных радионуклидов в объектах окружающей среды, а также влияния их ионизирующих излучений на живые организмы. Основными источниками радиоактивного загрязнения среды являются испытания ядерного оружия и работа предприятий ядерного топливного цикла (ЯТЦ). И хотя испытания ядерного оружия в атмосфере были прекращены еще в конце минувшего столетия, долгоживущие радионуклиды более двух тысяч атомных взрывов долгие десятилетия, если не столетия, будут влиять на радиационную обстановку на Земле. К сожалению, нельзя полностью исключить и возможность военного ядерного конфликта, ядерных и радиационных терактов.

На атомных электростанциях мира работает более 450 ядерных реакторов, в том числе 30 – на территории России и 15 – Украины, сотни ядерных реакторов различных мощностей установлены на морских судах, используются для производственных, научных и других целей. Для их обеспечения урановым топливом работают многочисленные рудники, обогатительные фабрики, заводы по изготовлению твэлов, специализированные предприятия для хранения и переработки радиоактивных отходов. Как свидетельствует таблица, практически на любом этапе этого цикла возможны аварии, приводящие к загрязнению окружающей среды радиоактивными веществами и материалами.

Таблица

### Крупнейшие радиационные аварии на предприятиях ЯТЦ и ядерных реакторах

Год	Страна	Место	Объект	Баллы по INES
1957	СССР	Челябинская обл., Кыштым	Хранилище РАО	6
1957	Великобритания	Уиндскейл	АЭС	6
1967	СССР	Челябинская обл., ПО «Маяк»	р. Теча, оз. Карачай	—*
1975	СССР	Ленинградская обл.	АЭС	—
1978	СССР	Свердловская обл., Белоярск	АЭС	—
1979	США	Три-Майл-Айленд	АЭС	5
1980	Франция	Сен-Лоран-де-О	АЭС	4
1982	СССР	Киевская обл., Чернобыль	АЭС	—
1982	СССР	Армения	АЭС	—
1985	СССР	Саратовская обл., Балаков	АЭС	—

Год	Страна	Место	Объект	Баллы по INES
1985	СССР	Тихоокеанский флот	Подводная лодка	–
1986	СССР	Киевская обл., Чернобыль	АЭС	7
1989	Испания	Ванделлос	АЭС	3
1993	Россия	Томская обл.	Радиохимзавод	–
1999	Франция	Блайэ	АЭС	–
1999	Япония	Токаймура	АЭС	4
2006	Бельгия	Фльорюс	АЭС	4
2009	Украина	Ровно	АЭС	–
2011	Япония	Фукусима	АЭС	7

\* неизвестно

Но чаще всего радиационные аварии случаются на реакторах АЭС. Именно аварии с наиболее тяжкими последствиями для окружающей среды произошли на Чернобыльской АЭС, АЭС «Фукусима-1», «Уиндскейл». Очень мощная авария произошла на хранилище радиоактивных отходов в Челябинской области. К масштабному загрязнению территории населенного пункта радиоактивным цезием и человеческим жертвам привела не упомянутая в таблице случайная разгерметизация блока гамма-терапевтической установки в Бразилии в 1987 г. Этой бытовой радиационной аварии по шкале INES присвоено 5 баллов, т.е. она приравнена к аварии на АЭС «Три-Майл-Айленд».

Таким образом, прогресс ядерной энергетики, расширяющееся применение радиоактивных материалов и ионизирующих излучений в различных сферах производства, медицины, науки повышает вероятность возникновения инцидентов, связанных с загрязнением окружающей среды радиоактивными веществами.

Возникнув в 30-е годы минувшего столетия как учение о миграции естественных радиоактивных элементов и изотопов в окружающей среде, их поступлении и накоплении в живых организмах, радиоэкология получила мощный толчок в развитии в период массовых испытаний атомного оружия и особенно после аварии на Чернобыльской АЭС. Но это была уже совершенно другая радиоэкология – радиоэкология долгоживущих искусственных радионуклидов.

Авария на Чернобыльской АЭС, разделив историю радиоэкологии на два периода – «до чернобыльский» и «после чернобыльский», параллельно с основными классическими ее задачами, выдвинула новые, обусловленные специфическими особенностями радиоактивного загрязнения огромных территорий Украины, России, Беларуси и еще 17 стран Западной Европы.

В настоящее время, более чем через четверть столетия после аварии, основными задачами радиоэкологии следует считать такие:

1. Широкий систематический мониторинг различных сфер хозяйственной деятельности человека с целью выявления территорий и других объектов, включая в первую очередь сельскохозяйственные и лесные угодья, водоемы, различные виды продукции, загрязненных долгоживущими искусственными радионуклидами, в первую очередь  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ .

2. Изучение особенностей миграции этих радионуклидов в объектах окружающей среды и закономерностей их поступления, транспортирования, распределения и перераспределения в экосистемах с дальнейшей оценкой их аккумуляции в продукции растениеводства, животноводства, лесного хозяйства, кормах с целью разработки мероприятий по уменьшению их накопления в продуктах питания, как основного источника формирования дозы облучения человека.

3. Разработка основ рационального использования загрязненных радионуклидами территорий для разных направлений хозяйствования с учетом специфики загрязнения и почвенно-климатических условий регионов, которые обеспечивают постоянное уменьшение уровня радиоактивного загрязнения продукции.

4. Исследование влияния других антропогенных факторов, которые приносятся в экосистемы (удобрения, пестициды и другие физиологически активные вещества, тяжелые металлы, кислотные дожди), на переход радионуклидов в продукцию сельскохозяйственного и лесохозяйственного производства и разработка мероприятий по уменьшению их накопления в готовой продукции и, в первую очередь, в продуктах питания человека.

5. Изучение особенностей действия ионизирующих излучений инкорпорированных радионуклидов на живые организмы.

6. Долгосрочное прогнозирование поведения долгоживущих искусственных радионуклидов в биоценозах, в том числе на основе моделирования различных ситуаций, и разработка системы поддержки принятия решений относительно ведения отдельных направлений производства в условиях радиоактивного загрязнения.

7. Разработка научно-обоснованной системы ведения отдельных отраслей народного хозяйства на загрязненных радионуклидами территориях, которая обеспечивает постоянное уменьшение уровня радиоактивного загрязнения продукции.

8. Оценка роли потребления продукции сельскохозяйственного производства как дополнительного, а в условиях радиоактивного загрязнения территории основного, источника облучения человека.

Решение этих задач нередко сталкивается с целым рядом проблем

Первые три задачи с самого начала послеаварийного периода решаются вполне успешно. Детально обследуется степень загрязнения территорий всех стран отдельными радионуклидами, созданы и опубликованы карты радиоактивного загрязнения по  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{239}\text{Pu}$ , территориальные подразделения различных сфер хозяйствования на загрязненных территориях вооружены картами-планами радиоактивного загрязнения угодий. При изучении особенностей миграции радионуклидов выделены отдельные трофические цепи, которые характеризуются высокой скоростью миграции, такие как торфоболотные почвы–растения, почвы–луговые растения. Оценены коэффициенты накопления и перехода отдельных радионуклидов для разных типов почв и видов сельскохозяйственных растений. Были сформулированы организационные основы ведения различных отраслей производства и хозяйствования в условиях радиоактивного

загрязнения, разработаны комплексные системы радиозащитных мероприятий (так называемых контрмер), которые охватили основные направления антропогенной деятельности, в первую очередь, агропромышленное производство, лесное хозяйство, водное хозяйство, пищевую промышленность.

При решении последующих задач было установлено, что наиболее эффективными приемами минимизации поступления радионуклидов в сельскохозяйственные растения на бедных кислых почвах Полесья, которое оказалась наиболее загрязненным вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, являются известкование и внесение повышенных уровней фосфорно-калийных удобрений. Благодаря их осуществлению потоки поступления радионуклидов в растения уменьшаются в 2–6 раз. Но это мероприятие обусловило серьезную проблему, т.к. оказалось, что под влиянием известкования и фосфорных удобрений уменьшается поступление в растения не только радиоактивных, но и других элементов, с которыми кальций, известь и фосфор образуют трудно растворимые комплексы. Это приводит к снижению содержания многих биологически важных микроэлементов, в частности йода, фтора, кобальта, цинка, меди и других в продукции растениеводства и кормопроизводства и, соответственно, в организме сельскохозяйственных животных и в продуктах питания человека.

Важная проблема – радиационное поражение биоценозов в условиях высоких плотностей радиоактивного загрязнения. У растений, произрастающих на загрязненных радионуклидами землях, у животных, в частности сельскохозяйственных, которые содержатся на них, нередко наблюдается несоответствие сравнительно низких доз, которые формируются в них, главным образом, за счет внутреннего облучения инкорпорированных радионуклидов, тем радиобиологическим эффектам, которые регистрируются. Допускается, что это несоответствие обусловлено тем, что радионуклиды неравномерно распределяются по растению и в организме животных, локализуясь в определенных частях органов и тканей, предопределяя создание очагов высоких доз облучения, которые нередко приходится на радиочувствительные критические органы: меристемы растений, кроветворные ткани животных, генеративные органы и другие постоянно обновляющиеся ткани. По-видимому, именно следствием этого является уменьшение на загрязненных радионуклидами территориях вплоть до полного выпадения из популяций некоторых видов растений и животных.

Определенные проблемы возникают при изучении возможного действия на растения агроценозов и сельскохозяйственных животных низких (так называемых «малых») доз хронического облучения инкорпорированных радионуклидов, которое формируется месяцами, годами. Имеются все основания утверждать, что в 1986 г. наблюдалась радиационная стимуляция многих биологических процессов. Так, существенные прибавки урожая зерновых, зернобобовых и некоторых овощных культур были отмечены в Беларуси, Украине, Венгрии. Хотя расчеты свидетельствуют о том, что в некоторых регионах дозы, полученные только за счет внешнего облучения, действительно можно сопоставить со стимулирующими, чрезвычайно благоприятные погодные условия того года позволяют объяснить эти прибавки и за счет иных причин.

Тем не менее, действие ионизирующей радиации на загрязненных радионуклидами территориях, как потенциальный фактор ускорения роста и развития растений, и в настоящее время нельзя игнорировать. При этом стимулирующие эффекты могут касаться не только культурных растений, но и сорняков. И в условиях агроценозов между растениями, которые различаются по радиочувствительности, могут складываться довольно необычные взаимоотношения. В частности, не влияя на культурные растения или даже угнетая их развитие, малые дозы ионизирующих излучений могут стимулировать развитие сорняков, которые, как правило, обладают значительно более высокой радиостойкостью.

Ионизирующие излучения является мощным иммунодепрессантом – фактором, который подавляет защитные реакции организма. Влияют ли низкие дозы облучения на иммунитет растений и животных? Есть все основания считать, что этот эффект не имеет порога. Массовое распространение болезней сельскохозяйственных растений и животных, возрастание общей заболеваемости населения на загрязненных радионуклидами территориях также может быть связано не только с последствиями облучения экосистемы в острый период развития аварии, а и с действием радиации в настоящее время именно в таком аспекте.

Определенные проблемы возникают при долгосрочном прогнозировании поведения радионуклидов в биоценозах и агроценозах. Несмотря на то, что основные пути миграции радионуклидов по трофическим цепочкам довольно хорошо изучены, в зависимости от формы радионуклидного загрязнения почвы, плотности загрязнения, типа почвы, биологических особенностей видов растений, климатических условий скорость передвижения радиоактивных веществ, в особенности на начальных этапах этих цепочек, может различаться во много раз. Поэтому важным направлением исследований становится моделирование разнообразных радиоэкологических ситуаций в биоценозах с использованием компьютерной техники. Такие методы моделирования движения радионуклидов в окружающей среде дают возможность прогнозировать уровни накопления их в продукции растениеводства, и соответственно, кормопроизводства, животноводства, продуктах питания человека. Это очень важно в плане реализации защитных мероприятий и реабилитации сельскохозяйственных угодий, которые были выведены из землепользования вследствие высокой степени загрязнения, а также систем ведения отдельных сфер производства в условиях радиоактивного загрязнения территории.

Последняя задача объединяет радиоэкологию и радиационную медицину, точнее, отдельный специальный ее раздел – радиационную гигиену, главной задачей которой является обеспечение радиационной безопасности населения. Оценка дозы внутреннего облучения человека, которое в настоящее на загрязненных радионуклидами территориях достигает 90% от общей дозы, предусматривает получение информации о переходе радионуклидов по сельскохозяйственным трофическим цепочкам к человеку с продуктами питания. В конечном итоге, защита человека от действия ионизирующей радиации является и главной задачей радиоэкологии. И от реализации радиозащитных мероприятий в растениеводстве и животноводстве зависит производство продуктов питания

с минимальным содержанием в них радиоактивных веществ. Таким образом, на аграрный сектор фактически возлагается ответственность за радиационную безопасность населения. Поэтому, почему решение проблем, которые стоят перед радиоэкологией, следует считать важным и актуальным направлением теоретической и прикладной экологии.

## ЭКОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ НА ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

*А. Г. Кудяшева*

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

Одной из актуальных проблем фундаментальных исследований в области радиоэкологии является изучение биологических последствий и механизмов адаптации животных к радиоактивному загрязнению среды. Мышевидные грызуны являются одним из наиболее удобных тест-объектов для радиоэкологического мониторинга (Кудяшева и др., 1997, 2004).

В работе обобщены результаты комплексных исследований состояния популяций мышевидных грызунов, в течение длительного времени обитающих на территориях бывшего радиового производства в Республике Коми и в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС. Анализировали экологические, биофизические и биохимические показатели, характеризующие динамику численности животных и процессы клеточных систем регуляции энергетического обмена и перекисного окисления липидов (ПОЛ). В Республике Коми исследования популяции полевки-экономки – *Microtus oeconomus* Pall. проведены в 1981–1984 гг. и 1993–2012 гг., в зоне отчуждения ЧАЭС для пяти видов грызунов: полевков (рыжая европейская – *Clethrionomus glareolus* Scrb.; обыкновенная – *Microtus arvalis* Pall.; экономка – *Microtus oeconomus* Pall.) и мышей (полевые – *Apodemus agrarius* Pall., желтогорлые – *Apodemus flavicollis* Melchior) — в 1986 – 1993 гг. и 2007 г. Выбор участков отлова грызунов, их описание, радиоэкологическая характеристика, используемые показатели представлены в работах (Кудяшева и др., 1997, 2004).

На исследуемых участках в Республике Коми полевки-экономки подвергаются радиационному воздействию уже более 80 лет, что обусловило формирование микропопуляций грызунов на разных по уровню радиоактивного загрязнения участках их обитания. Проведенный сравнительный анализ динамики относительной численности мышевидных грызунов на участках с повышенным уровнем естественной радиоактивности в Республике Коми выявил зависимость от уровня радиоактивного загрязнения. Фазы популяционного цикла у полевков, обитающих на урано-радиевом и радиевом стационарах не всегда совпадают с наблюдаемыми у полевков с контрольных участков. На урано-радиевом участке с наиболее высоким уровнем загрязнения наблюдаются длительные периоды низкой численности полевки-экономки как в 1960–1963 гг.

(Кудяшева и др., 2004), так и 1993–1997 гг. и особенно в 2002–2011 гг. На радиовом участке установлен трехлетний период высокой численности (2004–2006 гг.), на урано-радиевом – длительный период низкой численности с постепенным замещением полевки-экономки другими видами – пашенной, рыжей, обыкновенной и восточно-европейской полевками. В зоне отчуждения на ЧАЭС показано, что численность наиболее радиочувствительного вида – полевки-экономки, для которой украинское Полесье является южной границей ареала распространения, в течение 1987–1993 гг. снизилась до минимума, а в 2007 г. зафиксировано исчезновение данного вида. Доминирующим видом на участках отлова спустя 21 год после аварии стала полевая мышь; отмечено появление желтогорлой мыши и полевки обыкновенной, которые в 1987–1990 гг. отлавливали либо только на некоторых участках, либо их численность была невысокой. Одной из вероятных причин смены видов является изменение биотопов в зоне отчуждения, вследствие проведения мелиоративных мероприятий и отсутствия хозяйственной деятельности на данных территориях.

В органах мышевидных грызунов, обитающих в разных радиоэкологических условиях, выявлена сложная картина нарушений в регуляции процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) и энергетического обмена в селезенке, печени и головном мозге зверьков. Несмотря на то, что радиоэкологическая характеристика участков отлова грызунов на территории Ухтинского полигона и в зоне аварии на Чернобыльской АЭС существенно различается по химическому составу радионуклидов и времени действия радиационного фактора, обнаружены однотипные изменения как среднегрупповых величин изученных показателей в органах, характеризующих адаптивные перестройки в органах и тканях этих животных, так и нарушения взаимосвязей между тесно скоординированными в норме параметрами регуляторных систем, дисбаланс процессов энергетического обмена. Обнаружено изменение порядка расположения органов по величине антиокислительной активности липидов у грызунов с радиоактивно загрязненных участков, выявлено существенное изменение доли не только минорных, но и основных фракций фосфолипидов в селезенке, печени и головном мозге. При этом глубина и масштаб этих изменений и нарушения взаимосвязей между различными параметрами системы регуляции ПОЛ и энергетического обмена существенно выше у грызунов из зоны отчуждения, чем у полевок-экономок Ухтинского полигона. Установлено модифицирующее влияние фазы популяционного цикла, возраста, исследуемого органа, длительности радиационного воздействия на направленность и степень выраженности биохимических эффектов у грызунов природных популяций (Шишкина и др., 2011, 2012). Однако отмеченные биохимические изменения в тканях грызунов с загрязненных радионуклидами территорий имеют выраженную радиационную природу. О нарушении клеточных систем регуляции свидетельствуют изменение масштаба и характера взаимосвязей между обобщенными показателями состава фосфолипидов, характеризующими способность липидов к окислению и структурное состояние мембранной системы органа, и дисбаланс процессов дегидрирования. Следует отметить сохранение измененного антиоксидантного статуса в тканях потомков полевок-экономок, размноженных в условиях вива-

рия от родителей, отловленных на участках с разным радиационным фоном (Шишкина и др., 2012).

Активация свободнорадикальных процессов, приводящих к изменению параметров системы регуляции ПОЛ в тканях мышевидных грызунов в условиях радиоактивного загрязнения, обуславливает возрастание роли мембран как координатора регуляции окислительных реакций в области слабых воздействий (Кудяшева и др., 1997, Шишкина и др., 2011). Совокупность используемых в работе биохимических и биофизических показателей позволяют рекомендовать их для тестирования биологических последствий радиоактивного загрязнения биоты.

Уровень функционирования важнейших систем регуляции в органах и тканях можно рассматривать как разные стадии адаптивных реакций организма диких грызунов к радиоактивному загрязнению среды. Дисбаланс процессов энергетического обмена и нарушение коррелятивных связей между отдельными звеньями перекисного окисления липидов в тканях мышевидных грызунов, как в условиях повышенного уровня естественной радиоактивности, так и в зоне отчуждения ЧАЭС, могут являться одними из показателей потенциальных факторов риска развития патологических изменений, происходящих на функциональном уровне в организме животных. Процесс адаптации мышевидных грызунов к радиоактивному загрязнению среды обитания произошел в результате увеличения мутационной изменчивости организма и перехода клеточных систем регуляции на новый уровень функционирования, приводящий к изменению качества популяций животных в условиях техногенного загрязнения, подтвержден результатами комплексного анализа состояния популяций мышевидных грызунов, выявленных на разных уровнях организации (Кудяшева и др., 2004).

Работа частично поддержана грантом по Программе Президиума РАН «Молекулярно-клеточная биология» П12-П-4-1021.

### Литература

Кудяшева А. Г., Шишкина Л. Н., Загорская Н. Г., Таскаев А. И. Биохимические механизмы радиационного поражения природных популяций мышевидных грызунов. СПб.: Наука, 1997. 156 с.

Кудяшева А. Г., Шишкина Л. Н., Шевченко О. Г., Башлыкова Л. А., Загорская Н. Г. Биологические эффекты радиоактивного загрязнения в популяциях мышевидных грызунов. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 214 с.

Шишкина Л. Н., Кудяшева А. Г., Загорская Н. Г., Шевченко О. Г., Таскаев А. И. Участие процессов перекисного окисления липидов в механизме адаптации мышевидных грызунов к радиоактивному загрязнению зоны Чернобыльской АЭС // Радиационная биология. Радиоэкология. 2011. Т. 51. № 1. С. 185–200.

Shishkina L. N., Kudyasheva A. G., Zagorskaya N. G., Shevchenko O. G., Taskaev A. I. Participation of the Lipid Peroxidation Processes in the Mechanism of Wild Rodent Adaptation to Radioactive Contamination of Chernobyl NPP Zone // The Lessons of Chernobyl: 25 Years Later / Eds. Elena B. Burlakova and Valeria I. Naidich. – New York, Nova Science Publishers, 2012. P. 187–208.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В НАУЧНОМ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

*Т. Я. Ашихмина<sup>1,2</sup>, Г. Я. Кантор<sup>1,2</sup>, В. А. Титова<sup>2</sup>, Т. А. Адамович<sup>1,2</sup>*

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

<sup>2</sup> *Вятский государственный гуманитарный университет,  
ecolab2@gmail.com*

В апреле 2012 г. в Вятском государственном гуманитарном университете произошло знаменательное событие – на базе ВятГГУ открыт первый в регионе Инновационно-образовательный центр космических услуг. По линии руководства университета и ОАО НПК «РЕКОД» подписано соглашение о совместной деятельности и лицензионный договор об использовании программных продуктов ОАО НПК «РЕКОД».

Главное назначение Центра – привлечение молодёжи к решению разнообразных задач с эффективным использованием результатов космической деятельности в научных исследованиях, в области образования, культуры, охраны окружающей среды и рационального природопользования, мониторинга, предупреждения чрезвычайных ситуаций.

Основными направлениями деятельности созданного на базе ВятГГУ инновационно-образовательного центра космических услуг в области образования и научных исследований являются:

– Развитие нового научного и образовательного направления по подготовке выпускников к деятельности в области использования космических технологий – спутниковой навигации, дешифрирования космических снимков для оценки и прогнозирования состояния территорий, сельского хозяйства, промышленности, транспорта и многого другого.

– Разработка теоретических и методологических основ аэрокосмических методов зондирования Земли для обоснования и практической реализации рационального природопользования.

– Разработка принципов и методов использования данных дистанционного зондирования Земли из космоса для экологического мониторинга окружающей среды, топографо-геодезических работ и т.д.

– Проведение комплексных теоретических и экспериментальных исследований компонентов окружающей среды с целью изучения их взаимных связей и соотношений, взаимодействия в пространстве и времени.

– Разработка и реализация инновационных проектов по созданию и внедрению космических продуктов и услуг в интересах социально-экономического и инновационного развития Кировской области. Проведение анализа результатов практико-ориентированной деятельности по внедрению спутниковых навигационных технологий с использованием системы ГЛОНАСС и других результатов космической деятельности в региональных и муниципальных целевых программах социально-экономического и инновационного развития региона и муниципальных образований.

– Расширение масштабов внедрения программно-целевого метода использования результатов космической деятельности на основе соответствующих региональных и муниципальных целевых программ.

– Создание и обеспечение функционирования на факультетах, кафедрах университета общедоступной автоматизированной информационной системы по результатам космической деятельности.

– Участие в создании национальной инфраструктуры инновационно-образовательных, школьных, региональных, муниципальных и отраслевых Центров космических услуг в регионе, поддержка и обеспечение их научного сопровождения.

– Внедрение в учебные процессы отечественных программных продуктов, обучающих компьютерных игр на базе использования РКД для вовлечения учащихся через игровой процесс в освоение таких учебных дисциплин, как география, история, природоведение, экология, физика, информатика, химия, биология и другие предметы.

На сегодня в Инновационно-образовательном центре космических услуг ВятГГУ установлено программное обеспечение геопортала для отображения картографической и космической информации через сеть Интернет. Центр оснащён современной вычислительной техникой и мультимедийными средствами визуализации графической информации. Компьютеры объединены в локальную вычислительную сеть, подключенную к общеуниверситетской сети и к Интернету.

Такая максимально открытая структура сети позволяет участвовать в работе Центра представителям всех без исключения факультетов, кафедр, научных лабораторий и школ, научной библиотеки и администрации университета.

Ядром информационной системы Центра является мощный сервер, на котором установлено специализированное программное обеспечение, предоставленное научно-производственной корпорацией РЕКОД. Кроме того, по соглашению с ОАО «Институт территориального планирования «Кировское архитектурное землеустроительное проектно-изыскательское предприятие» (Кировгипрозем) компьютерные классы Центра оснащены рабочими местами отечественной геоинформационной системы «Панорама», предназначенными для работы с пространственными данными и космическими снимками.

В своей деятельности Инновационно-образовательный центр ориентируется на тесное сотрудничество с научно-производственной корпорацией РЕКОД; КОГБУ «Центр информационных технологий», созданным два года назад при Правительстве Кировской области; ОАО «Кировгипрозем», органами регионального управления всех сфер деятельности в плане переподготовки кадров, помощи в создании отраслевых банков данных и геоинформационных систем, комплексном анализе информации, научном прогнозировании, активном привлечении для этих целей результатов космической деятельности.

Вятский государственный гуманитарный университет (в прошлом – Кировский государственный педагогический институт) имеет давние традиции сотрудничества с космической отраслью. Многие годы на физическом факультете вуза действовала станция визуальных оптических наблюдений искусственных

спутников Земли, которая обеспечивала слежение за отслужившими свой срок космическими аппаратами, что было крайне важно для обеспечения безопасности космических полетов. Это была многолетняя рутинная работа. Круглый год каждую ночь в любую погоду студенты-наблюдатели под руководством преподавателей – физиков и математиков отмечали прохождение спутников по звёздному небу, сообщали их координаты в вычислительный центр. На счету станции несколько важнейших обнаружений потерянных космических аппаратов, в частности, орбитальной станции «Салют-6» после выхода из строя её бортового электрооборудования, что дало возможность организовать космическую экспедицию для ремонта станции. Эту сложнейшую и рискованную миссию выполнили космонавты Владимир Александрович Джанибеков и наш земляк Виктор Петрович Савиных.

После завершения службы в отряде космонавтов Виктор Петрович долгие годы работал ректором Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК), с которым у нашего университета установились тесные деловые и научные связи. Под руководством ведущих профессоров МИИГАиК В. П. Савиных, В. А. Малинникова, А. В. Садова, С. А. Сладкопечева выполнены и защищены три кандидатских и докторская диссертация, при подготовке которых использовались аэрокосмические методы экологических исследований.

Год от года возрастает объем данных дистанционного зондирования Земли из космоса, привлекаемых для исследовательской деятельности в области геоэкологии и мониторинга природно-техногенных систем. Например, в работе бывшего аспиранта ВятГГУ, в настоящее время старшего преподавателя кафедры химии Т. А. Адамович по теме «Геоэкологическая оценка территории вблизи КЧХК с использованием методов аэрокосмического мониторинга» в рамках диссертационного исследования создан банк многолетних (за период с 1973 по 2008 гг.) данных спутниковых наблюдений на исследуемую территорию, проведена обработка разновременных разномасштабных космических снимков с целью проведения геоэкологической оценки и прогноза территории исследования. Работа подтверждает высокую информационную эффективность аэрокосмических методов, позволяющих провести геоэкологическую оценку всего комплекса за большой промежуток времени и одновременно сравнить состояние природно-техногенных систем в том числе на труднодоступных участках.

Научные лаборатории Вятского государственного гуманитарного университета более 15 лет участвуют в реализации важнейших федеральных целевых программ, таких как «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» и «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности». В частности, обоснование размеров зоны защитных мероприятий вокруг объекта хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский» в Кировской области, которое легло в основу постановления Правительства Российской Федерации, было выполнено по заказу Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия сотрудниками лаборатории биомониторинга ВятГГУ.

Начиная с 2009 г., ВятГГУ участвует в работах по программе Госкорпорации Росатом, направленной на обеспечение экологической безопасности в районе размещения хранилищ радиоактивных отходов КЧХК.

Во всех этих работах активно используются средства космической навигации и компьютерных геоинформационных систем, применяются методы математического моделирования для оценки и прогнозирования экологических ситуаций.

Разработана динамическая математическая модель паводковых процессов в пойме реки Вятки в районе Кирово-Чепецкого химкомбината. Создание такой модели необходимо для понимания процессов переноса загрязняющих веществ от производственной деятельности предприятий в районе КЧХК и обоснования мер по защите реки Вятки, в частности питьевой воды в районе Кировского водозабора. В разработке данной модели очень важным инструментом является использование космических снимков, которые позволяют уточнять важнейшие параметры модели.

На 2012–2013 гг. коллективом научной школы «Эколого-биологический мониторинг и сохранение биотического потенциала экосистем» ВятГГУ получен грант Президента РФ для государственной поддержки ведущих научных школ по теме «Космический мониторинг, геоэкологическая оценка и реабилитация территорий пострадавших от техногенных воздействий». В рамках данной темы коллективом научной школы проводится комплексное обследование территории в окрестностях Кирово-Чепецкого промышленного комплекса с использованием полевых и дистанционных методов, выявляются информативные показатели и типичные участки для мониторинга данной территории, делается анализ данных дистанционного зондирования Земли и материалов, хранящихся в фондах природоохранных организаций. Выполняется работа по оценке состояния природно-техногенных систем в районе исследования, прогнозированию тенденций динамики их развития с целью разработки системы мероприятий по реабилитации территорий, загрязненных химическими и радиоактивными поллютантами.

По материалам исследований сотрудниками научной школы ВятГГУ защищены кандидатские диссертации в 2011 г. в ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет» г. Ростов-на-Дону Е. А. Новиковой по теме «Геоэкологическая оценка динамики природно-техногенной системы района строительства и функционирования объекта уничтожения химического оружия», в 2012 г. Т. А. Адамович по теме «Геоэкологическая оценка территории вблизи КЧХК с использованием методов аэрокосмического мониторинга». В 2012 г. Институте биологии Коми НЦ УрО РАН защищена докторская диссертация Л.В. Кондаковой по теме «Альго-цианобактериальная флора и особенности её развития в антропогенно нарушенных почвах (на примере почв подзоны южной тайги Европейской части России)», готовятся к защите в этом же диссертационном совете в 2013 г. ещё две кандидатские диссертации аспирантов ВятГГУ Г. И. Березиным и С. С. Злобиным.

По итогам работы научной школы в 2013 г. в рамках проекта «Космический мониторинг, геоэкологическая оценка и реабилитация территорий, пострадавших от техногенных воздействий» планируется:

- разработать принципы геоэкологической оценки исследуемой территории на основе оперативных данных космического мониторинга и наземных наблюдений;

- разработать на основе результатов космического мониторинга и наземных обследований на примере исследуемой техногенно-нарушенной территории научно-методические подходы для геоэкологической оценки территорий, подвергающихся техногенному воздействию;

- разработать предложения по снижению азотного загрязнения воды р. Вятки в периоды весеннего половодья;

- разработать предложения по рекультивации почв на загрязненных территориях;

- сделать прогноз развития ситуаций и эффективных методов их стабилизации.

Наряду с данным проектом коллектив Инновационно-образовательного центра космических услуг в 2013 г. приступил к реализации проекта «Развитие региональной инфраструктуры утилизации и переработки древесных отходов с использованием геоинформационных систем и космических технологий». В рамках проекта на основе статистических данных, геоинформационных и космических технологий планируется определить объёмы древесных отходов и места их размещения, обосновать и оптимизировать пути их транспортировки, временного хранения и дальнейшей переработки, а также создание карты-схемы инфраструктуры переработки древесных отходов на основе методов высокоточной геодезии с использованием технологий ГЛОНАСС/GPS. Места временного размещения древесных отходов для последующей передачи их на переработку в рамках проекта планируется выбирать с учётом оптимальных маршрутов перевозки от предприятий – источников образования отходов к предприятиям по их переработке. Места размещения предприятий по переработке древесных отходов должны быть выбраны с учётом экологических, экономических и социальных факторов. Разработанный проект на примере модельного района предполагается тиражировать на другие районы и территории.

Особое место в деятельности инновационно-образовательного центра космических услуг отводится образовательной, консультационной и научно-методической работе со школьниками, учителями, студентами и аспирантами. На базе Центра проводятся обучающие семинары, открытые лекции, круглые столы, выполняются курсовые работы, дипломные проекты, магистерские и кандидатские диссертации. Обеспечивается подготовка обучающейся молодежи к использованию и внедрению результатов космической деятельности в социально-значимые и природоохранные проекты и программы региона.

В ходе реализации проекта Инновационно-образовательный центр оснащается современными приборами, электронным оборудованием и программным обеспечением.

По итогам работы научной школы в 2013 г. в рамках проектной деятельности планируется провести межрегиональную научно-практическую конференцию «Аэрокосмические методы геоэкологического мониторинга в оценке природных и природно-техногенных систем».

# СЕКЦИЯ 1 БИОМОНИТОРИНГ РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО МИРА

## ЭКОЛОГО-ФЛОРИСТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЦИАНОБАКТЕРИАЛЬНО-ВОДОРОСЛЕВЫХ ЦЕНОЗОВ ГОРОДОВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

**О. А. Никитина**

*Стерлитамакский институт физической культуры  
(филиал) УралГУФК*

Наши исследования проводились на территории г. Стерлитамака и Ишимбай Республики Башкортостан. Методика сбора и обработки материала соответствовала общепринятым подходам в изучении водорослей (Водоросли, 1989).

В период с 2000 по 2010 гг. в автотрофном бентосе исследованных текучих водоемов и почве г. Стерлитамак и Ишимбай было выявлено в т. ч. 382 видов из 156 родов, 71 семейства, 40 порядков, 18 классов и 8 отделов. Ведущими по числу видов являются отделы *Bacillariophyta* – 158, *Chlorophyta* – 77 и *Cyanoprokaryota* – 76 видов. Менее существенный вклад во флору водорослей изучаемых водоемов вносили *Xanthophyta* – 26, *Euglenophyta* – 19, *Charophyta* – 13, *Dinophyta* – 7, *Chrysophyta* – 6 видов. Доля *Bacillariophyta* в общем количестве видов составляет – 41%, *Chlorophyta* — 20%, *Cyanoprokaryota* – 20%, *Xanthophyta* – 6,8%, *Euglenophyta* – 5%, *Charophyta* – 3,4%, *Dinophyta* – 1,8% и *Chrysophyta* – 1,7%. Большинство из них имеют широкое географическое распространение и являются обычными возбудителями «цветения» в континентальных водоемах планеты.

Ведущую роль в формировании ЦВЦ исследованных территорий играл отдел *Bacillariophyta*, представленный 3 классами, 13 порядками, 24 семействами и 48 родами. Вклад классов, входящих в отдел, неравнозначен. Класс *Coscinodiscophyceae* был представлен 3 порядками и 3 родами, представители которых отмечены в ЦВЦ единично.

Среди классов по числу видов наибольшим разнообразием был представлен *Bacillariophyceae* (126 в./в.т., что составляет 33 % от общего числа обнаруженных видов), среди порядков по видовому разнообразию выделялся *Naviculales* (49 в./в.т. или 12,8%).

Основной вклад в видовое разнообразие диатомовых водорослей вносили *Bacillariophyceae* и входящие в этот класс 10 порядков, 33 рода и 126 в./в.т. Ведущими порядками были *Naviculales*, *Cymbellales*, *Fragilariales*, *Bacillariales*. Наиболее разнообразно представлены роды *Navicula* (21 в./в.т.), *Cymbella* (12 в./в.т.), *Nitzschia* (16 в./в.т.). Часто встречались виды *Navicula*

*rhynchocephala*, *Gyrosigma acuminatum*, *Nitzschia acicularis*, *Cymbella cymbiformis*, *C. helvetica*.

Класс *Fragilariophyceae* характеризовался присутствием 17 в./в.т. из порядка *Fragilariales*. Преобладали такие виды, как *Diatoma vulgare*, *Meridion circulare*, *Synedra ulna*, *S. acus*. Как известно, пеннатные в подавляющем большинстве являются бентическими формами, но они постоянно попадают в планктоне из-за сильного волнения на мелководьях заливов и взмучивания донных отложений.

Среди родов наибольший вклад во флористическое богатство исследованных водоемов вносили: *Navicula* (21 в./в.т.), *Nitzschia* (в./в.т.), *Cymbella* (12 в./в.т.). Частая встречаемость видов рода *Nitzschia* является показателем загрязнения. Замечено, что они, являющиеся одними из лучших индикаторов сапробиологических условий, более типичны для водоемов, богатых органикой и биогенными элементами.

В порядке *Naviculales* отмечено 49 видов, относящихся к 9 семействам и 11 родам. Больше всего представителей насчитывает род *Navicula* – 21 вид, на втором месте род *Pinnularia* – 7 видов, род *Caloneis* – 5 видов, род *Gyrosigma* – 4 вида, род *Stauroneis* – 2 вида.

Систематический список *Chlorophyta* включал 3 класса, 11 порядков, 19 семейств, 50 родов и 77 в./в.т. Ведущим порядком выступал *Chlorococcales* (28 в./в.т.). Во всех исследованных водоемах была обнаружена *Crucigenia quadrata*. К часто встречающимся видам относились: *Oocystis lacustris* и *Chlamydomonas globosa*.

Отдел *Euglenophyta* представлен 1 классом *Euglenophyceae*, 1 порядком, 3 родами и 19 в./в.т. Наиболее часто встречающимися видами были *Euglena acus*, *E. clara*. Представители отдела *Euglenophyta* в почвах г. Стерлитамак и водоемах г. Ишимбай обнаружены не были.

Отдел *Xanthophyta* представлен 5 классами, 6 порядками, 11 семействами, 18 родами и 26 видами водорослей, которые в наибольшем разнообразии и количестве обнаружены в почвах г. Ишимбай.

Отдел *Charophyta* представлен 2 классами, 2 порядками, 5 семействами, 9 родами и 13 в./в.т. Наиболее часто встречающийся вид *Spirogyracrassa*.

Отдел *Dinophyta* представлен 1 классом, 1 порядком, 4 родами и 7 в./в.т.

Выявленные виды относятся к семейству *Peridiniaceae*, порядку – *Peridinales*, классу – *Dinophyceae*.

Отдел *Chrysophyta* представлен 2 классами, 2 порядками, 4 семействами, 5 родами и 6 в./в.т.

Представители отделов *Dinophyta* и *Chrysophyta* обнаружены только на территории г. Стерлитамак.

Менее разнообразны в видовом отношении *Суанопрокэроты* (3,8), *Вацилларифиты* (2,6), *Динофиты* (1,75). Зеленые водоросли (*Chlorophyta*) занимают пятое место по значению родового коэффициента – 1,5; *Xanthophyta* – 1,4; *Charophyta* – 1,4 и последнее место – *Chrysophyta*-1,2.

В результате анализа родовой насыщенности внутривидовыми таксонами получены следующие результаты: на первом месте остаются *Euglenophytas* бо-

лее высоким значением родового коэффициента (6,3). На второе место, выходят *Cyanoprokaryota* (4), *Bacillariophyta* (3,29); далее следует *Dinophyta* (1,75), *Chlorophyta* (1,5), *Xanthophyta* (1,4) и *Charophyta* (1,4), список замыкает *Chrysophyta* с родовым коэффициентом – 1,2.

Анализ спектра ведущих таксонов различного ранга, входящих в состав ЦВЦ исследованных территорий показал следующее: на уровне порядков первое место занимает *Naviculales* – 12,8 %, на втором месте *Chroococcales* – 7,3%, на третьем *Symbellales* – 6,8%. Последующие места поделили между собой *Chlorococcales* и *Oscillatoriales* (6,5%). Замыкает порядок *Sphaeropleales* – 5,7%.

Десять ведущих семейств объединяют 48,2% видового состава ЦВЦ. В спектре представлены 4 отдела, при этом диатомовые водоросли занимают максимальное число ранговых мест – пять. Три ранговых места в списке ведущих семейств занимают цианопрокариоты и по одному зеленые и эвгленовые водоросли.

По участию в формировании видового разнообразия ведущие семейства можно разбить на следующие группы: на первое место выходит семейство *Microcystaceae* (7,3%). Такое нетипично высокое положение колониальных мелко-клеточных цианопрокариот, по сравнению с семействами зеленых и диатомовых водорослей, связано, вероятно, с фактором усиливающегося загрязнения. Второе место занимает *Oscillatoriaceae* (6,2%), *Naviculaceae* (5,4%), на третьем – *Euglenaceae* (4,9%). Четвертое место поделили *Bacillariaceae* (4,7%), *Fragilariaceae* (4,7%), *Nostocaceae* (4,7%).(5,6%). Следующие места занимает семейство *Symbellaceae* (4,4%). Следующие два семейства с практически с равным вкладом: *Selenastraceae* (2,8%) и *Pinnulariaceae* (3,1%).

Анализ родового спектра флоры водорослей водотоков показывает, что 10 ведущих родов включает представителей 4 отделов, 5 семейств. В головной части спектра находятся роды из диатомовых водорослей: *Navicula*, *Nitzschia*, *Symbella*. Спектр 10 ведущих родов включает 105 в./в.т. или 27,4% ЦВЦ.

#### Литература

Вассер С. П., Кондратьева Н. В., Масюк Н. П., и др. Водоросли. Справочник. Киев: Наук. думка, 1989. 608 с.

Шмидт В. М. Статистические методы в сравнительной флористике. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. 176 с.

### ФОРМИРОВАНИЕ ПОБЕГОВО-КОРНЕВОГО КОМПЛЕКСА *PLATANThERA BIFOLIA* (L.) RICH

*Н. С. Быданова, Н. П. Савиных*  
Вятский государственный гуманитарный университет,  
*botany@vshu.kirov.ru*

У многих видов редких растений в современных условиях сокращаются численности и плотности популяций, границы распространения. К таким видам

относится одна из красивейших северных орхидей – любка двулистная *Platanthera bifolia* (L.) Rich. (семейство *Orchidaceae*).

Эти растения находятся в тесном симбиозе с грибами, имеют особое строение подземных органов в виде побегово-корневого комплекса (П-КК) по терминологии И. В. Татаренко (2007). Ежегодное возобновление особи обеспечивается замещением материнского П-КК дочерним. Ранее изучены П-КК у разных видов орхидей. Подобное исследование у *P. bifolia* не проводилось. Поэтому цель нашего исследования – изучить строение и формирование П-КК у этого растения.

Материал собран в 2011–2012 гг. в окрестностях п. Октябрьский Фаленского района Кировской области в ельнике-зеленомошнике кисличном. При проведении исследований и анализе материалов использованы подходы И. В. Татаренко (2007), О. Е. Валуйских (2008), Л. Е. Тетерюк с соавторами (2013).

*P. bifolia* распространена по лесным лугам, полянам, окраинам лесов, в зарослях кустарников в Европе и на значительной части Азии. Самое северное ее местонахождение – в Норвегии, на 70°9' с. ш. В целом северная граница ареала в Европе совпадает с границей распространения деревьев. Она растет высоко в горах: в Баварии до высоты 1700 м над уровнем моря, в Центральных Альпах местами поднимается до 2300 м. В средиземноморских районах любка очень редка: отмечена в горах Северной Африки, на севере Испании, в горах Италии и в Балканских странах севернее Греции. На восток доходит через Сибирь и Среднюю Азию до Китая и Японии, на юге – до Гималаев (Биологическая флора..., 1983). В Кировской области встречается повсеместно в ельниках зеленомошных. Любка двулистная внесена в список растений, нуждающихся в контроле за состоянием их популяций в Кировской области (Красная книга..., 2001).

*P. bifolia* характеризуют обычно как травянистое летнезеленое поликарпическое растение, представленное полурозеточным монокарпическим побегом с придаточными корнями и стеблекорневым тубероидом в основании.

В соответствии с подходами к зональности монокарпических побегов многолетних трав сезонного климата W. Troll (1964) и зонированием П-КК в работах О. Е. Валуйских (Современные подходы..., 2008) мы выделили в строении П-КК *P. bifolia* структурно-функциональные зоны: возобновления, нижняя торможения, средняя торможения, соцветие (рис.).

В зоне возобновления (рис. поз. I) находится почка, из которой после цветения начинается формирование зачаточного П-КК по терминологии О. Е. Валуйских и Н. П. Савиных (Современные подходы..., 2008). К осени у него сформирована корневая часть с верхушечной почкой, в составе которой есть зачаток дочерней почки, и зачатками нескольких горизонтальных придаточных корней.

Нижняя зона торможения состоит из метамеров с чешуевидными листьями, придаточными корнями и спящими почками.

Средняя зона торможения (рис. поз. III и IV) представлена двумя разными по функциональной значимости участками: метамером с коротким междоузлем и обычно двумя ассимилирующими листьями и 1-2-мя метамерами с

длинными междоузлиями и почти чешуевидными листьями. Очевидно, что эти участки различны функционально: первый выполняет ассимилирующую функцию, второй выносит соцветие в верхние ярусы травяно-кустарничкового яруса. Венчает побег *соцветие* (рис. поз. V).

Осенью образовавшаяся в текущем году надземная часть и прошлогодний тубероид отмирают. Живым остается лишь сформировавшийся новый зачаточный П-КК. На следующий год из терминальной почки этого зачаточного П-КК формируется приземная и надземная часть его. Формируется новый П-КК.

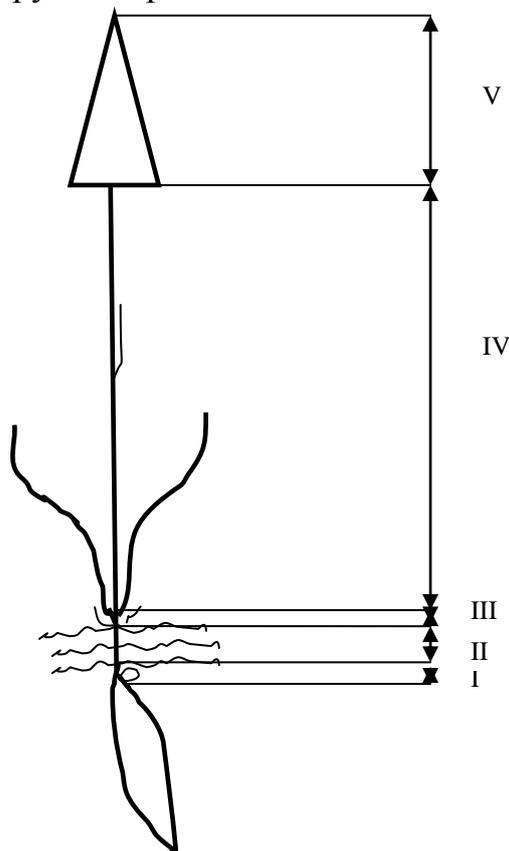


Рис. Схема побегово-корневого комплекса *P. bifolia*:

*I* – зона возобновления; *II* – нижняя зона торможения; *III–IV* – средняя зона торможения; *V* – соцветие

Таким образом, П-КК *P. bifolia* в фазе почки существует в составе зачаточного П-КК часть второй половины вегетационного сезона, зиму, весну и часть лета; в фазе зачаточного П-КК – вторую половину следующего вегетационного сезона, осень и зиму; в фазе вегетативного ассимилирующего П-КК – с мая по июнь; в фазе вегетативно-генеративного П-КК – с июня до осени. Поэтому П-КК *P. bifolia* по аналогии с монокарпическими побегами трав сезонного климата можно определить как монокарпический трициклический.

У *P. bifolia* нет многолетних частей. Как правило, на смену одному П-КК формируется один, редко два П-КК замещения. Поэтому вполне справедливо определить жизненную форму этого растения как замещающий малолетник или даже однолетник.

### Литература

Биологическая флора Московской области / Под. ред. Т. А. Работнова. М.: Изд-во Московского университета, 1975. 209 с.

Современные подходы к описанию структуры растений. Киров, 2008.

Татаренко И. В. Биоморфология орхидных (Orchidaceae Juss.) России и Японии: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 2007. 48 с.

Тетерюк Л. В. Валуйских О. Е, Савиных Н. П. Биоморфология и онтогенез *Gymnadenia conopsea* (L.) R. BR. (Orchidaceae) в краевых популяциях на известняках Европейского северо-востока России // Экология, 2013. № 3. С. 1–9.

Troll W. Die Infloreszenzen. Jena: Fischer Verlag, 1964. Bd. 615 S.

## МОНИТОРИНГ СОСТАВА ПЫЛЬЦЕВОГО СПЕКТРА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ГОРОДА ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ (НА ПРИМЕРЕ г. ПЕТРОЗАВОДСКА)

*О. В. Гуляева, Н. А. Елькина*

*Петрозаводский государственный университет,  
ditiscusic@gmail.com; z\_nat2003@mail.ru*

В воздухе постоянно присутствует огромное количество разнообразных частиц, составляющих атмосферные аэрозоли. Аэропалинология – составная часть аэробиологии, изучающая пассивно циркулирующие в атмосфере пыльцевые зерна и споры растений. Аэропалинология тесно связана с медициной, так как именно находящиеся в воздухе пыльцевые зерна – основная причина поллинозов, проявляющихся у человека. Данные эпидемиологических исследований показывают, что от 5 до 30% людей в общей популяции страдают пыльцевой аллергией (Лусс, 2002). В Карелии около 20% населения имеют аллергические реакции на пыльцу растений (Ермаков, 2003). Проблема поллинозов имеет ярко выраженный региональный характер и зависит от разнообразия флоры, сроков цветения растений, степени аллергенности их пыльцы, экологических условий региона. Зная календарь пыления растений, характерных для каждой климатогеографической зоны, можно заранее планировать прием необходимых медицинских препаратов и более точно устанавливать пыльцевые аллергены, ставшие причиной заболевания. На территории Карелии (г. Петрозаводск) исследования качественного и количественного состава аэропалинологического спектра начаты недавно (с 2005 г.) и продолжают по настоящее время.

Существует несколько методов сбора проб для исследования пыльцевой составляющей воздушной среды. Гравиметрический метод – улавливание частиц из воздуха, оседающих на горизонтальные поверхности, это наиболее простой и доступный метод отбора аэробиологических образцов. К достоинствам этого метода относятся его простота и дешевизна, а также возможность составить достаточно четкое представление о качественном составе воздушных аэрозолей. Количество пыльцы, находящейся в образцах в разные периоды сезона вегетации, позволяет судить об интенсивности пыления растений.

В стандартных аэропалинологических исследованиях пыльцевые ловушки устанавливаются на высоте 10–20 м над уровнем земли на крыше зданий вдали от стен и других укрытий, избегая близости парков, ботанических садов и крупных промышленных предприятий. Основной формой представления результатов аэропалинологических исследований являются календари пыления: ежегодные и на основе многолетних наблюдений. Число таксонов растений, входящих в состав календаря пыления, не должно превышать 15. Выбор этих растений обусловлен их аллергенными свойствами и частотой встречаемости на территории исследуемого региона. Полученные данные усредняются за декаду и представляются в виде столбчатой диаграммы или в виде таблицы, в которой изменение концентрации пыльцы растений каждого таксона показано цветом, причем, обычно для недревесных и древесных растений классы концентраций различны (Принципы ..., 1999).

В аэропалинологическом спектре г. Петрозаводска ежегодно присутствуют пыльцевые зерна, обладающие аллергенными свойствами, принадлежащие растениям 11 древесных и 6 травянистых таксонов. Такое высокое содержание пыльцы древесных растений связано не только с составом окружающей растительности, но и отражает особенности формирования воздушных пыльцевых спектров (размеры, аэродинамические особенности пыльцевых зерен, пыльцевая продуктивность), а так же высотой расположения ловушки над землей. Древесные растения с аллергенной пыльцой, произрастающие на территории г. Петрозаводска – анемофилы и продуцируют пыльцевых зерен особенно много.

Пыльца древесных растений *Betula* L., *Alnus* Mill., *Pinus* L., *Salix* L., *Populus* L. составила основу аэропалинологического спектра сезонов наблюдения 2011–2012 гг. – не менее 80% от общего количества пыльцы за сезон. Пыльцевые зерна большинства данных растений имеют небольшой размер (до 35 мкм), округлую форму или воздушные мешки (*Pinus*), продуцируются в больших количествах, создавая высокую концентрацию в воздухе. Антигенный состав пыльцевых зерен представителей данных таксонов хорошо изучен (Пыцкий и др., 1999; Diethart et al., 2007).

Сезон пыления 2011–2012 гг. начинался с середины марта и продолжался до конца сентября. Наибольшее количество пыльцы в спектре наблюдалось в весенний период пыления – более 90% от годовой суммы. Первыми в спектре появлялись пыльцевые зерна *Alnus*, затем *Betula*. К середине мая отмечалось максимальное содержание аллергенной пыльцы в атмосфере города (до 70% от годовой суммы пыльцы древесных растений), что соответствовало массовому цветению березы. *Salix* и *Populus*, так же раннецветущие растения, однако суммарная доля их пыльцы в спектре не превышала 3%. К середине июня спектр пополнялся пыльцой сосновых – *Pinus*. Пыльца сосны – вторая по количеству компонента пыльцевого спектра Петрозаводска, ее содержание в воздухе может достигать 25% от общегодовой суммы пыльцы.

Продолжительность периода пыления большинства наблюдаемых растений сопоставима с длительностью их цветения, ненамного ее превышая. Пыление ольхи в 2011–2012 гг. продолжалось 4 декады, ивы и осины до 5 декад. Однако, период пыления березы и сосны длится, по многолетним наблюдениям,

до 5 месяцев. Так, в описываемые сезоны наблюдения, пыльца *Betula* фиксировалась в аэропалинологических пробах 16 декад, а *Pinus* – 15 декад, до середины – конца сентября.

Таким образом, в течение всего периода вегетации в атмосфере Петрозаводска присутствуют пыльцевые зерна древесных растений, способные вызвать проявления аллергических заболеваний. Пыльца березы, что подтверждено и многочисленными биохимическими исследованиями и данными медицинской статистики, является для Карелии и Петрозаводска наиболее аллергенноопасной. Пыльцевые зерна сосны, также присутствующие в больших количествах в воздухе, гораздо реже становятся причиной поллинозов, так как их размеры значительно превышают 35 мкм и не могут проникать глубоко в дыхательные пути.

Аэропалинологический метод изучения пыльцевой составляющей атмосферы дает возможность точно установить сроки появления и динамику содержания пыльцы в воздухе в течение сезона пыления, её систематическую принадлежность. Ежегодные данные аэропалинологического мониторинга позволяют корректировать усредненный календарь пыления для г. Петрозаводска. Проведение дальнейших исследований будет направлено на установление зависимости содержания пыльцы в воздухе от метеорологических условий в период пыления растений.

#### Литература

Ермаков Ю. Болезнь сезона – поллиноз. Электрон. ст. [Петрозаводск], 2003. Режим доступа к ст.: [gov.karelia.ru/Power/Ministry/Health/Center/pollinoz.html](http://gov.karelia.ru/Power/Ministry/Health/Center/pollinoz.html), свободный. Загл. с экрана. Яз. рус.

Лусс Л. В. Аллергия – болезнь цивилизации: эпидемиология, факторы риска, этиология, классификация, механизмы развития // Аллергология. 2002. Т. 2. № 2. С. 21–40.

Мейер-Меликян Н. Р., Северова Е. Э., Гапочка Г. П., Полевова С. В., Бовина И. Ю. Принципы и методы аэропалинологических исследований. М., 1999. 49 с.

Пыцкий В. И., Адрианова Н. В., Артомасова А. В. Аллергические заболевания. М.: Триада – X, 1999. 470 с.

Diethart B., Sam S., Weber M. Walls of allergenic pollen: Special reference to the endexine // Grana. 2007. Vol. 46. Iss. 3. P. 164–175.

### ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ ПИОНА УКЛОНЯЮЩЕГОСЯ (*PAEONIA AMONALA* L.) В УСЛОВИЯХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Н. С. Бузмакова<sup>1</sup>, Н. П. Савиных<sup>1</sup>, З. К. Харина<sup>2</sup>*

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

<sup>2</sup> *МОУ СОШ д. Слобода, [botany@vshu.kirov.ru](mailto:botany@vshu.kirov.ru)*

Многие редкие растения в условиях естественного произрастания имеют малочисленные популяции. Не является исключением пион уклоняющийся – Марьин корень. Это красивое многолетнее растение с толстыми, клубневидными корнями высотой до 100 см и более. Корневище мощное, горизонтальное,

имеет сильный запах и сладкий вкус. Стеблей обычно несколько. Листья дважды-трижды-тройчатые с длинно-заострёнными тройчато-рассеченными, с перисто-раздельными на ланцетные доли сегментами, гладкие и блестящие. Цветки одиночные, очень крупные, до 13 см в диаметре, пурпурно-розовой окраски. Семена крупные, чёрные. Блестящие.

В России встречается на северо-востоке европейской части, в Западной и Восточной Сибири. На территории Кировской области отмечен на северо-востоке, в основном в Афанасьевском районе. В течение 35 лет вид не регистрировался, и только в последние годы подтвердилось его наличие в этом районе. Растение встречается на опушках и полянах негустых хвойных и смешанных лесов единичными экземплярами (Красная книга., 2001).

Одна из достаточно крупных популяций этого растения обнаружена нами в окр. д. Андриёнки Афанасьевского района Кировской области. Наше исследование этого растения началось в 2007 г. во время выявления мест произрастания редких и охраняемых растений Кировской области с целью создания перспективной схемы развития особо охраняемых территорий в регионе, когда началась совместная научная работа сотрудников кафедры биологии, учителя биологии З. К. Хариной и учащихся средней общеобразовательной школы д. Слобода.

На опушке смешанного леса и в логу в 500 м в юго-восточном направлении от д. Андриёнки было обнаружено более тридцати особей пионов. Они располагались единичными экземплярами и небольшими группами по 7–10 растений. Осенью 2007 г. мы разработали проект: «Восстановление Марьиного корня в окрестностях д. Андриёнки Афанасьевского района Кировской области». В ходе выполнения проекта решали следующие задачи: 1) качественная и количественная оценка ценопопуляции пиона уклоняющегося; 2) изучение условий и способов размножения и пиона.

По результатам качественной и количественной оценки особей в ценопопуляции мы установили, что из 109 экземпляров молодых (1–2-летние) вегетативных 93 особи или 85%, вегетативно-генеративных средневозрастных (3–5-летних) с одним побегом – 12, или 11%, взрослых (5–7-летних) – 4 особи или 4%. Это свидетельствует о том, что популяция Марьиного корня молодая. Вероятно, это связано с тем, что в последнее время снизилось влияние человека на сообщество и стало возможно семенное воспроизведение этого растения.

Осенью мы осторожно выкопали 13 корневищ пиона и пересадили их на восточный склон рядом находящегося лога. Через год оказалось, что из 13 экземпляров прижилось 10. Вероятно, сказалась большая затененность северного склона по сравнению с логом.

В 2008 г. мы продолжили работу по изучению и распространению пиона: было обследовано 87 растений. Среди них оказалось молодых – 21 экземпляр или 24%, средневозрастных растений – 54 особи или 62%, взрослых – 12 пионов или 14%. Очевидно, что популяция возобновляемая, находится в хорошем состоянии.

В сентябре 2008 года мы посадили ещё 3 растения пиона на самую вершину восточного склона – место, хорошо освещаемое солнцем, почва, увлаж-

нённая с нейтральной реакцией. Но весной возобновило рост лишь одно растение. Вероятно, для успешного роста растения необходимо небольшое затенение, чего не было с восточной стороны.

В 2009 г. на этом же месте мы обнаружили уже 128 растений пиона. Из них 55 молодых, 48 средневозрастных и 25 взрослых. Такое изменение численности пиона подтвердило вывод об успешном состоянии ценопопуляции пиона.

В это же время мы проводили практический эксперимент по выращиванию пиона уклоняющегося из семян на учебно-опытном участке. Мы собрали семена пиона, разделили их на 2 части. Одну часть посадили сразу, как только принесли (21 сентября), другую – подвергли 2 этапной предпосевной обработке. В течение 2 месяцев они находились во влажном песке при температуре близкой к плюс 20°C, а затем на 5–6 месяцев положили в холодильник в отсек для овощей, а весной 2010 г. высадили их в почву. Семена взошли. Всхожесть оказалась высокой. Часть растений была посажена на территории школы. Растения чувствуют себя в соответствии с онтогенетическим состоянием (табл.).

Таблица

**Изменение количественного и качественного состава особей  
в ценопопуляции пиона уклоняющегося**

Возраст особей	2007 г.	2008 г.	2009 г.
	Количество (шт.)	Количество (шт.)	Количество (шт.)
Молодые (1-2 летние)	93	21	55
Средневозрастные (3-5 летние)	12	54	48
Взрослые (5-7 летние)	4	12	25
Итого:	109	87	128

На расстоянии 1 км к востоку от первой популяции Марьиного корня мы обнаружили поляну и рядом находящийся лог, в котором растут 30 пионов. Изучение этой популяции – задача нашего дальнейшего исследования.

С целью расширения ценопопуляции пиона, в сентябре 2009 года мы высадили 10 растений Марьиного корня с пришкольного участка, выращенных ранее на расстоянии 100–150 м на запад от первой ценопопуляции.

Выводы: 1. Ценопопуляция пиона характеризуется достаточной численностью, в ней много молодых растений, семена жизнеспособные с хорошей всхожестью.

2. Численность ценопопуляции регулярно повышается, что свидетельствует об удовлетворительном ее состоянии.

3. Для размножения семенами и получения всходов в первый год, необходим посев свежими семенами с предварительной предпосевной обработкой.

4. При высаживании сеянцев пиона в природу необходимо учитывать условия освещения.

#### Литература

Добринский Л. Н., Корытин Н. С. Красная книга Кировской области «Животные, растения, грибы». Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2001. 288 с.

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФЛОРЫ ЛЕСНОЙ ДОРОГИ В ЗАПОВЕДНИКЕ «НУРГУШ»

*Е. В. Князева<sup>1</sup>, Е. П. Лачоха<sup>2</sup>*

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

<sup>2</sup> *Государственный природный заповедник «Нургуш»,*

*nurgush@zapovednik.kirov.ru*

В настоящее время повсеместно наблюдаются синантропизация растительного покрова. Происходит обеднение флоры, стирание ее региональных особенностей, возникновение в нарушенных местообитаниях рудеральных сообществ с высокой конкурентоспособностью. Следует заметить, что на территории заповедников этот процесс выражен в меньшей степени, но, поскольку, антропогенное воздействие все же существует, то и фитоценозы заповедников подвержены синантропизации.

К синантропным растениям принято относить местные и инвазивные виды, позиции которых в составе растительных сообществ усиливаются при возращании антропогенной нагрузки (Горчаковский, 1984).

Исследования проводились на территории заповедника «Нургуш» в 2012 г. В качестве объекта исследования была выбрана грунтовая дорога длиной 3,5 км, ведущая от границы заповедника к кордону. На дороге закладывались учетные площади 0,5 x 50 м.

В ходе исследования на учетных площадях отмечено произрастание 124 видов сосудистых растений, относящихся к 89 родам и 30 семействам. Наиболее обычными и массовыми видами были: пырей ползучий (*Agropyron repens* L.), бодяк щетинистый (*Cirsium setosum* (Willd.) Bess.), подорожник большой (*Plantago major* L.).

Анализ ценологических групп растений показал преобладание синантропных (рудеральных) видов (42 вида – 33,9%): бодяк щетинистый (*Cirsium setosum* (Willd.) Bess.), лопух паутинистый (*Arctium tomentosum* Mill.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), обилие луговых (37 видов – 29,8%: девясил иволистный (*Inula salicina* L.), тысячелистник птармика (*Achillea ptarmica* L.), ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.) и лесных (30 видов – 24,2%: золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea* L.), лютик едкий (*Ranunculus acris* L.), звездчатка злаковая (*Stellaria graminea* L.), наличие прибрежно-водных (15 видов – 12,1%: повои заборный (*Calystegia sepium* L.), лютик ползучий (*Ranunculus repens* L.), мята полевая (*Mentha arvensis* L.).

Большое значение для устойчивости флоры имеет соотношение продолжительности жизни растений. Среди 124 видов флоры преобладают растения-многолетники – 91 вид (73,4%): лабазник обыкновенный (*Filipendula vulgaris* Moench.), дудник лесной (*Angelica sylvestris* L.). Однолетних видов зафиксировано 29 (23,4%): звездчатка средняя, мокрица (*Stellaria media* (L.) Vill.), горец птичий (*Polygonum aviculare* L.), двулетних – всего 4 вида. При этом среди рудеральных видов доминируют однолетники (21 вид – 50%), многолетних – 18 видов (42,9%), двулетних – 3 вида (7,1%). Луговая ценологическая группа пол-

ностью представлена многолетними растениями (37 видов – 100%). В группе лесных видов также господствуют многолетники (27 видов – 90%), очень мало однолетников (2 вида) и двулетников (1 вид). Среди прибрежно-водных растений преобладают многолетние (9 видов – 60%), немного меньше однолетних (6 видов – 40%).

Представленные материалы являются результатом первого этапа исследований динамики флоры лесной дороги в заповеднике «Нургуш».

### Литература

Горчаковский П. Л. Антропогенные изменения растительности: мониторинг, оценка, прогнозирование // Экология. 1984. № 5. С. 3–16.

Тарасова Е. М. Сосудистые растения Государственного природного заповедника «Нургуш». Киров: ООО «Орма», 2005. 163 с.

Тарасова Е. М. Флора Вятского края. Сосудистые растения. Киров: ОАО «Кировская областная типография», 2007. 292 с.

## ВОДНАЯ И ПРИБРЕЖНО-ВОДНАЯ ФЛОРА оз. МАЛОЕ КРИВОЕ

*Е. П. Лачоха*

*Государственный природный заповедник «Нургуш»,  
nurgush@zapovednik.kirov.ru*

Одним из направлений изучения природных процессов на территории заповедника «Нургуш» является комплексное обследование крупных старичных озер, в число которых входит оз. Малое Кривое.

С целью изучения процессов зарастания оз. Малое Кривое было проведено исследование видового состава водной и прибрежно-водной флоры и ее экологических особенностей.

На озере было заложено три гидробиологических профиля (в начале, середине и конце озера). Оценка экологических особенностей флоры проводилась на трех трансектах по двум показателям: спектры жизненных форм по биологическим типам Раункиера и принадлежности видов к экологическим группам по отношению к влажности субстрата.

Озеро Малое Кривое расположено в южной части заповедника, к юго-западу от оз. Нургуш, имеет типичную для пойменных озер подковообразную форму, длина составляет 1,2 км, средняя глубина 2–2,5 м, максимальная – 4,2 м.

Северная оконечность озера представляет собой мелководное расширение с обильной водной растительностью. Оба берега в этой части озера симметричны, низкие, сильно заболоченные, заросшие кустарником. Центральная часть озера имеет ассиметричные берега: левый берег высокий с крутым склоном высотой до 4,5 м, правый – пологий высотой до 1 м. К югу озеро постепенно сужается и переходит в узкую заболоченную протоку, которая соединяет его с р. Вяткой.

Общая протяженность трех трансект на оз. Малое Кривое составила 176 м (площадь 176 м<sup>2</sup>). На всех трансектах было отмечено 82 вида сосудистых растений из 66 родов и 39 семейств.

Среди биологических типов преобладают гемикриптофиты (26 видов) и гидрофиты (14 видов). Это во многом обусловлено характером местообитания. Значительная доля фанерофитов (12 видов) обусловлена зарастанием низких берегов кустарниками. Сравнительно небольшое участие в формировании данного растительного сообщества принимают геофиты, гелофиты, хамефиты и терофиты (соответственно 8, 4, 2 и 1 видов), это связано с незначительной степенью его нарушения. Соотношение биологических типов приведено на рис. 1.

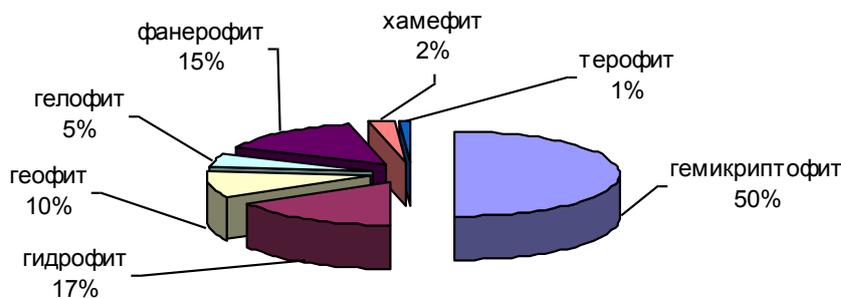


Рис. 1. Спектры жизненных форм по биологическим типам Раункиера

Среди экологических групп по отношению к влажности субстрата было выделено три – мезофилы, гигрофилы и гидрофилы (рис. 2). Основную массу составляют растения-мезофилы (40 видов), это связано с тем, что в пределах трансект обследовались берега озера. Закономерно также большое число гигрофилов и гидрофилов (26 и 16 видов соответственно).

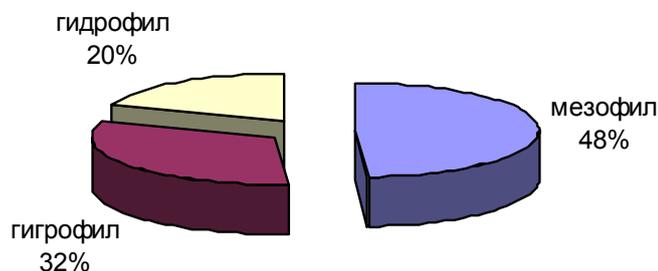


Рис. 2. Экологические группы по отношению к влажности субстрата

Сравнительный экологический анализ видового состава водной и прибрежно-водной растительности обследованного участка показал, что:

1. Значительная доля мезофилов обусловлена наличием облесенных берегов, а большое число гидрофилов связано с активно идущим процессом зарастания озера.

2. Наличие геофитов, хамефитов и терофитов обусловлено наличием нарушенных участков (выходы бобров, кабаньи и лосиные тропы и переправы).

Во время обследования правого берега озера в его южной оконечности было отмечено произрастание цицании широколистной (*Zizania latifolia* (Griseb) Stapf.). Это растение из семейства Мятликовые было завезено на территорию современного заповедника в 1961 г. и высажено в озерах Кривое и Нургуш для увеличения кормовой базы ондатры. В оз. Малое Кривое растение, вероятно, попало во время весенних разливов.

## Литература

Летопись природы заповедника «Нургуш» за 2009 г. Книга 14. Киров, 2010. 495 с. Рукопись.

Тарасова Е. М. Сосудистые растения Государственного природного заповедника «Нургуш». Киров, 2005. 163 с.

## ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ООПТ «МЕДВЕДСКИЙ БОР»

*А. Е. Зыкин, Е. В. Князев, О. Н. Пересторонина, Н. П. Савиных*  
*Вятский государственный гуманитарный университет,*  
*botany@vshu.kirov.ru*

Масштабы лесозэксплуатации в течение последнего столетия значительно выросли (более 10 млн. га в год на планете), качественно изменились в связи с применением машинной техники, что часто сопровождается пожарами. Поэтому особая роль в природопользовании отводится лесовосстановлению. Поддержание этих экосистем – основная задача в решении глобальной проблемы сохранения лесного фонда в целом, непрерывное обеспечение общества древесиной и другими продуктами лесов, выполнение многосторонних функций их как части биосферы.

Особое место отводится возобновлению лесов на особо охраняемых природных территориях (ООПТ), особенно видов эдификаторов, в том числе – сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Сохранение сосновых лесов невозможно без их регулярной рубки и последующего возобновления, поскольку через определенное время они постепенно переходят в результате сукцессии в елово-сосновые, сосново-еловые и даже еловые леса. Именно этот тип изменений растительности мы наблюдаем в течение последних 15 лет на территории ООПТ «Медведский бор». Для сохранения этой уникальной территории необходимо содействие восстановлению и самоподдержанию сосняков на достаточно больших территориях. Одним из методов, предложенных А. И. Видякиным (2012), являются постепенные, в том числе чересполосные рубки. Именно этот тип хозяйственной деятельности обеспечивает, по его мнению, естественное возобновление сосняков.

Поэтому цель данного исследования: изучение численности и жизненного состояния подроста сосны при чересполосных рубках как одного из способов содействия естественному самоподдержанию сосновых лесов.

Для выполнения этой цели решали следующие задачи:

1. Уточнить методику оценки жизненности подроста сосны.
2. Выявить численность и состояние подроста сосны на вырубке.
3. Выяснить эффективность естественного возобновления сосны.

Изучали естественное возобновление сосны в июле 2012 г. на просеке в 25 выделе 111 квартала Медведского бора, возникшей при проведении чересполосной рубки в 2007 г. и минерализации в 2008 г. Для этого была заложена трансекта шириной 14 м и длиной 378 м. На трансекте было сделано геобота-

ническое описание по традиционным методикам (Шенников, 1964; Ипатов, 1998). Трансекту разбили на пробные площади (14x14) м<sup>2</sup>; на каждой из них заложили методом конверта 5 учетных площадок площадью (2x2) м<sup>2</sup> каждая.

Пробные площади закладывали с юга на север. Рельеф на трансекте изменяется: понижается к северу и с востока на запад; с юга на север трансекта перемежается дюнами, высотой 1,5–3 м, которые сходятся в нижней части оврага; на части выровненный.

К подросту относили особи деревьев с диаметром ствола менее 10 см.

Очевидно, что оценка этой составляющей лесного фитоценоза по единственному признаку не может в полной мере определить состояние и тем более сравнить подрост разных участков леса. Поэтому на основании онтогенетического и популяционного подходов к характеристике растительных сообществ (Смирнова и др., 1976), а также биоморфологического (Серебряков, 1962) разработана методика оценки жизненности подроста сосны и способ сравнения его в разных фитоценозах (Савиных, Зыкин, 2004; Зыкин, 2005).

Состояние подроста оценивали по высоте, календарному возрасту (в годах), длине годового прироста (ГП) в последний вегетационный период, наличию перевершинивания, общей (визуальной) жизненности. По этим признакам на всех модельных площадках была оценена каждая особь прегенеративного онтогенетического состояния. Общую жизненность каждого растения определяли по наличию перевершинивания, положению боковых побегов в пространстве, возрасту побегов с листьями, состоянию их. Хорошая жизненность оценивалась баллом 1, удовлетворительная – 2, неудовлетворительная – 3.

*Баллом 1* оценивали растения без перевершинивания, с ГП более 5 см. Именно таков критерий нижней границы годовых приростов у сосны обыкновенной в этом онтогенетическом состоянии (Серебряков, 1962). Боковые побеги направлены вверх; по аналогии с побегами трав их можно назвать приподнимающимися. Угол между главным побегом и осью бокового побега острый. Листья не поражены, зеленые, есть на годичных побегах более чем трехлетнего возраста.

*Баллом 2* оценивали растения с одним перевершиниванием в течение трех последних лет; ГП от 3 до 5 см; боковыми побегами, отходящими под острым углом от главного побега; наличием зеленых листьев на годичных побегах трехлетнего возраста.

*Баллом 3* – растения с несколькими перевершиниваниями в течение трех последних лет; ГП менее 3 см; боковыми побегами, отходящими под тупым углом от главного побега; зелеными листьями последнего годового прироста и поврежденными листьями ранних годовых приростов.

Результаты исследований. На территории учетных площадок выявлено 840 особей сосны 2–9-летнего возраста. Из них двухлетних растений 350, трехлетних – 39, четырехлетних – 143, пятилетних – 180, шестилетних – 77, семилетних – 38, восьмилетних – 11, девятилетних – 2. Площадь 71 учетной площадки 284 м<sup>2</sup>. Исходя из этого, на 1 га может произрастать 29 577 2–9-летних сосен.

Жизненность особей колеблется от 4 до 12 баллов. С жизненностью от 4 до 6 баллов встретили 553 растения, от 7 до 9–282. В целом, у 2–4-летних растений жизненность самая высокая – 4 балла, в то же время у 5-летних растений она изменяется от 4 до 5. Возможно, это связано с типом растительной ассоциации, развитием семян на растениях в составе исходного леса до рубки и минерализации.

Согласно правил лесовосстановления утвержденных Министерством природных ресурсов РФ 16.07.2007 года, приказ № 183, на влажных почвах необходимо высаживать не менее 3000 саженцев, на сухих – 4000 штук. При выращивании в горшечных культурах допускается снижению до 2500 штук. Это цифра в значительной степени преувеличена из-за естественного отмирания молодых растений в ходе естественного отбора.

Для нормального существования экосистемы согласно лесотаксоционных показателей необходимо около 250 растений на один гектар. По нашим данным на площади 5292 м<sup>2</sup> выявлено 840 молодых растений преимущественно 2–6-летнего возраста при максимальной численности 2-х летних растений (350), 4-х летних (143), 5-и летних (180). При расчете на 1 га значение увеличивается более чем в два раза.

Если учесть, что за один год обильного семеношения вырастает в среднем около 300 молодых растений, то через 8 регулярных семеношений (примерно 30 лет) естественное возобновление может достигнуть этого показателя.

Поэтому естественное возобновление древостоя обеспечивается даже за один год обильного семеношения. Таким образом, при чересполосных рубках возобновление древостоя целевой породы – сосны – обеспечивается путем естественного возобновления.

Сделанные выводы получены на основании изучения одной трансекты в определенных условиях. Целесообразно продолжение исследования в следующих направлениях: 1) изучения возобновления на других вырубках для оценки полученных данных; 2) соотнесение успешности естественного возобновления с типом растительных ассоциаций на вырубке.

### Литература

Видякин А. И. Естественное возобновление сосны при проведении постепенных рубок в подзоне хвойно-широколиственных лесов Вятско-Камского междуречья // Аграрный вестник Урала, 2012. № 12.

Зыкин А. Е., Савиных Н. П. О состоянии подроста *Pinus sylvestris* L. в разных фитоценозах // Экология и научно-технический прогресс: Сб. материалов III международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Пермь, 2005. С. 312–314.

Ипатов В. С. Описание фитоценоза. Методические рекомендации. СПб., 1998. 93 с.

Савиных Н. П., Зыкин А. Е. Оценка состояния фитоценоза по жизненности особей у подроста эдификаторов // Актуальные проблемы регионального экологического мониторинга: теория, методика, практика: Сб. материалов Всероссийской научной школы (Киров, 16–18 ноября 2004 г.). Киров, 2004. С. 231–233.

Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. М., 1962. 378 с.

Смирнова О. В., Заугольнова Л. Б. и др. Ценопопуляции растений. М., 1976. 217 с.

Шенников А. П. Введение в геоботанику. Л., 1964. 447 с.

## ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА НА АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ *EVERNIA MESOMORPHA* (FLOT.) NYL.

*Е. А. Аксёнова, Е. А. Домнина*  
Вятский государственный гуманитарный университет,  
*ecolab2@gmail.com*

Изучение экологического состояния окружающей среды является на сегодняшний день одной из актуальных проблем (Афанасьев, Фомин, 2001). Лишайники, произрастающие рядом с предприятиями химической промышленности, подвергаются мощному антропогенному влиянию. В результате изменяются многие показатели лишайникового покрова.

В Кировской области особое влияние на окружающую среду оказывает Кирово-Чепецкий химический комбинат (КЧХК). Промышленная зона КЧХК – это зона повышенной экологической напряженности (Бурков, Елькин, 1993).

Цель работы изучить влияние загрязнения Кирово-Чепецкого химического комбината на анатомо-морфологические характеристики *Evernia mesomorpha* (Flot.) Nyl.

Для исследования были выбраны пять площадок мониторинга (ПМ) в сосновых фитоценозах. ПМ-1 – парк в черте города Кирово-Чепецк – находилась в непосредственной близости от объекта исследования. Три ПМ располагались в разных направлениях от комбината на удалении 5–7 км: в окрестностях пос. Каринторф (ПМ-2); пос. Боровица (ПМ-3); д. Чирки (ПМ-4). Контрольный участок (ПМ-5) находился на удалении 120 км в Бело-Холуницком р-не Кировской области.

В качестве объекта исследования был выбран присутствующий на всех ПМ кустистый эпифитный лишайник *E. mesomorpha*.

Изучение анатомо-морфологических характеристик лишайника проводили весной 2010 и 2011 гг.

На каждой из площадок мы исследовали не менее 10 модельных деревьев сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.). Измерение проективного покрытия лишайников проводили на высоте ствола около 1,5 м, значение общего проективного покрытия лишайников выражали в процентах (Бязров, 2002).

Результаты определения общего проективного покрытия лишайникового покрова на площадках мониторинга представлены на рисунке 1. В целом наблюдается увеличение общего проективного покрытия по мере удаления от источника загрязнения. При этом на контрольной площадке (ПМ-5) значения проективного покрытия в 16–20 раз больше чем в районе КЧХК (ПМ-1). Исключением из полученной закономерности является проективное покрытие на ПМ-2 (пос. Каринторф).

Сравнение результатов 2010 и 2011 гг. показывает уменьшение проективного покрытия на всех участках, что может быть связано с усилением влияния КЧХК на окружающую среду (Горшков, 1990).

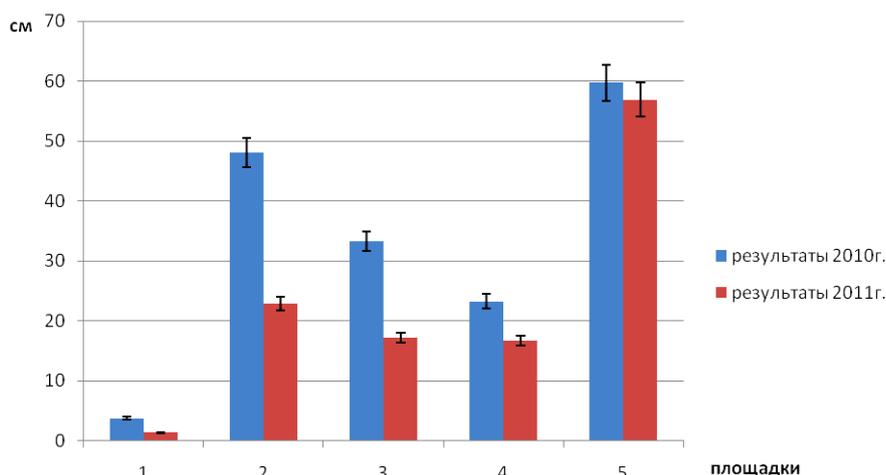


Рис. Результаты определения общего проективного покрытия лишайников

Непосредственно на ПМ нами была измерена средняя длина веток кустистого лишайника *E. mesomorpha*. Анализ полученных результатов показал, что при удалении от источника загрязнения происходит увеличение размеров таллома. Полученные результаты согласуются с результатами других исследователей. Так по данным А. Г. Паукова и И. С. Гулики (1999), размеры слоевищ *Parmelia sulcata* в городе уменьшались в 4 раза по сравнению с условно фоновой территорией.

На всех участках мониторинга наблюдается корреляция показателей проективного покрытия и диаметра талломов *E. mesomorpha*.

Водоросль в талломе лишайника занимает всего 2–3% от его массы, но выполняет роль основного поставщика органических веществ всему лишайниковому таллому. Используя собранный материал (талломы лишайников), мы измеряли толщину водорослевого слоя эвернии мезоморфной на поперечном срезе через центральную часть веточки.

На первых двух площадках мониторинга эвернии обнаружено не было, что может быть связано с тем, что кустистые лишайники более чувствительны к атмосферному загрязнению. При удалении от КЧХК толщина слоя водорослей уменьшалась по мере удаления от источника загрязнения (табл.). Вероятно в следствие уменьшение содержания азота в атмосферном воздухе.

Таблица

**Изменение толщины водорослевого слоя эвернии мезоморфной**

№	Площадка	Толщина водорослевого слоя	
		2010 г.	2011 г.
1	парк г.Кирово-Чепецк (ПМ-1)	–	–
2	пос. Каринторф (ПМ-2)	–	–
3	пос. Чирки (ПМ-3)	0,06±0,001	0,086±0,003
4	пос. Боровица (ПМ-4)	0,09±0,002	0,084±0,002
5	пос. Белая-Холуница (ПМ-5)	0,04±0,001	0,022±0,002

Известно, что в небольших количествах азот стимулирует развитие водорослевого слоя у лишайников, в результате происходит увеличение количества

водорослей в талломах. Избыток азота, стимулируя рост и деление клеток водоросли, может вызвать распад лишайникового симбиоза.

Таким образом, в ходе работы было определено, что по мере удаления от источника загрязнения общее проективное покрытие и размеры талломов *E. mesomorpha* увеличиваются, внешний вид лишайников приближается к норме. Толщина водорослевого слоя лишайника *E. mesomorpha* по мере удаления от КЧХК уменьшается. Данные изменения, вероятно, связаны с концентрацией соединений азота в атмосферном воздухе.

#### Литература

Афанасьев Ю. А., Фомин С. А. и др. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: учеб. пособие в 2-х частях: Ч. 2. Специальная. М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. 337 с.

Бурков Н. А., Елькин М. Т. Атмосферный воздух // Охрана окружающей природной среды Кировской области: проблемы и перспективы / Под ред. Н. А. Буркова, В. А. Ключкова. Киров, 1993. С. 152–213.

Бязров Л. Г. Лишайники в экологическом мониторинге. М.: Научный мир, 2002. 336 с.

Горшков В. В. Влияние атмосферного загрязнения окислами серы на эпифитный лишайниковый покров северотаежных сосновых лесов // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука, 1990. С. 144–159.

Пауков А. Г., Гулика И. С. Анатомические и морфологические изменения лишайников в антропогенно нарушенных местообитаниях // Развитие идей академика С.С. Шварца в современной экологии. Екатеринбург, 1999. С. 134–140.

Покаряевский А. Д. Геохимическая экология наземных и почвенных животных (биоиндикационные и радиоэкологические аспекты): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ИЭМЭЖ РАН, 1993. 40 с.

### СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ ВАСИЛЬКА СУМСКОГО НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ГРАНИЦЕ АРЕАЛА

*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 биоморфологии растений и особенностей структуры их ценопопуляций (ЦП).

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.

Биоморфологию и структуру ЦП *C. sumensis* изучали в пределах ООПТ «Медведский бор» (Нолинский район Кировской области). Данное сообщение посвящено особенностям ЦП этого вида.

*C. sumensis* – поликарпическое многолетнее травянистое моноцентрическое стержнекорневое растение с двумя типами специализированных побегов: исходный розеточный вегетативный многолетний с разными по степени рас-

членениями листовой пластинки простыми листьями и однолетние вегетативно-генеративные. Поэтому в качестве счетной единицы в наших исследованиях использована особь семенного происхождения.

Биологический возраст или онтогенетические состояния растений определили согласно периодизации полного онтогенеза растений по А. А. Уранову (1975) с дополнением Л. А. Жуковой (1995). Описаны и охарактеризованы все онтогенетические состояния прегенеративного, генеративного и постгенеративного периодов.

Мы изучали целостную ценопопуляцию *C. sumensis*. Для этого регулярно были заложены 168 примыкающих друг к другу площадок по 1 м<sup>2</sup> регулярно на трансектах. Всего на этой территории выявлено и описано 240 разновозрастных особей, что по 5-балльной шкале Л. В. Денисова с соавт. (1986) позволило оценить численность этой популяции в 4 балла. Средняя плотность – 1,42 особи/м<sup>2</sup>.

Спектр онтогенетических состояний растений рассмотренной ЦП следующий: ювенильных (*j*) 28 растений (12%); иматурных (*im*) – 52 особи (22%); виргильных (*v*) – 72 растения (32%); 1 молодое генеративное (*g<sub>1</sub>*) растение (0,4 %); зрелых генеративных (*g<sub>2</sub>*) – 55 особей (23%); позднегенеративных (*g<sub>3</sub>*) – 26 – (11%); субсенильных (*ss*) – 6 растений (2,5 %). Возрастные спектры в зависимости от наличия особей разных онтогенетических состояний могут быть левосторонними, правосторонними, одновершинными симметричными и бимодальными (Ценопопуляции растений, 1976). При левостороннем спектре преобладают прегенеративные особи, при правостороннем – постгенеративные, при бимодальном спектре одновременно присутствуют в большом количестве очень молодые и наиболее старые особи. В изученной ЦП преобладают растения прегенеративного периода (*j*, *im*, *v*), поэтому спектр характеризуется как левосторонний (рис.). Такой спектр свойственен ЦП растений с интенсивным возобновлением, большим отпадом особей на начальных этапах онтогенеза или ранним началом цветения. Данная ЦП *C. sumensis* оценивается как успешная.

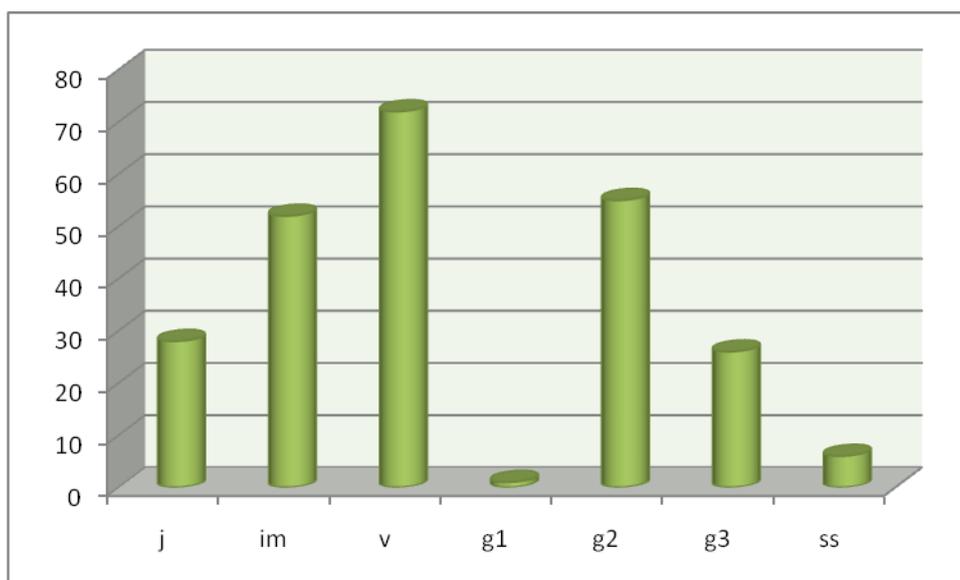


Рис. Диаграмма числа особей разных онтогенетических состояний в ЦП василька сумского

При характеристике ЦП мы учли этапы сукцессионного развития: становление, процветание и угасание. На каждом этапе ЦП характеризуется по-разному, связи с этим выделяется три типа ЦП: инвазионный (внедряющийся), нормальный и регрессивный – стареющий (Работнов, 1950). Изученная ЦП по этим критериям относится к инвазионной.

В настоящее время все чаще для характеристики ЦП дополнительно к вышеназванным используется классификация Л. А. Животовского (2001). Он выделил ЦП переходные со значительной долей как молодых, так и старых растений (старше  $g_2$ ) и зреющие, в которых довольно много растений генеративного периода ( $g_1$  и  $g_2$ ). Эта классификация построена на основе расчета индексов возрастности (Уранов, 1975) и энергетической эффективности.

Индекс возрастности ценопопуляции ( $\Delta$ ) вычисляется по формуле:  $\Delta = \sum n_i m_i / \sum n_i$ , где  $n_i$  – абсолютное число растений  $i$ -ого возрастного состояния,  $m_i$  – возрастность особи,  $\sum n_i$  – общее число растений. Индекс возрастности данной популяции составил – 0,2651.

Индекс эффективности ценопопуляции ( $\omega$ ) вычисляется по формуле:  $\omega = \sum n_i e_i / \sum n_i$ , где  $n_i$  – абсолютное число растений  $i$ -ого возрастного состояния,  $e_i$  – эффективность особи,  $\sum n_i$  – общее число растений. Индекс эффективности ценопопуляции ( $\omega$ ) данной популяции составил – 0,4941. Исходя из выше сказанного, данная популяция василька сумского по типу возрастности является молодой.

Для характеристики эффективности самоподдержания ценопопуляций мы использовали показатели, предложенные Л. А. Жуковой (1986, 1995). Индекс восстановления ( $I_B$ ), показывает, сколько потомков в данный момент времени приходится на одну генеративную особь:  $I_B = (j+im+v)/(g_1+g_2+g_3)$ . В изученной популяции он составил 1,85.

Индекс замещения ( $I_3$ ):  $I_3 = (j+im+v)/(g_1+g_2+g_3+ss+s+sc)$  – демонстрирует, какую долю взрослой части популяции может заместить подрост или сколько потомков приходится на одно взрослое растение. В изученной популяции он составил 1,7. Исходя из этого следует, что эффективность семенного размножения василька сумского высокая.

Таким образом, ЦП *C. sumensis* на открытых местах – инвазионная, по типу возрастности молодая с высокой эффективностью семенного размножения, успешная с интенсивным возобновлением, с численностью в 4 балла, средней плотностью 1,42 особи/м<sup>2</sup> и левосторонним возрастным спектром.

На основании выше изложенного следует, что в соответствующих условиях *C. sumensis* способен к самоподдержанию ЦП. Поэтому для сохранения этого вида на северо-восточной границе распространения необходимо создание территорий с достаточным освещением.

#### 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: РИИК «Ланар», 1995. 224 с.

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.

Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляции как функции времени и энергетических волновых процессов // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. 1975. № 2. С. 7–34.

Ценопопуляции растений: (Основные понятия и структура). М.: Наука, 1976. 215 с.

## **ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ПРОВОДЯЩИМИ ПУЧКАМИ В ХВОЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.)**

*А. Г. Лебедев*

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
canis\_aureus@mail.ru*

В настоящее время огромная роль отводится исследованию популяционно-хорологической структуры видов древесных растений. Несмотря на значительный прогресс популяционных исследований, остаются малоизученными такие аспекты, как выделение границ популяций. Предполагается, что границы популяций могут проходить по наиболее длительно существующим и контрастным ландшафтно-географическим рубежам, отличающимся спецификой экологических условий, например, между верховым болотом и смежным суходолом (Филиппова и др., 2006). Считается, что изучение популяционно-хорологической структуры сосны обыкновенной может быть очень эффективным при условии использования в качестве маркеров внутривидовых подразделений тщательно отобранных генотипически детерминированных качественных дискретных вариаций (фенов), аллометрических индексов и некоторых счетных признаков генеративных органов (Видякин, Глотов, 1999; Видякин, 2001; Видякин и др., 2011). Однако применение данного метода исследований ограничивается существующей периодичностью плодоношения древесных растений. Поэтому необходимо выделить признаки-маркеры популяционной хорологической структуры вида у вегетативных органов. На основании имеющихся сведений (Видякин, 2004) можно предположить, что для этого наиболее удобным объектом исследований могут являться выборки хвои сосны обыкновенной на верховом болоте и смежном суходоле, для дальнейшего анатомо-морфологического изучения.

Целью наших исследований являлось изучение признака «расстояние между проводящими пучками в хвое сосны обыкновенной», произрастающей на верховом болоте и смежном суходоле, а также оценка возможности использования этого признака при изучении популяционно-хорологической структуры вида.

Объекты исследований находятся в квартале 107 Ежихинского участкового лесничества Котельнического лесничества Кировской области. Для исследований в каждом экотопе с 40 деревьев собирали по 16 хвоинок с освещенной стороны в средней части центрального побега 2011 г. На болоте сбор хвои проводили с деревьев, расположенных в его центральной части, а на суходоле – удаленных на расстояние 50–60 м от кромки болота.

При изучении анатомо-морфологического строения хвои использовали методические рекомендации Л. Ф. Правдина (1964) и С. А. Мамаева (1973). У каждой хвоинки измеряли длину, ширину, высоту, расстояние между проводящими пучками, рассчитывали индексы формы хвои. Вычисление основных статистических показателей проводилось общепринятыми методами (Лакин, 1973) с использованием компьютерной программы Excel.

Полученные нами данные показывают, что среднее расстояние между проводящими пучками в хвое сосны с суходола больше, по сравнению с верховым болотом (табл.). Эти различия статистически достоверны ( $t_{ф}=3,97 > t_{ст}=3,46$  при  $P=0,001$ ). При этом коэффициент вариации на болоте составляет 31,7%; а на суходоле – 22,1%. По шкале С. А. Мамаева (1973) признак характеризуется высоким уровнем варьирования ( $CV=21-40\%$ ).

Таблица

**Расстояние между проводящими пучками в хвое сосны обыкновенной с верхового болота и суходола**

Выборки	Расстояние между проводящими пучками, мм		
	$M \pm m$	Пределы изменчивости	Коэффициент вариации (CV, %)
Болото	0,23±0,011	0,10–0,39	31,7
Суходол	0,29±0,010	0,11–0,41	22,1

Из полученных данных видно, что расстояние между проводящими пучками в выборках хвои сосны обыкновенной с верхового болота и смежного суходола достоверно различается. Поэтому можно предположить, что данный признак, может являться маркером популяционно-хорологической структуры сосны обыкновенной. Однако для окончательной оценки этого предположения необходимы дальнейшие исследования.

**Литература**

- Видякин А. И. Популяционная структура сосны обыкновенной на востоке европейской части России: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 2004. 48 с.
- Видякин А. И. Фены лесных древесных растений: выделение, масштабирование и использование в популяционных исследованиях (на примере *Pinus sylvestris* L.) // Экология. 2001. № 3. С. 197–202.
- Видякин А. И., Глотов Н. В. Изменчивость количества семян у сосны обыкновенной на востоке европейской части России // Экология. 1999. № 3. С. 170–176.
- Видякин А. И., Санников С. Н., Петрова И. В. Морфофенотипическая изменчивость популяций сосны обыкновенной в бассейнах рек Юг и Северная Двина // Лесной журнал. 2011. № 5. С. 162–166.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1973. 343 с.
- Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М.: Наука, 1973. 284 с.

Правдин Л. Ф. Сосна обыкновенная: изменчивость, внутривидовая систематика и селекция. М.: Наука, 1964. 161 с.

Филиппова Т. В., Санников С. Н., Петрова И. В., Санникова Н. С. Феногеография популяций сосны обыкновенной на Урале. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 123 с.

## **ИЗУЧЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ В РАЙОНЕ ОБЪЕКТА УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ В пос. МИРНЫЙ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Т. С. Едигарева, Е. А. Домнина*  
*Вятский государственный гуманитарный университет,*  
*ecolab2@gmail.com*

Уничтожение запасов химического оружия – это одно из обязательств, налагаемых на участников Конвенции о запрещении химического оружия. Россия объявила о наличии у себя химического оружия на семи объектах.

Уничтожение химического оружия на объекте Марадыковский проводится с 2006 г. В 2004 г. были заложены площадки для описания и последующего мониторинга растительности в районе объекта уничтожения химического оружия (ОУХО). При выборе участков учитывали специфику природных систем в зоне нахождения объекта, характер почвенного покрова, удаленность от источника воздействия и расположение относительно сторон горизонта. Всего в районе ОУХО было заложено 145 участков мониторинга с различными типами растительности (Домнина и др., 2012).

Целью данной работы являлось описание результатов изучения растительности еловых лесов в районе ОУХО в пос. Мирный Кировской области.

Изучение еловых лесов в районе ОУХО проводили на участках № 5, 13, 17, 36, 55, 59. Большая часть их находится в разных направлениях относительно сторон горизонта на расстоянии 1–4 км от объекта уничтожения (табл.).

Таблица

### **Характеристика еловых лесов в районе ОУХО в пос. Мирный Кировской области**

№ п/п	№ точки	Расстояние от ОУХО, км	Направление от ОУХО	Название ассоциации (по последнему году наблюдения)
1	5	1,43	Северо-восток	Елово-березняк кислично-черничный
2	13	2,08	Юго-восток	Ельник чернично-зеленомошный
3	17	1,5	Юг	Сосново-березово-ельник вейниково-черничный
4	36	2,75	Северо-восток	Елово-березняк мертвопокровный
5	55	3,8	Восток	Березово-ельник черничный
6	59	3,98	Восток-юго-восток	Осиново-ельник кисличный

Растительность на постоянных площадках описывали с использованием стандартных методик (Щенников, 1964; Ипатов, 198). Мониторинг за состоянием лесов проводили на большинстве участков с 2004 по 2012 гг. в период наиболее активного роста и развития растений (середина июля).

В древостое большинства исследованных сообществ совместно с *Picea x fennica* (Regel.) Kom. произрастают *Betula pendula* Roth., *Populus tremula* L. (исключение составляют участки № 5, 17). Реже встречаются *Pinus sylvestris* L. (участки № 15, 13, 55), *Abies sibirica* Ledeb. (участки № 5, 55, 59).

Возобновление древостоя происходит главным образом с участием 4–7 видов. Подрост на всех площадках представлен *Picea x fennica* (Regel) Kom., на пяти – *Betula pendula* Roth. (исключение участок № 5), на четырех – *Populus tremula* L. (исключение участок № 5, 17) *Quercus robur* L. (исключение участки № 13, 17). Реже встречаются *Alnus incana* (L.) (участки № 5, 13), *Betula pubescens* Ehrh. (участки № 36, 55), *Pinus sylvestris* L. (участки № 17, 55), *Abies sibirica* Ledeb. (участки № 5, 55, 59), *Tilia cordata* Mill. (участок № 17).

В составе подлеска всех исследованных ельников встречается *Frangula alnus* Mill., *Sorbus aucuparia* L., несколько реже *Juniperus communis* L. (исключение участок № 5), *Lonicera xylosteum* L. (исключение участки № 13, 17, 36), *Padus avium* Mill. (исключение точки № 5, 13, 17), *Viburnum opulus* L. (исключение участки № 5, 13), *Rubus idaeus* L. (исключение участки № 13, 17, 36). Есть виды, которые встречаются только на одном участке. Это *Ribes spicatum* E. Robson in With. (№ 55), *Daphne mezereum* L. (№ 55), *Ribes rubrum* L. (№ 5), *Malus sylvestris* Mill. (№ 55), *Salix aurita* L. (№ 13), *Rosa acicularis* Lindl. (точка № 17), *Amelanchier* sp. (участок № 36).

Видовой состав травяно-кустарничкового яруса, в целом, типичен для еловых лесов Кировской области. Из 72 отмеченных видов общими для всех являются *Vaccinium myrtillus* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Orthilia secunda* L., *Linnaea borealis* L., *Solidago virgaurea* L., *Melica nutans* L., *Luzula pilosa* L., на пяти пробных площадках произрастают *Fragaria vesca* L., *Maianthemum bifolium* L., *Melampyrum pratense* L., *Trientalis europaea* L. Остальные виды отмечены на четырех и менее участках.

Некоторые виды (например, *Leucanthemum vulgare* Lam., *Pulmonaria obscura* Dumort.) произрастают в нетипичных для них условиях еловых лесов. Вероятно, это обусловлено близостью заложённых точек к населённым пунктам, а так же антропогенной нагрузкой.

Сравнение описаний сообществ не показало существенных изменений в структуре еловых лесов. Тем не менее, по ряду параметров (общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса, мертвого покрова) наблюдалась незначительная динамика. Так, например, на участке № 59 произошло уменьшение площади, занятой мертвым покровом (от 55% в 2004 г. до 35% в 2012 г.), уменьшение общего проективного покрытия травяно-кустарничкового яруса (от 35% в 2004 г. до 25% в 2012 г.). По-видимому, это связано с естественным развитием сообщества и эколого-биологическими особенностями видов растений.

Таким образом, изученные еловые леса в районе ОУХО в пос. Мирный Оричевского района типичны для подзоны южной тайги Кировской области (Зубарева, 1996). Десятилетний период наблюдений не показал значительных нарушений в структуре сообществ.

### Литература

Домнина Е. А., Рябова Е. В., Шабалкина С. В. Мониторинг сосновых лесов в районе объекта уничтожения химического оружия в пос. Мирный Кировской области. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2012. Т. 14. № 1 (6). С. 1449–1452.

Зубарева Л. А. Растительный покров // Природа, хозяйство, экология Кировской области. Киров, 1996. С. 222–265.

Ипатов В. С. Описание фитоценоза: Методические рекомендации. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1998. 93 с.

Шенников А. П. Введение в геоботанику Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. 447 с.

## СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПАРКА ИМ. Ю. А. ГАГАРИНА г. КИРОВА

К. О. Сластихина<sup>1</sup>, Л. В. Кондакова<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Вятский государственный гуманитарный университет,  
kaf\_eco@vshu.kirov.ru

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

Основным элементом любого городского парка являются древесные насаждения. Они, как составная часть городского ландшафта, смягчают и облагораживают городскую застройку, имеют большое санитарно-гигиеническое, рекреационное, ландшафтно-архитектурное, научное и эстетическое значение (Ашихмина, 2006).

Цель исследования: дать оценку жизненного состояния древесных насаждений парка им. Ю. А. Гагарина г. Кирова.

Исследования проводились по методике мониторинга зелёных насаждений населённого пункта (Ашихмина, 2006). На территории парка были выявлены следующие виды древесных пород: тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.), тополь серебристый (*Populus alba* L.), тополь дрожащий (*Populus tremula* L.), тополь лавролистный (*Populus laurifolia* Ldb.), дуб летний (*Quercus robur* L.), вяз шершавый (*Ulmus scabra* Mill.), вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall), клён остролистный (*Acer platanoides* L.), клён ясенелистный (*Acer negundo* L.), берёза повислая (*Betula pendula* Roth.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), ива белая (*Salix alba* L.), ива ломкая (*Salix fragilis* L.), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.), ель обыкновенная (*Picea abies* Karst.), лиственница русская (*Larix rossica* Mill.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris* L.), сирень венгерская (*Syringa josikaea* Jacq.), акация жёлтая (*Caragana arborescens* Lam), спирея средняя (*Spiraea media* Fr. Schmidt). Всего было обследовано 1389 деревьев парка.

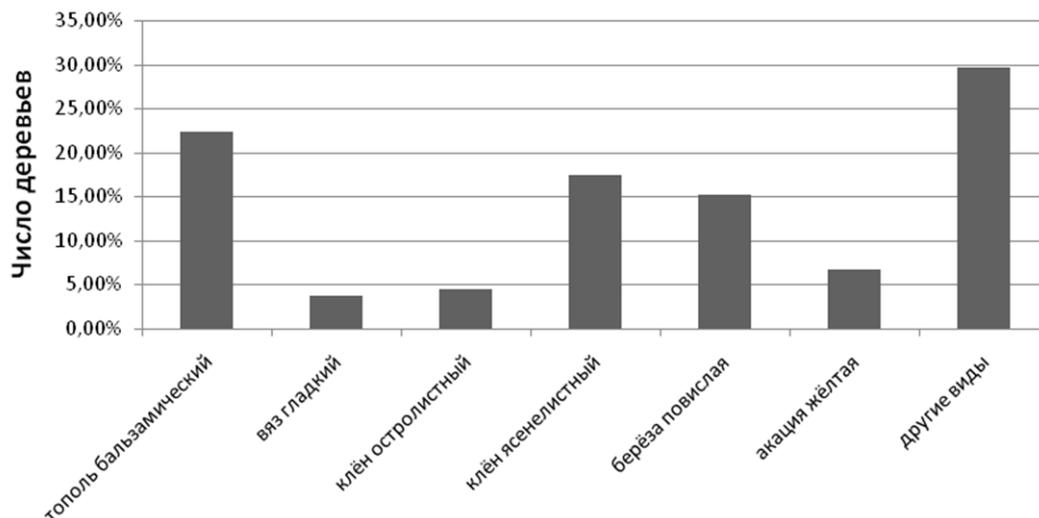


Рис. 1. Соотношение древесных растений на территории парка им. Ю. А. Гагарина

Самыми распространёнными видами являются: тополь бальзамический (22,4%), клён ясенелистный (17,5%) и берёза повислая (15,3%) (рис. 1). Данные виды широко применяются в озеленении г. Кирова, они отличаются быстрым ростом, нетребовательны к условиям произрастания, но имеют невысокую эстетическую ценность. В посадках парка реже встречаются тополь серебристый (0,3%), ясень обыкновенный (1,2%), тополь лавролистный (1,3%), вяз шершавый (1,6%). Анализ жизненного состояния древесных насаждений парка представлен на рис. 2. Хорошее жизненное состояние имеют 34% обследованных деревьев, неудовлетворительное – 29%.

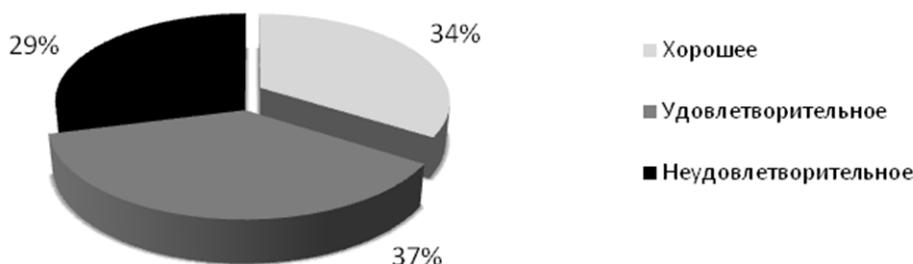


Рис. 2. Состояние древесных насаждений парка им. Ю. А. Гагарина г. Кирова

В категорию «Неудовлетворительное состояние» были отнесены древесные насаждения, имеющие значительные повреждения: дупла, морозобойные трещины, механические повреждения, поражения грибами. Устойчивость к воздействию антропогенной нагрузки у различных пород деревьев различна. Из растений тополя бальзамического 14,9% имели неудовлетворительное состояние, 12,5% – у клёна ясенелистного и 9,8% – у берёзы повислой. Наибольшее число повреждённых деревьев было выявлено по периметру парка.

Таким образом, на территории парка им. Ю. А. Гагарина выявлен 21 вид деревьев и кустарников, из которых преобладают два вида – тополь бальзамический и клён ясенелистный. Жизненное состояние древесных насаждений парка: хорошее (34%), удовлетворительное (37%), неудовлетворительное (29%). Парк испытывает высокую антропогенную нагрузку и нуждается в замене больных и поражённых растений.

#### Литература

Ашихмина Т. Я. Экологический мониторинг: учебно-методическое пособие / Под ред. Т. Я. Ашихминой. М.: Академический Проект, 2006. 416 с.

Бородина Н. А., Некрасов В. И. и др. Деревья и кустарники СССР. М.: Мысль, 1966.

Шабалина И. А. Деревья и кустарники для озеленения населённых мест Кировской области. Киров: Изд-во Кировского государственного педагогического института им. В. И. Ленина, 1966.

### МУХИ-ЖУРЧАЛКИ (DIPTERA, SYRPHIDAE) В СООБЩЕСТВАХ ОПЫЛИТЕЛЕЙ РАСТЕНИЙ ТРИБЫ CARDUEAE В СРЕДНЕЙ ТАЙГЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

С. В. Пестов<sup>1</sup>, Е. Е. Расова<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Сыктывкарский государственный университет,  
*pestov@ib.komisc.ru, karagjoz@yandex.ru*

При интродукции растения в нехарактерные для них природные зоны происходит формирование функционального ответа на новые факторы среды. В первую очередь изучается реакция растения на факторы абиотической природы. Биотические взаимоотношения интродуцированных растений исследуются крайне редко. Изучение формирования консортивных связей в процессе интродукции представляет практический и теоретический интерес. К перспективным лекарственным растениям интродуцированных в средней тайге Республики Коми относятся представители рода *Serratula* (серпуха). Они являются продуцентами фитоэкдистероидов, которые используются как биодобавок с адаптогенными свойствами (Интродукция..., 2008). Кроме того, экдистероиды являются гормонами линьки насекомых, поэтому могут быть использованы в мероприятиях по защите растений от вредителей. Соцветия серпухи довольно крупные и обильно выделяют нектар, что делает их перспективными медоносными растениями. Ранее были изучены консортивные связи только одного представителя *Serratula coronata* L. (Пестов, Володин, 2007; Пестов и др., 2012; Уфимцев, Пестов, 2012). Род *Serratula* относится к трибе Cardueae (Asteraceae), которые объединяют в нативной флоре Республики Коми 16 видов (Мартыненко, Груздев, 2008).

В настоящей работе предпринята попытка выявления видового состава и роли мух-журчалок в антофильных сообществах пяти представителей трибы Cardueae: трех интродуцированных *Serratula coronata* L., *S. inermis* Gilib., *S. quinquefolia* M. Bieb. ex Willd. и двух видов местной флоры – *Centaurea*

*phrygia* L. и *Cirsium heterophyllum* (L.) Hill. Исследование проводилось в конце июля – начале августа 2012 г. Численность опылителей оценивали визуально без отлова на учётных площадках за 20 мин. Учёты проводились (10–12 на каждом виде растения) с 11:00 до 15:00 в ясную безветренную погоду в течение всего периода их цветения. Относительное обилие журчалок выражали как отношение численности журчалок к общей численности опылителей в процентах. Сразу после учёта проводился отлов опылителей для выявления видового состава.

В составе антофильного комплекса трибы Cardueae за период исследований отмечено 24 вида журчалок. Среди них наиболее часто встречены *Epistrophe nitidicollis*, *Episyrphus balteatus*, *Parasyrphus nigratarsis*, *Sphaerophoria scripta*, *Syrphus vitripennis*. Все они на стадии личинки питаются тлями. На видах родов *Serrarula* и *Centaurea* обнаружена тля *Uroleucon jaceae* L., а на *Cirsium* – *Dactynotus* sp.

Таблица

### Видовой состав мух-журчалок в антофильных сообществах растений трибы Cardueae

№ п/п	Вид журчалок	SC	SI	SQ	CP	CH
1	<i>Dasysyrphus tricinctus</i> (Fl.)	–	1	1	–	–
2	<i>Epistrophe grossulariae</i> (Mg.)	–	–	–	1	–
3	<i>E. melanostoma</i> (Ztt.)	–	1	–	–	–
4	<i>E. nitidicollis</i> (Mg.)	5	1	–	–	1
5	<i>Episyrphus balteatus</i> (DG)	2	4	–	2	1
6	<i>Eristalis arbustorum</i> (L.)	–	1	–	–	6
7	<i>E. interrupta</i> (Poda)	–	–	–	–	2
8	<i>E. tenax</i> (L.)	–	1	–	–	–
9	<i>Eupeodes lapponicus</i> (Ztt.)	–	–	–	–	1
10	<i>E. corollae</i> (F.)	–	1	–	–	–
11	<i>Helophilus affinis</i> Wahl.	–	–	–	–	1
12	<i>H. hybridus</i> Lw.	–	–	–	1	–
13	<i>H. pendulus</i> (L.)	–	–	–	–	1
14	<i>Meliscaeva cinctellus</i> (Ztt.)	–	–	1	–	–
15	<i>Parasyrphus nigratarsis</i> (Ztt.)	4	10	4	–	–
16	<i>P. vittiger</i> (Ztt.)	–	–	–	1	–
17	<i>Pipiza bimaculata</i> Mg.	–	–	–	1	–
18	<i>Sphaerophoria scripta</i> (L.)	1	3	–	–	4
19	<i>Syritta pipiens</i> (L.)	–	–	–	–	1
20	<i>Syrphus ribesii</i> (L.)	–	2	–	–	–
21	<i>S. torvus</i> O.–S.	–	–	–	1	–
22	<i>S. vitripennis</i> Mg.	1	–	1	–	2
23	<i>Temnostoma vespiformis</i> (L.)	–	–	–	1	–
24	<i>Volucella pellucens</i> (L.)	–	–	–	–	1
	Число видов (2012 г.)	5	10	4	7	11
	Число особей в сборах	13	25	7	8	21
	Число особей (20 мин. наблюдения)	6,20	5,27	1,46	7,52	7,84
	Относительное обилие (%)	12,23	10,28	2,45	14,88	16,16

Примечание. Виды SC – *Serratula coronata*, SI – *S. innermis*, SQ – *S. quinquefolia* CP – *Centaurea phrygia*, CH – *Cirsium heterophyllum*.

Анализ результатов визуальных учётов показывает, что наиболее разнообразны комплексы журчалок василька и бодяка. Эти два вида зацвели 5–10 июля, численность и обилие журчалок на их соцветиях достигла максимума в конце июля. Переход к стадии плодоношения в исследованной ценопопуляции происходил с 1 до 18 августа. Цветение *S. coronata* и *S. innermis* началось 22–28 июля. Пик активности опылителей этих растений пришелся на 2–7 августа. Последним из изученных видов зацвел *S. quinquefolia* – 10 августа и численность и обилие журчалок на соцветиях была самой минимальной из всех изученных растений.

Исследованные виды существенно отличаются структурой антофильного сообщества насекомых. Ведущей группой посетителей соцветий *C. phrygia* и *C. heterophyllum* являются двукрылые (около 46%), из них 14,9–16,2% журчалки (табл.). Доля шмелей составляет 35–38%. Виды *S. coronata* и *S. innermis* опыляются преимущественно шмелями – 66–68%. Доля двукрылых снижается до 18–23%, из них журчалки – 10,3–12,2%. Вид *S. quinquefolia* посещается почти исключительно шмелями – до 90%. Обилие журчалок не превышает 3%.

Изменение биотической роли опылителей рассмотренных растений зависят главным образом от сроков цветения растений. В продолжение проведенной работы планируется более полное выявление видового состава мух-журчалок и его изменение в период цветения и в течение суток.

### Литература

Мишуров В. П., Зайнуллин В. Г., Рубан Г. А., Савиновская Н. С., Пунегов В. В., Башлыкова Л. А. Интродукция *Serratula coronata* L. на европейском Северо-Востоке. Сыктывкар. 2008. 192 с.

Мартыненко В. А., Груздев Б. И. Сосудистые растения Республики Коми. Сыктывкар, 2008. 136 с.

Пестов С. В., Володин В. В. Насекомые консортивного комплекса *Serratula coronata* L. в условиях интродукции (средняя тайга Республики Коми) // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития. Материалы Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием. Вып V, Ч. 2. Киров, 2007. С. 261–264.

Пестов С. В., Уфимцев К. Г., Володин В. В., Володина С. О., Донцов А. Г. Консортивные связи экдистероидсодержащего растения *Serratula coronata* L. (Asteraceae) // Теоретическая и прикладная экология, 2012. № 1. С. 77–82

Уфимцев К. Г., Пестов С. В. Насекомые-фитофаги экдистероидсодержащих растений рода *Serratula* // Актуальные проблемы биологии и экологии: Материалы XIX молодежной науч. конф. Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар, 2012. С. 101–103.

## ИЗМЕНЕНИЕ ФАУНЫ оз. ШУРГИЕР С ПОЯВЛЕНИЕМ В ВОДЕ СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

**П. В. Бедова**

*Марийский государственный университет, bedova@marsu.ru*

Озеро Шургиер является достопримечательностью с. Коркатово Моркинского района Республики Марий Эл. Располагаясь в центре населённого пункта, оно является местом купания и отдыха, мойки автомашин, ловли рыбы, водопоя для домашних животных. Водоем имеет подковообразную форму, является бессточным. На озере имеется плавающий остров, площадью 0,8 га.

Нами изучались донные беспозвоночные животные озера Шургиер в летний период 2009–2012 гг. Всего в 14-ти литоральных пробах в 2012 г. обнаружено 22 вида бентосных животных, относящихся к 5 классам и 10 отрядам, в 2009 году было зарегистрировано 36 видов донных беспозвоночных.

По сравнению с результатами гидробиологических исследований 2009 г. в фауне озера Шургиер произошли значительные изменения, так в сборах летнего периода 2012 г. не зарегистрировано представителей класса Ресничные черви и класса Двустворчатые моллюски. Хотя в 2009 г. в озере была обнаружена планария *Bdellocephala punctata* (Pallas, 1774) и пять видов двустворчатых моллюсков: *Sphaerium nitidum* (Clessin in Westerlund, 1876), *Euglesa casertana* (Poli, 1791), *Euglesa nitida* (Jenyns, 1832), *Euglesa scholzi* (Clessin, 1871), *Musculium* sp. В остальных таксономических группах также произошли изменения, во всех группах уменьшилось количество видов, кроме представителей отряда Двукрылые. Доля двукрылых от общего видового состава в 2009 г. была 25,0%, а в 2012 г. – 40,9%. Однако, численность двукрылых сократилась в 1,4 раза. Количественные показатели состояния зообентосного сообщества также уменьшились, так в 7,5 раз сократилась численность брюхоногих моллюсков, в 4,4 раза – численность пиявок, в 2 раза – численность ручейников, в 1,7 раза – численность жесткокрылых, поденок, двукрылых, личинок стрекоз. Не изменилась численность полужесткокрылых и увеличилась в 2,8 раза численность водных клещей. В целом численность макрозообентоса в озере сократилась за 3 года в два раза.

Такие изменения, по-видимому, вызваны появлением и массовым развитием в озере синезелёных водорослей, в частности, афанизомена цветущего *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs. Токсин *Aphanizomenon flos-aquae* является эндотоксином, который является очень активным блокирующим агентом для нервной и мышечной тканей. Этот вид водорослей появился в оз. Шургиер в жаркий 2010 г., и к 2012 г. вода озера стала зеленоватой от обилия афанизомена.

В настоящее время в озере обитают беспозвоночные животные, способные дышать атмосферным воздухом, либо те, у которых в гемолимфе содержится гемоглобин. Среди водных растений в массе размножились многокоренник и роголистник. Крайне важно продолжать наблюдения за изменением флоры и фауны озера и проводить беседы с местными жителями о токсичности синезелёных водорослей.

## ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИИ НА МУРАВЬЕВ ЛЕСОПАРКОВ г. ЕКАТЕРИНБУРГА

*А. В. Гилев*

*Институт экологии растений и животных УрО РАН*

Развитие городов, рост численности городского населения приводит к резкому возрастанию рекреационной нагрузки на окрестные леса. В выходные дни тысячи горожан устремляется на природу. Максимальная нагрузка приходится на лесопарки – участки леса, примыкающие к городу и специально предназначенные для отдыха горожан (Клауснитцер, 1990). В обозримом будущем численность городского населения будет только возрастать, и поэтому рекреационная нагрузка сегодня – один из наиболее существенных факторов антропогенного воздействия, имеющий к тому же достаточно разнообразные формы проявления.

В настоящей работе предпринята попытка оценить влияние рекреационной нагрузки на сообщества почвообитающих муравьев в лесопарках г. Екатеринбурга. Одной из задач работы также была отработка экспресс-методов исследования сообществ муравьев для целей мониторинга.

Изучение влияния рекреации на муравьев проводилось в июле-августе 2012 г. на территории двух лесопарков г. Екатеринбурга (Лесоводов России и Уктусский). На территории каждого лесопарка были выбраны участки с высокой рекреацией и условно малопосещаемые. Выбирались участки леса с преобладанием сосны и, по возможности, в стороне от пешеходных троп. Исследование сообществ муравьев проводилось методом сахарной съемки. На каждом участке были поставлены линии сахарных приманок, по 10 приманок через 1 м, с экспозицией 1 час и учетом муравьев через каждые 15 мин. Всего на каждом участке было выставлено по 2–3 учетных линии. Дополнительно проводился визуальный учет рабочих особей муравьев в ближайших окрестностях выставленных линий. Определение муравьев проводилось визуально, в полевых условиях, с использованием ручной лупы.

Всего в учетах обнаружено 7 видов муравьев из 5 родов (табл.). Это, конечно, далеко не полный список видов муравьев, обитающих в лесопарках Екатеринбурга. Наблюдаются заметные различия населения муравьев в зонах, подверженных сильной рекреации, и в условном контроле. Однако в изученных лесопарках результаты сильно различаются. Представляется интересным рассмотреть это подробнее.

Наиболее бедное сообщество муравьев обнаружено в лесопарке Лесоводов России – единственный вид мирмик, в рекреационной зоне и в контроле. Причем следует отметить, что и при визуальном учете другие виды муравьев не обнаружены. Для этого лесопарка характерна средняя степень рекреационной нагрузки, с локальной концентрацией посетителей вблизи системы небольших озерков, и со слабой нагрузкой в остальных частях парка. Для территории данного парка, однако, характерно сильное зарастание малиной и крапивой, местами развиты заросли папоротника. Условия освещения поверхности почвы везде

достаточно неблагоприятны для муравьев. В рекреационной зоне, кроме того, отмечено сильное вытаптывание почвенного покрова, уплотнение почвы, что также неблагоприятно влияет на почвообитающие виды муравьев. И, наконец, в данном лесопарке проводились противоклещевые обработки с выкашиванием полосы растительности вдоль основных троп и зон отдыха. Препараты для этой обработки высокотоксичны для всех членистоногих. Вследствие всего этого в рекреационной зоне численность рабочих особей муравьев на приманках резко снижена по сравнению с контрольной (табл.).

Таблица

**Результаты учетов муравьев в лесопарках г. Екатеринбург**

Вид муравьев	Рекреация		Контроль		Рекреация		Контроль	
	Линия	Визуально	Линия	Визуально	Линия	Визуально	Линия	Визуально
	Лесоводов России				Уктусский			
<i>Formica rufibarbis</i>								+
<i>F. fusca</i>						+	4,5	+
<i>Camponotus herculeanus</i>								+
<i>Lasius niger</i>						+	100,5	+
<i>Myrmica ruginodis</i>	8,0	+	324,0	+		+	519,0	+
<i>M. sulcinodis</i>							1,5	
<i>Leptothorax acervorum</i>							0,5	
Всего видов	1		1		3		7	

Уктусский лесопарк относится к числу наиболее посещаемых. Уктусские горы – любимое место зимнего отдыха горожан, но и летом рекреационная нагрузка высокая. В этом лесопарке неоднократно случались пожары, и часть территории занята горящими в разной стадии зарастания. Обе учетные площадки, и рекреационная, и условный контроль, также заложены на участках со следами низового пожара. В рекреационной зоне, кроме того, проводились обширные противоклещевые обработки.

Все это, на наш взгляд, и явилось причиной того, что на участке с рекреационной нагрузкой на сахарных приманках не было обнаружено ни одной особи муравья. Визуальные учеты показали наличие рабочих особей трех видов муравьев, но очень локально и единично (табл.). Более того, на данном участке вообще не обнаруживаются никакие членистоногие на поверхности почвы. Отмечаются только летающие насекомые – бабочки, мухи, стрекозы. И это при том, что данный склон Уктусских гор в значительной степени открыт и хорошо прогреваем.

В условном контроле и число видов, и обилие муравьев на приманках максимально для изученных лесопарков. В этой части лесопарка сохраняются слабо измененные малопосещаемые сосновые леса, благоприятные для муравьев. Конечно, в повышение разнообразия муравьев вносит свой вклад и экотонный эффект, связанный с наличием зарастающих гарей (именно на краю зарас-

тающей березово-осиновым мелколесьем гари отмечены *F. rufibarbis* и *C. herculeanus*), однако и на сахарных приманках отмечено 5 видов муравьев.

Таким образом, при изучении влияния рекреации на почвообитающих муравьев в лесопарках г. Екатеринбурга выявляется ряд общих закономерностей. На участках, подверженных сильной рекреационной нагрузке, отмечается заметное угнетение сообщества муравьев, которое выражается в уменьшении числа видов и в сильном снижении числа особей муравьев, привлеченных на приманки. В разных лесопарках эта закономерность проявляется по-разному, в зависимости от рельефа, лесорастительных условий и характера посещаемости лесопарка людьми.

Это хорошо согласуется с результатами аналогичных исследований, проведенных в разных городах и природных зонах. Отмечено, что в зонах рекреационной нагрузки происходит уменьшение числа видов и плотности поселений муравьев, численности населения гнезд и средних размеров рабочих особей (Бугрова, 1987, 1991; Зюзгина, 1998; Сорокина, 1998). Соответственно, уменьшается и число рабочих особей на территории.

Рекреационная нагрузка в нашем исследовании выступает как очень сложное, комплексное явление, включающее в себя непосредственное влияние отдыхающих на биоценоз (такое, как вытаптывание подстилки), негативные последствия от их присутствия (например, пожары), а также комплекс мер по благоустройству территории лесопарков для обеспечения комфорта и безопасности отдыхающих. Одним из наиболее сильно и негативно влияющих на муравьев факторов оказались противоклещевые обработки зон отдыха, которые в крайнем варианте приводят к практически полному исчезновению герпетобионтных членистоногих.

Исследование выполнено при поддержке проекта 12-4-005-СГ ориентированных фундаментальных исследований УрО РАН.

#### Литература

Бугрова Н. М. Мирмекокомплексы рекреационных лесов Новосибирского Академгородка // Муравьи и защита леса. М., 1991. С. 27–30.

Бугрова Н. М. Многовидовая ассоциация муравьев в лесопарковой зоне Новосибирского Академгородка // Муравьи и защита леса. Новосибирск, 1987. С. 62–64.

Зюзгина Е. А. Влияние рекреационных воздействий на структуру ассоциаций муравьев // Муравьи и защита леса. М., 1998. С. 159–160.

Клауснитцер В. Экология городской фауны. М.: Мир, 1990. 246 с.

Сорокина С. В. Антропогенное воздействие на мирмекофауну городских экосистем // Муравьи и защита леса. М., 1998. С. 157–158.

## ОСОБЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ЖУЖЕЛИЦ ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ» В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГО ПОЛОВОДЬЯ

М. Н. Двойнишникова<sup>1</sup>, Л. Г. Целищева<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Государственный природный заповедник «Нургуш»,  
nurgush@zapovednik.kirov.ru

Условия обитания в пойме крупной реки для почвенных беспозвоночных бывают экстремальными в период затопления. От продолжительности весеннего половодья и высоты подъема воды зависит выживаемость многих видов. Кроме того, во время разлива в пойменные сообщества заносятся обитатели, характерные для плакорных биоценозов.

Целью работы было изучение структуры населения жуужелиц лесов в условиях интенсивного и затяжного весеннего половодья 2012 г.

Материал был собран в заповеднике «Нургуш» в течение вегетационного сезона в 3 биоценозах: липово-дубовом лесу клеверо-снытево-костровом; дубняке чино-подмаренниково-снытево-клеверном и осиново-липовом лесу хвощево-будрово-снытевом. В качестве ловушек Барбера использовались пластиковые стаканы объемом 0,5 л с фиксатором (4% формалин). В каждом биоценозе устанавливалась линия из 10 ловушек, время экспозиции – декада. Отработано 4505 ловушко-суток, определено 2236 экземпляров имаго жуужелиц. Порядок таксонов принят по О. Л. Крыжановскому и др. (Kryzhanovskij et al., 1995).

Леса, расположенные на гривах высокой поймы, оставались незатопленными в 2008–2011 гг., а в 2012 г. исследуемые пробные площади находились под водой со 2 по 14 мая, лишь небольшой островок в липово-дубовом лесу (около 100 м<sup>2</sup>) был свободен от воды. Данные условия, вероятно, повлияли на формирование населения жуужелиц пойменных лесов.

В изученных широколиственных сообществах заповедника «Нургуш» в 2012 г. было зарегистрировано 48 видов жуужелиц (табл.), относящихся к 20 родам. Эти данные немного ниже, чем в предыдущие годы, когда отмечалось 48–55 видов (Целищева, 2010, 2012). Преобладали представители родов *Pterostichus* (12 видов), *Carabus* (4), *Agonum* (4), *Amara* (3) и *Harpalus* (3).

Таблица

### Видовой состав, биотопическое распределение, количество экземпляров жуужелиц в широколиственных лесах заповедника «Нургуш» в 2012 г.

Виды	Липово-дубовый лес	Дубовый лес	Осиново-липовый лес
<i>Notiophilus palustris</i> (Duftschmid, 1812)	2	1	5
<i>Calosoma inquisitor</i> (Linnaeus, 1758)		1	2
<i>Calosoma investigator</i> (Illiger, 1798)			1
<i>Carabus arcensis</i> Herbst, 1784	104	67	94
<i>Carabus stscheglowi</i> Mannerheimi, 1827	14	54	13
<i>Carabus cancellatus</i> Illiger, 1798	13	87	2
<i>Carabus granulatus</i> Linnaeus, 1758	74	41	27

<i>Cychrus caraboides</i> (Linnaeus, 1758)	21	15	27
<i>Dyschiriodes globosus</i> (Herbst, 1783)			1
<i>Trechus secalis</i> Paykull, 1790	1		1
<i>Asaphidion pallipes</i> (Duftschmid, 1812)	1		
<i>Bembidion dentellum</i> (Thunberg, 1787)	3		
<i>Bembidion mannerheimi</i> (C.R. Sahlberg, 1834)	2		
<i>Patrobus assimilis</i> Chaudoir, 1844	2	1	
<i>Patrobus atrorufus</i> (Ström, 1768)	3	6	4
<i>Poecilus versicolor</i> Sturm, 1824		2	3
<i>Pterostichus niger</i> (Schaller, 1783)	21	12	20
<i>Pterostichus anthracinus</i> (Illiger, 1798)	12	1	1
<i>Pterostichus minor</i> (Gyllenhal, 1827)	2		1
<i>Pterostichus nigrita</i> (Paykull, 1790)	5		1
<i>Pterostichus rhaeticus</i> Heer, 1838	1		
<i>Pterostichus strenuus</i> (Panzer, 1797)	3	1	1
<i>Pterostichus aethiops</i> (Panzer, 1797)	3	1	13
<i>Pterostichus mannerheimi</i> (Dejean, 1831)	54	25	5
<i>Pterostichus quadrifoveolatus</i> Letzner, 1852	10		9
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787)	156	57	201
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)	328	275	64
<i>Pterostichus vernalis</i> (Panzer, 1796)			1
<i>Calathus micropterus</i> (Duftschmid, 1812)	4		1
<i>Agonum duftschmidi</i> Schmidt, 1994			1
<i>Agonum versutum</i> Sturm, 1824	2		
<i>Agonum fuliginosum</i> (Panzer, 1809)		1	
<i>Agonum micans</i> Nicolai, 1822	6		
<i>Platynus assimilis</i> (Paykull, 1790)	17	3	17
<i>Platynus krynickii</i> Sperk, 1835	89	11	38
<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)	1	1	1
<i>Amara communis</i> (Panzer, 1797)		1	
<i>Amara convexior</i> Stephens, 1828		2	
<i>Harpalus rufipes</i> (De Geer, 1774)	4	7	1
<i>Harpalus latus</i> (Linnaeus, 1758)	5	2	1
<i>Harpalus laevipes</i> Zetterstedt, 1838		1	4
<i>Oodes helopioides</i> (Fabricius, 1792)	2	1	1
<i>Licinus depressus</i> (Paykull, 1790)	3	1	1
<i>Badister bullatus</i> (Schrank, 1798)		2	13
<i>Badister lacertosus</i> Sturm, 1815	4	3	1
<i>Badister sodalis</i> (Duftschmid, 1812)		2	
<i>Lebia chlorocephala</i> (Hoffmannsegg, 1803)	1		
<i>Dromius agilis</i> (Fabricius, 1787)			1
Итого видов	34	31	36
Итого экземпляров	973	685	578

Установка ловушек на гривах, занятых широколиственными лесами, была выполнена 1 мая 2012 г. Высокий подъем воды в р. Вятке во время половодья привел к тому, что все ловушки были затоплены, с 10 по 19 мая функционировали только 5 ловушек на одной гриве – в липово-дубовом лесу на протоке на озеро Кривое.

Высокая вода способствовала миграции жужелиц, в результате в данном сообществе видовой состав в первую – вторую декаду мая был очень разнообразен.

разен и включал до 28 видов. Встречались представители, характерные как для ивняков прирусского вала р. Вятки (*Bembidion dentellum*, *Asaphidion pallipes*) и еловых лесов плакора (*Harpalus laevipes*, *Dromius agilis*), так и для открытых сообществ – лугов низкой и притеррасной поймы (*Calosoma investigator*, *Lebia chlorocephala*, *Amara aenea*, *A. convexior*). Наблюдалась интересная особенность в период половодья – большинство мигрантов, нехарактерных обитателей данных сообществ, попадали в ловушки парами (самец и самка), как будто спасались на незатопленном острове как в Ноевом ковчеге. Сходная картина наблюдалась и среди коренных жителей.

Численность жужелиц за сезон в 2012 г. была почти в 2 раза ниже, чем в предыдущие годы. Структура доминантного комплекса сохранилась: *Carabus arcensis*, *C. granulatus*, *Pterostichus oblongopunctatus*, *P. melanarius*, *P. mannerheimi*. Обычными видами были *Carabus stscheglowi*, *Platynus krynickii*, *Cychrus caraboides*, *Pterostichus niger*, *P. aethiops*.

Некоторые редкие виды, типичные обитатели пойменных широколиственных лесов, не были встречены (*Carabus henningi*, *C. menetriesi*, *Platynus livens* и др.).

Таким образом, высокое и продолжительное весеннее половодье существенно сказалось на составе населения жужелиц: численность особей снизилась в 2 раза, видовое разнообразие за счет мигрантов увеличилось, особенно в первые декады мая. Комплекс доминантных и обычных видов, характерных для поймы, остался неизменным; состав типичных редких видов уменьшился.

### Литература

Целищева Л. Г. Население жужелиц широколиственных сообществ заповедника «Нургуш» // Современные проблемы биомониторинга и биоиндикации: Материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием. Ч. 2. Киров: ООО «Лобань», 2010. С. 24–28.

Целищева Л. Г. Пространственная структура населения жужелиц (Coleoptera, Carabidae) пойменных сообществ заповедника «Нургуш» // Многолетние процессы в природных комплексах заповедников России: Материалы Всерос. науч. конф., посвящ. 80-летию Центрально-Лесного гос. прир. биосф. заповедника. Великие Луки, 2012. С. 239–244.

Kryzhanovskij O. L., Belousov I. A., Kabak I. I., Kataev B. M., Makarov K. B., Shilenkov V. G. A Checklist of the Ground-Beetles of Russia and Adjacent Land (*Insecta*, *Coleoptera*, *Carabidae*). Sofia-Moscow: Pensoft Publishers, 1995. P. 1–271.

## МОНИТОРИНГ ТРИХИНЕЛЛЕЗА БАРСУКОВ В ВЯТСКО-КАМСКОМ МЕЖДУРЕЧЬЕ И БИОБЕЗОПАСНОСТЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**О. В. Масленникова, Е. И. Черезов, Л. Л. Караваяев**  
Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
*olgamaslen@yandex.ru*

Впервые трихинеллез у барсука на территории Кировской области был зарегистрирован в 1961 г. в Арбажском районе (Полуэктов, Сенников, 1962). При исследовании на трихинеллез 8 барсуков в 1967–1987 гг. личинки трихинеллы обнаружены у одного (Масленникова, Колеватова, 2000). В Башкор-

тостане и Татарстане отмечен высокий уровень зараженности трихинеллами барсуков, которые являлись источником заражения людей трихинеллезом (Валиуллин и др., 1981; Васильева, 1985; Хазиев и др., 2002).

Распределение личинок трихинелл в различных группах мышц у диких куньих, особенно барсуков, изучено слабо, а это необходимо при диагностике трихинеллеза.

*Материал и методика.* Исследования проведены в 1997–2013 гг. Всего исследовано 47 барсуков: 45 барсуков из 6 районов Кировской области: Котельничский, Свечинский, Оричевский, Зуевский, Слободской, Нолинский и два барсука из Алькеевского района республики Татарстан. Исследование на трихинеллез проводили методом компрессорной трихинеллоскопии. Обязательно исследовались подъязычная группа мышц, икроножная и ножки диафрагмы. При заражении пробы отбирались от 7–14 мышц или групп мышц (жевательные, подъязычные, язык, ножки диафрагмы, длинейшая мышца спины, межреберные, икроножные и др.). Из каждой группы мышц заряжали 3 компрессория по 28 срезов в каждом. Массу навески определяли на торсионных весах типа ВТ-500. Записывали количество личинок трихинелл в каждом срезе и затем производили расчет личинок трихинелл в 1 г поперечнополосатой мускулатуры. Все данные статистически обрабатывали с помощью компьютерной программы Статистика 6.0. Определяли экстенсивность и интенсивность инвазии.

*Результаты исследований.* С 1997 по 2001 гг. нами исследовано 6 барсуков. Личинок трихинелл не обнаружено. Другой период исследования – с 2004 по 2011 гг. Исследовано 27 барсуков из разных районов области также с отрицательным результатом. В 2011 г. ветеринарной службой трихинеллез у барсука был выявлен в Яранском районе при сильной интенсивности инвазии. В 2012 г. из 14 барсуков у двух мы обнаружили личинки трихинелл в Свечинском и Оричевском районах. Экстенсивность инвазии в 2012 г. – 14,3%. За весь период исследований из 47 барсуков два заражены личинками трихинелл – 4,3%. Интенсивность инвазии различна. У взрослого самца барсука массой 19 кг, хорошо упитанного из Свечинского района, добытого 27 октября 2012 г. у д. Бороздины слабое заражение личинками трихинелл. Средняя интенсивность инвазии составила  $4,2 \pm 1,2$  личинки. Другой барсук, был добыт случайно в конце декабря при рытье мелиоративных канав на границе леса и поля в Оричевском районе Кировской области в 3 км от пос. Юбилейный. Это был молодой самец массой 6 кг. Этот барсук имел сильную степень заражения трихинеллами. Средняя интенсивность инвазии составила  $789,7 \pm 103,5$  личинок в 1 г мышц.

Личинки трихинелл локализуются лишь в поперечнополосатой или скелетной мускулатуре. Их нет в сердце, но можно найти в мышцах пищевода, где расположена поперечнополосатая мускулатура. Личинки неравномерно распределяются в различных группах мышц, особенно при небольшой интенсивности инвазии. При сильном заражении личинки распределены более равномерно (табл.). У взрослого барсука максимальное число личинок отмечено в подъязычных и межчелюстных мышцах ( $10,8 \pm 1,7$ ), языке ( $6,71 \pm 0,6$ ) и ножках диа-

фрагмы ( $6,02 \pm 2,8$ ). В мышцах конечностей их немного. У молодого барсука максимальное количество личинок трихинелл обнаружено в икроножной мышце, мышцах брюшной стенки и подъязычных и межчелюстных мышцах (более одной тысячи личинок в одном грамме мышц). Наименьшее число личинок обнаружено в мышцах пищевода, длиннейшей мышце спины и мышцах шеи (265, 488 и 485 личинок). В мышцах языка обнаружено 923 личинки (табл.).

У молодого барсука семь раз мы наблюдали 2 личинки в одной капсуле, что у диких животных регистрируется впервые. Один раз было зарегистрировано даже 3 личинки в одной капсуле. Кроме того, в мышцах шеи и межреберных мышцах мы неоднократно наблюдали почерневшие капсулы трихинелл. Форма капсул чаще была овальная, хотя встречались и круглые капсулы.

Таблица

### Распределение личинок трихинелл по мышцам и группам мышц у барсука

Мышцы и группы мышц	Количество личинок в 1 г	
	Барсук взр.	Барсук мол.
Жевательные мышцы	$3,89 \pm 0,2$	$659,0 \pm 139,2$
Язык	$6,71 \pm 0,6$	$923,7 \pm 1,3$
Подъязычные и межчелюстные мышцы	$10,8 \pm 1,7$	$1135,83 \pm 39,1$
Ножки диафрагмы	$6,02 \pm 2,8$	$821,57 \pm 126,8$
Длиннейшая мышца спины	Не исследовано	$488,65 \pm 17,3$
Межреберные мышцы	$3,21 \pm 1,7$	$526,17 \pm 38,7$
Икроножная мышца	Не исследовано	$1772,37 \pm 272,8$
Мышцы брюшной стенки	$0,93 \pm 0,9$	$1198,13 \pm 117,1$
Мышцы шеи	Не исследовано	$485,8 \pm 44,0$
Сгибатель пальцев и запястья	Не исследовано	$582,45 \pm 10,1$
Трицепс	$1,87 \pm 1,1$	$871,55 \pm 121,6$
Портняжная мышца	Не исследовано	$823,0 \pm 232,1$
Двуглавая мышца бедра	$0,56 \pm 0,6$	$501,5 \pm 78,0$
Мышцы пищевода	Не исследовано	$265,4 \pm 12,8$

Кроме того, мы исследовали барсучий жир после перетопки от молодого барсука. Осадок его содержал личинки трихинелл. При исследовании вытопок от жира также было обнаружено большое количество личинок трихинелл.

При расчете количества личинок в мускулатуре взрослого барсука массой 19 кг, чистый жир составил 6,3 кг, масса туши без шкуры, потрохов и жира составила 6 кг, масса мышц равна в среднем 80%. Количество личинок трихинелл у взрослого барсука составило приблизительно 20160. У молодого барсука масса туши без шкуры и жира составила 2,8 кг, а количество инвазионного начала – 1769000 личинок. Распространение трихинеллеза в природной среде происходит путем трофических связей. Страдают чаще всеядные звери (медведь, кабан) и хищники. Заражаясь личинками трихинелл, они становятся источником инвазии и для людей, которые добывают медведя и кабана в качестве трофея и для использования в пищу. Кировская область является стационарно неблагополучной по трихинеллезу диких животных.

*Выводы и предложения.* В природной среде в Вятско-Камском междуречье произошло накопление большого количества инвазионного материала – ли-

чинок трихинелл, что повлекло заражение барсуков. С 1997 по 2011 гг. личинки трихинелл у барсуков нами не регистрировались. В 2012 г. выявлен трихинеллез у барсуков в двух районах области, расположенных в пойме р. Вятки – Оричевском и Свечинском.

Экстенсивность инвазии по 2012 г. составила 14,3%, а за весь период исследований – 4,3%. Зарегистрирована высокая интенсивность инвазии у молодого барсука – 789,7± 103,5 личинок в 1 г мышц. Форма капсул чаще овальная. Впервые у диких животных обнаружено 2 и 3 личинки трихинелл в одной капсуле.

Наибольшее количество личинок трихинелл у барсуков выявлено в подъязычных и межжелюстных мышцах, икроножной мышце, языке, ножках диафрагмы. Эти мышцы мы рекомендуем для диагностики трихинеллеза у барсуков. Подъязычные и межжелюстные мышцы нами предлагаются впервые.

Молодой барсук и другие барсуки, зараженные личинками трихинелл – около 2 млн. личинок – являются источником инвазионного начала, поддерживают очаг трихинеллеза и могут служить источником заболевания человека.

#### Литература

Валиуллин С. М., Махмутова А. А., Мухаметьянов А. З., Мухаметов Р. Ю. Распространение трихинеллеза у диких млекопитающих Башкирии // Третья Всесоюзная конф. по трихинеллезу: тез. докл. Вильнюс, 1981. С. 51–53.

Васильева Д. В. Распространение трихинеллеза среди диких животных Татарии // Четвертая Всесоюзная конф. по трихинеллезу: тез. докл. Ереван, 1985. С. 42–43.

Масленникова О. В., Колеватова А. И. Мониторинг трихинеллеза в Кировской области // Восьмая Всерос. конф. по трихинеллезу: тез. докл. М., 2000. С. 108–115.

Полужтков 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.

Хазиев Г. З., Сагитова А. С., Гайнуллина И. Р. Профилактика трихинеллеза в Башкортостане // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями: Материалы докл. науч. конф. М., 2002. Вып. 3. С. 350–352.

### НАСЕЛЕНИЕ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ (*LUMBRICIDAE*) В ПОЙМЕННЫХ СООБЩЕСТВАХ ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ»

*П. А. Васильченко<sup>1</sup>, Л. Г. Целищева<sup>2</sup>*

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

<sup>2</sup> *Государственный природный заповедник «Нургуш»,  
nurgush@zapovednik.kirov.ru*

Дождевые черви играют важную роль в процессах почвообразования и поддержания естественного плодородия почв. Они имеют большое значение в питании различных видов животных, а также могут способствовать распространению гельминтов, вызывающих у животных заболевания.

Целью работы было изучение структуры населения люмбрицид в условиях минимального антропогенного воздействия. В задачи исследования входило: определить видовой состав, выявить доминантные виды, отметить особенности населения дождевых червей в условиях поймы.

Исследования проведены в Котельничском районе Кировской области на территории заповедника «Нургуш». Экологический профиль для изучения почвенной мезофауны был заложен в 2008 г. в 6 биоценозах, характеризующих различные почвенно-растительные условия поймы на территории заповедника: липово-дубовый лес клеверо-снытево-костровый; дубовый лес чино-подмаренниково-снытево-клеверный; осиново-липовый лес хвощево-будрово-снытевый; разнотравно-злаковый луг таволго-мятликово-костровый на берегу оз. Нургуш; злаково-разнотравный луг кострово-осоково-таволговый на берегу р. Прость; ивняк горцево-двуклосточниково-осоковый.

Учеты дождевых червей выполнены в 2008–2012 гг. методом почвенных ловушек, в качестве которых использовались 0,5 л пластиковые стаканы на 1/3 заполненные 4% раствором формалина; в каждом биоценозе функционировало по 10 ловушек, установленных в линию через 5 м. Собрано 1206 экземпляров дождевых червей. Определение видов проводилось по руководству Т. С. Всеволодовой-Перель (1997). Оценка роли видов в сообществе выполнена с использованием пятибалльной шкалы, предложенной Ю. П. Песенко (1982). Виды, имеющие балл обилия 5, рассматривались как массовые, 4 – многочисленные, 3 – обычные, 2 – редкие, 1 – очень редкие. Система экологических групп принята по Т. С. Перель (1979).

В настоящее время в заповеднике зарегистрировано 4 вида дождевых червей, относящихся к 1 семейству, 4 родам (Васильченко, Целищева, 2012 а, б). Обнаруженные дождевые черви принадлежат к фоновым видам в равнинных районах Европейской части РФ, где они населяют естественные сообщества (Всеволодова-Перель, 1997). К подзоне смешанных и широколиственных лесов тяготеют *Lumbricus rubellus*, *Octolasion lacteum*, *Aporrectodea caliginosa*, первые два вида предпочитают хорошо увлажненные плодородные почвы, а последний вид может обитать и на довольно сухих и относительно бедных гумусом субстратах. Вид *Eiseniella tetraedra* характерен для сильно увлажненных почв пойменных биоценозов.

Таблица 1

**Биотопическое распределение и количество экземпляров дождевых червей на экологическом профиле в пойме р. Вятки в заповеднике «Нургуш» в 2008-2012 гг. (суммарные данные за сезоны)**

Виды	Пойменные сообщества (количество экз. 2008 г./2009 г./2010г./2011г./2012 г.)						
	Липово-дубовый лес	Дубовый лес	Осиново-липовый лес	Луг на берегу оз. Нургуш	Луг на берегу р. Прость	Ивняк	Итого, экз.
<i>Eiseniella tetraedra</i>	11/40/5/2/25	7/67/3/13/13	0/10/1/7/3	7/35/5/7/20	38/46/9/1/11	3/21/0/0/31	66/219/23/30/103
<i>Lumbricus rubellus</i>	34/19/8/5/29	49/20/14/8/39	16/2/15/5/11	22/32/12/18/26	26/46/34/0/2	3/2/2/40/24	150/121/71/76/131
<i>Octolasion lacteum</i>	0/4/0/0/7	0/0/0/0/16	0/0/0/5/0	14/0/3/0/0	0/3/0/0/0	2/3/1/0/0	16/10/4/5/23
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	9/26/2/3/0	9/6/6/1/0	4/3/0/2/5	10/3/1/4/2	1/17/5/1/4	5/13/1/2/13	38/68/15/13/24
Итого, экз.	54/89/15/10/61	65/93/23/22/68	20/15/2/19/19	53/70/21/29/48	65/112/48/2/17	13/39/4/42/68	270/418/113/124/281

Таблица 2

**Балл обилия (по Песенко, 1984) и экологические группы дождевых червей в пойменных сообществах в заповеднике «Нургуш» в 2008–2012 гг.**

Виды	Экологическая группа	Пойменные сообщества (балл обилия 2008 г./2009 г./2010г./2011 г./2012г.)					
		Липово-дубовый лес	Дубовый лес	Осиново-липовый лес	Луг на берегу оз. Нургуш	Луг на берегу р. Прость	Ивняк
<i>Eiseniella tetraedra</i>	Подстилочные амфибиотические	3/5/3/1/4	3/5/2/5/3	-/5/1/4/2	3/5/3/3/4	5/5/3/3/5	2/5/-/-/5
<i>Lumbricus rubellus</i>	Почвенно-подстилочные	5/4/4/4/5	5/4/5/4/5	5/1/1/3/4	4/5/5/5/5	4/5/5/-/1	1/1/2/5/4
<i>Octolasion lacteum</i>	Почвенные верхнеярусные	-/2/-/-/3	-/-/-/-/4	-/-/-/3/-	4/-/2/-/-	-/1/-/-/-	2/2/1/-/-
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	Почвенные среднеярусные	2/4/1/2/-	3/2/3/1/-	3/2/-/1/3	3/2/1/2/1	1/3/2/3/3	3/4/1/1/3
Итого, экз.		54/89/15/10/61	65/93/23/22/68	20/15/2/19/19	53/70/21/29/48	65/112/48/2/17	13/39/4/42/68

Структура населения дождевых червей изученных биоценозов в 2008–2012 гг. весьма сходна (табл. 1). В почвенных ловушках дождевые черви отмечались в течение всего вегетационного периода. Ценотическая попадаемость червей была выше в липово-дубовом и дубовом лесах, а также на злаково-разнотравном лугу на берегу р. Прость. Наибольшее количество экземпляров зарегистрировано в 2009 г. (418 экз.). Из-за жаркой и сухой погоды в 2010 г. число собранных ловушками червей было минимальным (113 экз.). В 2011 г. их численность немного возросла (124 экз.) и стабилизировалась в 2012 г. на уровне 2008 г. (270–281 экз.).

В каждом биотопе за 5 лет исследований были отмечены 4 вида, некоторые из них в отдельные годы не встречались (табл. 2). Доминировали 2 вида (4–5 баллов): подстилично-почвенный *L. rubellus* и подстилочный *E. tetraedra*, реже встречались почвенные *A. caliginosa* и *O. lacteum*. Комплекс дождевых червей ивняка был обеднен и отличался низкой численностью (песчаная почва мало пригодна для их обитания). Несмотря на экстремальные условия в период паводков и засухи, дождевые черви сохраняли высокую численность в почвах лесов и лугов заповедника. Индикаторным видом пойменных сообществ являлся амфибиотический *E. tetraedra*. Уловистость подстилочных и подстилично-почвенных видов, питающихся на поверхности почвы (*E. tetraedra* и *L. rubellus*), была выше, чем собственно почвенных видов (*A. caliginosa* и *O. lacteum*). Преобладание подстилично-почвенных и подстилочных форм наглядно отражает особенности условий обитания в пойменных сообществах – избыточную увлажненность почв, а большое численное обилие дождевых червей свидетельствует о высоком плодородии почв и низком уровне их загрязнения.

Наши данные по структуре населения червей согласуются с выводами Т. С. Перель (1979) – в часто затопляемых местообитаниях таежной зоны обитают только подстилочные и почвенно-подстилочные формы. В отличие от таежных сообществ в заповеднике представлены почвенные виды, имеющие меньшую численность по сравнению с сообществами широколиственных лесов.

### Литература

Васильченко П. А., Целищева Л. Г. Фауна и экология дождевых червей (Lumbricidae) в пойменных сообществах заповедника «Нургуш» // Экология родного края: проблемы и пути решения: Материалы Всеросс. молодежной науч.-практ. конф. с междунар. участием. Кн. 1. (23–25 апреля 2012 г.) Киров: ООО «Лобань», 2012а. С. 130–133.

Васильченко П. А., Целищева Л. Г. Пространственная структура населения дождевых червей (Lumbricidae) в пойменных сообществах заповедника «Нургуш» // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Материалы X Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Кн. 1. Киров: ООО «Лобань», 2012б. С. 109–114.

Всеволодова-Перель Т. С. Дождевые черви фауны России: Кадастр и определитель. М.: Наука, 1997. 102 с.

Перель Т. С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР (с определительными таблицами Lumbricidae и др. Megadrili). М.: Наука, 1979. 272 с.

Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 288 с.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАСЕЛЕНИЯ РЫБ ПОЙМЕННЫХ ОЗЕР ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ»

**Ю. С. Рогожкина, С. Е. Шубин**

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
Государственный природный заповедник «Нургуш»,  
nurgush@zapovednik.kirov.ru*

На территории заповедника «Нургуш» насчитывается более 80 озер различного размера. Вместе с короткими и мелкими пойменными речками они образуют разветвленную единую водную систему, сообщаемую с руслом р. Вятки. Современное состояние озер представляет все стадии сукцессионного процесса зарастания пойменных водоемов.

Формирование ихтиофауны пойменных озер заповедника «Нургуш» происходило за счет комплексов рыб, обитающих в среднем течении реки Вятки, современная ихтиофауна которой представлена 33 видами. Видовой состав в реке Вятке и озерах заповедника по данным Пермского отделения ГосНИОРХ и научного лова за 2011 и 2012 гг. представлен в табл.

Таблица

**Состав ихтиофауны среднего течения реки Вятки и водоемов заповедника**

№	Вид	Р. Вятка вдоль границы заповедника	Пойменные озера заповедника	Фаунистический комплекс
1	Стерлядь – <i>Acipenser ruthenus</i>	+	-	АБ
2	Щука – <i>Esox lucius</i>	+	+	БР
3	Синец – <i>Abramis ballerus</i>	+	+	ПКП
4	Лещ – <i>Abramis brama</i>	+	+	ПКП
5	Быстрянка – <i>Alburnoides bipunctatus</i>	+	–	ПКП
6	Белоглазка – <i>Abramis sapa</i>	+	+	ПКП
7	Уклейка – <i>Alburnus alburnus</i>	+	+	ПКП
8	Жерех – <i>Aspius aspius</i>	+	+	ПКП
9	Густера – <i>Blicca bjoerkna</i>	+	+	ПКП
10	Золотой карась – <i>Carassius carassius</i>	+	+	БР
11	Серебряный карась – <i>Carassius auratus</i>	+	+	БР
12	Подуст – <i>Chondrostoma nasus</i>	+	+	ПКП
13	Сазан – <i>Cyprinus carpio</i>	+	+	АБ
14	Пескарь – <i>Gobio gobio</i>	+	–	БР
15	Верховка – <i>Leucaspis delineatus</i>	+	–	ПКП
16	Голавль – <i>Leuciscus cephalus</i>	+	–	ПКП
17	Язь – <i>Leuciscus idus</i>	+	+	БР
18	Елец – <i>Leuciscus leuciscus</i>	+	+	БР
19	Чехонь – <i>Pelecus cultratus</i>	+	+	ПКП
20	Гольян речной – <i>Phoxinus phoxinus</i>	+	–	БП
21	Плотва – <i>Rutilus rutilus</i>	+	+	БР
22	Красноперка – <i>Scardinius erythrophthalmus</i>	+	+	ПКП
23	Линь – <i>Tinca tinca</i>	+	+	БР

№	Вид	Р. Вятка вдоль границы заповедника	Пойменные озера заповедника	Фаунистический комплекс
24	Щиповка – <i>Cobitis taenia</i>	+	–	БР
25	Усатый голец – <i>Barbatula barbatula</i>	+	–	БП
26	Вьюн – <i>Misgurnus fossilis</i>	+	–	АБ
27	Сом – <i>Silurus glanis</i>	+	–	АБ
28	Налим – <i>Lota lota</i>	+	+	АП
29	Ерш – <i>Gymnocephalus cernuus</i>	+	+	БР
30	Речной окунь – <i>Perca fluviatilis</i>	+	+	БР
31	Судак – <i>Stizostedion lucioperca</i>	+	+	АБ
32	Берш – <i>Stizostedion volgense</i>	+	–	АБ
33	Подкаменщик – <i>Cottus gobio</i>	+	–	БП
34	Головешка (ротан) – <i>Percottus glenii</i>	–	+	Чужеродный
Итого		33	22	

Примечание: + вид присутствует в водоеме, – вид отсутствует в водоеме; фаунистические комплексы: ПКП – понто-каспийский пресноводный; БР – бореальный равнинный; АР – амфибореальный; БП – бореальный предгорный; АП – арктический пресноводный.

В зависимости от чувствительности к факторам среды обитания все рыбы (22 вида), обитающие в озерах заповедника и протоках между ними, могут быть отнесены к различным экологическим группам (Кузнецов, 2005).

Обширные мелководья, отсутствие сильных течений, быстрый прогрев воды во время весеннего половодья создают благоприятные условия для успешного нереста многих видов. Незначительные глубины и обилие разнообразной водной и прибрежной растительности, наличие защитных укрытий и огромное количество кормовых объектов способствуют успешному развитию и росту рыб разных возрастов и экологических групп.

По температурным условиям икротетания рыб пойменных озер можно условно разделить на группы:

- весенне-нерестующая (с температурным порогом от 4 до 10 °С) – составляет 54% от общего количества видов, к ней относятся щука, язь, окунь, плотва, лещ, жерех и др.;
- летне-нерестующая (с нижним температурным порогом 15–16 °С) – 41%, караси, линь, красноперка, уклея и др.;
- зимне-нерестующая (с температурным порогом ниже 4 °С) – 5%, налим.

По отношению к субстрату для откладки икры рыбы заповедника представляют следующие экологические группы:

- литофилы (23% от общего количества видов) откладывают икру на каменистом грунте – язь, жерех, подуст, белоглазка и др.;
- фитофилы (63%) размножаются среди вегетирующих или отмерших растений – лещ, окунь, щука, линь, караси, синец, плотва и др.;
- псаммофилы (9%) откладывают икру на песок, иногда прикрепляя ее к подмытым корням растений – пескарь, судак;
- пелагофилы (5%) выметывают икру в толщу воды – чехонь.

При этом виды могут быть отнесены к разным группам в зависимости от условий, складывающихся на разных стадиях развития озер.

В зависимости от пищевых предпочтений представители ихтиофауны озер заповедника принадлежат к следующим группам (Анисимова и др., 1983):

- эврифаги (32% от общего количества видов) – елец, плотва, язь и др.;
- хищники (23%) – крупный окунь, щука, судак и др.;
- эвризоофаги (9%) – мелкий и средний окунь и др.;
- бентофаги (27%) – лещ, густера, белоглазка, отчасти чехонь и др.;
- зоопланктофаги (9%) – синец, уклея и мальки большинства рыб.

#### Литература

Анисимова И. М., Лавровский В. В. Ихтиология. М.: Высшая школа, 1983. 255 с.

Кузнецов В. А. Рыбы Волжско-Камского края. Казань, 2005. 208 с.

Создание биологического ресурсного кадастра р. Вятки и ее основных притоков. Раздел II–III. Кадастр среднего и нижнего течения р. Вятки: Отчет о НИР. Пермь, 2000. 255 с.

### ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ДИПЛОПОД (DIPLOPODA) В ЗАПОВЕДНИКЕ «НУРГУШ»

*А. А. Оносов<sup>1</sup>, Л. Г. Целищева<sup>2</sup>*

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

<sup>2</sup> *Государственный природный заповедник «Нургуш»,  
nurgush@zapovednik.kirov.ru*

Двупарноногие многоножки играют важную роль в процессах почвообразования, способствуя разложению органических веществ. Будучи сравнительно малоподвижными животными, диплоподы в своем распространении находятся в тесной зависимости от природных условий, чутко реагируя на их изменения.

Целью работы было изучение динамики численности диплопод в экологическом профиле в заповеднике «Нургуш» в 2008–2012 гг.

В задачи исследования входило: определить видовой состав диплопод и динамику их численности в период исследования.

Экологический профиль для изучения почвенной мезофауны заложен в 6 биоценозах, характеризующих различные почвенно-растительные условия поймы на территории заповедника: 1 – липово-дубовый лес клеверо-снытево-костровый; 2 – дубовый лес чино-подмаренниково-снытево-клеверный; 3 – ивняк горцево-двуклесточниково-осоковый; 4 – пойменный разнотравно-злаковый луг таволгово-мятликово-костровый; 5 – осиново-липовый лес хвощево-будрово-снытевый; 6 – пойменный злаково-разнотравный луг кострово-осоково-таволговый.

Учеты многоножек выполнены методом почвенных ловушек Барбера, в качестве которых использовались 0,5 л пластиковые стаканы на 1/3 заполненные 4% раствором формалина. В каждом биоценозе функционировало по 10 ловушек, установленных в линию через 5 м. За 5 лет собрано и определено 6033 экземпляра двупарноногих многоножек. Определение видов проводилось

по руководствам С. И. Головача (1995) и Г. Ш. Фарзалиевой (2009). Динамическая плотность (уловистость) выражена в числе экземпляров на 100 ловушко-суток (экз./100 л.с.).

В фауне многоножек заповедника «Нургуш» насчитывается 7 видов дву-парноногих многоножек: *Polyzonium germanicum*, *Polydesmus complanatus*, *P. denticulatus*, *Megaphyllum sjaelandicum*, *Brachyiulus jawlowskii*, *Rossiulus kessleri* и *Ommatoiulus sabylosus*.

Самая высокая плотность населения диплопод наблюдалась в лесах (табл.). Наибольшие значения уловистости зарегистрированы в осиново-липовом лесу в июле 2008 г. (105,5 экз./100 л.с.). Максимальная среднегодовая численность в лесах составила от 36,2 до 50,3 экз./100 л.с., на лугах от 12,8 до 20,6 экз./100 л.с., а в ивняке не превышала 5,8 экз./100 л.с.

Максимум общей уловистости диплопод во всех изученных сообществах, как правило, приходился на июнь – июль. В лесных сообществах иногда наблюдались небольшие подъемы численности в начале мая и начале сентября. В ивняке отмечалось варьирование попадаемости в течение всего сезона.

За 5 лет исследований минимальное количество диплопод собрано в 2010 г. (434 экз.), вероятно, это было связано с аномально жаркой погодой. Максимальное число многоножек наблюдалось в 2008 г. и 2012 г. (1685 и 1690 экз. соответственно) (табл.). В динамике численности у большинства видов отмечена сходная тенденция: с 2008 г. общая численность многоножек постепенно уменьшалась, достигнув минимума в 2010 г., затем количество диплопод постепенно возрастало и в 2012г. достигло показателей близких к 2008 г.

Таблица

**Динамика общей численности диплопод (экз.) в пойменных сообществах заповедника «Нургуш» в 2008-2012 гг.**

Биотопы	2008	2009	2010	2011	2012
Липово-дубовый лес	479	300	88	168	348
Дубовый лес	416	299	70	141	165
Осиново-липовый лес	509	440	217	352	457
Ивняк	3	69	2	11	115
Луг на берегу оз. Нургуш	115	52	9	94	262
Луг на берегу р. Прость	163	100	48	198	343
Итого, экземпляры	1685	1260	434	964	1690

В динамике численности отдельных видов наблюдались определенные тенденции (рис.). У гигрофильных *P. germanicum* и *B. jawlowskii*, а также эврибионтного *O. sabylosus* отмечен пик во влажный 2009 г., в 2010 г. был резкий спад, после которого численность медленно восстанавливалась. Ксерофильный *P. denticulatus*, наоборот, имел спад в 2009 г., после которого вид встречался единично. У неморального *R. kessleri* после резкого снижения количества особей в 2009 г., в последующие годы наблюдался плавный подъём. Доминантный вид из неморальной группы *M. sjaelandicum* имел стабильно высокую численность во все годы, в 2012 г. этот показатель увеличился в 2,3 раза. Характерный для таежных лесов *P. complanatus* проявлял стабильно низкую уловистость в течение всего периода исследований.

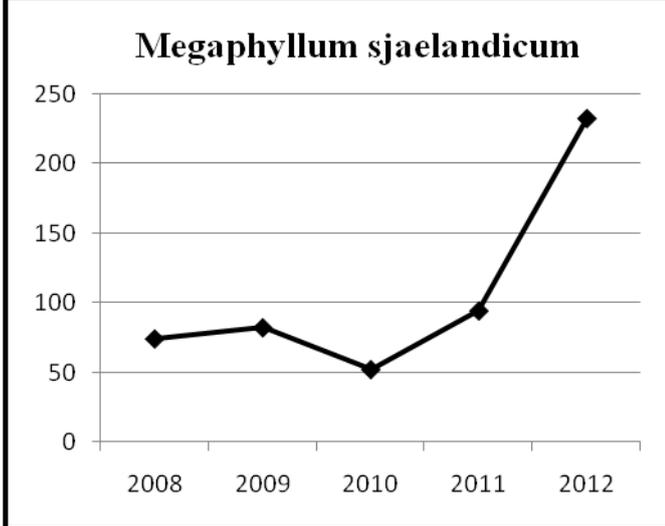
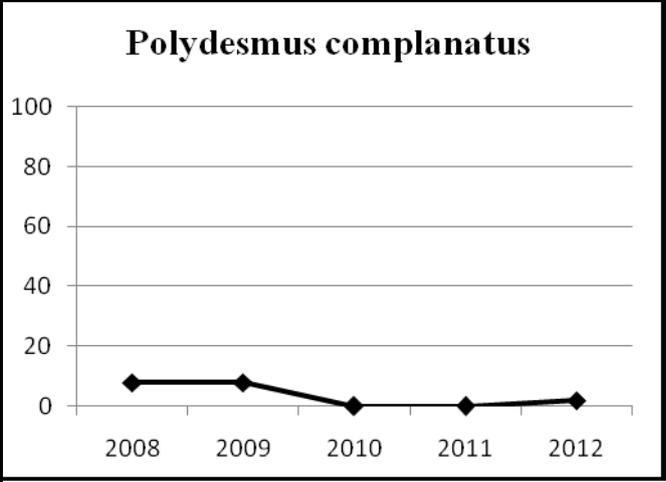
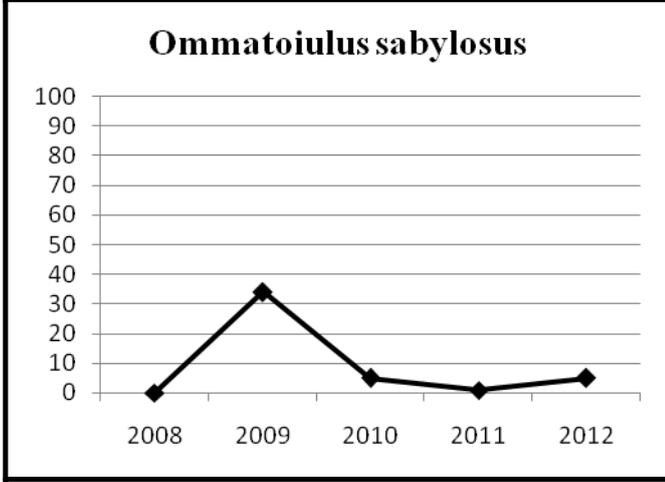
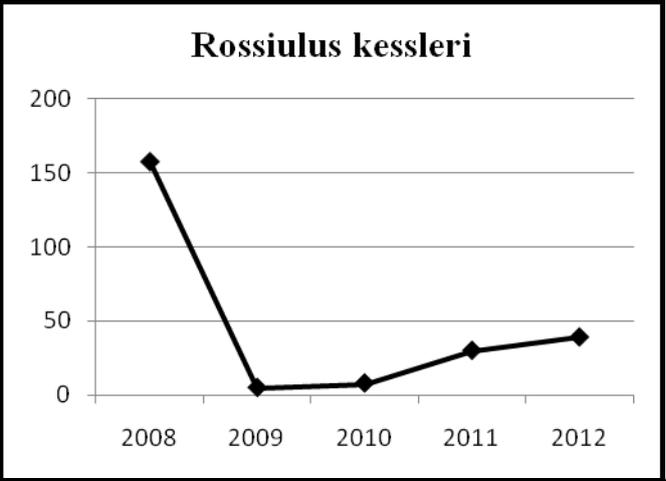
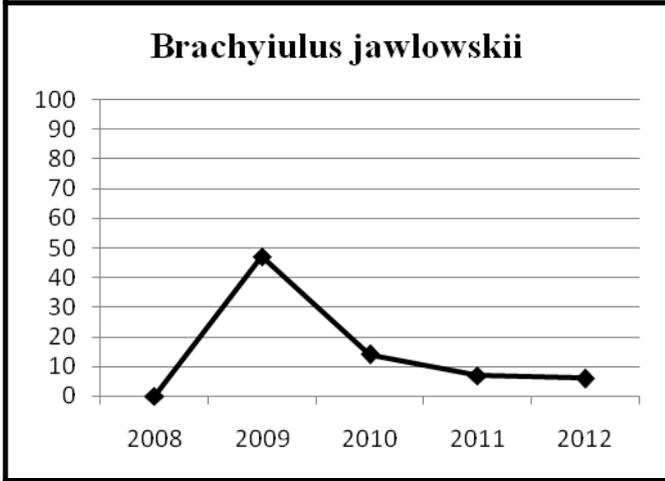
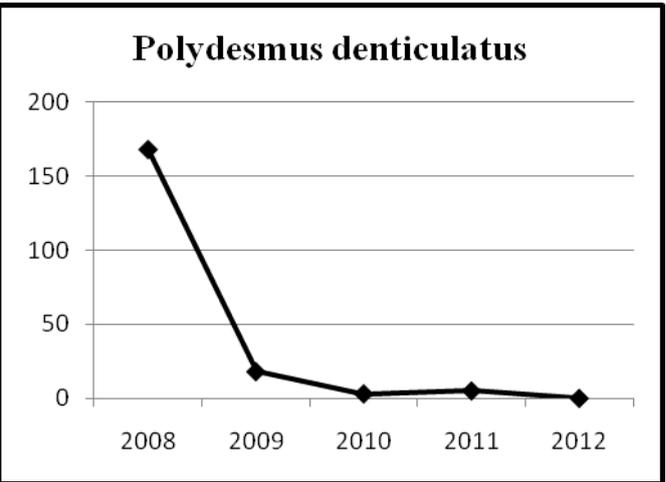
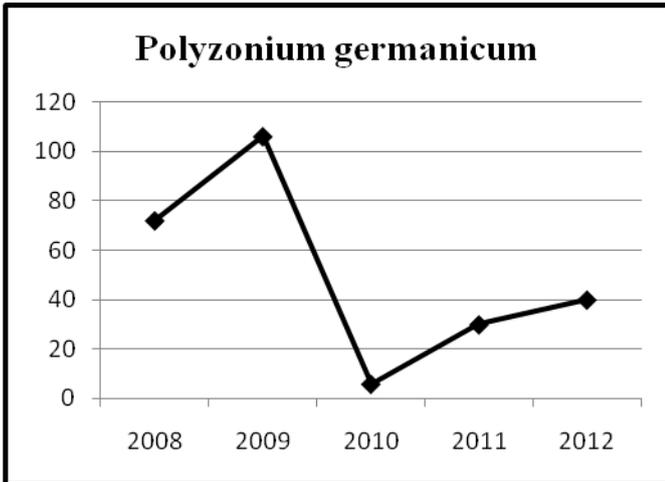


Рис. Динамика численности диплопод в заповеднике «Нургуш» в 2008–2012 гг.  
По оси ординат – численность (экз./100л.с.), по оси абсцисс – годы

Таким образом, в пойменных сообществах заповедника численность диплопод высокая, несмотря на то, что с помощью почвенных ловушек регистрируются только активные на поверхности почвы особи. Наибольшее их количество отмечено в лесных сообществах с развитым подстилочным ярусом. С 2008 г. по 2010 г. прослеживается общая тенденция снижения численности двупарноногих многоножек, а к 2012 г. – постепенное возрастание.

#### Литература

Головач С. И. Определительная таблица двупарноногих многоножек (Diplopoda) // Структура и функционирование почвенного населения дубрав среднерусской лесостепи. М.: Наука, 1995. С. 132–142.

Фарзалиева Г. Ш. Определитель многоножек (Myriapoda) Урала и Приуралья // Вестник Пермского университета. Вып. 10 (36). 2009. С. 66–72.

### СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ И ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ СЕНОКОСЦЕВ (ORIPIONES) ПОЙМЕННЫХ СООБЩЕСТВ ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ»

*Э. В. Габдулхакова<sup>1</sup>, Л. Г. Целищева<sup>2</sup>*

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

<sup>2</sup> *Государственный природный заповедник «Нургуш»,*

*tselishchevalg@mail.ru*

Сенокосцы – это мало изученная группа почвенных беспозвоночных, удобная для экологических и биогеографических исследований, что обусловлено высокой численностью в ландшафтах всех природных зон, коротким жизненным циклом, практически неограниченными возможностями расселения, неспециализированным хищничеством.

В настоящее время на территории заповедника «Нургуш» зарегистрировано 8 видов сенокосцев, относящихся к 2 семействам, 8 родам (Есюнин, Целищева, 2010; Габдулхакова, Целищева, 2012).

Целью работы было изучение структуры населения и динамики численности сенокосцев в заповеднике «Нургуш» в 2009 г.

Материал был собран в течение вегетационного сезона 2009 года в шести биотопах на экологическом профиле: липово-дубовый лес клеверо-снытево-костровый, дубовый чино-подмаренниково-снытево-клеверный, ивняк горцево-двукисточниково-осоковый, разнотравно-злаковый луг таволгово-мятликово-костровый на берегу оз. Нургуш, осиново-липовый лесхвощево-будрово-снытевый, злаково-разнотравный луг кострово-осоково-таволговый на берегу р. Прость.

Учеты беспозвоночных выполнены методом почвенных ловушек Барбера, в качестве которых использовались 0,5 л пластиковые стаканы на 1/3 заполненные 4% раствором формалина. Отработано 8295 ловушко-суток, собрано и определено 4040 экз. сенокосцев. Определение видов выполнено по Г. Ш. Фарзалиевой и С. Л. Есюнину (Farzaliyeva, Esyunin, 1999). Оценка роли видов в сообществе осуществлена с использованием пятибальной шкалы, предложен-

ной Ю. П. Песенко (1982). Виды, имеющие балл обилия 5, рассматривались как массовые, 4 – многочисленые, 3 – обычные, 2 – редкие, 1 – очень редкие. Динамическая плотность выражена в числе экземпляров на 100 ловушко-суток (экз./100 л.с.).

В 2009 г. в пойменных сообществах заповедника встречено 7 видов сенокосцев (табл.). По сравнению с 2008 г. (Есюнин, Целищева, 2010), список дополнен видом *Homolophus nordenskiöldi*.

**Структура населения** сенокосцев изученных биотопов однотипна: во всех самым массовым видом был *Oligolophus tridens* (балл обилия 5).

В лесных сообществах в числе доминантных видов отмечен *Lophopilio palpinalis* (балл обилия 5), высокое обилие имели *Lacinus ephippiatus* и *Nemastoma lugubre* (4 балла), а *H. nordenskiöldi* был многочисленным только в липово-дубовом лесу. Реже встречались в лесах с дубом *Railena trangularis* и *Mitophus morio*.

В ивняке численность сенокосцев была одной из самых низких (18,5 экз./100л.с.). Отмечено 5 видов, абсолютным доминантом был *O. tridens*, многочисленным *L. ephippiatus*, обычными – *N. lugubre*, *L. palpinalis* и *M. morio*, численность последнего была высокой только в ивняке как в 2008 г., так и в 2009 г.

В луговых биотопах массовыми видами были *O. tridens* и *N. lugubre*, реже встречались *L. ephippiatus* и *L. palpinalis*, единичны находки *R. trangularis* и *M. morio*.

Таблица

**Биотопическое распределение, количество экземпляров и балл обилия сенокосцев в пойменных сообществах заповедника «Нургуш» в 2009 г.**

Виды	Пойменные сообщества						Итого, экз.
	Лесные сообщества			Кустарниковый и луговые сообщества			
	Липово-дубовый лес	Дубовый лес	Осиново-липовый лес	Ивняк	Луг на берегу оз. Нургуш	Луг на берегу р. Прость	
<i>Nemastoma lugubre</i>	157/4	35/3	68/4	12/3	113/5	98/4	483
<i>Oligolophus tridens</i>	511/5	372/5	389/5	143/5	75/5	568/5	2058
<i>Railena trangularis</i>	26/3	5/2	–/–	–/–	–/–	3/1	34
<i>Lophopilio palpinalis</i>	356/5	353/5	238/5	15/3	7/2	23/3	992
<i>Lacinus ephippiatus</i>	162/4	88/4	27/3	32/4	17/3	11/2	337
<i>Homolophus nordenskiöldi</i>	108/4	1/1	–/–	–/–	–/–	–/–	109
<i>Mitophus morio</i>	1/1	1/1	–/–	20/3	1/1	4/1	27
Итого видов	7	7	4	5	5	6	7
Итого экземпляров	1321	855	722	222	213	707	4040
Общая популяция (экз./100 лов.сут.)	96,1	53,6	46	18,5	18,1	50,7	
Максимальная за сезон популяция (экз./100 лов.сут.)	351	179	177	74	49	169	

**Динамика попадаемости.** Во всех изученных биотопах численность в мае – июне была невысокой, затем наблюдались скачкообразные колебания попадаемости сенокосцев, с увеличением амплитуды к концу октября (рис. 1). Первый подъем приходился на середину июля и был наиболее выражен в дубовом лесу, следующие пики были синхронны во всех биотопах и наблюдались в середине августа, начале сентября и середине октября. Максимальная численность сенокосцев была отмечена в липово-дубовом лесу в 2009 г. в середине октября (351 экз./100 л.с.). В лесах и в ивняке наибольший подъем численности наблюдался в первую декаду сентября, в то время как на лугах – в третью декаду сентября.

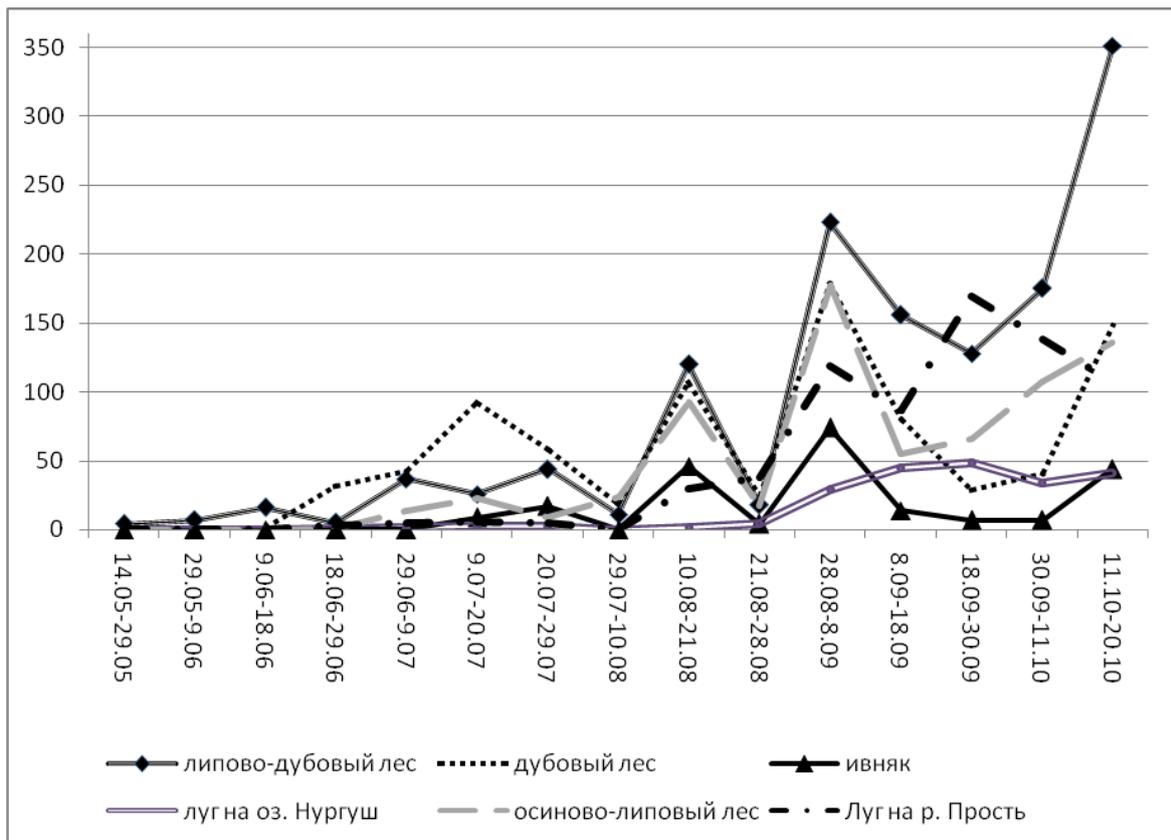


Рис. 1. Динамика попадаемости сенокосцев в пойменных сообществах в заповеднике «Нургуш» в 2009 г.

Таким образом, в пойменных сообществах заповедника население сенокосцев включает 7 видов. Эвритопность наблюдается у *O. tridens* и *N. lugubre*. Во всех биотопах отмечены *L. ephippiatus* и *L. palpinalis*, но численность их была высокой только в лесах. Предпочтение к обитанию в лесных сообществах наблюдалось у *H. nordenskiöldi* и *R. triangularis*, а в ивняке на берегу р. Вятки – *M. morio*. Численность сенокосцев обычно начинает нарастать с середины лета, достигая максимума осенью.

#### Литература

Есюнин С. Л., Целищева Л. Г. Фауна и население сенокосцев (Arachnida, Opiliones) заповедника «Нургуш» // Современные проблемы биомониторинга и биоиндикации: Мате-

риалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием. Ч. 2. Киров: ООО «Лобань», 2010. С. 34–38.

Габдулхакова Э. В., Целищева Л. Г. Динамика численности и структура населения сенокосцев (*Opiliones*) в липово-дубовом лесу в заповеднике «Нургуш» // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Материалы X Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Кн. 1. Киров: ООО «Лобань», 2012. С. 105–109.

Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 288 с.

Farzalieva G. Sh., Esyunin S. L. The harvestman fauna of the Urals, Russia, with a key to the Ural species (*Arachnida: Opiliones*) // *Arthropodaselecta*. 1999. Vol. 8, № 3. P. 183–199.

## СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ МУРАВЬЁВ ПОЙМЕННЫХ СООБЩЕСТВ ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ»

*А. Г. Репин<sup>1</sup>, Л. Г. Целищева<sup>2</sup>, Г. И. Юферев<sup>2</sup>*

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

<sup>2</sup> *Государственный природный заповедник «Нургуш»,  
nurgush@zapovednik.kirov.ru*

Муравьи – это один из основных компонентов большинства наземных биоценозов. Они регулируют численность беспозвоночных, обогащают почву гумусом, участвуют в распространении семян, способствуют возобновлению леса, служат пищей многим позвоночным животным, а также могут быть промежуточными хозяевами гельминтов.

Целью работы было изучение структуры населения муравьёв в пойменных сообществах заповедника «Нургуш» в 2008–2012 гг. В задачи исследования входило: выявить видовой состав, проанализировать структуру населения муравьёв в исследуемых биоценозах, отметить особенности их биотопического распределения.

Экологический профиль для изучения почвенной мезофауны был заложен в 2008 г. в 6 биоценозах, характеризующих различные почвенно-растительные условия поймы на территории заповедника: 1 – липово-дубовый лес клевероснытево-костровый; 2 – дубняк чино-подмаренниково-снытево-клеверный; 3 – ивняк горцево-двуклещиково-осоковый; 4 – пойменный разнотравно-злаковый луг таволго-мятликово-костровый на берегу оз. Нургуш; 5 – осиново-липовый лес хвощево-будрово-снытевый; 6 – пойменный злаково-разнотравный луг кострово-осоково-таволговый на берегу р. Прость.

Учеты беспозвоночных проводили в течение вегетационных сезонов 2008–2012 гг. методом почвенных ловушек Барбера, в качестве которых использовались 0,5 л пластиковые стаканы на 1/3 заполненные 4% раствором формалина. В каждом биоценозе функционировало по 10 ловушек, установленных в линию через 5 м. Собрано 22633 экземпляра муравьёв. Для характеристики обилия видов в комплексах муравьёв использовали шкалу О. Ренконена (Renkonen, 1938). К доминирующим видам (Д) были отнесены те виды, обилие которых составляло 5% и более от общего числа муравьёв, отловленных в дан-

ном биотопе, к субдоминантам (С) – с обилием от 2 до 5%, к редким (Р) – с обилием менее 2%.

В результате исследований на экологическом профиле в заповеднике «Нургуш» зарегистрировано 18 видов муравьев (Гилёв и др., 2009; Репин и др., 2011). В каждом из исследованных биотопов отмечено от 7 до 10 видов (табл.). Несмотря на экстремальные условия в период паводков, муравьи сохраняют высокую численность в почвах лесов и лугов заповедника.

В лесных широколиственных сообществах, расположенных на высоких гривах и редко затапливаемых в период половодья, основу населения составляли *Lasius platythorax*, *Myrmica rubra*, *M. ruginodis*, *Camponotus herculeanus*. Эти виды отмечались в течение всего вегетационного периода, численность их была высока, следовательно, здесь они коренные обитатели (резиденты). Имеющие меньшую уловистость *C. fallax* и *M. gallieni*, также могут считаться постоянными жителями данных сообществ, поскольку в течение лета наблюдались в них регулярно. Представители рода *Camponotus*, населяющие гнилую древесину, обычно немногочисленные, в засушливый 2010 г. преобладали по численности, не уступая традиционно доминантным видам родов *Myrmica* и *Lasius*. Единичные находки других видов обычно были в самом начале или в конце вегетационного сезона (*Formica fusca* – в начале мая; *M. rugulosa*, *Leptothorax acervorum* – в сентябре), или в середине лета регистрировались одиночные крылатые особи (*L. fuliginosus* и *F. cunicularia*). Вероятно, это случайные компоненты фауны – мигранты, для которых пойменные биотопы можно считать проходными.

На лугах самым массовым видом был *L. niger*. К типичным обитателям пойменных луговых сообществ относятся *M. sulcinodis*, *M. ruginodis*, *M. rubra*, *M. gallieni*. Встречи *F. rufa*, *M. lobicornis* и *M. scabrinodis* в данных биотопах случайны, так как регистрировались один раз за 5 лет сразу после весеннего спада воды в пойме.

В ивняке численность муравьев была самой низкой. Отмечено 9 видов, из них наиболее обильными были *L. niger*, *L. platythorax*, *M. rubra*, *M. ruginodis*, реже встречались *M. sulcinodis*, *M. gallieni*. Судя по малому количеству особей, попавших в ловушки за все время учетов, они не обитают в нем. В ивняки заходят лишь отдельные фуражиры, а гнезда этих видов располагаются в соседних луговых или лесных биотопах. Такие виды, как *F. fusca* и *F. uralensis* Ruzsky, были обнаружены только один раз после летнего паводка 2009 г., могут быть отнесены к лабильному компоненту населения (мигрантам).

**Биотопическое распределение и структура доминирования видов муравьев в пойменных сообществах заповедника «Нургуш» в 2008-2012 гг. (суммарные данные за сезоны)**

№	Видовой состав	Структура доминирования муравьев в пойменных сообществах						Итого, экз.
		Лесные сообщества			Кустарниковый и луговые сообщества			
		Липово-дубовый лес	Дубовый лес	Осиново-липовый лес	Ивняк	Луг на берегу оз. Нургуш	Луг на берегу р. Прость	
1	<i>Myrmica gallieni</i> Bondr.	Р	Р	Р	Р	Р	Р	144
2	<i>M. lobicornis</i> Nyl.	–	–	–	–	–	Р	2
3	<i>M. rubra</i> L.	Д	Д	Д	Д	Р	Р	1621
4	<i>M. rugulosa</i> Nyl.	–	–	Р	Р	–	Р	26
5	<i>M. ruginodis</i> Nyl.	Д	Д	Д	Д	Р	Р	1367
6	<i>M. scabrinodis</i> Nyl.	–	–	–	–	Р	Р	2
7	<i>M. sulcinodis</i> Nyl.	Р	Р	–	Р	Р	Р	186
8	<i>Camponotus fallax</i> Nyl.	Р	Р	Р	–	Р	–	86
9	<i>C. herculeanus</i> L.	С	Р	–	–	–	–	152
10	<i>Leptothorax acervorum</i> F.	Р	–	–	–	–	–	2
11	<i>Lasius platythorax</i> Seifert.	Д	Д	Д	Д	–	–	4663
12	<i>L. fuliginosus</i> Latr.	–	–	Р	–	–	–	1
13	<i>L. niger</i> L.	–	–	–	Д	Д	Д	14372
14	<i>Formica fusca</i> L.	–	–	–	Р	–	–	3
15	<i>F. rufa</i> L.	–	–	–	–	–	Р	3
16	<i>F. uralensis</i> Ruzsky	–	–	–	Р	–	–	1
17	<i>F. cunicularia</i> Latr.	Р	–	–	–	–	–	1
18	<i>Formica</i> sp.	–	–	Р	–	–	–	1
Итого экз.								22633
Итого видов		10	7	8	9	7	9	

Таким образом, население муравьев в пойменных сообществах заповедника «Нургуш» по результатам исследований 2008–2012 гг. может быть разделено на постоянных обитателей (8 видов) и мигрантов. Характерными видами пойменных лесов можно считать виды *L. platythorax*, *C. herculeanus*, *C. fallax*, пойменных лугов – *L. niger*, *M. sulcinodis*, эвритопность проявляют *M. ruginodis*, *M. rubra*, *M. gallieni*. В кустарниковых сообществах формируется смешанное сообщество из данных видов. Остальные виды – случайные мигранты.

#### Литература

Гилев А. В., Целищева Л. Г., Юферев Г. И. Особенности мирмекофауны пойменных биоценозов заповедника «Нургуш» // Научные исследования как основа охраны природных комплексов заповедников и заказников: Сб. материалов Всеросс. науч.-практ. конф. Киров: ООО «Типография «Старая Вятка», 2009. С. 75–77.

Репин А. Г., Целищева Л. Г., Юферев Г. И. Особенности биотопического распределения муравьев в заповеднике «Нургуш» в 2009 г. // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Материалы Всеросс. молодежной науч.-практ. конф. Киров: ООО «Лобань», 2011. С. 172–174.

Renkonen O. Statisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. // Ann. Zool. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo. 1938. 6. 1–231.

### ОПЫТ ПО ИЗУЧЕНИЮ РОЛИ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ В ПЕРЕДАЧЕ И ПОДДЕРЖАНИИ ТРИХИНЕЛЛЕЗА В ВОДНЫХ БИОЦЕНОЗАХ

*Л. А. Букина, Д. М. Игитова*

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
L.bukina5@gmail.com*

В исторически сложившихся экологических условиях в целях оптимизации путей достижения облигатного хозяина, мышечная стадия трихинелл, может рассматриваться как элементарная жизненная форма, необходимая для реализации жизненного цикла. Представители данной стадии жизненного цикла могут несколько раз менять своих транспортных (паратенических) хозяев, выполняя свою жизненную роль. Это минимально необходимая, и в некоторых случаях достаточная основа паразитарной системы (Догель, 1962; Беклемишев, 1970). Что касается трихинелл, паразитирующих у морских млекопитающих, обитателей водной морской среды, количество хозяев на мышечной стадии увеличивается во много раз. Это явление характерно для океанических гельминтов, коим трихинелла не является, но среда обитания облигатного хозяина накладывает отпечаток на остальную компоненту личиночной стадии паразита (Нигматуллин, 2004; Marcogliese, 1995). Ранее мы рассмотрели роль некоторых беспозвоночных (амфипод, мизид, личинок двукрылых, моллюсков) в реализации жизненного цикла трихинелл у обитателей водных биоценозов. Так как рыбы являются доминирующими объектами питания всех видов тюленей, моржей и многих видов полуводных и околоводных млекопитающих, то, несомненно, мы можем рассматривать их в качестве прямого или опосредованного источника заражения морских зверей трихинеллезом.

Целью настоящего исследования явилось изучение на лабораторной модели роли рыб в передаче трихинелл, а также анализ инвазионных свойств мышечных трихинелл, прошедших через пищеварительный тракт пресноводных рыб.

**Материалы и методы.** В эксперименте в качестве модели были использованы рыбы семейства макроподовых *Osphronemidae*, вид макропод обыкновенный *Macropodus opercularis* – 90 экземпляров, сирийские хомяки – 6 особей.

**Протокол эксперимента.** Макроподы после суточной голодной диеты были помещены в аквариум при температуре воды 25–27 °С. В качестве инвазионного материала использовали декапсулированных личинок трихинелл (в количестве 1500 экземпляров), выделенных из тушек экспериментально зараженных лабораторных животных. Рыбам в течение одних суток скармливали декапсулированных личинок трихинелл. Пищеварительный тракт исследовали через 3, 8, 13, 18, 23 часов и далее через 12 часов до конца опыта. Через каждые пять часов рыб извлекали из воды, промывали под струей и по 7–10 штук исследовали с применением компрессорной микроскопии содержимое желудочно-кишечного тракта и выделенные экскременты. Для постановки биопробы использовали сирийских хомячков, которым давали по 20 личинок, выделенных из фекалий макропод.

Визуальные наблюдения показали, что макроподы способны активно поглощать декапсулированных личинок трихинелл, как находящихся на дне аквариума, так и во взвеси. Вскрытие пищеварительной трубки макропод через три часа с момента скармливания показало, что желудки рыб наполнены декапсулированными личинками трихинелл, из которых спирали составили 80% и полуспиралы 20% (рис. 1).

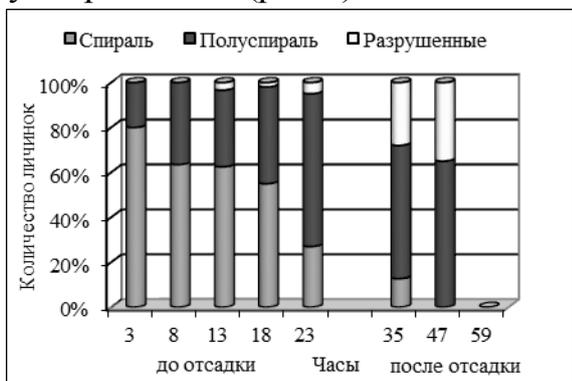


Рис. 1. Динамика соотношения личинок трихинелл различного физиологического состояния в желудке макропод

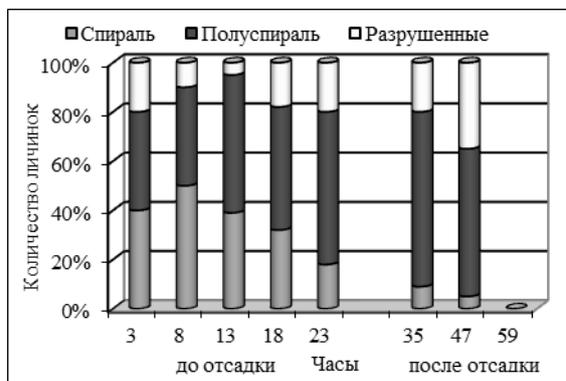


Рис. 2. Динамика соотношения личинок трихинелл разного физиологического состояния, выделенных из фекалий макропод

До отсадки макропод в чистую воду (до 23 часов) в отпрепарированных желудках макропод наблюдали снижение количества трихинелл спиралей от 80% до 27% (от общего числа обнаруженных в пищеварительной системе трихинелл). В кишечнике также наблюдали постепенное снижение трихинелл спиралей. Максимальное количество трихинелл спиралей, как в абсолютных, так и

относительных значениях в желудке регистрировали впервые три часа, в кишечнике с 8 до 13 часов с момента скармливания. После отсадки макропод через 35 часов в желудке на долю трихинелл спиралей приходилось 12,7%, остальные полуспиралы и разрушенные. В последующие 12 часов в желудке трихинелл спиралей не регистрировали. В фекалиях трихинелл спиралей начали фиксировать с 3 часа наблюдений до 47 часов с момента скармливания, (рис.2). Поставленные на сирийских хомяках биопробы с трихинеллами, выделенными из фекалий через 23 часа и 47 часов были положительными. В первом случае все подопытные животные заразились с инвазионной инфекцией (ИИ) в среднем по группе 19,6 лич/г. Во втором из трех сирийских хомяков заразилось два с ИИ в среднем по группе 10,4 лич/г мышечной ткани.

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что рыбы могут употреблять в пищу декапсулированных личинок трихинелл. Как у всех лабиринтовых рыб, у них хорошо развито слизевыделение ротовой полости, показатель рН близок к нейтральной величине. Если исходить из того, что на личинок трихинелл отрицательно воздействует кислая среда, то, по-видимому, при прохождении трихинелл через ротовую полость и пищевод они не подвергаются отрицательному влиянию среды (Бритов, 1982). По данным разных исследователей рН желудочного сока рыб колеблется от 1,2 до 5,0 (Ильина, Турецкий, 1987; Краюхин, 1963; Уголев, 1961). Особенностью пепсинового пищеварения рыб является то, что рН желудочного сока не всегда достигает оптимума рН пепсина, но это компенсируется активностью фермента. Пепсин способен гидролизировать белки практически до конца при условии длительного воздействия, но поскольку пища в желудке находится недолго, то этого не происходит. Основной гидролиз происходит в кишечнике, где поддерживается слабощелочная среда и, вероятно, поэтому часть личинок трихинелл остаются жизнеспособными и инвазивными.

Таким образом, макроподы на протяжении 47 часов могут быть прямыми или опосредованными источниками инвазии для различных видов млекопитающих (амфибионтов и ведущих околоводный образ жизни), способствовать расширению трофических сетей и в какой-то степени продлевать жизнеспособность и инвазивные свойства личиночной стадии данного гельминтоза.

### Литература

- Беклемишев В. Н. Биоценотические основы сравнительной паразитологии. М.: Наука, 1970. 502 с.
- Бритов В. А. Возбудители трихинеллёза. М.: Наука, 1982. С. 272.
- Догель В. А. Общая паразитология. Изд-во ЛГУ. 1962. 464 с.
- Ильина И. Д., Турецкий В. И. Развитие пищеварительной функции у рыб // Вопросы ихтиологии, 1987. Вып 5. С. 835–843.
- Краюхин Б. В. Физиология пищеварения пресноводных костистых рыб. М., 1963. 129 с.
- Нигматуллин Ч. М. К теории жизненных циклов паразитов. Терминология и классификация хозяев по их роли в жизненных циклах гельминтов // Современные проблемы паразитологии, зоологии и экологии. Материалы I и II международных чтений, посвященных памяти и 85-летию со дня рождения С. С. Шульмана. Калининград, 2004. С. 96–119.

Уголев А. М. Пищеварение и его приспособительная эволюция. М.: Высшая школа, 1961. 306 с.

Marcogliese D. J. The role of zooplankton in the transmission of helminth parasites to fish // Fish Biology and Fisheries, 1995. Vol. 4. P. 336–371.

## ЗИМУЮЩИЕ ПТИЦЫ г. КИРОВА

*А. Е. Агеева, Е. В. Рябова*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
kaf\_eco@vshu.kirov.ru*

Цель нашей работы – исследовать видовой состав зимующих птиц на территории г. Кирова. Основными материалами для исследования послужили литературные источники, описывающие различные виды птиц, и собственные наблюдения за птицами с декабря по март в течение двух лет. В работе используются методы наблюдений за птицами (фотосъёмка), поисковый метод, метод сравнения и анализа полученных данных.

Исследования видового состава зимующих птиц г. Кирова проводились методами маршрутного учета (Равкин, 1990) по следующим маршрутам: улицы Блюхера-Ленина (вблизи р. Хлыновка); искусственные насаждения у здания филармонии (парк имени Гагарина); искусственные насаждения вблизи учебного корпуса № 2 ВятГГУ. Общая длина маршрутов составила 2,5 км. Наблюдения проводили не реже 1 раза в неделю в течение зимних сезонов 2011–2012 и 2012–2013 гг. Мы изучали: видовой состав, поведение, численность птиц, места наиболее частых встреч с птицами того или иного вида, их кормовую базу.

За период наблюдений нами было отмечено 11 видов птиц. Таковыми являются: домовый воробей – *Passer domesticus*, большая синица – *Parus major*, обыкновенный снегирь – *Pyrrhula pyrrhula*, серая ворона – *Corvus cornix*; галка – *Corvus monedula*, ворон – *Corvus corax*, сорока обыкновенная – *Pica pica*, сизый голубь – *Columba livia*, кряква – *Anas platyrhynchos*, обыкновенный свиристель – *Bombucilla garrulus*, дрозд рябинник – *Turdus pilaris*.

Из 297 видов птиц зарегистрированных в Кировской области (Сотников, 2008) в зимний период можно встретить 55 видов (Сотников, 1997). Таким образом, за два зимних сезона на территории города Кирова нами было отмечено 20 % от общего возможного числа зимних видов птиц. Данные о средней относительной численности зимующих птиц по месяцам за весь период наблюдений представлены в таблице.

В связи с низкой урожайностью рябины и дикой яблони, в 2013 г. нами не были встречены рябинники, а также свиристели в первой половине зимы. Появление свиристелей к концу зимы, по всей видимости, связано с началом их кочевки к местам гнездования.

Численность кряквы в начале зимнего сезона 2012–2013 гг. была в 3,5 раза ниже прошлогодней численности и снизилась к концу сезона до минимальных значений. На наш взгляд, это связано с более ранним замерзанием водоемов в этом зимнем сезоне, сокращением площадей незамерзающих аквато-

рий на маршрутах учетов (р. Хлыновка), и перемещением птиц на более благоприятные в кормовом отношении участки: верхний пруд у цирка и полынью на р. Вятка ниже слободы Большая Гора. Колебания численности остальных видов птиц незначительны и обусловлены наличием кормовой базы и сезонной миграционной активностью.

Таблица

**Динамика численности зимующих птиц**

Вид		Средняя относительная численность птиц за месяц (особь/км)							
		2011–2012 гг.				2012–2013 гг.			
		де-кабрь	январь	фев-раль	март	де-кабрь	январь	фев-раль	март
1	Сизый голубь	10	8	13	5	5	6	8	9
2	Свиристель	16	22	0	0	0	0	3	4
3	Рябинник	3	5	0	0	0	0	0	0
4	Большая синица	5	5	8	6	5	4	3	6
5	Серая ворона	7	6	4	6	3	4	3	4
6	Ворон	1	0	1	1	0	0	1	0
7	Галка	5	7	6	6	5	5	4	5
8	Сорока	2	1	0	0	1	1	2	1
9	Домовой воробей	7	9	10	7	5	5	6	7
10	Обыкновенный снегирь	0	0	4	4	2	3	2	1
11	Кряква*	88	84	75	91	27	31	46	3

\* – для кряквы относительная численность показана в пересчете на 10 км береговой линии.

Таким образом, малое число видов птиц в зимний период и их невысокая численность на территории г. Кирова в пределах районов исследования по нашему мнению в первую очередь обусловлена недостаточным объемом кормовой базы (наличием зарослей сорных трав, некультуренных древесных и кустарниковых зарослей, доступных для птиц мест сбора твердых бытовых отходов). Следует заметить, что на вышеуказанных маршрутах нам встречалось крайне мало кормушек для птиц, что позволяет сделать вывод о недостаточном проявлении заботы населением к зимующим видам птиц на территории нашего города.

**Литература**

- Коблик Е. А., Редькин Я. А., Архипов В. Ю., Список птиц Российской Федерации. КМК, 2006. 256 с.
- Равкин Е. С., Челинцев Н. Г. Методические рекомендации по комплексному маршрутному учету птиц. М.: Изд. ВНИИ Природа, 1990. 33 с.
- Сотников В. Н. Птицы // Энциклопедия земли Вятской. Т. 7. Природа. Киров, 1997. 606 с.
- Сотников В. Н. Птицы Кировской области и сопредельных территорий. (Т. 2. Воробьинообразные. Часть 2). Киров: ООО «Триада плюс», 2008. 432 с.

## ВРАНОВЫЕ г. ВЯТСКИЕ ПОЛЯНЫ

А. Нейман<sup>1</sup>, В. М. Рябов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> КОГОАУ «Многопрофильный лицей г. Вятские Поляны,

<sup>2</sup> ИРО Кировской области

Городские условия для животных любых видов – совершенно особая, эволюционно новая среда обитания. Интенсивный рост городов – жилых, промышленных, торговых, культурных, туристических центров – стимулирует строительство дорог, застройку пригородных зон, расширение границ городов за счет «поглощения» ближайших населенных пунктов, сельскохозяйственных угодий, лесных массивов.

В последнее десятилетие происходит повсеместное увеличение численности врановых птиц в антропогенных ландшафтах России и Европы, возрастает степень их синантропности. Врановые все чаще начинают гнездиться в урбанизированных ландшафтах. Во многих городах происходит успешная адаптация этих птиц к новым условиям. Часто плотность населения птиц данного семейства в городах становится выше, чем в естественных местах обитания. Многие врановые относительно быстро приспосабливаются к существованию по соседству с человеком, происходит их синантропизация. В отдельных районах происходит их урбанизация – сосредоточение птиц в городах как местах постоянного обитания. Кроме того, врановые оказывают все большее негативное значение на урбоэкосистемы.

Все эти положения свидетельствуют об актуальности исследований, направленных на изучение особенностей поведения, изменения численности и распределения врановых птиц в урбанизированных ландшафтах.

Исследования проводили на территории г. Вятские Поляны в 2011–2013 гг. Изучение видового состава врановых и их количественную оценку проводили методом маршрутных учетов на постоянных маршрутах (Равкин, 1990) на трех ключевых участках: городской парк; центральный рынок; жилой комплекс по улице Гагарина. Попутно фиксировали места скопления врановых на ночевках, основные направления суточных перемещений по территории города.

В ходе работы в пределах г. Вятские Поляны было выявлено пребывание 6 видов птиц сем. Врановых – *Corvidae*. Таковыми являются:

Ворон – *Corvus corax*. В условиях г. Вятские Поляны ворон является обычным, немногочисленным, оседло-гнездящимся видом. В гнездовой период относительная численность составляет не более 2 особей / км. В зимний период средняя численность составляет 7 особей / км. Максимальное число птиц на километр маршрута было зафиксировано 27.10.2012 г. и составляло 61 особь.

Серая ворона – *Corvus cornix*. Обычный, многочисленный, оседло-гнездящийся вид. В пределах г. Вятские Поляны наиболее массовый вид с стабильно высокой численностью. В гнездовой период относительная численность составляет до 64 особей / км. В послегнездовой период и ранней осенью наблюдается снижение численности до 6–11 особей / км. Максимальная относительная численность серой вороны была отмечена 29.10.2011 г. и составляла

106 особей на один километр маршрута. В зимние месяцы средняя относительная численность серой вороны составляет 14–43 особи / км.

Грач – *Corvus frugilegus*. Обычный, многочисленный, гнездящийся вид. Статус вида в Вятских Полянах в зимнее время однозначно не определен. Часть птиц остается на зимовку, часть является либо кочующими, либо перелетными. Зимующих грачей мы наблюдали и зимой 2011–2012 гг. и зимой 2012–2013 гг. Причем если относительная численность грачей в декабре 2011 г. составляла 4–7 особей / км, то в феврале 2012 доходила до 9–17 особей / км. В гнездовой период на километр маршрута отмечали до 46–49 особей. Однако с конца июня до начала сентября грачей в городе практически не встречали. Только с середины сентября начинается рост численности этих птиц в городской черте. Такие колебания численности объясняются тем, что в послегнездовой период основная масса грачей кормится в сельскохозяйственных угодьях, и только с наступлением осенней миграционной активности снова появляется в урбанизированных ландшафтах.

Сорока обыкновенная – *Pica pica*. Обычный, немногочисленный, оседло-гнездящийся вид. Из обычных видов врановых птиц сорока реже всего встречается в пределах г. Вятские Поляны. Максимальная относительная численность от 5 до 8 особей / км была отмечена в конце апреля – начале мая 2012 г. В остальные периоды наблюдений средняя относительная численность составляла 0,4 особи / км.

Галка – *Corvus monedula*. Обычный, многочисленный, оседло-гнездящийся вид. Встречается несколько реже, чем грач. В гнездовой период относительная численность составляет 21–27 особей / км. В послегнездовой период и ранней осенью наблюдается снижение численности до единичных встреч (август 2012 г.). К концу ноября численность возрастает до 21–27 особей / км. В зимние месяцы средняя относительная численность галки составляет 6,5 особей / км.

Сойка – *Garrulus glandarius*. В Кировской области обычный гнездящийся вид (Сотников, 2006). Статус пребывания сойки в г. Вятские Поляны – редкий, малочисленный, кочующий вид. За период наблюдений сойка в черте города была встречена всего дважды: в городском парке в октябре 2011 г. и 20 марта 2013 г.

Таким образом, видовой состав врановых в г. Вятские Поляны относительно стабилен, численность подвергается колебаниям. Общая численность всех врановых птиц максимальна в осенний период. Это обусловлено и увеличением численности за счет появления потомства и подкочевкой птиц с северных территорий. Значительное увеличение численности также наблюдается и в весенний период, что в свою очередь также связано с миграционной активностью птиц. Минимальные значения численности врановых отмечены в послегнездовой период. Такое снижение числа птиц мы объясняем тем, что после постановки молодых птиц на крыло, врановые откочевывают в прилегающие сельскохозяйственные угодья, более обеспеченные в данный период кормовой базой (обилие насекомых, созревание плодов и семян).

Кроме изучения видового состава и оценки численности врановых в г. Вятские Поляны мы провели опрос населения. Во всех половозрастных группах предлагали ответить на ряд вопросов, касающихся проблематики пребывания врановых в черте города. В ходе опроса мы выяснили, что 95% опрошенных считают, что птицы из семейства врановых отрицательно влияют на урбо-экосистемы; 75% респондентов испытывают дискомфорт от вышеупомянутых пернатых «соседей» (особенно в местах ночевки птиц: городском парке и жилом комплексе в районе кафе «Арбат»). Примечательно, что 80% опрошенных обращают внимание на то, что в период весенних и осенних кочевок в городе становится больше врановых птиц, а 60% населения считают, что необходимы меры по регулированию численности врановых в г. Вятские Поляны.

Наиболее эффективной на сегодняшний день мерой по регулированию численности врановых в городе, по нашему мнению, является ликвидация источников питания птиц: мусорных баков открытого типа и сокращение (исключение) пищевых отходов из общей структуры ТБО.

#### Литература

Равкин Е. С., Челинцев Н. Г. Методические рекомендации по комплексному маршрутному учету птиц. М.: Изд. ВНИИ Природа, 1990. 33 с.

Сотников В. Н. Птицы Кировской области и сопредельных территорий // Воробьинообразные. Т. 2. Ч. 2. Киров: ООО «Триада плюс», 2008. 432 с.

### ПУТИ ЗАРАЖЕНИЯ АМЕРИКАНСКОЙ НОРКИ ГЕЛЬМИНТАМИ В ВЯТСКО-КАМСКОМ МЕЖДУРЕЧЬЕ

*О. В. Масленникова, Д. П. Стрельников*

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
olgamaslen@yandex.ru*

В органическом мире первостепенное значение имеют трофические связи, их роль в живой природе трудно переоценить. Они служат основой биогенного круговорота веществ, связывают отдельные виды животных и растений в сообщества, и оказываются одним из важнейших регуляторов численности организмов. Они представляют основной вид связи животного со средой. Для большинства представителей семейства Mustelidae главнейшим типом пищевых связей признано отношение хищника к жертве.

Американская норка (*Mustela vison*) для фауны Кировской области – новый акклиматизированный вид, широко распространившийся в настоящее время и вытеснивший 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. (Павлов и др., 1973), откуда проникла и на территорию Кировской области. Немаловажную роль в этом сыграли и американские норки, сбегавшие 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; Стерлягов, 1982). 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).

Материал и методика. Материал собирался в основном на территории Кировской области в 2011–2012 гг. Из различных районов Кировской области исследовано 24 американские норки методом полного гельминтологического вскрытия (Скрябин, 1928). Кроме того, исследовалось содержимое желудочно-кишечного тракта.

Результаты исследований. Одним из основных факторов, определяющих состав гельминтофауны и частоту встречаемости гельминтов куньих, являются биоценотические связи дефинитивных хозяев и сложность цикла развития гельминтов. В гельминтофауне куньих преобладают виды, сопряженные с хозяевами посредством трофических связей – около 82 % от общего числа (Контримавичус, 1969). К ним относятся все цестоды, трематоды и скребни, а также 67% нематод. При этом в замыкании циклов развития гельминтов куньих большое значение имеют не только промежуточные, но особенно резервуарные хозяева. В основном куньи относительно редко поедают беспозвоночных – промежуточных хозяев гельминтов. Поэтому основным началом в передаче инвазии куньим являются позвоночные животные мелких размеров, составляющие основу рациона этих хищников и одновременно являющиеся резервуарными и дополнительными хозяевами гельминтов (Контримавичус, 1969).

Американская норка в Вятско-Камском междуречье чаще заражается 4 видами гельминтов, из них 2 вида трематод: *Alaria alata larvae* и *Euryphium melis* и 2 вида нематод: *Capillaria putorii*, *S. mucronata*.

Наибольшую роль в заражении американской норки Кировской области гельминтами играют земноводные, являющиеся дополнительными хозяевами трематод *A. alata* и *E. melis*, хотя промежуточными хозяевами их являются водные брюхоногие моллюски *Limnaea stagnalis*, *Stagnicola emarginata*, которые редко встречаются в рационе норки.

По данным Т. С. Скарбилович (1945) заражение *S. putorii* дефинитивных хозяев происходит яйцами, прошедшими развитие во внешней среде. Однако если яйца этой нематоды заглатывает дождевой червь, то вылупившиеся личинки проникают в полость тела и при скармливании дождевых червей куньим инвазируют их. Т. С. Скарбилович считает дождевых червей резервуарными хозяевами этой нематоды. Аналогично, можно сказать и о другой нематоды *S. mucronata*, промежуточными хозяевами которой являются дождевые черви *Lumbricus rubellus* и *Lumbricus sp.* (Скарбилович, 1950).

Довольно низок у американских норок процент заражения скрябингилезом (9,1%), совсем не отмечено нами заражение филяридозом, Эти инвазии у куницеобразных являются основополагающими в регуляции численности вида (Граков, 1962, Контримавичус, 1969; Туманов, 2003 и др.), но американская норка является исключением.

Впервые зарегистрирована нематода *Oswaldocruzia filiformis*, являющаяся паразитом земноводных и попавшая в их желудочно-кишечный тракт, по-

видимому, с пищей, т.к. в желудочно-кишечном тракте этой исследованной норки были обнаружены останки лягушки. Эта находка еще раз подтверждает большую роль земноводных в питании американской норки.

Выводы. Земноводные играют большую роль в питании американской норки – об этом свидетельствует заражение более 50 % исследованных норок сосальщиками – *A. alata larvae* и *Euryphium melis*, промежуточными хозяевами которых являются земноводные и нахождении нематоды *Oswaldocruzia filiformis* – паразита земноводных. Американские норки не заражаются опасными легочными гельминтами – филиариоидесами, которые являются основополагающими в регуляции численность вида, очень низок процент заражения скрябингилезом (9,1%).

### Литература

Граков Н. Н. Филляриоз и скрябингилез лесной куницы (*M. martes* L.) и их влияние на состояние популяции этого вида // Тр. Всесоюзного науч.-исслед. института животного сырья и пушнины. 1962. Т. 19. С. 298–313.

Контримавичус В. Л. Гельминтофауна куньих и пути ее формирования. М.: Наука, 1969. 428 с.

Павлов М. П., Корсакова И. Б., Тимофеев В. В., Сафонов В. Г. Акклиматизация охотничье-промысловых зверей и птиц СССР / Под ред. И. Д. Кирица. Киров: Волго-Вятское кн. из-во, 1973. Ч. V. С. 129–131.

Скарбилович Т. С. К изучению биологии *Capillaria mucronata* и эпизоотологии капилляриоза мочевого пузыря соболей и норок // Тр. ВИГИС. М.: Сельхозгиз, 1950. Т. IV. С. 27–33.

Скарбилович Т. С. Установление у *Capillaria putorii* (Rud. 1819) двух различных типов цикла развития // Докл. АН СССР. 1945. Т. 50. С. 553–554.

Скрябин К. И. Метод полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая человека. М.: МГУ, 1928. 45 с.

Скуматов Д. В. Современное распространение куньих в Кировской области // Разнообразие и управление ресурсами животного мира в условиях хозяйственного освоения Европейского Севера: Междунар. конф. 27 ноября – 1 декабря 2002 г. Сыктывкар, 2002. С. 376–377.

Стерлягов А. В. Обогащение фауны Кировской области американской норкой // Материалы к Всесоюз. науч.-произв. конф., посвящ. 100-летию проф. П. А. Мантейфеля, 19–21 мая 1982 г. Киров, 1982. С. 109.

Туманов И. Л. Биологические особенности хищных млекопитающих России. СПб.: Наука, 2003. С. 346–399.

Шулятьев А. А. Американская норка в Кировской области // Охота, пушнина и дичь: Сб. НТИ ВНИИОЗ. 1975. В. 49–50. С. 106–108.

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ПРЕПАРАТОВ НА КРЫС В ТЕСТЕ «ПРИНУДИТЕЛЬНОЕ ПЛАВАНИЕ»

**Н. А. Востриков, О. И. Калинина, Л. Р. Мутушвили, А. А. Докунихина,  
Л. А. Латипова, О. Б. Жданова, И. Н. Гамулинская, А. К. Мартусевич**  
*Кировская государственная медицинская академия*

Допинги – это лекарственные препараты, которые применяются спортсменами для искусственного, принудительного повышения работоспособности в

период учебно-тренировочного процесса и соревновательной деятельности. Причиной тому – непомерное стремление к достижению призовых мест в соревнованиях и меркантильные интересы спортсменов и тренеров, спортивных организаций целых стран. Можно констатировать, что прием допингов вызывает многочисленные осложнения у спортсменов, вплоть до летальных исходов. По этой причине, а также и потому, что все спортсмены должны находиться в одинаковых условиях, запрещено применять ряд фармакологических препаратов на тренировках и соревнованиях. По поводу определения понятия допинга до сих пор нет единого мнения, а это чрезвычайно важно уточнить, так как применение допинга может быть причиной санкций, апелляций и судебных разбирательств. Поэтому можно дать следующее определение, отражающее суть данного явления. В то же время поиск безопасных веществ, позволяющих стимулировать энергетический обмен является актуальным. В качестве экспериментальных животных используют принудительное плавание мышей или крыс. Первое плавание животных проводят с целью рандомизации животных по устойчивости к физической нагрузке. Каждое животное по одному самцу или самке помещают в цилиндр с водой, диаметром 18 см, высотой 40 см, т.е. достаточного размера для того, чтобы крысы или мыши в нем могли свободно плавать. Температура воды поддерживается в пределах 29–30°. Плавание осуществляется с грузом (свинцовая трубка на резиновом кольце, прикрепляемая к корню хвоста), равным 10% от веса тела. Животные плавают с грузом до утомления, о котором свидетельствует погружение животного на дно цилиндра. В этот момент животное быстро извлекается из воды, и в течение двух минут обсушивают сухим полотенцем, после чего животным вводят исследуемые вещества. Животные, длительность плавания которых при рандомизации отклоняется от среднего времени плавания на 35%, исключаются из эксперимента. Через 2 часа проводят повторное плавание с грузом до утомления, о котором судят по длительности плавания животного до погружения на дно цилиндра. В момент погружения животное быстро достают из воды, обсушивают сухим полотенцем и подвергают эвтаназии с забором органов и крови для исследования. После рандомизации животным вводят исследуемое вещество в течении 5–10 дней, после чего воспроизводят тест. Целостность физиологической реакции крыс на те или иные модельные раздражители или на введение исследуемых веществ оценивается в физиологических тестах с учетом ориентировочно-исследовательского эмоционального, стереотипного и двигательного компонентов по поведенческому атласу для грызунов (Пошивалов, 1978).

Очевидно, что развитие различных по механизму альтерирующих процессов и состояний, в том числе сопровождающих интенсивные физические нагрузки, сопровождается молекулярными изменениями плазматических мембран клеток, являющихся как непосредственной мишенью повреждающего действия патогенных факторов, так и вовлеченных в патологический процесс в связи с инициацией универсальных механизмов повреждения клетки (дефицит энергопродукции, интенсификация процессов свободнорадикального окисления, активация фосфолипаз, протеаз, нарушение ионного гомеостаза и др.). Получение обобщающих положений о базисных механизмах и общих закономер-

ностях реагирования разнообразных биосистем на стрессовые воздействия и их адекватную коррекцию сулит успех для понимания общебиологических законов развития патологических процессов при физической нагрузке.

## **НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ ЛАНДШАФТА И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «БЕЛАЕВСКИЙ БОР»\***

*Р. Р. Чепурнов, С. Л. Мокрушин, Е. С. Соболева, А. М. Прокашев  
Вятский государственный гуманитарный университет,  
roman.chepurnov@gmail.com*

Из лесных участков, перспективных для создания национального парка «Атарская лука», очень интересен Белаевский бор, который, как и широко известный ныне Медведский бор, является памятником природы. Белаевский бор с геоморфологической точки зрения можно отнести к категории долинно-зандровых равнин, имеющих спорадическое распространение на надпойменных речных террасах р. Вятки. Он покрыт чехлом песчаных и супесчаных древнеаллювиальных и древнеаллювиально-флювиогляциальных отложений различной мощности. Белаевский бор – составное звено экологического каркаса в сети особо охраняемых природных территорий Вятского края. В его составе сохранились ПТК, не испытывавшие интенсивного антропогенного воздействия, которые могут иметь эталонный статус. Дополнительную аттрактивность этому памятнику природы придаёт его экотонное – приречное – положение в районе одной из наиболее живописных излучин Вятки в зоне пересечения ею осевой полосы возвышенности Вятских Увалов.

Белаевский бор занимает часть первой и второй надпойменной террас левобережья р. Вятки в районе Атарской Луки. Эта территория ранее исследовалась во флористическом отношении, но с комплексной – ландшафтной – позиции изучается впервые. В 2012 г. нами проведена рекогносцировочная экспедиция и описана серия фаций в юго-западной части бора. Данное сообщение основано на личных полевых наблюдениях, фондовых геологических, а также крупномасштабных картографических материалах.

Почвообразующими породами района являются аллювиальные отложения первой надпойменной террасы (мончаловско–осташковский горизонт) и второй н.п.т. (микулинско–калининский горизонт) позднего плейстоцена с характерным дюнно-бугристым рельефом. Они залегают на размывтой поверхности коренных пород казанского яруса пермской системы, представленного известняками и карбонатными глинами. В центральной части бора, где в пределах палеорула Вятки породы казанского яруса оказались полностью размывты, материнские породы перекрывают более молодые позднеогеновые (плиоценовые) отложения (Государственная геологическая карта РФ, 2001., Лист О-39-XX). На северо-западе бора древнеаллювиальные отложения надпойменных

---

\* Подготовлено при финансовой поддержке Русского географического общества

террас замещены останцом более древних флювиогляциальных отложений среднего плейстоцена (ларевский горизонт), состоящими преимущественно из кварцевых песков, также залегающими на верхнепермских породах.

Рельеф Белаевского бора сложный и имеет тенденцию понижения к югу в сторону поймы р. Вятки. Перепад высот в направлении от южной, приречной, части бора к коренному склону водораздела составляет порядка 40 м на 4 км расстояния между указанными границами. В юго-западной части исследуемой территории четко выражены эоловые формы рельефа – дюнные бугры и межбугорные понижения – покрытые сосновыми лесами. Дюны имеют высоту 6–8 м и часто соединены в мощные дюнные гряды. Образование эоловых форм рельефа, вероятно, происходило в условиях сухого и холодного перигляциального климата позднечетвертичного времени, благоприятствовавшего перевеиванию палеоречных песчаных наносов, лишённых древесного полога.

В ходе полевых работ выявлен парагенетический комплекс урочищ с разнообразными типами растительных ассоциаций и почвенных разностей. Они изменяется в зависимости от форм рельефа, особенностей материнских пород и глубины залегания грунтовых вод. Разнообразие дюнного рельефа создает неодинаковые гидротермические и почвенно-гидрологические условия. Вершины дюн более сухие, почвы их не имеют развитого гумусового горизонта и имеют слабую степень оподзоливания (подзолы поверхностные), в то время как в межбугорных понижениях и впадинах в условиях повышенной влажности формируются почвы с более мощным гумусовым горизонтом и высокой степенью оподзоленности (подзолы мелкозаглубленные). К вершинным фациям песчаных бугров и дюн приурочены сухие боры-зеленомошники на подзолах со слабо дифференцированным профилем (разр. Ch 34, Ch 36). В котловинных фациях межбугорных понижений с лучшим водным питанием к сосне примешивается ель; подзолы сменяются дерново-подзолами, сформированными на мелких двучленных породах, верхняя часть которых представлена древнеаллювиальными песками, а нижняя – коренными пермскими глинистыми отложениями (разр. Ch 35, Ch 37).

Усиление водного и минерального питания при движении в сторону поймы сильно отражается на характере ПТК. На южной слабонаклонной периферии бора в составе надпойменно-террасных урочищ с плоско-мелкобугристым рельефом доминируют более сложные по составу фации, представленные елово-сосновыми ассоциациями с существенной ролью березы бородавчатой на подзолах с двучленным строением профиля (разр. Ch 33).

Ближе к р. Вятке, на поверхности первой надпойменной террасы и поймы формируются фации, которые в зависимости от рельефа и увлажнения могут быть совершенно разными. На выровненных поверхностях Ин.п.т. сосна местами полностью исчезает, уступая место фациям из березово-елового хвощевого-земляничникового леса на аллювиальных дерновых слоистых почвах на древнем карбонатном аллювии (разр. Ch 31). В верхней части прирусловых грив распространён березово-сосновый папоротниково-ландышевый лес с елью на сухих аллювиальных дерновых слоистых супесчаных почвах (разр. Ch 29). По межгривным впадинам, где скапливаются стекающие осадки, формируются фа-

ции из ольхи чёрной с примесью березы бородавчатой и ели европейской на аллювиальных дерновых слоистых суглинисто-глинистых почвах с признаками оглеения (разр. Ch 30, Ch 32). Пестрота фациального состава, таким образом, обуславливается отчетливо выраженным микро- и мезорельефом и неравномерностью распределения лесной растительности и почвенных разностей.

Опираясь на рекогносцировочные обследования, анализ рельефа и геологического строения территории нами разработана предварительная схема структуры долинно-зандрового ландшафта Белаевского бора на уровне типов и подтипов местностей. В ландшафте бора можно выделить 3 типа местности: пойменный, надпойменно-террасовый и приречный (склоново-притеррасный) (рис.).

Надпойменно-террасовый тип местности наиболее характерен для долинных зандров и занимает центральное положение в ландшафте Белаевского бора. Он охватывает I и II надпойменные террасы р. Вятки с древнеаллювиальными и древнеаллювиально-флювиогляциальными отложениями. В пределах надпойменно-террасового типа местности пока выделен только древнеэоловый подтип, в который входят типичные для Белаевского бора песчаные дюны и междюнные котловины под различными вариантами сосновых лесов на подзолах.

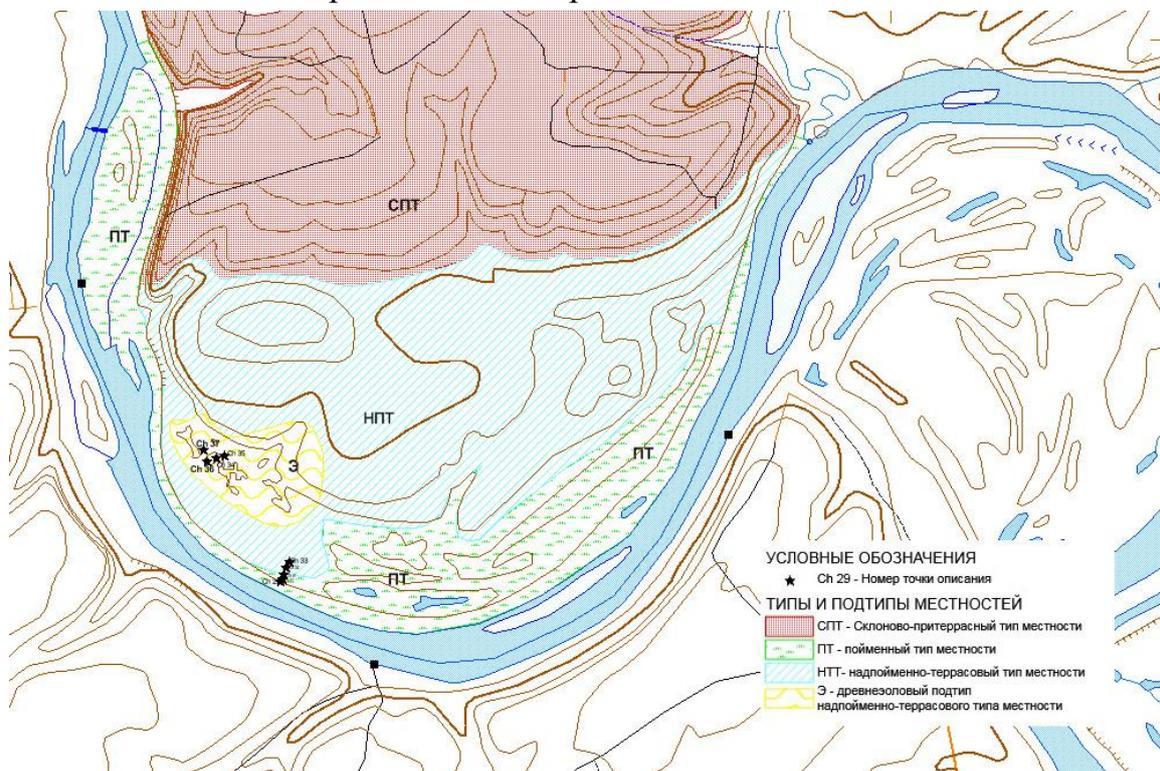


Рис. Схематическая карта типов местностей долинно-зандрового ландшафта Белаевского бора

В ходе дальнейших исследований ПТК Белаевского бора с привлечением дополнительных картометрических и почвенно-аналитических показателей предполагается получение более репрезентативных данных о локальных геосистемах, их компонентном составе, закономерностях пространственной организации с использованием детальной типологии фаций и урочищ надпойменно-террасового типа местности рассматриваемого памятника природы юга Вятского края.

## ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ СТРУКТУРЫ ЛАНДШАФТОВ ОРИЧЕВСКОГО ЗАВЯТЬЯ

*К. В. Михайлова, А. М. Прокашев*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
mikhailova-ksenia2014@yandex.ru*

Производственная и иная деятельность человека протекает в границах конкретных геосистем. Изучение ландшафтной структуры на локальном уровне – актуальная современная задача. В настоящее время детальные ландшафтные карты имеются на отдельные, чаще всего небольшие территории. Автором предпринят опыт по изучению морфологической структуры ландшафтов места жительства (с. Коршик Оричевского района).

Оричевское Завятье Кировской области занимает одно из центральных местоположений в пределах южной тайги Русской равнины, что находит отражение в особенностях природы. В составе коренных поверхностных отложений осадочного чехла преобладают песчано-глинистые породы татарского яруса пермской системы. Сверху они перекрыты маломощным плащом четвертичных песчано-супесчаных отложений различного происхождения: водно-ледникового, древне- и современного аллювиального (Цыновкин, 1967). Из полезных ископаемых основными являются торф и песчано-глинистые строительные материалы (Азин, 2003). Рельеф района представлен аккумулятивными и эрозионно-аккумулятивными равнинами, с вложенными в них 2–3 надпойменными террасами и поймами (Цыновкин, 1967). Умеренно-континентальный тип климата характеризуется следующими показателями: средняя годовая температура – 1,5–2 °С, средняя температура января – –14–15 °С, средняя температура июля – 17–18 °С; сумма активных температур составляет около 1900°С; коэффициент увлажнения – 1,1–1,2; годовое количество осадков – 600 мм; вегетационный период длится 160 дней, безморозный – 110 дней (Атлас ..., 1997). Гидрографическая сеть представлена р. Вятка и её притоками 1–4 порядка (Природа ..., 1967). Лесистость составляет примерно 54% (Природа ..., 1967). В составе зональной растительности преобладают производные елово-пихтовые леса с примесью берёзы. Почвенный покров представлен комплексом дерново-подзолистых почв и дерново-подзолов, болотных переходных и верховых почв, формирующихся преимущественно на песчано-супесчаных и двучленных породах (Прокашев, 1992). Значительные площади заболоченных участков нуждаются в осушительных мелиорациях. На Кировской лугоболотной опытной станции (п. Торфяной) успешно ведутся длительные опыты по рекультивации выработанных торфяников. Животный мир Оричевского Завятья представлен таёжными видами (Цыновкин, 1967).

Предпринятый нами картографический анализ в совокупности с рекогносцировочными полевыми наблюдениями позволили выявить основные типы местности, присущие ландшафту южной тайги и окрестностям села Коршик: водораздельный, склоновый, приречный, надпойменно-террасовый, пойменный (рис.). Водораздельный тип местности характерен для междуречья Сингиревки

и Илгани, Илгани и Боровицы, включает вершинные, склоновые, а также болотные типы урочищ. Вершинные урочища присущи относительно спокойным в орографическом отношении верхним элементам водоразделов плакорного облика на гипсометрических уровнях 160–190 м, покрытых с поверхности флювиогляциальными отложениями (пески, супеси). Благодаря равнинной поверхности они в большинстве случаев освоены и заняты агроценозами, сенокосами и пастбищами на дерново-, агродерновоподзолах, некоторая часть занята темнохвойно-мелколиственными лесами на подзолах и дерново-подзолах.

Склоновые урочища широко распространены на исследуемой территории. Они формируются на более низких гипсометрических уровнях – около 140–160 м. Для них типичны сравнительно небольшие углы наклона – до 3–5°, реже более. Литогенную основу составляют породы, аналогичные предыдущему типу. Ввиду небольших перепадов высот склоновый тип урочищ занят агроландшафтами с посевами зерновых (рожь озимая, ячмень, овес, пшеница) и кормовых (рапс, клевер, кукуруза, подсолнечник, зерносмесь – овес с горохом) культур на агродерново-подзолах, а также животноводческими комплексами молочного направления (истобенская, айширская, чёрно-пёстрая породы) и силосными башнями. Болотные урочища представлены фрагментарно по правобережью р. Илгань. Здесь проводились осушительные мелиорации, торфоразработки. Приречный тип местности приурочен к коренным берегам, непосредственно примыкающим к долинам малых рек и ручьев. Он формируется под различными фитоценозами с участием светлохвойных пород (сосна) 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. Надпойменно-террасовый тип местности характерен для реки Сингиревка, притока р. Вятки третьего порядка. Он формируется на древнеаллювиальных отложениях с дерново-подзолистыми почвами и дерново-подзолами под берёзово-осиновыми лесами и кустарниково-луговой растительностью. Данный тип местности занимает гипсометрические уровни 130–126 м, местами заболочен, и в прошлом по правобережью здесь велись осушительные работы. Ширина надпойменной террасы колеблется от 500 м до 1500 м. 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. В районе исследования расположены крупные сельские населенные пункты: Бонёво, Коршик, Пустоши. Селитебные территории с. Коршик представлены 1–3 этажной застройкой с преобладанием деревянных строений. Самым высоким каменным строением на территории села Коршик является Зосимо-Савватиевская церковь. Приусадебные хозяйства расположены на агродерново-подзолах песчано-супесчаных. Транспортные коридоры в районе

изысканий составляют протяжённость около 52 км, это улучшенные и грунто-вые дороги. В селе Коршик в прошлом пересекались два тракта – Орловско-Нолинский и Вятско-Кукарский.

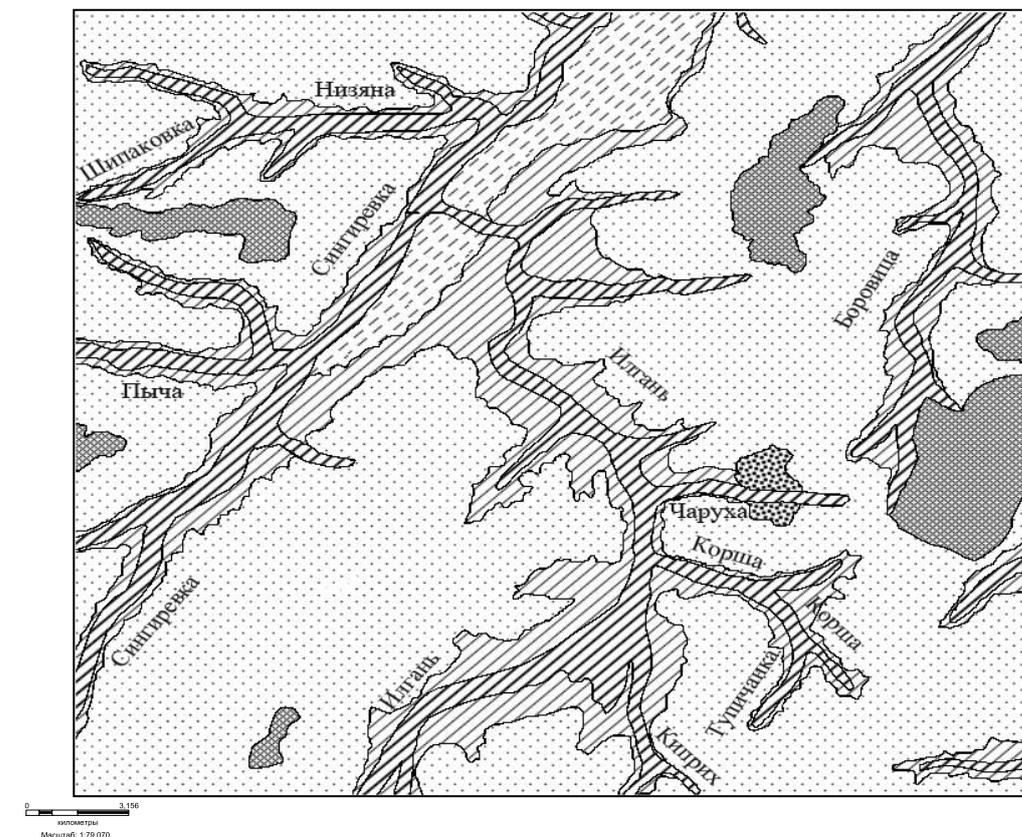


Рис. Типы ПТК междуречья Сингиревки и Боровицы

-  вершинные урочища водораздельного типа местности
-  склоновые урочища водораздельного типа местности
-  болотные урочища водораздельного типа местности
-  надпойменно-террасовый тип местности
-  приречный тип местности
-  пойменный тип местности

### Литература

- Азин В. Н. Минерально-сырьевая база Кировской области. Киров: Кировская областная типография, 2003. 199 с.
- Атлас Кировской области. М.: Федеральная служба геодезии и картографии России, 1997. 38 с.
- Природа Кировской области. Киров: Волго-Вятское книжное издательство, 1967. 400 с.
- Прокашев А. М. Почвы Вятского края. Киров: Кировский пединститут, 1992. 88 с.
- Цыновкин Б. Н. Отчёт по геолого-гидрогеологической съёмке масштаба 1:200000 территории листа О-39-XIV. Дзержинск, 1967. Т. 1. 391 с.

# ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПАХОТНЫХ СВЕТЛО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ СРЕДНЕСУГЛИНИСТЫХ ПОЧВ НА ПОКРОВНЫХ БЕСКАРБОНАТНЫХ СУГЛИНКАХ В ЕСТЕСТВЕННЫЕ БИОЦЕНОЗЫ

*Л. В. Бакулева, И. Я. Копысов*

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,*

*info@vgsha.info*

Современный этап развития сельскохозяйственного производства в России характеризуется заметным сокращением площади пахотных угодий (Литвинович и др., 2009) 41 млн. га высококультурных и мелиорируемых земель, которые составляли резерв пахотного клина нашей страны, в последние годы не возделываются. Эта часть пахотного фонда выведена в залежь и в настоящее время в Нечерноземной зоне представляет собой массивы занятые многолетней травянистой растительностью, постепенно зарастающие кустарником и мелколесьем (Литвинович и др., 2005).

Изучению постагроденных почв посвящено много работ. В них охарактеризовано влияние различных биоценозов на свойства почв, на формирование почвенного органического вещества, детально исследована трансформация пахотных почв под различными ценозами с учетом фактора времени (Базыкина, 2007). В настоящее время лесные массивы, преимущественно вторичного характера, покрывают 5–20% территории южного агропочвенного района Кировской области (Прокашев, 1972).

Цель работы – изучить каким образом постагроденный цикл накладывается на естественные циклы развития ценозов, какие изменения морфологических признаков при этом происходят.

Исследования проводили летом (июль) 2011 г. Объектом исследования служили светло-серые лесные почвы, находящиеся в залежи 5, 15 и 25 лет (СПК «Вотское» Лебяжского района Кировской области). Для сравнения закладывались разрезына экстенсивно используемой пахотной почве и пахотной (огородной) почве, принятые в качестве исходных почв, находящихся в непосредственной близости от залежей. Все исследуемые почвы (5 разрезов) сформированы в однотипных геоморфологических условиях.

Светло-серая лесная огородная почва находится в сельскохозяйственном использовании более 100 лет. Распашка и окультуривание привели к тому, что на месте верхних горизонтов (A0, A1 и A2) сформировался мощный однородный по окраске и благоприятный по гранулометрическому составу пахотный горизонт (Апах, 0–28 см).

Светло-серая лесная пахотная почва в настоящее время используется в полевом севообороте. Распашка и окультуривание привели к тому, что на месте верхних горизонтов A0, A1 и A2 сформировался мощный 28 см пахотный слой с хорошо выраженной комковато-пылеватой структурой и однородной светло-серой окраской. Нахождение почвы в залежи в течение 5-ти лет привело к морфологическим изменениям пахотного слоя. На поверхности выделяется слой рыхлой дернины (A0 0–2 см).

Процесс расслоения пахотного слоя на подгоризонты продолжается спустя 15 лет после выведения почвы из сельскохозяйственного оборота. На поверхности сформировался слой дернины (A0 0–2 см), а гумусово-аккумулятивный горизонт разделяется по плотности сложения на слои 2–16 см и 16–32 см, что вызвано неглубоким проникновением в почву корневой системы многолетних трав.

Залежь 25-летнего возраста представляет собой закустаренный злаково-разнотравный луг, возраст кустарника 15–20 лет. 25-летняя залежь характеризуется более заметным расчленением гумусово-аккумулятивного горизонта на подгоризонты. Ниже слоя дернины (A0 0–3 см) выделяются 2 подгоризонта. Верхняя часть густо пронизана корневой системой травянистых растений, в нижней части – единичные корни. Подгоризонты различаются не только по плотности сложения, но и по появлению в нижнем подгоризонте отбеленных зон. Последнее свидетельствует о протекании подзолистого процесса, который затрагивает нижнюю часть бывшего пахотного горизонта. Возможно, при поселении лесной растительности на таких территориях подзолистый процесс будет развиваться. Лесовозобновление на старопахотных землях сопровождается обратным переходом почвы от сельскохозяйственно освоенной к почвам лесного ряда (Скворцова и др., 1987). Таким образом, наши исследования подтверждают, что в процессе постагрогенной трансформации нарушенные в результате антропогенного воздействия морфологическое строение профиля и плотность сложения по мере увеличения возраста залежных почв стремятся к исходному состоянию (Литвинович и др., 2009).

### Литература

Базыкина Г. С. Влияние составляющих водного баланса и температурного режима на свойства постагрогенных дерново-подзолистых почв Подмосквья // Почвоведение. 2007. № 6. С. 685–697.

Литвинович А. В., Дричко В. Ф., Павлова О. Ю., Чернов Д. В., Шабанов М. В. Изменения кислотно-основных свойств окультуренных дерново-подзолистых почв легкого гранулометрического состава в процессе постагрогенной трансформации // Почвоведение, 2009, № 6, С. 680–686.

Литвинович А. В., Павлова О. Ю., Дричко В. Ф., Чернов Д. В., Фомина А. С. Изменение кислотно-основных свойств окультуренной дерново-подзолистой песчаной почвы в зависимости от срока нахождения в залежи // Почвоведение, 2005, № 10, С. 1232–1239.

Прокашев А. М. Почвы со сложным органопрофилем юга Кировской области // Агрохимическая характеристика почв СССР. – М.: Наука, 1972.

Скворцова Е. Б., Баранова О. Ю., Нумеров Г. Б. Изменение микростроения почв при зарастании пашни лесом // Почвоведение. 1987. № 9. С. 101–109.

**ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ  
г. СЫКТЫВКАРА. НЕОБХОДИМОСТЬ СОЗДАНИЯ И  
ПУТИ СОХРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ  
РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО МИРА  
УРБАНИСТИЧЕСКИХ ЭКОСИСТЕМ**

*Е. М. Ефремова, Е. В. Юркина*

*Сыктывкарский лесной институт (филиал)  
ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный  
лесотехнический университет имени С. М. Кирова»*

Опыт архитектурного и ландшафтного проектирования второй половины XX столетия убедительно продемонстрировал, что в этих условиях сделать жизнь наиболее комфортной для человека можно лишь за счет максимального введения живой природы в урбанизированную среду. Город – это неустойчивая искусственная система, которая не способна функционировать отдельно от окружающей ее природы.

Вместе с тем исследования показывают, что в течение ближайших 15–20 лет следует ожидать увеличение доли урбанизированных территорий примерно в 2 раза. Значительно возрастут площади ландшафтов, находящихся под техногенным прессом. Это может привести к непредсказуемым изменениям окружающей среды.

Если несколько десятилетий назад темпы изменений природных комплексов Северо-Западного региона под влиянием хозяйственной деятельности значительно уступали естественной динамике экосистем, то в настоящее время скорость антропогенной трансформации природной среды района преобладает над естественной. Прямое или косвенное антропогенное воздействие приводит к тому, что десятки популяций находятся на критическом пределе численности, ставящем под угрозу возможность воспроизведения видов. Некоторые виды уже утрачены безвозвратно. Одним из наиболее грозных антропогенных факторов является сокращение площади, занятой естественной растительностью, что немедленно приводит к ликвидации или деструкции биогеоценозов. Таким образом, быстрый стихийный рост городов без учета геоэкологических факторов неизбежно ведет к потере устойчивости всей региональной экосистемы и снижению качества жизни самого человека. Напротив, разумное планирование городской застройки позволяет обеспечить сохранение и создание зеленых массивов, приемлемые условия существования для видов, толерантных к присутствию человека, регенерацию природных экосистем, окружающих город, и в конечном итоге, благотворному воздействию на физическое и психическое здоровье населения.

Основной задачей в сфере сохранения и восстановления природной среды является создание и развитие особо охраняемых природных территорий разного уровня, сохранение уникальных природных комплексов (Владимиров и др., 1986).

К примеру, государственный природный комплексный заказник «Сейдьяввр» в Мурманской области, площадь заповедника – 17972 га, находится на территории Ловозерского района, создан в целях защиты исконной среды обитания и традиционного образа жизни, развития самобытной культуры, сохранения культовых мест коренного народа Мурманской области – саамов, рационального хозяйственного освоения, сохранения природных ресурсов. Особо охраняемая территория имеет комплексный характер: в ней сохраняются в естественном состоянии сообщества тундр, лесов, болот и озер как места обитания редких и типичных представителей флоры и фауны, и она является исконной средой традиционного образа жизни саамов как фактор поддержания экологического равновесия в регионе. Другой пример – памятник природы «Областной дендрологический сад» создан в целях сохранения уникального природного объекта, ценного в экологическом, научном и эстетическом отношении, памятник природы расположен на правом берегу р. Иртыш в центре г. Омска. В настоящее время площадь территории природного парка составляет 18,6 га. С сентября 2011 г. открыт свободный бесплатный доступ и организованы экскурсии по территории уникального дендрологического сада.

Сохранение сложившихся в течение миллионов лет жизненно важных параметров биосферы становится одной из главных целей человечества. Система охраняемых природных территорий представляет исключительную ценность с точки зрения поддержания естественного функционирования экосистем и сохранения биоразнообразия, а также научных исследований и экологического просвещения (Непомилуева, Лащенко, 1993).

В республике Коми 239 особо охраняемых природных территорий (ООПТ), в том числе 2 федерального значения (Печоро-Илычский заповедник и национальный парк «Югыд ва») и 237 – регионального. Последние включают в себя 165 государственных природных заказников и 72 памятника природы. Общая площадь, занимаемая ООПТ, составляет свыше 6 миллионов гектаров. Это 14,5 процента от площади всей республики (Дегтева и др., 2011).

Расположенная на северо-востоке европейской части России Республика Коми практически вся размещается в северном регионе. Ее территория характеризуется значительным ландшафтным, экосистемным и видовым разнообразием, это обусловлено ее большой протяженностью с юго-запада на северо-восток (Государственный доклад, 2011).

На территории г. Сыктывкара и прилегающих площадях имеются такие природоохранные учреждения, как ботанический сад Сыктывкарского госуниверситета, ботанический сад Коми научного центра, дендрологический участок Сыктывкарского лесного института, который находится в стадии формирования, агростанция Коми государственного педагогического института, дендрарий Коми республиканского экологического центра дополнительного образования, два городских парка, лечебно-оздоровительная зона при санатории профилактории Монди СЛПК, один сад ландшафтного типа, городские и пригородные леса. Очевидно, что для города такого размера, как столица Республики Коми этого крайне недостаточно. К тому же большинство из них внешне мало привлекательны, а некоторые сильно запущены. Поэтому, необходимы даль-

нейшие усилия по формированию и развитию сети ООПТ в городах, которые будут способны поддерживать качество городской среды для человека.

Нами обследован земельный участок Агробиостанции КГПИ, проведено обследование древесной растительности, сбор насекомых, сбор гербарного материала с повреждениями отдельных частей растений. Устанавливали ловушки для насекомых, ловили энтомологическим сачком. Преобладали насекомые отряда чешуекрылые, жесткокрылые, полужесткокрылые, двукрылые, перепончатокрылые. Данный участок характеризуется уникальным сообществом растений и животных, не нарушенной системой, выполняет все экологические функции, так же научную, учебную и эстетическую, является памятником ландшафтной архитектуры.

Давно назрела проблема, по каким критериям определять особо охраняемые природные территории.

На основании исследований были выделены следующие категории ООПТ: ботанические сады, территории зеленых зон, природные ландшафты, микрозаповедники.

В настоящее время работа в данном направлении продолжается, также изучается опыт организации ООПТ на территории городов.

Если не создавать такие участки на территории городов произойдут изменения в экологических нишах. Уничтожение таких участков, наносит неисправимый ущерб природе.

Конечной целью развития сети ООПТ региона является формирование её оптимальной структуры («экологической сети»), способной обеспечить устойчивое сохранение и воспроизводство природных ресурсов и генофонда, регулировать и компенсировать различные нарушения в структуре экосистем, в комплексе с другими природоохранными мероприятиями поддерживать качество городской среды для человека и развития городской экономики (Георгица, 2006). Для достижения целей организации ООПТ должны быть идентифицированы нуждающиеся в восстановлении различные экологические элементы, например, полуестественные территории, водные объекты. Необходимо сохранить также оптимальную площадь таких природных участков и комплексов, которые выполняют стабилизирующую функцию в природной среде.

### Литература

Владимиров В. В., Микулина З. Н., Яргина Е.М. Город и ландшафт. М.: Мысль, 1986. 238 с.

Георгица И. М. Ландшафтно-географический подход к конструированию экологического каркаса городов (на примере Ярославля): Дис. ... канд. геог. наук. Астрахань, 2006. 148 с.

Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Республики Коми в 2011 году», Сыктывкар. 2011.

Дегтева С. В., Изьюров Е. Ю., Пыстина Т. Н., Королев А. Н., Кочанов С. К., Полетаева И. И., Тикушева Л. Н. Особо охраняемые природные территории Республики ком: итоги анализа пробелов и перспективы развития. Сыктывкар, 2011. 256 с.

Непомилуева Н. И., Лашенкова А. Н. Таежные эталоны европейского северо-востока. Сыктывкар, 1993. 148 с.

## **ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОВСА В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРЕССА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ КИСЛЫХ ПОЧВ**

*А. С. Губанова, Г. А. Баталова*

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
ГНУ НИИСХ Северо-Востока Россельхозакадемии,  
Nastenka-ja@yandex.ru*

К числу наиболее важных экологических и экономических стрессов следует отнести эдафический стресс, связанный с низкой величиной рН почв. В Кировской области имеют повышенную кислотность 1527,7 тыс. га (73,6%) – рН меньше 5,5 ед., из них на очень сильнокислые, сильно- и среднекислые приходится 981,7 тыс. га (47%) (О состоянии окружающей..., 2012). Основным фактором, определяющим их токсичность, является высокий уровень содержания подвижных ионов трехвалентного алюминия. Под воздействием ионов алюминия уменьшается размер корневой системы, снижается ее способность поглощать влагу и питательные вещества, наблюдаются нарушения в закладке генеративных органов, уменьшение ростовых показателей и показателей структуры продуктивности, как следствие снижение урожайности. При анализе урожайности 30 сортов овса доля влияния генотипа составила 33,5%, фона выращивания 20,1% (почва с рН 6,5 ед., содержанием  $Al^{3+}$  0,18 мг/100 г почвы и почва с рН 3,8 ед. и содержанием  $Al^{3+}$  13,8 мг/100 г почвы), их взаимодействия 40,5%, что говорит о сильном влиянии почвенного фона на формирование урожайности (Баталова, 2008). Недостаток питательных веществ прямо и косвенно влияет на фотосинтез.

Исследования проведены в НИИСХ Северо-Востока на двух по уровню кислотности и содержанию алюминия фонах дерново-подзолистых почв: рН 5,3, алюминий отсутствует – фон 1 и рН 3,93, алюминий 12,60 мг/100 г почвы – фон 2. В лаборатории определяли массу метелки, количество зерен и массу зерна с метелки, массу 1000 зерен, рассчитывали площадь листьев и сбор сухого вещества.

У каждого сорта отбирались пробы флаговых и подфлаговых листьев. Содержание пигментов определяли в ацетоновой вытяжке с использованием спектрофотометра UV mini 1240 (Shimadzu Corporation, Japan). Расчет содержания пигментов проводили по методике (Lichtenthaler, Buschmann, 2001).

Сравнением результатов оценки влияния почвенного фона на элементы структуры продуктивности установлено, что наиболее стабильные элементы структуры: длина метелки депрессия в условиях эдафического стресса (фон 1) 15,2% и массы 1000 зерен – депрессия 17,8%. Депрессия по высоте растения овса составила 24,3%. Признак определяет, наряду с показателями облиственности и площади листьев, кормовую продуктивность. Составной частью высоты растения является длина метелки. Снижение количества зерен в метелке, основного признака определяющего зерновую продуктивность овса, под действием почвенной кислотности составило 32,3%. На зерновой продуктивности овса

отражается также масса 1000 зерен и фотосинтезирующая деятельность листьев, особенно флагового и подфлагового.

Высокие показатели депрессии наблюдали для площади листьев с растения, площади флагового и подфлагового листьев (40,8%, 57,3%, 43,2% соответственно). Известно, что величина листовой поверхности является важным показателем фотосинтетической деятельности (Ерошенко, 2006). Поэтому кислотность почвы существенно влияет на процессы фотосинтеза.

В исследованиях средняя по опыту депрессия зерновой продуктивности растений овса составила в условиях стресса 42,7%. На ее формирование на фоне рН 3,93, алюминий 12,60 мг/100 г почвы наибольшее влияние оказали содержание каротиноидов и соотношение Chl/Car во флаговом листе ( $r = 0,77$  и  $r = 0,80$  соответственно), содержание Chl a и Chl b во флаговом ( $r = 0,69$  и  $r = 0,78$ ) и подфлаговом листьях ( $r = 0,53$  и  $r = 0,78$ ).

Эдафический стресс в разной степени влияет на структурные части фотосинтезирующего аппарата растений. Так, флаговый лист, фотоассимиляты из которого в основном идут на формирование зерна, проявил большую стрессоустойчивость на повышенную кислотность почвы, чем подфлаговый (рис.). Депрессия по содержанию Chl a в условиях стресса составила для флагового листа 17,8%, подфлагового – 41,7%; Chl b – 36,7% и 61,3%, каротиноидов – 7,7% и 33,9%, суммы Chl a + Chl b – 22,3% и 45,9% соответственно.

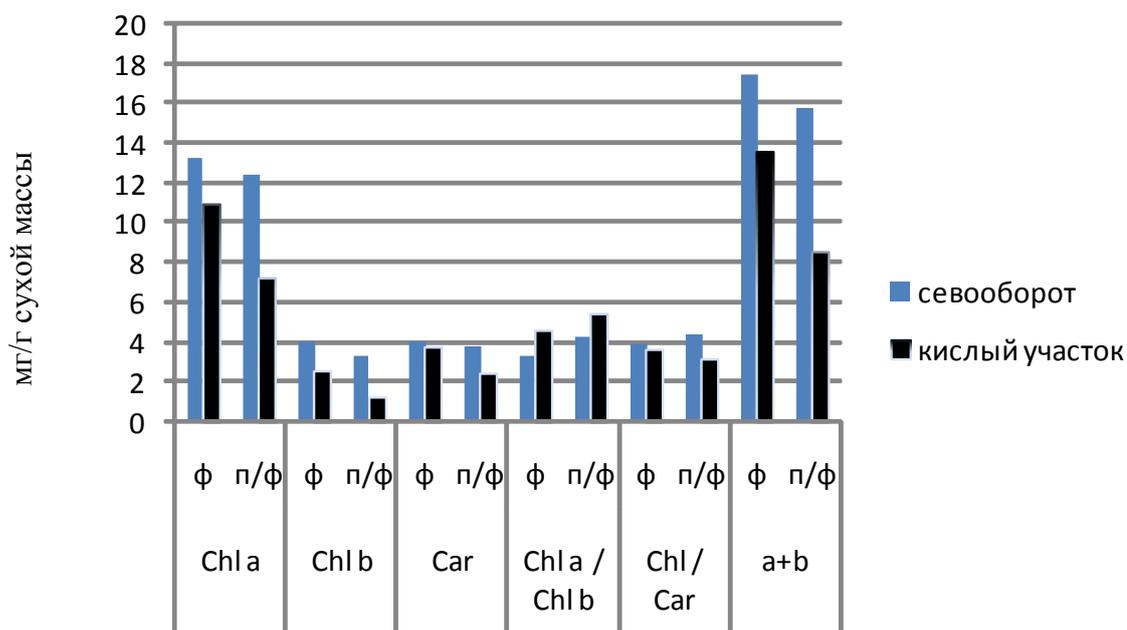


Рис. Показатели изменения состояния фотосинтетического аппарата и продуктивности овса под влиянием эдафического стресса

Степень стрессового воздействия на фотосинтетический аппарат можно определить по изменению показателя соотношения Chl a / Chl b в условиях стресса. Повышение показателя в исследованиях составило у флагового листа 38,3%, у подфлагового – 26,8%. Это может свидетельствовать о нехватке растениям в условиях стресса реакционных центров, в которых происходит преобразование солнечной энергии в химическую энергию органических соединений (Лисицын, 2012).

Для весового соотношения хлорофиллов и каротиноидов (Chl/Car) для флагового и подфлагового листьев отмечена относительно небольшая депрессия (14,8% и 23,9%). Низкие значения данного соотношения во флаговом листе (3,68 мг/г сухой массы) и подфлаговом (3,41 мг/г сухой массы) свидетельствуют о том, что растения овса под действием кислотности почвы находились в стрессовом состоянии или близком к нему (Lichtenthaler, Buschmann, 2001).

Таким образом, алюминий, находящийся в почвенном растворе при кислой реакции среды, оказывает значительное воздействие на структуру и функции фотосинтетического аппарата растений овса. В условиях стресса выявлено уменьшение площади листьев, снижение продуктивности овса, определяемое состоянием фотосинтетического аппарата и его влиянием на элементы структуры продуктивности.

### Литература

Баталова Г. А., Лисицын Е. М., Русакова И. И. Биология и генетика овса. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2008. 456 с.

Ерошенко Ф. В. Особенности фотосинтетической деятельности сортов озимой пшеницы: монография. Ставрополь: Сервисшкола, 2006. 200 с.

Лисицын Е. М. Содержание фотосинтетических пигментов листа как индикатор экологического стресса // Экология организмов и механизмы их адаптаций к среде обитания: материалы X Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием. Книга 1. Киров: ООО «Лобань», 2012. 252 с.

О состоянии окружающей среды Кировской области в 2011 году: Региональный доклад / Под общей редакцией А. В. Албеговой. Киров: ООО «Типография «Старая Вятка», 2012. 185 с.

Lichtenthaler H. K., Buschmann C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy// Current protocols in food analytical chemistry. 2001.

## СЕКЦИЯ 2

# МЕТОДЫ БИОИНДИКАЦИИ И БИОТЕСТИРОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

### ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОТЕСТОВ В КОНТЕКСТЕ ПРИНЦИПА «ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ»

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

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

<sup>2</sup> *ГАНУ «Институт прикладных исследований республики Башкортостан»*

Затраты на анализ состояния окружающей среды в мировом масштабе достигают астрономических сумм. 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 использование методов биотестирования. В отношении взаимосвязи химических и биологических методов существуют полярные точки зрения. Например, Ю. А. Золотов (1993) рассматривал использование биологических методов как один из методов аналитической химии. Однако данный подход пока не получил дальнейшего развития. В настоящее время методы биотестирования, помимо экотоксикологии, начинают широко использоваться в практике экологического мониторинга и экологического нормирования. Однако если в токсикологии развитие биотестирования осуществляется в рамках принципа «батареи тестов», в сфере мониторинга и экологического нормирования действует принцип «единства измерений» (Зейферт и др., 2004). В настоящее время сложилась такая ситуация, когда развитие методов биотестирования происходит в рамках разработки новых методик, а не обобщения накопленного эмпирического материала (Григорьев, 2011). Это в значительной степени снижает прогностическую значимость получаемой информации. В подобной ситуации сопоставление данных, получаемых разными методами, крайне затруднено.

Для разрешения данной проблемы предлагается использование понятия «референтный биоиндикатор». Смысл его введения заключается в том, что все получаемые с применением других биоиндикаторов данные необходимо сравнивать с референтным биоиндикатором. В качестве такового предлагается кресс-салат. Нами разработана «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*)», которая в настоящее время проходит метрологическую аттестацию.

В методике предусмотрено три модификации в зависимости от условий проведения анализов с различной степенью точности:

1. Анализ проводится в климокамере с фиксированными температурой, влажностью и фотопериодом. Недостатком данной модификации является необходимость постоянного контроля за процессом фитотестирования, а также ограниченная ёмкость ростовой камеры.

2. Проведение анализа в помещении при комнатной температуре. Недостатком данной модификации является снижение точности измерений, а достоинством осуществление большего числа измерений за единицу времени, чем в первой модификации.

3. Проведение анализа в природных условиях (на веранде или в не отапливаемом помещении) в вегетационный период. В данной модификации не предусмотрено определение среднего сухого веса (рис.).



Рис. Пример использования модификации методики для полевых условий

Экологическая интерпретация получаемых данных осуществлялась в соответствии с «Методическим руководством и рекомендациями по определению общей токсичности стоков», разработанным Агентством по охране окружающей среды США (Method Guidance..., 2000). Была проанализирована токсичность загрязненных нефтью почв, сточных вод, поверхностные вод р. Белой и Павловского водохранилища, биологических очистных сооружений, синтезируемых химических веществ, фармпрепаратов с истекшим сроком хранения и их смесей с моделированием их попадания в окружающую среду.

Полученные результаты опубликованы в следующих журнальных статьях (Зейферт, 2009; 2010; 2012; Зейферт, Цыбина, Халикова, 2010; Seifert, Varachniņa, 2012; Зейферт, Гамерова, 2012).

Показана перспективность использования кресс-салата как биоиндикатора. Затраты на проведения анализов резко снижаются, но возрастает значимость калибровки метода для различных сред. Поэтому для массового внедрения методов биотестирования в практику необходимо совместное использование потенциала хорошо оснащенной аналитической лаборатории, которая рассматри-

вается нами как центр калибровки. Параллельно анализируется воздействие факторов среды (температуры, фотопериода, количества осадков и др.). В данном контексте понятие «биосенсор» рассматривается нами как биотест, откалиброванный на определённое воздействие.

Подобный способ калибровки биосенсоров позволяет резко снизить затраты на анализ состояния окружающей среды. Эти результаты возможно отражать в виде электронных карт, демонстрирующих пространственную и временную динамику анализируемых параметров.

### Литература

Григорьев Ю. С. Новые технологии биотестирования токсичности вод: разработка, сертификация внедрение // Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы и школы-семинара «Современные методы исследования и оценки качества вод, состояния водных организмов и экосистем в условиях антропогенной нагрузки»: Материалы IV Всерос. конф. по водной токсикологии, посвященной памяти Б.А. Флерова. Борок: ИБВВ РАН, ООО «ТР-принт», 2011. Ч. 2. С. 257–261.

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.

Зейферт Д. В. Связь экологической токсичности сточных вод промышленных предприятий с их химическим составом // Экологические нормы, правила, информация, 2009. № 9. С. 40–44.

Зейферт Д. В. Цыбина Л. Г., Халикова Р. Ю. Оценка различий в чувствительности различных сортов кресс-салата к действию ионов кадмия // Экологические нормы, правила, информация, 2010. № 9. С. 30–31.

Зейферт Д. В., Гамерова Л. М. Характер зависимости между концентрацией нефти в почве и её токсичностью // Экологический вестник России, 2012. № 12. С. 16–19.

Зейферт Д. В., Князева О. А., Конкина И. Г., Опарина Ф. Р., Тукумбетова Ф. Р., Уразаева А. И. Оценка фитотоксичности глюконатов и хлоридов ряда d-элементов с использованием кресс-салата (*Lepidium sativum*) // Башкирский Химический журнал, 2012. Т. 19. № 4. С. 27–30.

Зейферт Д. В., Бикбулатов И. Х., Маликова Э. М., Кадыров. О. Р. Стандарты качества окружающей среды в Российской Федерации. Уфа: РИО БашГУ, 2004. 274 с.

Золотов Ю. А. Аналитическая химия: логика развития в 50–90-е годы // Журнал аналитической химии, 1993. Т. 48. № 7. С. 1116–1126.

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.

Seifert D. V., Varachnina V. B. The evaluation of the toxic effect on the environment of pharmaceutical products // Archives of Waste Management and Environmental Protection, 2012.

## ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛЛА КАК МЕТОД БИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

*Д. Н. Андреев*

*Пермский государственный национальный исследовательский университет*

Биологический мониторинг окружающей среды в настоящее время оформился как актуальное научно-прикладное направление. С помощью биологических методов возможно получение экспресс-информации состояния живых ор-

ганизмов, их физиологического состояния. Имеется в виду информация, которая позволила бы уже на ранних этапах диагностировать изменение клеточного метаболизма под влиянием внешних факторов. Принципиально важно получить эту информацию задолго до того, как результат внешних воздействий на организмы проявится в видимых признаках.

Один из перспективных методов биологического мониторинга – регистрация у растительных объектов различных параметров флуоресценции хлорофилла.

В большинстве научных исследований российских и зарубежных ученых для измерения параметров фотосинтетического аппарата растений используется показатель быстрой (или переменной) флуоресценции (БФ), то есть измерение энергии, которая не поступила на фотосинтез и не перешла в тепло после поглощения клеткой кванта света (Рубин, 2000).

В данной работе предложен метод регистрации относительного показателя замедленной флуоресценции (ОПЗФ). Явление замедленной флуоресценции состоит в том, что после светового возбуждения в фотосинтезирующих клетках наблюдается слабое, длительно затухающее свечение, испускаемое хлорофиллом (Рубин, 2000). Это свечение возникает уже после прекращения быстрой флуоресценции за счет энергии, выделяемой в ходе темновых реакций первичных фотопродуктов фотосинтеза в реакционных центрах. Принцип регистрации показателя заключается в том, что измерение свечения каждого образца проводится для двух заранее установленных световых и временных режимов, условно обозначенные как «режим высокого света» и «режим низкого света» (Григорьев, 2005).

Наиболее перспективным инструментом биологического контроля состояния окружающей среды является использование современного высокочувствительного флуориметра «Фотон 10». В основу работы прибора положен принцип измерения послесвечения хлорофиллсодержащего растительного объекта в промежутках между импульсами возбуждающего света, или замедленной флуоресценции хлорофилла. Если свет давать в виде импульсов, то в промежутках появляется свечение, проходящее от миллисекунд до секунд. Послесвечение характерно только для нормально функционирующих организмов.

По сравнению с зарубежными аналогами система «Фотон-10» имеет следующие преимущества: возможность измерения замедленной флуоресценции хлорофилла; исключается необходимость доставки проб в лабораторию; малое время процедуры замера определяет ее высокую производительность; компьютеризированная обработка полученных данных непосредственно в полевых условиях позволяет оперативно корректировать сеть опробования.

В летний период 2011 г. сотрудниками кафедры биогеоценологии и охраны природы ПГНИУ выполнялись полевые работы по измерению параметров флуоресценции хлорофилла хвои сосны обыкновенной. Исследования проводились на двух особо охраняемых природных территориях (ООПТ), для которых основной лесобразующей породой является сосна обыкновенная.

В качестве территории с высоким уровнем антропогенного воздействия выбран охраняемый природный ландшафт местного значения «Черняевский

лес» (площадь 685,97 га). Он представляет собой лесной массив, который находится практически в центре г. Перми. На лесные экосистемы Черняевского леса оказывают влияние множество антропогенных факторов, таких как автотранспорт, промышленные предприятия, рекреация, прокладка инженерных сооружений и др.

В качестве фоновой территории выбран охраняемый ландшафт регионального значения «Осинская лесная дача» (площадь – 12168,0 га). Он расположен в 100 км к Юго-Западу от г. Пермь. Основными факторами изменения природной среды здесь являются рекреация и лесные пожары.

В рамках полевых работ на территории Черняевского леса заложено 10 пробных площадок в сосняках зеленомошниках, а на территории Осинской лесной дачи – 16. На пробных площадках отбиралось по несколько образцов хвои с подроста сосны. Помимо отбора хвои для анализа на «Фотон-10», выполнен пробоотбор почвы, хвои и кернов сосны обыкновенной для проведения геохимических анализов. Помимо этого, измерялись влажность древесины, температура и влажность воздуха, а также высота, диаметр и возраст деревьев.

По результатам анализа на флуориметре «Фотон-10» среднее значение ОПЗФ по территории Черняевского леса составляет 3,9, а по Осинской лесной даче – 6,9. Значение показателя в Черняевском лесу на 45% ниже, чем в Осинской лесной даче.

Среднее значение показателя быстрой флуоресценции БФ по территории Черняевского леса составляет 0,63, а по Осинской лесной даче – 0,74. Значение показателя в Черняевском лесу на 12% ниже, чем в Осинской лесной даче. Тем самым можно сделать вывод, что показатель БФ хлорофилла изменяется незначительно в районах с различным уровнем загрязнения.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что относительный показатель замедленной флуоресценции хлорофилла является более чувствительным в сравнении с показателем быстрой флуоресценции, сильнее реагирующим на антропогенное воздействие. Тем самым, именно метод регистрации ОПЗФ наиболее перспективен при биологическом контроле состояния окружающей среды.

Результаты исследования показывают различия работы фотосинтетического аппарата сосны обыкновенной в районах с различным антропогенным воздействием.

Метод регистрации относительного показателя замедленной флуоресценции хлорофилла у хвои сосны обыкновенной является быстрым, относительно дешевым, инновационным и перспективным для оперативного биологического контроля состояния окружающей среды.

### Литература

Григорьев Ю. С. Флуоресценция хлорофилла в биоиндикации загрязнения воздушной среды // Вестник Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ). 2005. Т. 10, № 4. С. 77–91.

Рубин А. Б. Биофизические методы в экологическом мониторинге // Соросовский образовательный журнал. 2000. №4. С. 7–13.

## ОПТИМИЗАЦИЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ИНФУЗОРИЙ *TETRAHYMENA PYRIFORMIS*

Тху Лан Май

Московский государственный университет пищевых производств

Стабильная чувствительность тест-организмов для биотестирования имеет важнейшее значение, кроме того, технология получения тест-организмов должна быть простой и воспроизводимой в широкой практике. Основные факторы, влияющие на метаболизм простейших и их чувствительность к поллютантам это – температурные условия, фаза развития культуры и пищевой рацион.

Выбраны следующие условия культивирования:

- температурные условия: 25 °С;
- фаза развития культуры: фаза роста культуры;
- пищевой рацион: 4-х компонентная среда, в которой на 100 мл дистиллированной воды вносят пептона (от 0,1 до 4 г), глюкозы (0,5 г), дрожжевого экстракта (0,1 г) и NaCl (0,1 г).

Вместо пептона мы использовали панкреатический гидролизат казеина (триптон), его оптимальную концентрацию находили опытным путем, культивируя инфузорию на среде с 0; 0,01; 0,1; 0,5; 1,0; 2,0 и 4% этого компонента среды. Кривые роста культуры в течение 8 суток на средах с разной концентрацией гидролизата казеина показаны на рис.

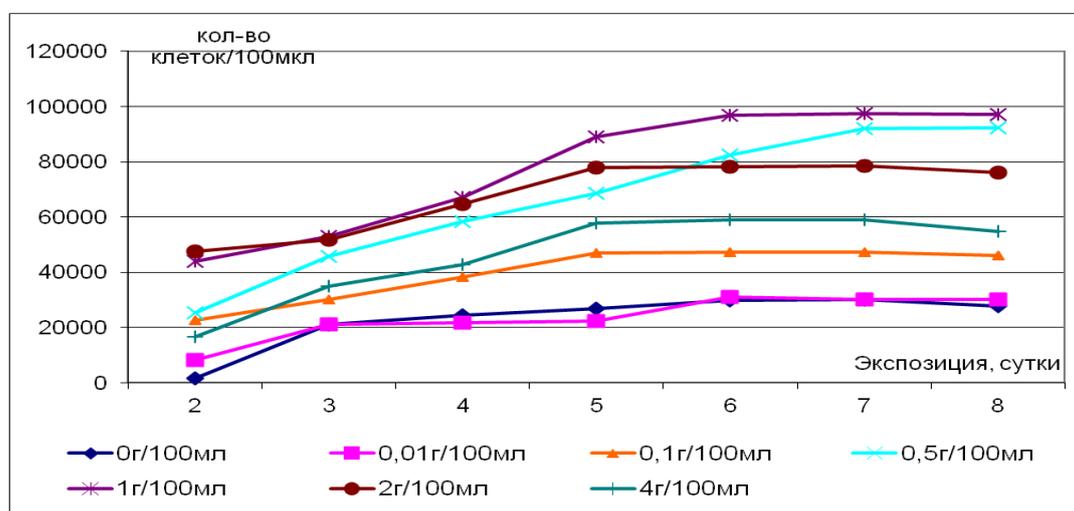


Рис. Изменение количества клеток *Tetrahymena pyriformis* при культивировании в среде с разными концентрациями триптона

Для регулярного обеспечения исследований тест-организмами со стабильной чувствительностью хранили маточную культуру в холодильнике при температуре +10 °С. Рабочую культуру получали на 3–5 сутки после пересева из маточной культуры и культивирования в термостате при температуре +25 °С.

Чувствительность инфузорий, культивированных в среде с разной концентрацией пептона, оценивали по их реакции на растворы сульфата меди после культивирования в термостате через 3, 4 и 5 суток. После отмывания водой инфузорий *Tetrahymena pyriformis*, выращенных на средах с разной концентрацией триптона помещали их в лунки планшета прибора БиоЛаТ (около 100 клеток в лунку), добавляли 300 мкл раствора сульфата меди в концентрации 0,0001 и 0,00005 мг/мл. Через 24 часа оценивали суточные относительные коэффициенты роста по сравнению с коэффициентом роста в дистиллированной воде:

$$K_{\text{отн}} = K_{\text{пробы}} / K_{\text{воды}}$$

где:  $K_{\text{воды}} = 2,42$

Таблица

**Коэффициенты суточного роста инфузорий в растворах сульфата меди, при культивировании их в средах с разными концентрациями пептона**

Концентрация CuSO <sub>4</sub> 0,0001мг/мл				
Концентрация триптона, %	Возраст культуры, сутки			ср.кв.откл., δ K <sub>отн</sub>
	3	4	5	
0	0	0,22	0	0,127017
0,1	0	0,27	0	0,155885
0,5	0,43	0,47	0,44	0,020817
1	0,48	0,55	0,64	0,080208
2	0,55	0,56	0,68	0,072342
4	0	0,12	0	0,069282
Концентрация CuSO <sub>4</sub> 0,00005мг/мл				
Концентрация триптона, %	Возраст культуры, сутки			ср.кв.откл., δ K <sub>отн</sub>
	3	4	5	
0	0,39	0,18	0,18	0,121244
0,1	0,51	0,37	0,37	0,080829
0,5	0,78	0,76	0,76	0,011547
1	0,8	0,86	0,86	0,034641
2	0,84	0,85	0,85	0,005774
4	0,23	0,35	0,35	0,069282

Очевидно, что в среде с концентрацией триптона 0,5% чувствительность 3,4, и 5 суточных инфузорий наиболее близкая, т. к. относительные коэффициенты роста в растворах сульфата меди имеют наименьшее среднее квадратичное отклонение.

Прием пересадки культуры из маточной, хранимой в холодильнике, стабильная температура культивирования (+25 °С) рабочей культуры, искусственная среда с концентрацией триптона 0,5% позволяют иметь культуру со стабильной чувствительностью каждый день.

## БИОИНДИКАЦИЯ ВОДОЁМОВ В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПО РЯСКЕ МАЛОЙ (*LEMNA MINOR L.*)

*Е. С. Шуклецова, Е. А. Домнина*  
*Вятский государственный гуманитарный университет,*  
*ecolab2@gmail.com*

В последние годы общество все больше интересуется состоянием природной среды. Большую актуальность приобретает загрязнение пресных вод. С помощью современных технологий человек интенсивнее использует пресные воды, истощая и загрязняя их. Проблему, требующую основательного изучения и анализа, представляют все речные системы области, которые сегодня загрязнены. В воды рек, прудов, озёр области поступает большое количество загрязняющих и отравляющих веществ от промышленных и сельскохозяйственных предприятий, со сточными водами из городов (Царенко, 2005).

Биоиндикация – оценка качества среды обитания и её отдельных характеристик по состоянию биоты в природных условиях. Для учёта изменения среды под действием антропогенного фактора составляются списки индикаторных организмов – биоиндикаторов. Биоиндикаторы — виды, группы видов или сообщества, по наличию, степени развития, изменению морфологических, структурно-функциональных, генетических характеристик которых судят о качестве воды и состоянии экосистем. В качестве биоиндикаторов часто выступают лишайники, в водных объектах – сообщества бактерио-, фито-, зоопланктона, зообентоса, перифитона.

Целью исследования являлось проведение оценки состояния некоторых стоячих водоёмов Кировской области при помощи ряски малой.

Ряска малая (*Lemna minor L.*) – водное, свободно плавающее многолетнее травянистое растение. Вегетативное тело которого называется листецом (щитком). Корни развиты слабо. В качестве показателей для биоиндикации воды используют количество, размер и окраску листцов (Афоница, 2009).

Для исследования мы выбрали четыре водоема в Кировской области, которые находятся в Омутнинском, Унинском районах и в г. Кирове. Расположение водоёмов:

- 1) Широковская старица г. Киров. Пойма правого берега р. Вятки, севернее спичечной фабрики, восточнее п. Широковский;
- 2) Омутнинское водохранилище, которое находится в г. Омутнинск Кировской области;
- 3) Малополомский пруд, расположенный в окрестностях д. Малый Полом Унинского района Кировской области;
- 4) Афанасьевский пруд, расположенный в окрестностях д. Афанасьевцы Унинского района Кировской области.

Мы руководствовались методикой по биоиндикации загрязнения водоемов (Ростова, 1990), в соответствии с которой отбирали 3 пробы из водоема, а затем проводили анализ по 100 растениям из каждой пробы. Для каждого экземпляра растения отмечали общее количество листцов, количество повре-

жденных листецов, длину и ширину каждого листеца. Результаты исследования представлены в таблице.

Таблица

**Морфологические параметры ряски малой некоторых стоячих водоёмов Кировской области**

Водоём	Общее количество щитков	Отношение числа щитков к количеству растений	Количество пораженных щитков	Отношение пораженных щитков к общему кол-ву, %
Широковская старица р. Вятки	291±13	2,9	63±9	21,5
Омутнинское водохранилище	276±8	2,8	38±3	12,3
Малополомский пруд	268±9	2,7	8±2	3,1
Афанасьевский пруд	322±8	3,2	5±1	1,5

Результаты исследования показывают, что общее количество щитков в исследуемых водоёмах варьировало с 259 по 330.

В Широковской старице наблюдалось наибольшее количество пораженных щитков – 21,5%. В Омутнинском водохранилище количество пораженных щитков было практически в 2 раза меньше. В Малополомском и Афанасьевском пруду наблюдалось наименьшее количество пораженных щитков 3,1 и 1,5% соответственно.

Таким образом, оценка состояния водоёмов по биоиндикатору ряски малая показала, что наиболее чистым водоёмом является пруд в д. Афанасьевцы Унинского района Кировской области.

**Литература**

Афоница Е. А. Изучение экологии и биологии растений семейства рясковые в различных водоемах // Елабужский государственный педагогический университет, 2009. № 2. С. 56–59.

Ростова Н. С. Методические рекомендации по осуществлению экологического экспресс-картирования на территории Ленинградской области // Ленинградский государственный университет. Л., 1990. 16 с.

Царенко Л. В. Рясковые – биоиндикаторы агроценоза // Кубанский государственный университет. Краснодар, 2005.

**ВЛИЯНИЕ СОЧЕТАННОГО ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКИХ ЧАСТОТ И СОЛЕЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ГИДРОБИОНТОВ**

*Н. А. Шилова, С. М. Рогачева*

*Саратовский государственный технический университет  
имени Ю. А. Гагарина*

В настоящее время одна из самых больших техногенных нагрузок приходится на водные объекты. Постоянно возрастающий уровень антропогенного

воздействия на водную среду повсеместно приводит к ее деградации. В общем объеме токсического загрязнения водной среды основную часть составляет загрязнение тяжелыми металлами. Актуальной является задача экологической реабилитации и восстановления заросших и зеленеющих деградированных водоемов.

Восстановление водных экосистем возможно путем искусственного внесения микроскопических продуцентов и ракообразных фильтраторов. Эти гидробионты являются основными звеньями трофических цепей. Они чрезвычайно чувствительны к техногенным загрязнениям и повышение их устойчивости будет способствовать восстановлению нарушенных экосистем, что в конечном итоге приведет к самоочищению водоема.

Известно, что электромагнитное излучение крайне высоких частот (ЭМИ КВЧ) низкой интенсивности способно повышать адаптационные способности биосистем различного уровня организации к техногенной нагрузке (Зотова, 2007).

В связи с этим целью данных исследований было определить эффекты воздействия ЭМИ КВЧ низкой интенсивности на микроводоросли *Scenedesmus quadricauda* и рачков *Daphnia magna* в условиях загрязнения водных сред солями тяжелых металлов.

Эксперименты проводились в растворах сульфатов  $Ni^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  с концентрацией 1,0; 0,1; 0,01; 0,001; 0,0001 мг/л. В качестве источника ЭМИ КВЧ низкой интенсивности использовали генератор Г4-142 (частота 65 ГГц, плотностью потока энергии 120 мкВт/см<sup>2</sup>, время облучения 30 минут).

Объектами исследования служили одноклеточные зеленые водоросли *S. quadricauda* и рачки *D. magna*. Тест-объекты были разделены на 2 группы: необлученные (1-я группа) и облученные (2-я группа). В каждой группе ставился контроль.

Для определения токсичности вышеперечисленных растворов была использована стандартная методика биотестирования водной среды по изменению уровня флуоресценции хлорофилла водорослей (ФР 1.39.2007.03223).

Для определения трофической активности дафний через 24 часа после воздействия ЭМИ дафний помещали в растворы солей металлов, оставляли их на сутки, корм не добавляли. Через сутки в пробы помещали водоросли *Scenedesmus quadricauda*. На спектрофлуориметре «Флюорат-02-Панорама» измеряли интенсивность флуоресценции сред сразу после добавления водорослей и по прошествии 1 часа. Определение фильтрационной активности проводили методом, описанным в работе (Маторин, Венедиктов, 2009).

Установлено, что присутствие тяжелых металлов в среде приводит к снижению интенсивности флуоресценции культуры водорослей. Наибольшей токсичностью для клеток обладают ионы меди: интенсивность флуоресценции хлорофилла в присутствии сульфата меди в диапазоне исследуемых концентраций 0,0001–1 мг/л снижается на 66–88%. Наименьшее воздействие оказывает сульфат никеля: интенсивность флуоресценции хлорофилла при его наличии в среде в тех же концентрациях уменьшается на 20–60%.

При облучении клеток ЭМИ интенсивность их флуоресценции после инкубирования в среде с солями металлов значительно возрастает. Так, для ионов меди и цинка (1 мг/л) – этот показатель увеличивается по сравнению с полученным для необлученной культуры в 2,5 раза; для ионов кобальта (1 мг/л) – в 2 раза, для ионов никеля (1 мг/л) – в 1,5 раза. Отмечено, что чем выше концентрация соли металла и чем токсичнее металл, тем в большей степени снижается уровень его воздействия на облученные ЭМИ клетки микроводорослей.

При оценки жизнеспособности дафний, облученных ЭМИ и необлученных, в присутствии ионов металлов в различных концентрациях нами были полученные результаты свидетельствуют о том, что фильтрационная активность дафний 1-ой группы уменьшается во всех тестируемых растворах солей металлов. Наибольшее влияние оказывают ионы меди. Растворы  $\text{CuSO}_4$  1,0 и 0,1 мг/л вызывают 100%-ую гибель тест-объектов, как необлученных, так и облученных ЭМИ, в течение 24 часов. Соль меди в концентрациях 0,0001–0,01 вызывает снижение фильтрационной активности на 20–27%. Наиболее значительное снижение фильтрационной активности дафний зафиксировано в присутствии сульфатов цинка и никеля в концентрации 1,0 мг/л – на 70 и 55%, соответственно.

У дафний, предварительно облученных ЭМИ, фильтрационная активность заметно увеличивается. В присутствии солей металлов в концентрациях меньше 0,01 мг/л она приближается к контрольным значениям и даже превышает их. В присутствии солей цинка, никеля и кобальта в концентрациях 1,0; 0,1 мг/л она увеличивается по сравнению с активностью необлученной культуры в среднем на 20 %.

Таким образом, установлено, что предварительное воздействие ЭМИ 65 ГГц низкой интенсивности на микроводоросли *S. quadricauda* и рачков *D. magna* увеличивает жизнеспособность гидробионтов в водных средах, содержащих ионы тяжелых металлов, в частности  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  в диапазоне концентраций от 1 до 0,001 мг/л. Это еще раз подтверждает адаптационный эффект ЭМИ КВЧ на живые системы.

### Литература

Зотова Е. А. Влияние комбинированного воздействия электромагнитного излучения и химических реагентов на биологические системы: Автореф. дис. ... к.б.н. Саратов, 2007. 20 с.

Маторин Д. Н., Венедиктов П. С. Биотестирование токсичности вод по скорости поглощения дафниями микроводорослей, регистрируемых с помощью флуоресценции хлорофилла // Вестник Московского университета. Сер.16, Биология. 2009. № 3. С. 28–33.

ФР 1.39.2007.03223 Методика определения токсичности вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей.

## ИЗМЕНЕНИЕ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ОТРАВЛЕНИИ СВИНЦОМ

*Ю. В. Карагайчева, С. М. Розачева*

*Саратовский государственный технический университет им. Ю. А. Гагарина,  
art-julia85@rambler.ru*

Одной из наиболее острых глобальных экологических проблем является загрязнение окружающей среды соединениями свинца. Они оказывают негативное воздействие на биосистемы всех уровней организации, способны вызывать деградацию среды обитания и наносить ущерб здоровью населения. Накапливаясь в организме человека, свинец оказывает нейротоксическое действие, приводящее к изменениям функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС), которые характеризуются быстрым утомлением, депрессиями, тревожностью, раздражительностью и т. д. (Атчбаров, 1966; Евстафьева и др., 2011).

Учитывая вышесказанное, можно предположить, что именно воздействие нейротоксинов является причиной возникновения беспокойства, фобических состояний и изменения поведения у людей, проживающих в условиях современной техносферы (Андрух, 2001). В связи с этим, целью данной работы явилось исследование хронического воздействия свинца на психоэмоциональный статус и ориентировочно-исследовательскую активность млекопитающих.

Для оценки уровня воздействия ионов свинца на центральную нервную систему использовали поведенческие реакции неинбредных белых крыс в стандартных тестах «открытое поле» (ОП) и «крестообразный приподнятый лабиринт» (КПЛ) (Буреш и др., 1991).

После предварительного отбора были сформированы 2 однородные группы по 10 особей в каждой. Животным группы «Контроль» – перорально вводили дистиллированную воду в объеме 0,18-2,2 мл, животным группы «Pb» вводили аналогичный объем раствора ацетата свинца в дозе 2,4 мг/кг. Токсикант вводился ежедневно, в течение 15 дней, тестирование проводилось через сутки после последнего воздействия.

С помощью теста ОП определяли функциональные изменения ЦНС, оценивали ориентировочно-двигательную активность и эмоциональную тревожность животных. Результаты тестирования животных представлены в табл. 1.

Таблица 1

### Показатели поведенческой активности крыс в тесте «открытое поле»

Группы животных	Показатели активности, ед.			
	Горизонтальная активность	Вертикальная активность	Груминг	Дефекация
Контроль	29,1±1,9	9,0±0,4	3,9±0,3	1,2±0,3
Pb	15,9±1,8*	4,7±0,5*	1,7±0,2*	1,3±0,3

Примечание: \* –  $p < 0,05$  относительно значений группы «Контроль»

Из нее видно, что у животных, которые подвергались воздействию ионов свинца, снизилась двигательная активность (горизонтальная и вертикальная) и уменьшилось количество актов груминга.

Для сравнения полученных результатов, было рассчитан процент изменения поведенческой активности животных:

$$A = A_i / A_j * 100\% \quad (1),$$

где  $A_i$  – показатель поведенческой активности животного опытной группы,  $A_j$  – показатель поведенческой активности животного контрольной группы.

По результатам расчетов построена диаграмма (рис. 1).

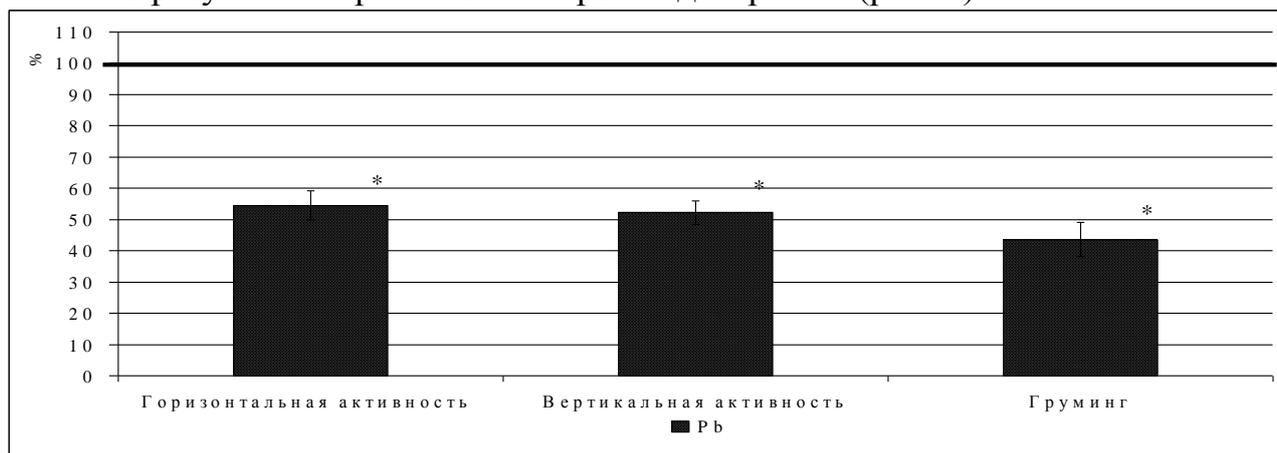


Рис. 1. Влияние ацетата свинца на поведенческую активность животных в тесте «ОП». *Примечание:* Контроль принят за 100% и отмечен жирной линией, \* –  $p < 0,05$  относительно значений группы «Контроль»

При воздействии свинца горизонтальная и вертикальная активность животных снизилась в среднем на 47% относительно контроля (рис. 1). Количество актов груминга уменьшилось примерно на 57%. Следовательно хроническая интоксикация свинцом проявилась у животных в ухудшении ориентировочно-исследовательской и двигательной активности и увеличении их тревожности.

Далее в тесте КПЛ определялся уровень тревожно-фобического состояния и ориентировочно-исследовательской активности животных. Результаты тестирования представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Показатели поведенческой активности крыс в тесте «крестообразный приподнятый лабиринт»**

Группы	Показатели активности								
	Время в ЗР, с	Время в центре, с	Время в ОР, с	Заходы в ЗР, шт.	Заходы в центр, шт.	Заходы в ОР, шт.	Выглядывания, шт	Заглядывания, шт	Вертикаль, шт
Контроль	235,2±9,7	1,9±0,3	64,8±9,7	4,8±0,5	4,7±0,4	3,7±0,7	9,1±0,5	3,7±0,4	1,3±0,4
Pb	282,4±7,6*	2,9±0,2*	17,6±7,6*	3,6±0,6*	3,0±0,5*	2,4±0,5*	3,5±0,9*	0,4±0,2*	1,4±0,2

Примечание \* –  $p < 0,05$  относительно значений группы «Контроль», ЗР – закрытые рукава, ОР – открытые рукава.

При воздействии свинца на крыс произошло достоверное увеличение времени их пребывания в закрытых рукавах (ЗР) (на 20%) и уменьшение времени посещения открытых рукавов (ОР) (на 75%), что свидетельствует об увеличении уровня тревожности животных (табл. 2). У этих крыс также отмечалось общее снижение двигательной активности и увеличение (на 53%) времени задержки (длительности неподвижного пребывания) в центре лабиринта.

Чтобы проиллюстрировать обнаруженные нами отличия, были проведены расчеты согласно формуле 1 и построена диаграмма (рис. 2).

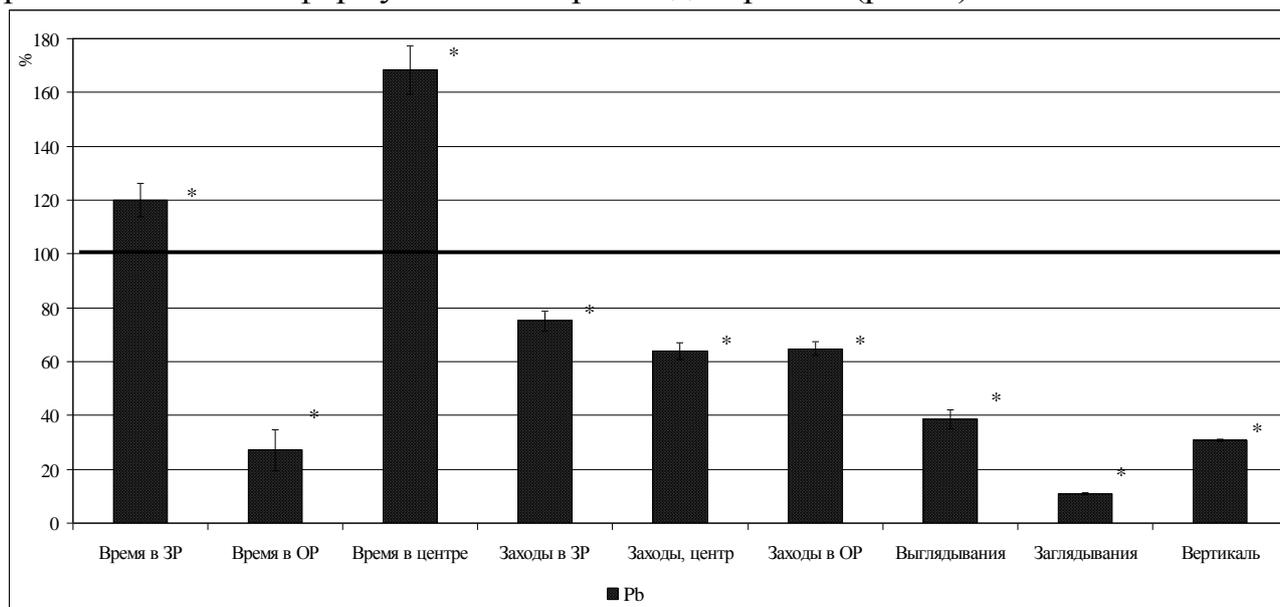


Рис. 2. Влияние ацетата свинца на поведенческую активность животных в тесте «КПЛ». Примечание: Контроль принят за 100% и отмечен жирной линией, \* –  $p < 0,05$  относительно значений группы «Контроль»

Таким образом, результаты исследований показали, что накопление свинца в организме приводит к общему угнетению поведенческой активности животных, которая сопровождается увеличением уровня тревожности и усилением фобических состояний.

### Литература

- Андрух П. Г. Этиология, нейрхимия и клиника современных форм тревожно-депрессивных расстройств // Медицинские исследования. 2001. Т. 1, № 1. С. 109–110.
- Атчбаров Б. А. Поражение нервной системы при свинцовой интоксикации. Алма-Ата: Наука, 1966. 268 с.
- Буреш Я., Бурешова О., Хьюстон Д. П. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения / Под ред. А. С. Батуева. М.: Высш. шк., 1991. 399 с.
- Евстафьева Е. В. и др. Сравнительная оценка нейротропности следовых элементов в организме детей, проживающих в промышленных городах Украины // Нейрофизиология. 2011. Т. 43, № 3. С. 290–292.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИОХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ РАСТЕНИЙ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ ФОСФОР- И ФТОРСОДЕРЖАЩИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

*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 условиях ухудшения экологической ситуации важными становятся задачи изучения отклика живых организмов на изменяющиеся условия окружающей среды. Действию загрязнителей в первую очередь подвержены растения. К числу специфических поллютантов для Кировской области можно отнести метилфосфоновую кислоту, пирофосфат натрия, фторид натрия, образующиеся в ходе работы объекта по уничтожению химического оружия в пос. Мирный (Ашихмина, 2002). Метилфосфоновая кислота (МФК) является фосфорорганическим ксенобиотиком устойчивым в окружающей среде. Пирофосфат натрия (ПФН) представляет собой фосфорсодержащее неорганическое соединение, хорошо растворимое в воде. Фторид натрия (ФН) – хорошо растворимое соединение, может частично переходить в неактивные формы за счет процессов адсорбции и минераллообразования в почве.

Ранее было показано, что метилфосфоновая кислота (МФК), пирофосфат натрия (ПФН) даже в низких концентрациях оказывают влияние на всхожесть семян, рост проростков и накопление биомассы растений (Огородникова, Головкин, 2004; Рудковская и др., 2009). Фториды могут вызывать изменения метаболизма, замедление роста и снижение урожая, хлороз или некроз листьев, а в крайних случаях – гибель растения (Косицина, 2009).

Целью работы было провести сравнительное изучение ответных биохимических реакций растений на загрязнение почвы фосфор- и фторсодержащими веществами (МФК, ПФН и ФН).

Изучали действие водных растворов фосфор и фторсодержащих соединений на растениях ячменя сорта Новичок. Опытные и контрольные растения выращивали в контейнерах с почвой, увлажненной водными растворами (0,04 моль/л): МФК, ПФН и ФН, контроль – дистиллированная вода. Оценивали изменения биохимических показателей растений в фазы 2-х листьев (14-дневные растения) и кущения (19-дневные растения).

Активность пероксидаз оценивали по накоплению продуктов окисления гваякола (Методы биохимического ..., 1987). Интенсивность процессов перекисного окисления липидов определяли по накоплению в растительных тканях малонового диальдегида (МДА) (Лукаткин, 2002). Содержание хлорофилла *a*, *b* и каротиноидов определяли в ацетоновой вытяжке спектрофотометрически при длинах волн 662, 644 и 440,5 нм соответственно (Шлык, 1971).

В ответ на действие неблагоприятных факторов любой природы в растительных тканях в большем объеме генерируются активные формы кислорода (АФК), что сопровождается активацией антиоксидантной защиты растения.

Происходит накопление веществ с антиоксидантными свойствами (антоцианы, каротиноиды и т. д.), активируются антиоксидантные ферменты (пероксидаза, каталаза и др.) (Чиркова, 2002).

Пероксид водорода является одной из АФК, повреждающей многие важные системы клетки (мембраны, ферменты и др.). Пероксидазы относятся к группе окислительно-восстановительных ферментов и регулируют внутриклеточное содержание перекиси водорода, катализируя процессы окисления различных биологически активных соединений и предотвращая разрушительное действие АФК (Рогожин, 2004).

В опытах отмечали разнонаправленные изменения активности пероксидаз. ПФН вызывал снижение активности пероксидаз в тканях растений в фазу 2-х листьев. В фазу кущения отмечали восстановление активности пероксидаз в тканях до уровня контроля, что свидетельствует о восстановлении про/антиоксидантной системы растений. МФК инициировала значительную активацию пероксидаз в листьях и корнях растений разного возраста. Активация антиоксидантного фермента в надземной части растений, при внесении токсиканта в почву свидетельствует о системном действии кислоты. Сохранение высокой активности пероксидаз в растительных тканях на протяжении длительного времени может быть обусловлено персистентностью МФК в почве, благодаря устойчивой к разрушению связи С-Р.

Внесение ФН в субстрат для выращивания сопровождалось активацией пероксидаз в листьях и ингибированием фермента в корнях растений фазы двух листьев, а в фазу кущения наблюдали противоположную реакцию – в листьях опытных растений ингибирование пероксидаз, в корнях – активация. Неоднозначность ответа на действие поллютанта указывает на адаптационные перестройки, направленные на поддержание жизнеспособности растений в условиях загрязнения. Известно, что фториды могут поглощаться растениями из почвы путем пассивной диффузии, причем, некоторые виды растений способны накапливать высокие концентрации фторидов, возможно, за счет образования комплекса с алюминием (Фтор..., 1989).

Таблица 1

**Изменение активности пероксидаз в растительных тканях под влиянием поллютантов, % к контролю**

Вариант	Фаза 2-х листьев		Фаза кущения	
	лист	корень	лист	корень
МФК	218*	154*	199*	186*
ПФН	66*	70*	105	100
ФН	115*	62*	81*	137*

\* Разница между контролем и опытом достоверна при  $P \leq 0,05$ .

Загрязнение почвы поллютантами привело к активации процессов ПОЛ в листьях и корнях ячменя. Присутствие в среде для выращивания МФК и ФН, приводило к инициации процессов ПОЛ в листьях и корнях растений разного возраста (табл. 2). Повышенный уровень МДА в клетках растений, который от-

мечали на протяжении всего времени эксперимента, свидетельствует об активации окислительных процессов в клетках под влиянием поллютантов.

Активация окислительных процессов под влиянием МФК и ФН сопровождалась снижением содержания пластидных пигментов, что, по-видимому, обусловлено окислительной деструкцией молекул пигментов, либо нарушениями в процессах их биосинтеза (рис. а, б). Отмечали угнетение роста опытных растений: площадь листовой пластинки была значительно меньше, по сравнению с контрольными растениями.

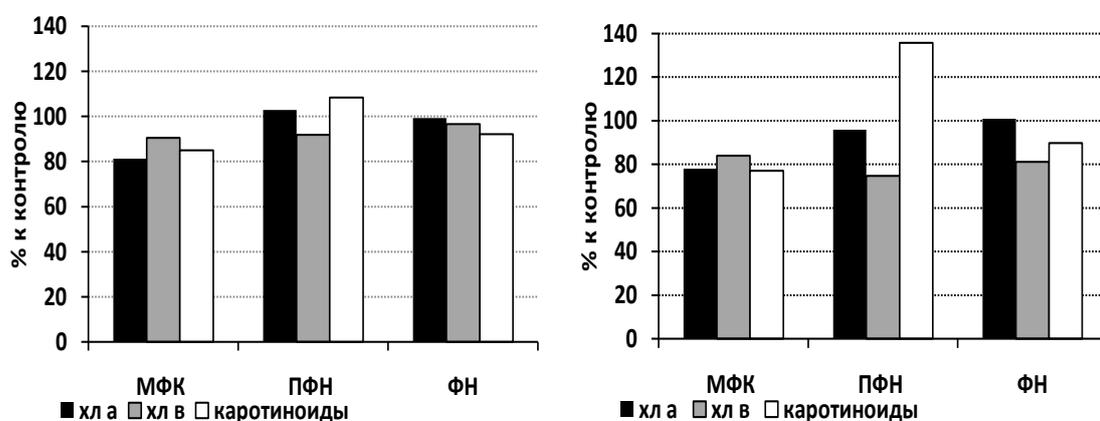
Внесение в почву ПФН привело к противоположному эффекту: высота растений и площадь листовой пластинки была увеличена по сравнению с контролем. Стимуляция ростовых процессов, вероятно, связана с гидролитическим разложением пирофосфата в почве и появлением в среде доступного фосфора. В ходе эксперимента с ПФН наблюдали накопление продуктов ПОЛ в надземной части растений в фазу 2-х листьев и повышение уровня низкомолекулярных антиоксидантов – каротиноидов, что может быть связано с выполняемой ими протекторной функцией. У растений в фазу кущения отмечали дальнейшее увеличение уровня каротиноидов и восстановление интенсивности процессов ПОЛ до контрольного уровня. Можно предположить, что снижение концентрации МДА связано с активацией ферментов антиоксидантной защиты, которые разрушают АФК, чем и препятствуют повреждению мембран. В корнях опытных растений достоверных отличий в уровне МДА выявлено не было.

Таблица 2

**Изменение интенсивности процессов ПОЛ под влиянием поллютантов, % к контролю**

Вариант	Фаза 2-х листьев		Фаза кущения	
	лист	корень	лист	корень
МФК	140*	198*	136*	154*
ПФН	298*	104	110	117
ФН	196*	99	145*	126

\* Разница между контролем и опытом достоверна при  $P \leq 0,05$ .



а) б)

Рис. Изменения в пигментном комплексе под влиянием специфических поллютантов у растений в фазы а) 2-х листьев б) кущения

Таким образом, были изучены изменения биохимических показателей растений ячменя, произрастающих в условиях загрязнения почвы МФК, ПФН, ФН. Установлено, что под влиянием поллютантов происходит изменение активности пероксидаз, интенсивности процессов ПОЛ, содержания пластидных пигментов. Сравнительный анализ показал, что эффекты фторида натрия были более схожи с действием фосфорорганического соединения (МФК). Так, наблюдали значительную активацию пероксидаз, интенсификацию ПОЛ, снижение содержания пластидных пигментов. Однако соотношение хлорофиллов *a/b* при действии кислоты и фторида натрия было противоположно. При действии МФК значительней происходило угнетение хлорофилла *a*, а при действии ФН – хлорофилла *b*. Внесение ПФН в почву сопровождалось увеличением интенсивности ПОЛ в листьях молодых растений, далее интенсивность процессов ПОЛ восстанавливалась до уровня контрольных растений. Отличительной особенностью действия ПФН на растения было значительное накопление каротиноидов в фазу кущения и стимуляция процессов роста.

#### Литература

Ашихмина Т. Я. Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия. Киров: Вятка, 2002. 544 с.

Косицина А. А. Влияние водорастворимого фтора на загрязнение почв и растений: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 2009. 19 с.

Лукаткин А. С. Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2002. 208 с.

Методы биохимического исследования растений / Под ред. А. И. Ермакова. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.

Огородникова С. Ю., Головки Т. К. Реакции растений на фосфорорганический ксенобиотик – метилфосфоновую кислоту. Сыктывкар, 2004. 24 с.

Рогожин В. В. Пероксидаза как компонент антиоксидантной системы живых организмов. СПб.: ГИОРД, 2004. 240 с.

Рудковская О. Н., Сунцова Н. С., Огородникова С. Ю. Изучение эффекта малых и сверхмалых доз пиррофосфата натрия на растения // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Материалы молодежной науч. конф. Киров, 2009. С. 104–106.

Чиркова Т. В. Физиологические основы устойчивости растений. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2002. 244 с.

Шлык А. А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 154–171.

### **ИНФОРМАТИВНОСТЬ ТЕСТ-ФУНКЦИЙ НИЗШИХ И ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ СУРЬМЫ**

*К. П. Бусыгина, А. С. Олькова*

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

В современных условиях природная среда подвержена техногенному загрязнению. Многие вещества, попадающие в окружающую среду, обладают неизвестными свойствами, в том числе токсикологическими характеристиками.

Кроме того, известно, что продукты распада и взаимодействия отдельных химических веществ могут оказаться токсичнее исходных соединений (Филенко, Дмитриева, 1999).

В настоящее время актуальной является проблема загрязнения природных сред тяжелыми металлами (ТМ). Хорошо изучены свойства и токсические эффекты, вызываемые свинцом, медью, кадмием, цинком. Однако некоторые ТМ в силу их меньшей распространенности недостаточно изучены. Например, зона влияния химических предприятий г. Кирово-Чепецка характеризуется комплексным техногенным загрязнением. В число загрязняющих веществ входят марганец, бром, таллий, стронций, сурьма. Изучение их воздействий, а также поиск информативных индикаторов диагностики воздействия данных соединений, является актуальной научно-практической задачей.

Целью нашей работы стало исследование влияния хлорида сурьмы на высшие и низшие растения, а также оценка информативности их тест-функций.

Сурьма – тяжелый металл II класса опасности, имеет ПДК 0,05 мг/л (ГН 2.1.5.1315.-03). Следует отметить, что сурьма, может образовывать летучие соединения, и, таким образом, возможен воздушный перенос её на большие расстояния от промышленных районов (Перельман, 1989).

Предметом исследований стали высшие и низшие растения в качестве тест-организмов. Изучали воздействие водных растворов хлорида сурьмы на культуру одноклеточной водоросли *Chlorella vulgaris* Beijer, семена овса и кресс-салата.

В серии опытов растения выращивали на водном растворе (приготовление на дистиллированной воде). Изучали влияние концентраций иона сурьмы, кратных 100, 250, 500, 750 и 1000 ПДК, на всхожесть семян и показатели роста в течение семи дней. Опыт проводили в лабораторных условиях в трехкратной повторности, контроль – дистиллированная вода.

По истечении срока экспозиции измеряли (и сравнивали) длину корней проростков в контрольных и опытных пробах, причем объектом измерения у каждого семени является корень максимальной длины (Свинолупова и др., 2012).

*Ch. vulgaris* культивировалась на тех же самых растворах в течении 22 часов. По истечении времени определялась оптическая плотность одноклеточной водоросли с помощью прибора «ИПС-03» (ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04).

Полученные данные обрабатывали с использованием стандартных статистических методов.

В эксперименте по установлению действия хлорида сурьмы на семена овса выявлено, что концентрации менее 100 ПДК не оказывали влияния на развитие семян. При тестировании диапазона концентраций от 100 до 1000 ПДК отмечалось незначительное угнетение таких тест – функций как длина корня и проростка.

При оценке биомассы корней и проростков овса выявлено, что раствор, содержащий 100 ПДК вещества, оказывал достоверно стимулирующее действие (рис. 1.)

Другие варианты эксперимента показывали недостоверное отличие массы корней и массы проростков в чистой среде от опытных вариантов (рис. 1).

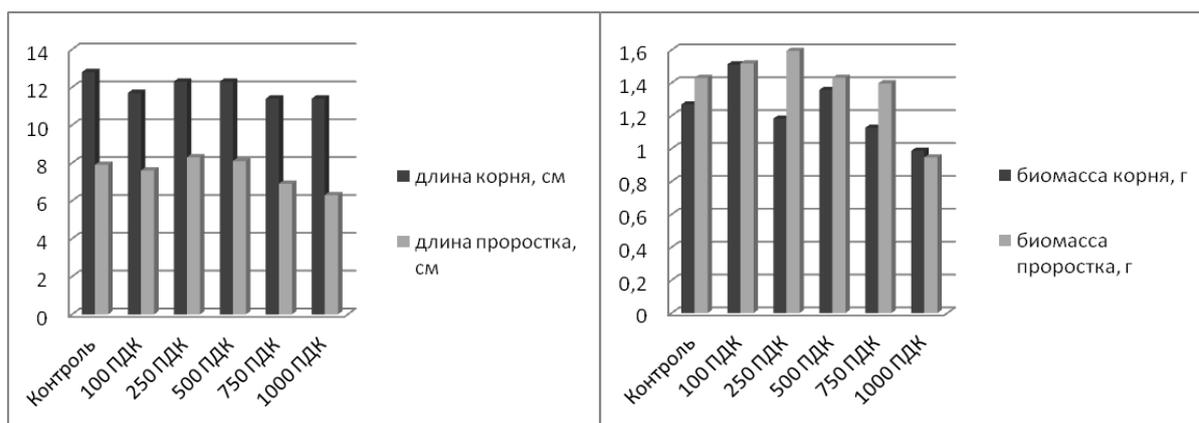


Рис. 1. Оценка фитотоксичности водных растворов хлорида сурьмы для семян овса по длине и биомассе корней и проростков

В следующей серии опытов с использованием кресс-салата установлено, что концентрации 100 ПДК оказывали стимулирующее действие, как на длину корней, так и длину проростков семян кресс-салата, а при воздействии концентраций от 250 до 1000 ПДК отмечалось постепенное угнетение данных тест функций (рис. 2).

При оценке биомассы корней и проростков, выявлено, что диапазон концентрации от 500 до 1000 ПДК оказывали достоверное угнетающее действие по сравнению с контролем.

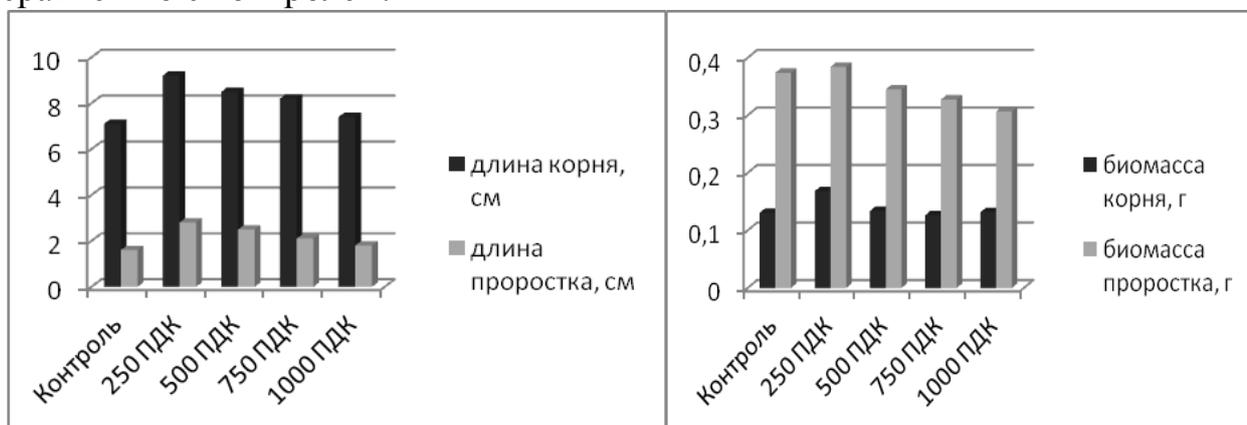


Рис. 2. Оценка фитотоксичности водного раствора хлорида сурьмы на семена кресс-салата по длине и биомассе корней и проростков

В третьей серии эксперимента по определению токсического действия хлорида сурьмы на одноклеточную водоросль *Ch. vulgaris* устанавливали степень угнетения прироста биомассы по сравнению с контрольными показателями (табл.).

Раствор хлорида сурьмы, содержащий 50 ПДК иона сурьмы оказывал незначительное стимулирующее действие на хлореллу. В соответствии с используемой методикой критерий токсичности не был превышен (стимуляция меньше 30%), поэтому проба относится к нетоксичным. На уровне 100 ПДК наблюдаем инверсию ответной реакции хлореллы: переход от стимуляции к угнете-

нию. Дальнейшее увеличение концентрации действующего вещества значительно угнетало развитие одноклеточной водоросли.

Таблица

**Результаты определения токсичности растворов хлорида сурьмы по изменению оптической плотности тест-культуры водоросли *Chlorella vulgaris***

Вариант опыта	Угнетение прироста биомассы водоросли по сравнению с контролем, %	Величина разбавления при которой превышен критерий токсичности, %	Заключение о токсичности
50 ПДК	-10,27*	–	нетоксичная
100 ПДК	2,01	–	нетоксичная
250 ПДК	72,20	33	среднетоксичная
500 ПДК	53,78	33	среднетоксичная
1000 ПДК	95,62	33	среднетоксичная

Примечание: \* – стимуляция тест-функции.

По полученным данным можно сделать следующие выводы:

1. Растительные организмы, как высшие, так и низшие, проявили низкую чувствительность к воздействию сурьмы. Действующие концентрации для растительных организмов располагаются выше 100 ПДК.

2. Низшие растения оказались чувствительнее к загрязнению вод хлоридом сурьмы, чем высшие растения.

3. Биотест с использованием семян кресс-салата оказался более информативным, чем с применением семян овса.

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

### Литература

ГН 2.1.5.1315. – 03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Перельман А. И. Геохимия. М.: Высш. шк., 1989. 528 с.

ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04, 16.1:2.3.7-04 (изд. 2007 г.) Методика определения токсичности проб поверхностных, грунтовых, питьевых, сточных вод, водных вытяжек их почвы, осадков сточных вод и отходов по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer), Красноярск: КрасГУ, 2007.

Свинолупова Л. С., Огородникова С. Ю., Ашихмина Т. Я. Ответные реакции растений ячменя на действие фторида натрия // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2012. № 12 (98).

Филенко О. Ф., Дмитриева А. Г. Биотестирование как способ контроля токсичности загрязняемой водной среды // Приборы и системы управления. 1999. № 1. С. 61–63.

# ОЦЕНКА ЧИСТОТЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА МЕТОДОМ ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ В ТРАНСПОРТНОЙ И РЕКРЕАЦИОННОЙ ЗОНАХ г. КИРОВА

**Ф. Г. Гильмутдинова<sup>1</sup>, Л. В. Кондакова<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> *Вятский государственный гуманитарный университет,  
kaf\_eco@vshu.kirov.ru*

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

Одной из главных составляющих качества окружающей среды является состояние атмосферного воздуха. В городской среде к факторам ухудшения качества воздушной среды относятся промышленные предприятия, автотранспорт и многое другое. Метод лишеноиндикации обладает высокой чувствительностью к загрязнению и широко применяется в биоиндикационных исследованиях (Проблемы экологического мониторинга..., 1982).

Целью работы являлась оценка чистоты атмосферного воздуха в рекреационной и транспортной зонах г. Кирова методом лишеноиндикации.

Исследования проводились с 2010 по 2012 гг. В качестве субстрата была взята липа мелколистная (*Tilia cordata* L.). В каждом парке изучалась лишенофлора ста деревьев. Определялась частота встречаемости и степень покрытия лишайниками стволов деревьев, рассчитывался индекс относительной чистоты атмосферы (ОЧА) (Экологический мониторинг, 2006).

В рекреационной зоне г. Кирова изучалось 7 парков: Александровский сад, Кочуровский парк, парк им. Ю. Гагарина, парк им. С. М. Кирова, парк Победы, парк на Северной набережной, Дендрологический парк лесоводов. Выявлено 27 видов лишайников, относящихся к 7 семействам, 19 родам (табл. 1).

Таблица 1

**Видовой состав лишайников парков г. Кирова**

Парк	Видовое разнообразие	Всего видов	Общее процентное покрытие, %
Дендрологический парк (фон)	<i>Cladonia foliacea, Vulpicida pinastri, Hypogymnia physodes, Imshaugia aleurites, Parmelia sulcata, Cetreria olivetorum</i>	6	8,07
Александровский сад	<i>Lecanora pulicaris, Hypogymnia physodes, Parmelia sulcata, Phaeophyscia nigricans, Physconia enteroxantha, Physconia grisea, Flavoparmelia caperata, Xanthoria parietina, Usnea hirta, Evernia prunastri</i>	10	4,80
Кочуровский парк	<i>Caloplaca pyracea, Candelariella xanthostigma, Oxneria fallax, Phaeophyscia nigricans, Physconia enteroxantha, Physcia stellaris, Physcia aipolia, Flavoparmelia caperata, Foraminella hyperopta, Xanthoria parietina, Evernia prunastri</i>	11	10,30

Парк	Видовое разнообразие	Всего видов	Общее проективное покрытие, %
Парк им. Ю. Гагарина	<i>Lecanora chlarotera</i> , <i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Melanelia olivacea</i> , <i>Phaeophyscia nigricans</i> , <i>Physconia grisea</i> , <i>Physcia stellaris</i> , <i>Flavoparmelia caperata</i> , <i>Xanthoria polycarpa</i> , <i>Evernia mesomorpha</i>	9	11,89
Парк им. С. М. Кирова	<i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Hypogymnia tubulosa</i> , <i>Melanelia olivacea</i> , <i>Parmelia sulcata</i> , <i>Physconia grisea</i> , <i>Physcia stellaris</i> , <i>Physcia tenella</i> , <i>Flavoparmelia caperata</i>	8	3,45
Парк Победы	<i>Parmelia sulcata</i> , <i>Phaeophyscia nigricans</i> , <i>Physconia distorta</i> , <i>Physcia tenella</i> , <i>Flavoparmelia caperata</i>	5	23,26
Парк на Северной набережной	<i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Melanelia olivacea</i> , <i>Parmelia sulcata</i> , <i>Phaeophyscia nigricans</i> , <i>Physcia adscendens</i> , <i>Physcia stellaris</i> , <i>Physcia tenella</i> , <i>Xanthoria polycarpa</i> , <i>Evernia mesomorpha</i>	9	23,61

Наибольшее видовое разнообразие лишайников отмечено в Кочуровском парке (11 видов), наименьшее – в парке Победы (5). Низкое проективное покрытие лишайников характерно для всех парков, несколько выше данный показатель в парке Победы и парке на Северной набережной.

Расчеты относительной чистоты атмосферы для всех парков приведены в табл. 2. Значения показателя ОЧА измеряются от 0 до 1: чем ближе значение показателя к единице, тем чище воздух. Невысокие значения ОЧА характерны для всех парков, наиболее низкий показатель – в парке им. С. М. Кирова (0,06).

Таблица 2

#### Показатели относительной чистоты атмосферы в парках г. Кирова

Участок	Показатель
	Относительная чистота атмосферы (ОЧА)
Дендрологический парк (фон)	0,23
Александровский сад	0,20
Кочуровский парк	0,26
Парк им. Ю. Гагарина	0,26
Парк им. С. М. Кирова	0,06
Парк Победы	0,20
Парк на Северной набережной	0,30

Лишеноиндикационные исследования транспортной зоны г. Кирова проведены на примере улиц Профсоюзная и Розы Люксембург. Видовой состав лишайников данной зоны значительно беднее (представители семейств *Parmeliaceae*, *Physciaceae* и *Teloschistaceae*).

Расчеты общего проективного покрытия, оценка частота встречаемости по каждой из улиц и показатель относительной чистоты атмосферы (ОЧА) приведены в табл. 3.

**Показатели общего проективного покрытия, частоты встречаемости, степени покрытия и значения ОЧА**

Показатель	Ул. Р. Люксембург	Ул. Профсоюзная
ОПП, %	8,79	5,25
Частота встречаемости	Редко	Редко
Степень покрытия	Низкая, 2 балла	Низкая, 2 балла
ОЧА	0,13	0,13

Значение показателя ОЧА одинаково для обеих улиц и составляет 0,13. Данный показатель значения ОЧА в 1,5 – 2 раза ниже, чем в рекреационной зоне г. Кирова.

Таким образом, лишенофлора парков г. Кирова представлена в основном листоватыми формами, имеет невысокое видовое разнообразие – 27 видов. Для всех парков отмечены невысокие показатели значения ОЧА (0,06 – 0,3). Показатели значения ОЧА в транспортной зоне в 1,5–2 раза ниже, чем в рекреационной зоне.

#### Литература

Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. / Под ред. Ю. А. Израэля. М.: Гидрометеоздат, 1982. Т. 5. С. 25–26.

Экологический мониторинг: Учебно-методическое пособие / Под ред. Т. Я. Ашихминой. М.: Академический проект, 2006. 416 с.

### ЛИХЕНОИНДИКАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ «МЕДВЕДСКИЙ БОР»

*Ю. В. Манакова<sup>1</sup>, Л. В. Кондакова<sup>1,2</sup>*

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

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

*kaf\_eco@vshu.kirov.ru*

Вопрос экологической оценки состояния окружающей среды сохраняет свою актуальность. Для выявления экологического состояния природных и техногенных территорий широко используется метод лишеноиндикации. Лишайники являются чувствительными индикаторами состояния окружающей среды в силу своих морфо-физиологических особенностей.

Комплексный памятник природы регионального значения «Медведский бор» находится в Нолинском районе Кировской области в окрестностях посёлка Медведок. Его площадь составляет 6821 га. Территория Медведского бора уникальна. Он представляет собой реликтовый сосновый бор на песчаных дюнах с наличием степных видов животных и растений, с ярко выраженным карстовым и эоловым рельефом. Значение установленного здесь режима ООПТ со-

стоит в сохранении и изучении уникальных экосистем остепненных сосновых боров на северо-востоке Русской равнины, включающих в себя интразональные комплексы степных видов. Территории, имеющие статус ООПТ, используются в фоновом экологическом мониторинге. Проводя постоянные наблюдения, можно отслеживать изменения в состоянии природных объектов. Изучением лишайниковых формаций на территории Медведского бора занимались П. Н. Никольский (1923), Т. С. Носкова, С. А. Сенникова (1987–1988). В мае – сентябре 2001 г. В. А. Копысовым было собрано и определено 199 таксонов.

Целью исследования являлось определение экологического состояния территории «Медведского бора» методом лишайноиндикации.

Исследования проведены в 2011–2012 гг. В ходе работы изучались эпигейные и эпифитные лишайники. Для оценки эпифитной лишайнофлоры было заложено 2 пробные площадки в 69 и 75 лесных кварталах. При обследовании эпифитных лишайников в качестве субстрата выбрана сосна обыкновенная – *Pinus sylvestris* L. На каждой площадке обследовано по 10 деревьев. При оценке эпигейных лишайников исследовано 14 площадок, расположенных по всей территории «Медведского бора». Согласно методике исследований, определялось общее проективное покрытие лишайниками территории участков, определялся их видовой состав, учитывалось проективное покрытие каждого вида, отмечались доминирующие виды (Биологический контроль ..., 2008).

Всего на обследуемых участках было выявлено 18 видов лишайников. Пять видов листоватых и кустистых форм отмечено на стволах деревьев: гипогимния вздутая (*Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.), уснея жесткая (*Usnea hirta* (L.) Wigg.), эверния мезоморфная (*Evernia mesomorpha* (Nyl.)), эверния сливовая (*Evernia prunastri* (L.) Ach.), псевдоэверния шелушащаяся (*Evernia furfuracea* (L.) Mann). Доминирующим видом является *Hypogymnia physodes*. Она встретилась на всех модельных деревьях.

Среди напочвенных лишайников отмечено 13 видов: кладина лесная (*Cladina arbuscula* (Wallr) Hale et W.Culb.), кладина звездчатая (*Cladina stellaris* (Opiz) Brodo), кладина оленья (*Cladina rangiferina* (L.) Harm.), кладония бесформенная (*Cladonia deformis* (L.) Hoffm.), кладония рогатая (*Cladonia cornuta* (L.) Hoffm.), кладония кудрявая (*Cladonia crispata* (Ach.) Flot.), кладония грациозная (*Cladonia gracilis* (L.) Willd.), кладония шариконосная (*Cladonia coccifera* (L.) Willd.), кладония длинная (*Cladonia ectocyna* (Ach.) Nyl.), кладония бокоплодная (*Cladonia pleurota* (Flk.) Schaer.), кладония крыночковидная (*Cladonia ruxidata* (L.) Hoffm.), цетрария исландская (*Cetraria islandica* (Retz.) Savicz.), пельтинера собачья (*Peltigera canina* (L.) Willd). Наибольшее проективное покрытие составляют виды *Cladina stellaris* – 50%, *Cladina arbuscula* – 27%, *Cladina rangiferina* – 17% (рис.). Они являются доминантами и субдоминантами в лишайниковом покрове. Наибольшей встречаемостью обладают виды *Cladina arbuscula*, *Cladina rangiferina*, немного меньшей – *Cladonia crispata*. При обследовании участков в 69 и 75 лесных кварталах бора отмечено видовое сходство лишайнофлоры. Однако есть разница в степени проективного покрытия. Среднее проективное покрытие для эпифитных лишайников на участке в 69 квартале

составляет 32%, а на участке в 75 квартале – 47%. Среднее проективное покрытие для эпигейных лишайников составило 53%.

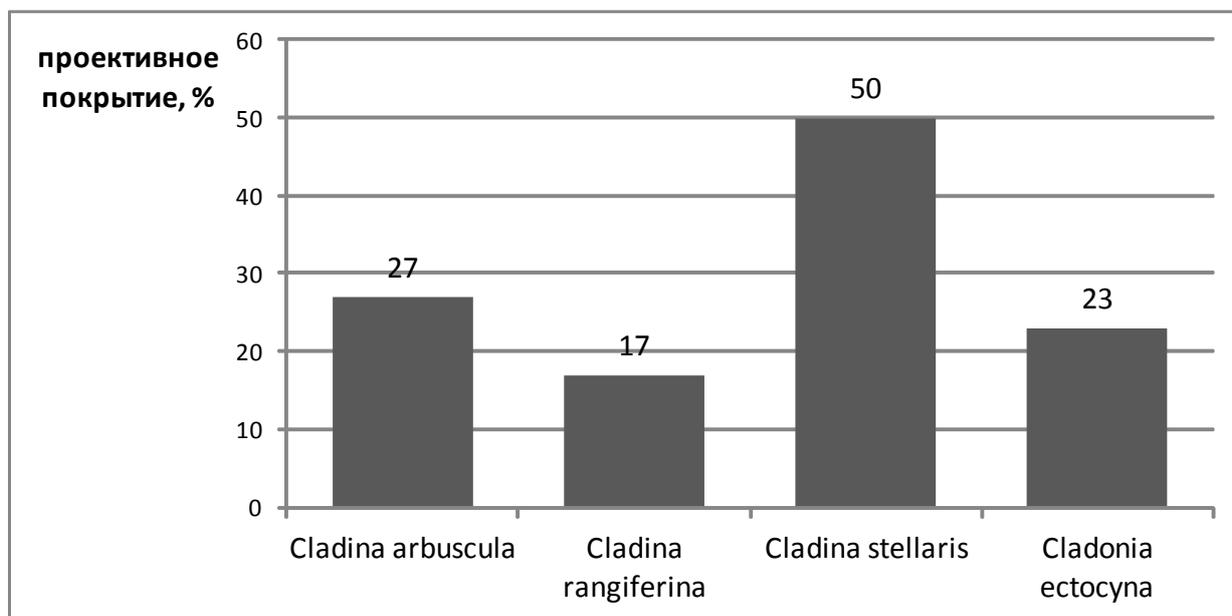


Рис. Проективное покрытие доминантных видов эпигейных лишайников «Медведского бора»

В ходе полевых исследований в эпифитной флоре выявлено высокое представительство кустистых форм лишайников – 80% встреченных видов. Встречаются виды рода *Usnea*, являющиеся согласно литературным данным наиболее чувствительными к загрязнению. Среди эпигейных лишайников бора 92% представлено кустистыми формами. Это свидетельствует о незначительном антропогенном воздействии на фитоценоз. Используя шкалу оценки качества воздуха по проективному покрытию лишайниками стволов деревьев, определили, что исследуемые участки относятся к зоне с относительно чистым воздухом (Биологический контроль ..., 2008).

Таким образом, лесной массив на территории памятника природы «Медведский бор» относится к естественным и слабо антропогенно измененным экосистемам. Данная территория может использоваться в качестве фоновой в мониторинговых исследованиях.

#### Литература

Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / Под ред. О. П. Мелеховой, Е. И. Сарапульцевой, 2008.

Копысов В. А. Флора Вятского края. Часть 3. Лишайники. Киров: ООО «Кировская областная типография», 2009. 176с.

Оценка загрязнения воздуха методом лишайноиндикации / Под ред. А. С. Боголюбов, М. В. Кравченко. «Экосистема», 2001.

# ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПАРКА ИМ. Ю. А. ГАГАРИНА г. КИРОВА МЕТОДОМ ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ

К. А. Безденежных<sup>1</sup>, Л. В. Кондакова<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Вятский государственный гуманитарный университет,  
kaf\_eco@vshu.kirov.ru

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

Лишайники являются одними из самых чувствительных индикаторов атмосферного загрязнения. При мониторинге воздушной среды широко используется метод лишеноиндикации. Из компонентов загрязнённого воздуха самое негативное влияние оказывает диоксид серы (IV), вызывая сокращение видового разнообразия и проективного покрытия лишайников в городских парках и пригородных лесах (Лиштва, 2007).

Цель работы: дать оценку экологического состояния атмосферного воздуха парка им. Ю. А. Гагарина г. Кирова методом лишеноиндикации.

Исследования проводились в сентябре 2012 г. Изучались 130 модельных деревьев, представленных следующими породами: *Betula pendula* Roth, *Acer negundo* L., *Populus balsamifera* L., *Ulmus laevis* Pall., *Populus tremula* L., *Tilia platyphyllos* Scop. Оценка качества атмосферного воздуха проводилась по методу линейных пересечений (Пчелкин, Боголюбов, 1997). По результатам исследования был рассчитан индекс полеотолерантности.

На изучаемых древесных породах парка было выявлено 9 видов эпифитных лишайников: *Xanthoria parietina* (L.) Th.Fr., *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Lecanora allophana* (Ach.) Nyl., *Parmelia sulcata* Taylor, *Physcia stellaris* (L.) Nyl., *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale, *Evernia mesomorpha* Nyl., *Physcia aipolia* (Ehrh. ex Humb.) Fürnr., *Physconia grisea* (Lam.) Poelt, относящихся к 6 родам (*Evernia*, *Physcia*, *Lecanora*, *Hypogymnia*, *Parmelia*, *Xanthoria*) и 4 семействам (*Parmeliaceae*, *Physciaceae*, *Teloschistaceae*, *Lecanoraceae*). По морфологическому строению преобладают листоватые лишайники (7 видов), один вид накипного лишайника – *Lecanora allophana* и один вид кустистистого лишайника – *Evernia mesomorpha*.

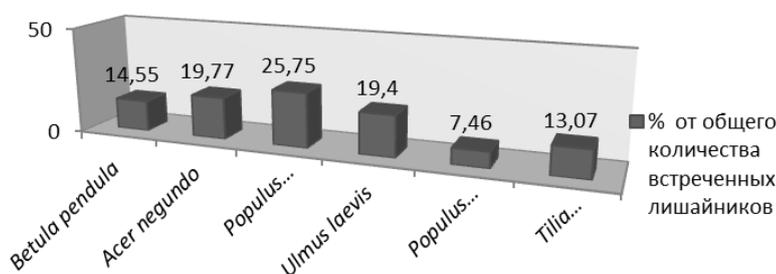


Рис. 1. Встречаемость эпифитных лишайников на различных породах деревьев в парке им. Ю. А. Гагарина

Анализ распределения лишайников по древесным породам показал, что наибольшее число видов лишайников встречено на *Populus balsamifera*, а наименьшее – на *Populus tremula* (рис. 1). Для древесной породы *Betula pendula* преобладающим видом является *Hypogymnia physodes* (30,8% от общего числа встреченных лишайников на данной породе), для *Acer negundo* – *Parmelia sulcata* и *Physconia grisea* (по 22,6%), для *Populus balsamifera* – *Flavoparmelia caperata* (18,8%), для *Ulmus laevis* – *Parmelia sulcata* и *Flavoparmelia caperata* (по 21,2%), для *Populus tremula* – *Lecanora allophana* (30%), для *Tilia platyphyllos* – *Flavoparmelia caperata* (34,3 %).

Наиболее часто встречаемыми видами лишайников на всех обследованных деревьях парка являются *Flavoparmelia caperata*, *Parmelia sulcata* и *Xanthoria parietina* (рис. 2, 3).

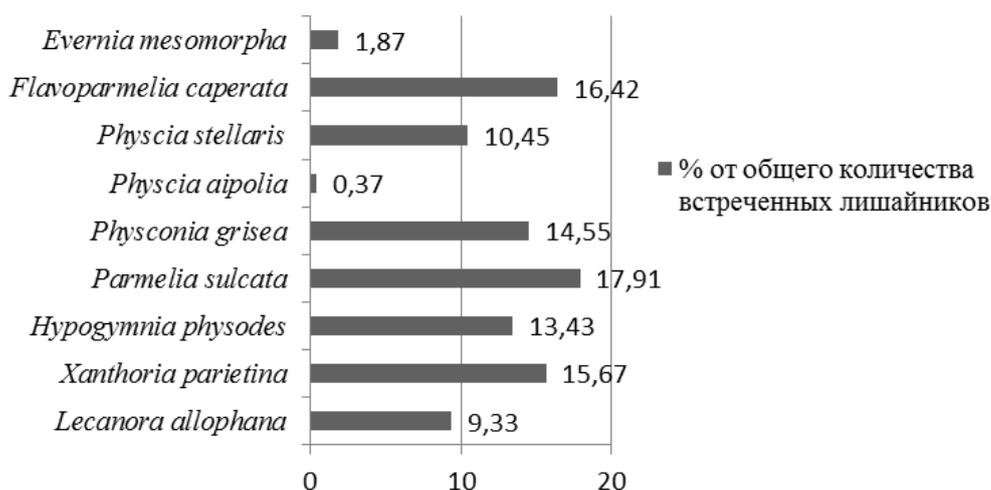


Рис. 2. Встречаемость различных видов лишайников на древесных породах

Рассчитан индекс полеотолерантности, который равен 7. Данному значению соответствует концентрация диоксида серы в диапазоне от 0,03 до 0,08 мг/м<sup>3</sup>, то есть воздух умеренно загрязнен (Пчелкин, Боголюбов, 1997).

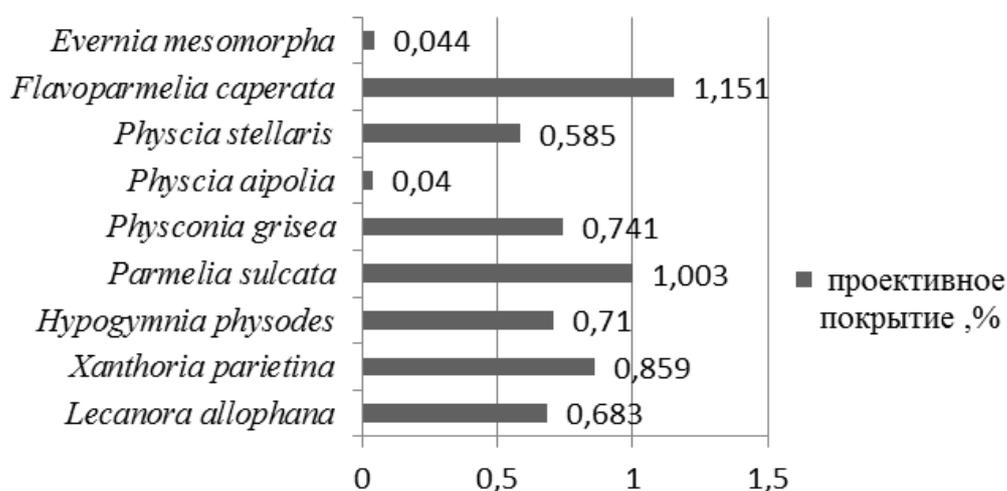


Рис. 3. Общее проективное покрытие эпифитных лишайников на всех модельных деревьях

Таким образом, лишенофлора парка им. Ю. А. Гагарина имеет невысокое видовое разнообразие – 9 видов эпифитных лишайников, относящихся к 6 родам и 4 семействам. Наиболее распространенными видами парка являются *Parmelia sulcata*, *Flavoparmelia caperata*, *Xanthoria parietina*.

Значение индекса полеотолерантности равно 7. Атмосферный воздух парка умеренно загрязнен.

#### Литература

Лиштва А. В. Лишениология: учеб.-метод. пособие. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007.

Пчелкин А. В., Боголюбов А. С. Методы лишеноиндикации загрязнений окружающей среды. Методическое пособие. М.: Экосистема, 1997.

### ПОКАЗАТЕЛИ ГРИБНОЙ БИОМАССЫ ПОЧВ ПРИ ЕЁ ОПРЕДЕЛЕНИИ С УЧЕТОМ И БЕЗ УЧЕТА ДИАМЕТРА МИЦЕЛИЯ

*А. Р. Гайфутдинова<sup>1</sup>, Т. С. Елькина<sup>1</sup>, Л. И. Домрачева<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> *Вятская государственная сельскохозяйственная академия,*

<sup>2</sup> *Лаборатория биомониторинга Института биологии*

*Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ,*

*tatyana\_1@inbox.ru; gajfutdinova.alina@mail.ru*

Микроскопические грибы являются активными агентами деструкционных процессов в почве. От их ферментативной активности зависит скорость минерализации попадающих в почву животных и растительных остатков, а также интенсивность процессов гумификации. Кроме того, в агроэкосистемах и на урбанизированных территориях приходится сталкиваться с агрессивной деятельностью патогенных микромицетов. Поэтому вопросам об определении не только видового и группового состава грибов, но также их численности и биомассы в различных экосистемах уделяется большое внимание. Наиболее применимые методы определения биомассы грибов опираются на измерения длины их мицелия под микроскопом с дальнейшим переходом на вычисление грибной биомассы непосредственно в 1 г почвы или переводе этого показателя на 1 гектар.

Большая серия работ в этом направлении проведена Л. М. Полянской (1996–2012). Принято два подхода к определению грибной биомассы. В первом случае принимают, что 1 м грибного мицелия весит  $3,9 \cdot 10^{-6}$  г. Во втором случае требуется дополнительное определение диаметра грибного мицелия, и в дальнейшем массу 1 м грибного мицелия принимают равной  $0,628r^2 \cdot 10^{-6}$  г, где  $r$  – радиус мицелиальной гифы.

Цель данной работы – сравнить показатели грибной биомассы в почве агроэкосистем при обоих способах ее определения.

Проводимые нами исследования были сопутствующими в опытах по изучению влияния химических соединений (0,1%-ого раствора азида Na под посевами лядвенца рогатого и маточного раствора СКФ-26 в разведении 1:100, ко-

торый является отходом производства фторопластов, под посевами ячменя ярового).

Опыты были проведены в полевых условиях на дерново-подзолистой почве, суглинистой в варианте с азидом Na и супесчаной в варианте с СКФ-26.

Для определения количественных параметров микоценозов отбирали образцы почвы, затем готовили мазки по стандартной методике. На мазках под микроскопом определяли диаметр и длину грибного мицелия.

Результаты и обсуждения. В почвах сельскохозяйственных экосистем, как правило, содержится незначительное количество микроскопических грибов, намного меньшее по сравнению с аналогичными почвами под луговыми и лесными фитоценозами. Данное явление связано с постоянным отчуждением растительного опада из полевых севооборотов и, следовательно, существенно меньшим пополнением почвы растительным опадом по сравнению с природными фитоценозами. Так, определение длины грибного мицелия в наших опытах показывает, что данная величина чрезвычайно мала при обработке почвы азидом Na и составляет всего лишь 20 м/г (табл. 1). В почве с внесением СКФ-26 этот показатель выше в несколько раз и составляет около 150 м/г, что может быть связано как с гранулометрическим составом, так и с попаданием в почву растительных остатков предшественников.

В то же время разница между численностью грибных фрагментов в обоих вариантах не столь велика (1,3 млн./г в почве с азидом и более 2 млн./г в почве с СКФ-26).

Сравниваемые величины указывают на то, что средняя длина фрагментов мицелия различается, и в почве с азидом натрия она существенно ниже. Количество фрагментов грибного мицелия может служить косвенным доказательством активности вегетативного размножения.

Исходя из полученных результатов (более 2 млн./г почвы) более высокий потенциал размножения путем фрагментации выявлен в дерново-подзолистой супесчаной почве под ячменем с внесением СКФ-26, существенно ниже в дерново-подзолистой суглинистой почве под лядвенцем рогатым с внесением азид Na.

О степени активности грибов можно судить и по длине грибного мицелия, которая существенно выше также в варианте с внесением СКФ-26.

Таблица 1

**Количественная характеристика популяции микромицетов в почве**

Почва	Вносимый токсикант	Длина мицелия, м/г	Количество фрагментов, млн./г	Средняя длина грибного фрагмента, мкм
Дерново-подзолистая супесчаная	СКФ-26	146,2±10,2	2,2±0,05	66,4
Дерново-подзолистая суглинистая	Азид Na	20,4±4,8	1,3±0,11	15,7

С длиной грибного мицелия коррелирует и такой показатель, как грибная биомасса (табл. 2).

**Сравнение грибной биомассы почвы при ее определении с учетом и без учета диаметра мицелия**

Показатели	Почва дерново-подзолистая суглинистая с внесением азида Na	Почва дерново-подзолистая суглинистая с внесением СКФ-26
Биомасса, кг/га (1)	51,6	370,6
Биомасса, кг/га (2)	39,0	280,2
Разница между показателями биомассы при использовании 2-х методов, %	24,4	24,4

Примечание: 1 – определение биомассы без учета диаметра мицелия  
2 – определение биомассы с учетом диаметра мицелия

Максимальный показатель биомассы регистрируется в дерново-подзолистой суглинистой почве. Значительно меньше в почве с внесением азида Na. Использование двух методов подсчета биомассы показывает, что бóльшие величины получаются при использовании усредненного показателя массы 1 м грибного мицелия, который составляет  $3,9 \cdot 10^{-6}$  г, меньший результат получают при непосредственном измерении диаметра мицелия.

В обоих случаях разница между показателями одинакова и составляет 24,4%, то есть при использовании усредненной массы мицелия мы получаем результаты биомассы, завышенные примерно на четверть. Однако, эту разницу между методами, вероятно, можно считать не существенной, исходя из того, что расчет биомассы по усредненным показателям значительно менее трудоемкий и сокращает время обработки результатов.

**КОЭФФИЦИЕНТ ПОДАВЛЕНИЯ / СТИМУЛЯЦИИ РОСТОВЫХ СВОЙСТВ ДЛЯ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОСТИ КСЕНОБИОТИКОВ В ОТНОШЕНИИ КУЛЬТУР МИКРОМИЦЕТОВ РОДА *FUSARIUM* В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ**

*А. А. Ханжин, В. Ю. Охалкина*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
verona2205@mail.ru*

В настоящее время общепризнанным является факт, что в условиях загрязнения тяжелыми металлами и некоторыми другими ксенобиотиками происходят существенные изменения количественного и качественного состава почвенных микробных сообществ. Одним из подобных процессов является увеличение в составе почвенной микробиоты удельного веса фузариев.

Ранее нами были проведены многочисленные опыты по оценке влияния тяжелых металлов на ростовые свойства природного изолята *Fusarium culmorum* и лабораторного штамма *Fusarium sambucinum* при культивировании на различных питательных средах. В ходе экспериментов в качестве наиболее представительных и достоверных критериев оценки были выбраны следующие

интегральные показатели (Ханжин, Охупкина, 2012; Ханжин, Охупкина, 2011; Ханжин, Охупкина, 2011): радиальная скорость роста и интенсивность конидиеобразования при культивировании на плотных питательных средах; накопление биомассы при культивировании в жидких питательных средах.

К сожалению, данные показатели не всегда позволяют провести наглядную сравнительную оценку степени токсического воздействия ксенобиотиков, особенно для экспериментов, проведенных в разное время, с использованием культур разных видов микромицетов, характеризующихся определенными отличиями параметров роста.

Для решения данной задачи нами предложен стандартизованный коэффициент подавления/стимуляции ростовых свойств культур микромицетов, который вычисляется по формуле:

$$K_{П/С} = (A_2 - A_1) : A_1 \cdot 100, \text{ где}$$

$A_1$  – величина показателя в контроле;

$A_2$  – величина показателя в опыте.

Отрицательные величины коэффициента свидетельствуют о подавлении, положительные – о стимуляции ростовых свойств.

Ниже проиллюстрированы возможности использования предложенного коэффициента.

В табл. 1 и 2 приведены обобщенные экспериментальные данные, полученные ранее при изучении токсического воздействия ионов тяжелых металлов ( $Co^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ) при культивировании природного изолята *Fusarium culmorum* и лабораторного штамма *Fusarium sambucinum* на плотных и в жидких питательных средах. В табл. 3 и 4 приведены величины коэффициента подавления / стимуляции ростовых свойств, рассчитанные для каждого из показателей, приведенных в табл. 1.

Данные табл. 3 и 4 свидетельствуют, что влияние токсикантов на ростовые свойства культур микромицетов при поверхностном и глубинном культивировании характеризуется сходными закономерностями. Однако предложенный коэффициент указывает на то, что эти эффекты (как подавления, так и стимуляции) более отчетливо проявляются при выращивании грибов в жидкой питательной среде, что вероятно объясняется более активным физиологическим состоянием глубинной культуры, более динамичными процессами роста и размножения в условиях интенсивной аэрации и массообмена. При этом показатель конидиеобразования оказался более чувствителен к токсическим воздействиям, чем показатели скорости роста и накопления биомассы.

Таблица 1

**Характеристики роста культуры штамма *F.culmorum* на питательных средах, содержащих различные концентрации ионов меди ( $\text{Cu}^{2+}$ ), цинка ( $\text{Zn}^{2+}$ ), кобальта ( $\text{Co}^{2+}$ ),  $\bar{X} \pm I_{95}$ , n=3-5**

Токси- кант	Конечная концен- трация в среде, ПДК	Радиальная скорость роста колоний на плотной пита- тельной среде, мм·ч <sup>-1</sup>	Накопление макроконидий в агаровой культуре в про- бирках, тыс. макроконидий	Накопление биомассы в культуральной жид- кости г·мл <sup>-1</sup>	Накопление макроко- нидий в глубинной культуре в колбах, тыс. макроконидий в 1мл
$\text{Cu}^{2+}$	0 (контроль)	0,580	382,1±34,3	0,53±0,08	80,4±15,7
	5 (5 мг·л <sup>-1</sup> )	0,325	155,3±26,5	0,22±0,02	26,8±6,0
	25 (25 мг·л <sup>-1</sup> )	0,283	101,2±18,0	0,18±0,02	12,1±1,7
	50 (50 мг·л <sup>-1</sup> )	0,188	0,063±0,015	0,05±0,01	1,2±0,15
	125 (125 мг·л <sup>-1</sup> )	–	–	–	–
$\text{Zn}^{2+}$	0 (контроль)	0,630	425,2±48,0	0,53±0,08	80,4±15,7
	5 (5 мг·л <sup>-1</sup> )	1,083	684,4±51,2	0,95±0,08	146,0±10,2
	25 (25 мг·л <sup>-1</sup> )	1,013	637,8±44,3	0,87±0,08	125,9±14,4
	50 (50 мг·л <sup>-1</sup> )	0,973	612,4±29,9	0,81±0,08	118,8±10,0
	125 (125 мг·л <sup>-1</sup> )	0,944	582,6±38,0	0,79±0,08	96,8±9,1
$\text{Co}^{2+}$	0 (контроль)	0,617	405,5±44,8	0,53±0,08	80,4±15,7
	5 (5 мг·л <sup>-1</sup> )	0,583	384,9±36,6	0,46±0,05	64,5±10,1
	25 (25 мг·л <sup>-1</sup> )	0,458	197,8±31,7	0,42±0,05	59,4±8,6
	50 (50 мг·л <sup>-1</sup> )	0,242	0,648±0,022	0,21±0,02	24,8±5,4
	125 (125 мг·л <sup>-1</sup> )	0,208	0,098±0,018	0,09±0,01	3,4±0,7
Примечание – «–» – нет роста.					

Таблица 2

**Характеристики роста культуры штамма *F. sambucinum* на питательных средах, содержащих различные концентрации ионов меди ( $\text{Cu}^{2+}$ ), цинка ( $\text{Zn}^{2+}$ ), кобальта ( $\text{Co}^{2+}$ ),  $\bar{X} \pm I_{95}$ ,  $n=3-5$**

Токсикант	Конечная концентрация в среде, ПДК	Радиальная скорость роста колоний на плотной питательной среде, мм·ч <sup>-1</sup>	Накопление макроконидий в агаровой культуре в пробирках, тыс. макроконидий	Накопление биомассы в культуральной жидкости г·мл <sup>-1</sup>	Накопление макроконидий в глубинной культуре в колбах, тыс. макроконидий в 1мл
$\text{Cu}^{2+}$	0 (контроль)	0,513	346,0±29,1	0,45±0,04	75,4±11,2
	5 (5 мг·л <sup>-1</sup> )	0,475	323,3±28,1	0,32±0,01	48,4±10,1
	25 (25 мг·л <sup>-1</sup> )	0,433	274,4±22,4	0,26±0,03	25,5±4,4
	50 (50 мг·л <sup>-1</sup> )	0,171	0,059±0,015	0,04±0,01	0,94±0,1
	125 (125 мг·л <sup>-1</sup> )	–	–	–	–
$\text{Zn}^{2+}$	0 (контроль)	0,563	387,0±24,5	0,45±0,04	75,4±11,2
	5 (5 мг·л <sup>-1</sup> )	0,492	335,3±23,6	0,41±0,05	67,1±7,1
	25 (25 мг·л <sup>-1</sup> )	0,442	285,4±22,8	0,36±0,03	59,5±6,4
	50 (50 мг·л <sup>-1</sup> )	0,288	12,5±0,9	0,21±0,03	6,8±0,8
	125 (125 мг·л <sup>-1</sup> )	–	–	–	–
$\text{Co}^{2+}$	0 (контроль)	0,596	394,1±38,2	0,45±0,04	75,4±11,2
	5 (5 мг·л <sup>-1</sup> )	0,642	453,3±43,4	0,59±0,07	102,5±11,8
	25 (25 мг·л <sup>-1</sup> )	0,600	405,7±41,0	0,54±0,02	92,0±10,6
	50 (50 мг·л <sup>-1</sup> )	0,475	308,0±36,5	0,41±0,01	65,6±8,1
	125 (125 мг·л <sup>-1</sup> )	0,220	0,108±0,024	0,11±0,01	5,5±0,7

Примечание – «–» - нет роста.

**Величины коэффициента подавления / стимуляции роста культуры  
штамма *F. culmorum* на питательных средах,  
содержащих различные концентрации ионов меди ( $\text{Cu}^{2+}$ ), цинка ( $\text{Zn}^{2+}$ ), ко-  
бальта ( $\text{Co}^{2+}$ ),  $\bar{X} \pm I_{95}$ ,  $n=3-5$**

Токси- кант	Конечная концентра- ция в среде, ПДК	Коэффици- ент подав- ления / стимуляции радиальной скорости роста на плотной питатель- ной среде	Коэффициент по- давления / стиму- ляции конидие- образования на плотной пита- тельной среде	Коэффици- ент подав- ления / стимуляции роста в жидкой пи- тательной среде	Коэффициент по- давления / стиму- ляции конидие- образования в жидкой пита- тельной среде
$\text{Cu}^{2+}$	5 ( $5 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	-43,97	-59,36	-58,49	-66,67
	25 ( $25 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	-51,21	-73,51	-66,04	-84,95
	50 ( $50 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	-67,59	-99,98	-90,57	-98,51
	125 ( $125 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	-100,00	-100,00	-100,00	-100,00
$\text{Zn}^{2+}$	5 ( $5 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	71,90	60,96	79,25	81,59
	25 ( $25 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	60,79	50,00	64,15	56,59
	50 ( $50 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	54,44	44,03	52,83	47,76
	125 ( $125 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	49,84	37,02	49,06	20,40
$\text{Co}^{2+}$	5 ( $5 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	-5,51	-5,08	-13,20	-19,78
	25 ( $25 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	-25,47	-51,22	-20,75	-26,12
	50 ( $50 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	-60,77	-99,84	-60,38	-69,15
	125 ( $125 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	-66,29	-99,98	-83,01	-95,77

**Величины коэффициента подавления / стимуляции роста культуры  
штамма *F. sambucinum* на питательных  
средах, содержащих различные концентрации ионов меди ( $\text{Cu}^{2+}$ ), цинка  
( $\text{Zn}^{2+}$ ), кобальта ( $\text{Co}^{2+}$ ),  $\bar{X} \pm I_{95}$ ,  $n=3-5$**

Токси- кант	Конечная концентра- ция в среде, ПДК	Коэффици- ент подав- ления / стимуляции роста на плотной питатель- ной среде	Коэффициент по- давления / стиму- ляции конидие- образования на плотной пита- тельной среде	Коэффици- ент подав- ления / стимуляции роста в жидкой пи- тательной среде	Коэффициент по- давления / стиму- ляции конидие- образования в жидкой пита- тельной среде
$\text{Cu}^{2+}$	5 ( $5 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	-7,41	-6,56	-28,89	-35,81
	25 ( $25 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	-15,60	-20,69	-42,22	-66,18
	50 ( $50 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	-66,67	-99,98	-91,11	-98,75
	125 ( $125 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	-100,00	-100,00	-100,00	-100,00
$\text{Zn}^{2+}$	5 ( $5 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	-12,61	-13,36	-8,89	-11,01
	25 ( $25 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	-21,49	-26,25	-20,00	-21,09
	50 ( $50 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	-48,85	-96,77	-53,33	-90,98
	125 ( $125 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	-100,00	-100,00	-100,00	-100,00
$\text{Co}^{2+}$	5 ( $5 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	7,72	15,02	31,11	35,94
	25 ( $25 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	0,67	2,94	20,00	22,02
	50 ( $50 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	-20,00	-21,84	-8,88	-12,99
	125 ( $125 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ )	-63,99	-99,97	-75,56	92,71

Наряду с этим, при сравнении величин коэффициента подавления / стимуляции роста, сразу обращает на себя внимание различие в чувствительности культур разных видов микромицетов к токсикантам. Для культуры *F. culmorum* положительные величины коэффициента свидетельствуют о стимулирующем эффекте ионов  $\text{Zn}^{2+}$ , отрицательные – о подавляющем действии ионов  $\text{Co}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$ . Для культуры *F. sambucinum* положительные величины коэффициента свидетельствуют о стимулирующем эффекте небольших концентраций ионов  $\text{Co}^{2+}$ , отрицательные – о подавляющем действии ионов  $\text{Zn}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$ . Отмечаются определенные различия и в уровне чувствительности культур разных видов микромицетов к токсикантам. Так, *F. culmorum* активнее реагирует на более низкие концентрации ионов меди в среде выращивания.

Таким образом, предложенный коэффициент подавления / стимуляции роста позволяет стандартизовать и наглядно сравнивать между собой показатели

роста культур разных видов фузариев в условиях воздействия различных ксенобиотиков и прогнозировать их реакции в естественных условиях.

### Литература

Ханжин А. А., Охупкина В. Ю. Оценка влияния тяжелых металлов на ростовые свойства природного изолята *Fusarium culmorum* при культивировании на плотных питательных средах // Адаптационные реакции живых систем: Материалы Всерос. молодежной конф. Киров, 2012. С. 143–145.

Ханжин А. А., Охупкина В. Ю. Оценка влияния тяжелых металлов на ростовые свойства *Fusarium sambucinum* при культивировании в жидких питательных средах // Биологический мониторинг природно-техногенных систем: Сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием в 2 частях. Часть 2. (г. Киров, 29–30 ноября 2011 г.). Киров: ООО «Лобань», 2011. С. 147–149

Ханжин А. А., Охупкина В. Ю. Оценка влияния тяжелых металлов на ростовые свойства *Fusarium sambucinum* при культивировании на плотных питательных средах // Биологический мониторинг природно-техногенных систем: Сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием в 2 частях. Часть 2. (г. Киров, 29–30 ноября 2011 г.). Киров: ООО «Лобань», 2011. С. 149–152.

## ИЗУЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ МЕДИ (II) И НИКЕЛЯ (II) В КЛЕТКАХ ЦИАНОБАКТЕРИЙ *NOSTOC LINCKIA*

*Е. И. Лялина, К. О. Черезова, Е. О. Кузнецова,  
М. С. Макарова, О. Н. Гребенкина, А. И. Фокина*  
Вятский государственный гуманитарный университет,  
*kseniya.cherezova@mail.ru*

Цианобактерии (ЦБ) находят всё большее применение в сельском хозяйстве, при реабилитации и биотестировании природных объектов. Распространёнными загрязняющими веществами являются тяжёлые металлы (ТМ), в частности, никель и медь. Актуален вопрос исследования специфики распределения ТМ в клетках ЦБ после контакта с токсикантами. Исследования помогают накопить фактологический материал, объяснить происходящие с ЦБ явления в различных стрессовых условиях, подобрать оптимальные условия и область применения микроорганизмов. Немаловажное значение имеют знания об особенностях распределения ТМ в клетке.

*Цель работы* – выявление специфики распределения ионов меди (II) и никеля (II) в клетках цианобактерий после контакта культуры с растворами сульфатов двухвалентных металлов.

*Объектами* исследования была ЦБ *Nostoc linckia* 273 из коллекции фототрофных микроорганизмов кафедры ботаники, физиологии растений и микробиологии Вятской государственной сельскохозяйственной академии.

*Методы исследования.* Культуру ЦБ вносили в раствор токсикантов, с концентрацией ионов меди (II) и никеля (II) 2 и 20 мг/дм<sup>3</sup> в индивидуальных растворах и в смесях солей с аналогичными концентрациями (в 1 дм<sup>3</sup> раствора находилось 29,2 г ЦБ, титр микроорганизмов составил 1,9·10<sup>7</sup> кл/мл). Культуру выдерживали в растворах токсикантов в течение 1 часа, 1 суток и 15 суток. Вы-

деляли ионы меди (II) и никеля (II), сорбированные на поверхности клеток, поглощённые внутрь клетки и удерживаемые лиофильными и лиофобными фракциями. Для выделения сорбированных на поверхности клетки ионов металлов суспензию обрабатывали раствором ЭДТА. Оставшуюся после промывания суспензию растирали, лиофобную и лиофильную фракцию разделяли смесью четыреххлористого углерода со спиртом (Васильева, 2012). Остаточное содержание ионов никеля (II) и меди (II) в исследуемых фракциях определяли методом инверсионного электрохимического анализа (Сборник ..., 2004). Результаты исследования выражали в виде удельного поглощения (мг металла во фракции на 1 г культуры).

Выявлено, что через час экспозиции удельные массы обоих металлов, закрепленных фракцией лиофильных веществ во всех вариантах опыта очень сходны между собой (порядка 0,002 мг ионов металла на 1 г культуры) (табл. 1). Такая же картина наблюдается в значениях для лиофобной фракции (в среднем около 0,003 мг ионов металлов на один грамм культуры) (табл. 2). Это обстоятельство указывает на реализацию в связывании ёмкости, присущей культуре вне стрессового состояния. Значения количеств металлов, сорбированных на поверхности клеток, колеблются сильнее (табл. 3). Наблюдается зависимость между изначальной концентрацией металлов в растворе и количеством сорбированных ионов на поверхности клеток: чем выше изначальная концентрация, тем большее количество сорбировано на поверхности. Через сутки увеличивается концентрация в лиофильной фракции никеля в варианте Ni, 2 + Cu, 2 и меди в вариантах Ni, 2 + Cu, 2 и Cu, 20. В это же время резко увеличивается количество ионов никеля в лиофобной фракции вариантов с высоким содержанием никеля. На 15-е сутки количество меди во внутриклеточном пространстве снижается настолько, что иногда не удаётся обнаружить её во время анализа. Количество ионов никеля внутри клетки тоже снижается, но в большинстве вариантов обнаруживается в лиофобной фракции (табл. 1, 2). Скорее всего это обусловлено тем, что культура адаптируется и идёт активный транспорт токсикантов из клетки. Есть и другое объяснение: произошло нарушение целостности клеточных оболочек, за счёт этого в раствор свободно переходят ионы металлов, а так как ионы никеля менее токсичны, то сохраняются ещё клеточные структуры, в которых ионы Ni удерживаются. Ионы меди разрушают целостность оболочек и свободно выходят в раствор, а к ионам никеля культура адаптируется и идёт активный транспорт никеля в окружающую среду через стенку, и мы обнаруживаем его в липидном слое мембран. Хотя, скорее всего, наблюдаемой картине сразу несколько причин.

Таблица 1

**Содержание тяжелых металлов в лиофильной фракции клетки  
( $X \cdot 10^{-3}$ , мг/г ЦБ)**

Вариант	Ni, 2 мг/дм <sup>3</sup>	Cu, 2 мг/дм <sup>3</sup>	Ni, 2 мг/дм <sup>3</sup> + Cu, 2 мг/дм <sup>3</sup>		Ni, 20 мг/дм <sup>3</sup>	Cu, 20 мг/дм <sup>3</sup>	Ni, 20 мг/дм <sup>3</sup> + Cu, 20 мг/дм <sup>3</sup>	
	Ni	Cu	Ni	Cu	Ni	Cu	Ni	Cu
1 час	1,3±0,3	1,5±0,5	1,6± 0,4	–	3,7± 0,9	1,7± 0,5	4,7± 1,2	1,9± 0,6
сутки	2,6±0,7	1,4±0,4	9,6± 2,4	10,9± 3,3	2,2± 0,6	16,2± 4,8	4,4± 1,1	1,8± 0,5
15 суток	<<	<<	*	0,7 ± 0,2	<<	0,6± 0,2	*	<<

Примечание: «–» – по каким-либо причинам не удалось измерить; «<<» – менее предела обнаружения; «\*» – получаемые результаты недостоверны.

Таблица 2

**Содержание тяжелых металлов в лиофобной фракции клеток  
( $X \cdot 10^{-3}$ , мг/г ЦБ)**

Вариант	Ni, 2 мг/дм <sup>3</sup>	Cu, 2 мг/дм <sup>3</sup>	Ni, 2 мг/дм <sup>3</sup> + Cu, 2 мг/дм <sup>3</sup>		Ni, 20 мг/дм <sup>3</sup>	Cu, 20 мг/дм <sup>3</sup>	Ni, 20 мг/дм <sup>3</sup> + Cu, 20 мг/дм <sup>3</sup>	
	Ni	Cu	Ni	Cu	Ni	Cu	Ni	Cu
1 час	0,7± 0,2	4,4± 1,3	12,3± 3,1	7,1± 2,1	2,0± 0,5	–	3,4± 0,9	2,3± 0,7
сутки	6,3± 1,6	0,20± 0,06	9,6± 2,4	0,5± 0,2	41,1± 10,3	0,3 ± 0,1	18,1± 4,5	1,9± 0,6
15 суток	4,0± 1,0	<<	0,9± 0,2	<<	3,3± 0,8	<<	*	<<

Примечание: «–» – по каким-либо причинам не удалось измерить; «<<» – менее предела обнаружения; «\*» – получаемые результаты недостоверны.

Таблица 3

**Содержание тяжелых металлов, сорбированных на поверхности клеток  
( $X \cdot 10^{-3}$ , мг/г ЦБ)**

Вариант	Ni, 2 мг/дм <sup>3</sup>	Cu, 2 мг/дм <sup>3</sup>	Ni, 2 мг/дм <sup>3</sup> + Cu, 2 мг/дм <sup>3</sup>		Ni, 20 мг/дм <sup>3</sup>	Cu, 20 мг/дм <sup>3</sup>	Ni, 20 мг/дм <sup>3</sup> + Cu, 20 мг/дм <sup>3</sup>	
	Ni	Cu	Ni	Cu	Ni	Cu	Ni	Cu
1 час	1,1±0,3	3,0±0,9	–	18,0±5,0	*	4,4±1,3	13,6±3,4	42,5± 12,8
сутки	–	2,3±0,7	–	14,1±	–	–	–	4,9±1,5
15 суток	–	*	*	43,0±12,0	–	*	*	*

Примечание: «–» – по каким-либо причинам не удалось измерить; «<<» – менее предела обнаружения; «\*» – получаемые результаты недостоверны.

Таким образом, по результатам эксперимента установлено, что ионы  $Ni^{2+}$  и  $Cu^{2+}$  могут поступать внутрь клетки, связываться с лиофильными и лиофобными клеточными компонентами. Так, уже в течение 1 часа ионы достигают внутриклеточного пространства, однако однозначной закономерности поглощения относительно природы и концентрации токсиканта в растворе не наблюдается. Через сутки экспозиции в некоторых вариантах концентрация ионов в лиофобной и лиофильной фракции клетки увеличивается. На 15-е сутки количество меди во внутриклеточном пространстве снижается настолько, что иногда не удаётся обнаружить её во время анализа. Количество ионов никеля тоже внутри клетки снижается, но в большинстве вариантов обнаруживается в лиофобной фракции. Остаётся нерешённой проблема получения достоверных результатов во фракции сорбированных на поверхности клеток ионов меди и никеля двухвалентных. Эту проблему предстоит решить в дальнейших исследованиях.

#### Литература

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

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.

### ВИДОВЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ АЛЬГО-ЦИАНО-МИКОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ В РАЙОНЕ КИЛЬМЕЗСКОГО ПОЛИГОНА ЗАХОРОНЕНИЯ ЯДОХИМИКАТОВ

*Г. И. Березин<sup>1</sup>, Л. В. Кондакова<sup>1,3</sup>, Е. В. Дабах<sup>1,2,3</sup>*

<sup>1</sup> *Вятский государственный гуманитарный университет,  
ecolab2@gmail.com*

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

<sup>3</sup> *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

Токсическое действие пестициды оказывают не только на целевые организмы. Их многолетнее применение показало, что они обладают глобальным действием, как на отдельные компоненты экосистем, так и на биосферу в целом. Наиболее же подверженной влиянию пестицидов является почва, «здоровье» которой определяется группировками микроорганизмов, обеспечивающими важнейшие функции синтеза и деструкции, круговорота биогенных элементов и др. Привнесение в почву пестицидов, являющихся чужеродными для неё соединениями, может приводить к перерождениям микробных комплексов. Именно микроорганизмам принадлежит ведущая роль в трансформации и биодеградации пестицидов, в ходе которых последние используются в качестве источников углерода, азота, фосфора и энергии.

Целью исследования было выявление специфики развития альго-циано-микологических комплексов в почве в районе Кильмезского захоронения ядохимикатов по видовым и количественным показателям.

На территории Кильмезского полигона захоронения ядохимикатов с целью оценки состояния окружающей среды было заложено 8 площадок мониторинга (ПМ): 1К–8К, определенных в рамках областной программы комплексного экологического мониторинга, который проводится с 2006 г. с участием сотрудников лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ. Почвы 1К и 3К – нарушенные, 5К и 8К – подзолистые. Это автоморфные почвы легкого гранулометрического состава. Площадка 1К заложена непосредственно на территории ядомогильника, площадки 5К и 3К находятся ниже по склону от объекта, площадка 8К (фон) с искусственными посадками сосны находится в 5 км от захоронения. Аллювиальные перегнойно-глеевые почвы (2К, 4К, 6К, 7К) приурочены к берегам водотоков реки Осиновка. Фоновая для гидроморфных почв площадка 2К расположена выше по течению реки Осиновка.

Анализ видового разнообразия выявил специфику альгоцианобактериальных группировок, сформировавшихся в различных типах почв на ПМ (рис. 1).

Так, в подзолистых песчаных почвах объекта выявлено 38 видов: Cyanophyta – 1 (2,6%), Chlorophyta – 28 (73,7%), Xanthophyta – 6 (15,8%), Eustigmatophyta – 2 (5,3%), Bacillariophyta – 1 (2,6%). На участке 1К, заложенном непосредственно на территории ядомогильника, из 13 выявленных видов водорослей 10 относятся к отделу Chlorophyta. Наибольшее число видов (29 видов) отмечено в варианте 5К (эродированный склон в 50 м от ядомогильника). Фоновый вариант 8К (лесной фитоценоз) имеет более низкое видовое разнообразие (19 видов).

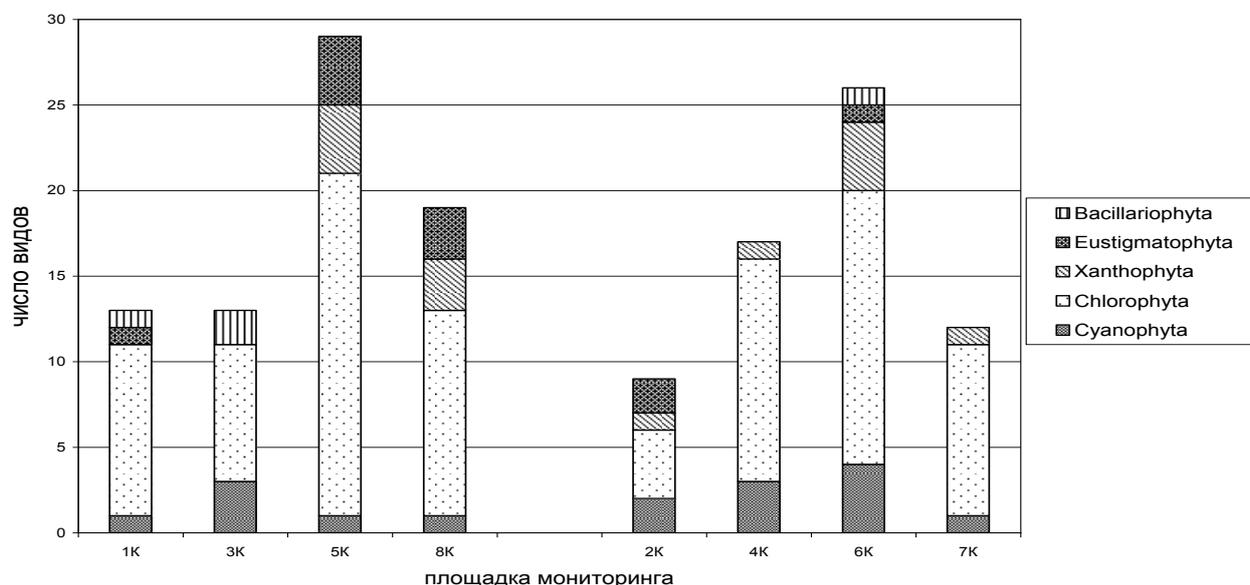


Рис. 1. Видовой состав водорослей и цианобактерий почв участков Кильмезского полигона захоронения ядохимикатов.

Примечание: почва участков 1К, 3К, 5К, 8К – подзолистая песчаная, участков 2К, 4К, 6К, 7К – аллювиальная перегнойно-глеевая

В аллювиальных перегнойно-глеевых почвах (участки 2К, 4К, 6К и 7К) выявлено 36 видов почвенных водорослей и ЦБ: Cyanophyta – 6 (16,7%), Chlorophyta – 21(58,3%), Xanthophyta – 6(16,7), Eustigmatophyta – 2(5,5%), Bacillariophyta – 1(2,8%). В фоновом для гидроморфных почв варианте (2К) видовое разнообразие оказалось ниже опытных участков (рис. 1). В гидроморфных почвах отмечены гидрофильные виды водорослей: *Oscillatoria agardhii*, *Chlorogonium leiostracum*, *Closterium pusillum*, *Cosmarium cucurbita*, *Lobomonas rostrata*.

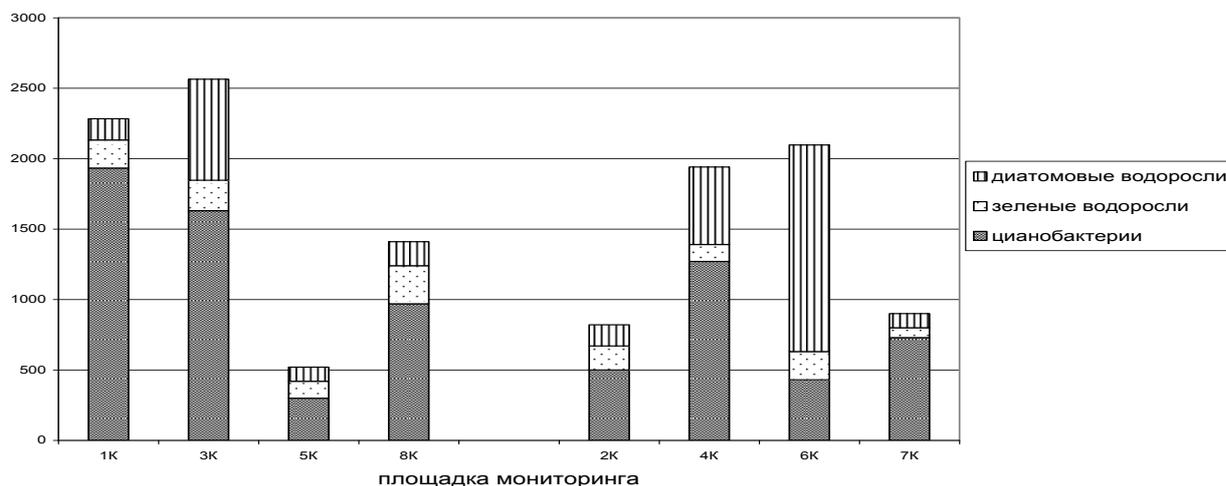


Рис. 2. Количественная характеристика фототрофных популяций (тыс. клеток/г почвы; по оси ординат)

Количественный учет водорослей и ЦБ на ПМ показал, что их численность колеблется в широких пределах: от 500 тыс. клеток/г почвы до 2500 тыс. клеток/г почвы (рис. 2).

Численность фототрофных микроорганизмов в почвах фоновых участков (2К, 8К) меньше, чем в загрязненных, исключение – участок 5К, где при наибольшем видовом разнообразии наблюдается наименьшая численность фототрофных микроорганизмов.

Кроме альгологического анализа, для биодиагностики состояния исследуемых почв был использован микологический анализ, основанный на определении соотношения в структуре популяций микоценозов форм с бесцветным и меланизированным мицелием (рис. 3).

Определение степени загрязнения почвы по соотношению микромицетов с окрашенным и бесцветным мицелием показало, что по данному показателю минимальный уровень загрязнения характерен для фоновых площадок, а максимальный – для участков 4К, 5К, 6К и 7К, где доля окрашенных форм мицелия составляет свыше 70%.

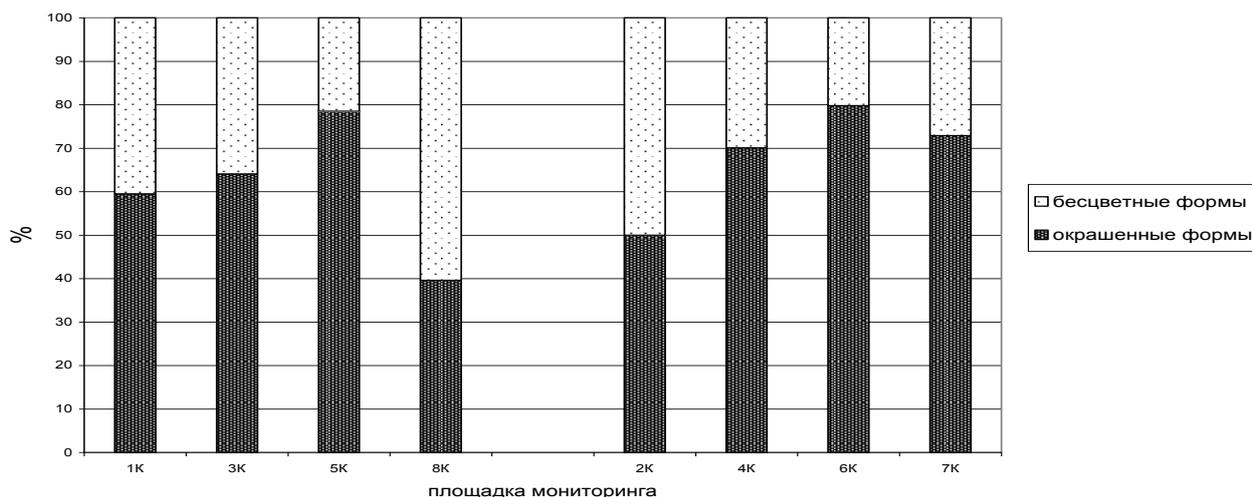


Рис. 3. Структура популяций микромицетов

Таким образом, на видовое обилие и количественные показатели фототрофных популяций площадок мониторинга оказывают влияние: тип почвы, водный режим почв, характер нарушенности территории, загрязнение. Загрязнение оказывает разное влияние на видовую и количественную структуру альгоценозов в зависимости от типа почвы. В аллювиальных перегнойно-глиевых почвах видовое разнообразие и количественное обилие на фоновом участке ниже, чем на загрязненных участках. Подобной закономерности в подзолистых песчаных почвах не наблюдается. Слабое развитие желтозеленых водорослей, чувствительных к техногенной нагрузке, указывает на нарушение естественной структуры альгосинузий. В загрязненных почвах (1К, 4К, 6К) по сравнению с контролем (2К, 8К) происходит увеличение численности фототрофов, в основном, за счет цианобатерий (цианофитизация фототрофных сообществ).

Анализ структуры популяций микромицетов позволил выделить наиболее загрязненные участки.

## ОСОБЕННОСТИ АЛЬГОФЛОРЫ ПОЧВ г. КИРОВА

*В. А. Ефремова<sup>1</sup>, Л. В. Кондакова<sup>1,2</sup>*

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

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

*VitalinaRose@gmail.com*

Высокие темпы процесса урбанизации вызывают необходимость изучения экологического состояния городской среды. Городские почвы – это антропогенно-изменённые почвы, имеющие поверхностный слой мощностью более 50 см, полученные перемешиванием, насыпанием, погребением или загрязнением материала урбаногенного происхождения (Герасимова и др., 2003). Водоросли и цианобактерии являются постоянными компонентами почвенных микробоценозов. Видовой состав альгофлоры используется в экологической оценке состояния почвенной среды (Штина, Голлербах, 1976). Изучение почвенных

водорослей и цианобактерий проводилось в ряде городов России. В течение ряда лет исследование альгофлоры проводится в г. Кирове (Кондакова, Домрачева, 2008; Зыкова и др., 2009; Домрачева, Кондакова, 2010; Ефремова и др., 2012 и др.).

В урбаноэмамах г. Кирова методом чашечных культур выявлено 123 вида и разновидности водорослей. По видовому разнообразию преобладают цианобактерии (43,1%). Это более чем в 1,5 раза выше видового разнообразия цианобактерий в почвах фоновой территории ГПЗ «Нургуш» (табл. 1). При этом в почвах города в 1,5–2 раза ниже фоновых экосистем разнообразие желтозеленых и эустигматофитовых водорослей.

Таблица 1

**Видовое разнообразие альгофлоры городских почв и ГПЗ «Нургуш»  
(1 – число видов, 2 – процент)**

Объект	Cyanophyta		Chlorophyta		Xanthophyta+Eustigmatophyta		Bacillariophyta		Всего
	1	2	1	2	1	2	1	2	
г. Киров	53	43,1	41	33,3	16	13,0	12	9,7	123*
ГПЗ «Нургуш»	27	26,7	44	43,6	24	23,8	6	5,9	101

\* – встретились представители других отделов

Анализ таксономического состава альгофлоры городских почв в сравнении с фоновой территорией показал значительные различия (табл. 2).

Таблица 2

**Таксономический состав альгофлоры г. Кирова (1) и ГПЗ «Нургуш» (2)**

Отдел	Число таксонов							
	Порядков		Семейств		Родов		Видов	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Cyanophyta	2	2	9	7	15	8	53	27
Chlorophyta	10	9	15	13	22	21	41	42
Xanthophyta	3	3	6	6	6	9	12	20
Eustigmatophyta	1	1	1	1	2	2	4	4
Bacillariophyta	3	2	5	4	7	5	12	16
Euglenophyta	1	–	1	–	1	–	1	–
Всего	20	17	37	30	53	45	123	99

«–» виды не выявлены

Коэффициент аридности (Cyanophyta/ Chlorophyta) для города 1,3, для фоновой территории – 0,64, что в 2 раза выше фоновой территории. Отношение Cyanophyta / Xanthophyta – 3,3 (город), фоновая территория – 1,13. Различия городских и фоновых почв проявляются в видовом составе группировок водорослей на уровне отделов, в составе доминирующего комплекса, специфических видах, экологической структуре.

По функциональности в городах дифференцируют следующие зоны: промышленную (территории сосредоточения различных промышленных объектов); селитебную (территория жилых домов, административных зданий, объектов культуры, просвещения и т.д.) и рекреационную (городские парки, окульту-

ренные человеком, т.е. приспособленные для массового отдыха, спорта, развлечения). Транспортные системы пересекают все функциональные зоны города.

Таблица 3

### Видовой состав альгофлоры функциональных зон г. Кирова

Отделы	Промыш- ленная зона	Транспорт- ная зона	Селитебная зона	Рекреацион- ная зона	Всего
Cyanophyta	32	26	31	22	53
Bacillariophyta	11	10	11	9	12
Xanthophyta	3	2	4	10	13
Eustigmatophyta	2	1	1	3	3
Chlorophyta	23	24	13	29	41
Euglenophyta	–	1	–	–	1
Всего	71	64	60	73	123

«←» виды не выявлены

По числу видов водорослей и цианобактерий все функциональные зоны г. Кирова имеют близкие значения (табл. 3). Наименьшее видовое разнообразие имеют представители отдела Xanthophyta.

Сравнительный анализ альгофлоры с использованием коэффициента Жаккара ( $K_j$ ) показывает достаточно высокое сходство альгофлоры городских почв и почв заповедника – 55% (табл. 4). Сравнение каждой из функциональной зон города с фоновой территорией даёт более низкие значения коэффициента Жаккара (34–36%). В рекреационной зоне данный показатель выше – 45,8%. Толерантность к антропогенной нагрузке проявляют *Phormidium autumnale*, *Ph. boryanum*, *Microcoleus vaginatus*, *Nostoc punctiforme*, *Hantzschia ampxiophys*, *Luticola mutica*, *Bracteacoccus minor*, *Chlamydomonas gloeogama*, *Chlorella vulgaris*, *Stichococcus minor*.

Таблица 4

### Коэффициенты Жаккара альгофлоры г. Кирова и ГПЗ «Нургуш»

Функциональ- ные зоны г. Кирова	ГПЗ «Нур- гуш»	Коэффициент Жаккара			
		Cyanophyta	Chlorophyta	Xantho- phyta+Eustigmatoph yta	Bacillari- ophyta
Промышленная зона г. Кирова	36,0	31,1	47,7	16	54,5
Транспортная зона г. Кирова	34,7	44,4	40,4	8,0	45,5
Селитебная зо- на г. Кирова	35,9	45	30,9	20,8	54,5
Рекреационная зона г. Кирова	45,8	28,9	51,1	58,3	50
г. Киров (всего)	55,0	40,4	62,7	60	50

Таким образом, видовой состав почвенных водорослей и цианобактерий отражает специфические условия городской среды. Для почв города характерно увеличение видового разнообразия цианобактерий (цианофитизация), уменьшение числа видов жёлтозелёных водорослей, индикаторов чистых почв. Срав-

нительный анализ альгофлоры фоновой и городской территории показал достаточно высокое сходство ( $K_j = 55\%$ ). Это позволяет предположить, что экологические условия почв г. Кирова не превышают пределы толерантности к антропогенной нагрузке для большинства видов фототрофов.

### Литература

Герасимова М. И., Строганова М. Н., Можарова Н. В., Прокофьева Т. В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Смоленск: Ойкумена, 2003. 368 с.

Домрачева Л. И., Кондакова Л. В. «Цветение» почвы: специфика в агро- и урбозкостемах // Водоросли и цианобактерии в природных и сельскохозяйственных экосистемах: Матер. междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 100-летию со дня рождения профессора Эмилии Адриановны Штиной. Киров: Вятская ГСХА, 2010. С. 99–107.

Ефремова В. А., Кондакова Л. В., Домрачева Л. И., Вечтомов Е. М. Специфика «цветения» почвы в техногенных зонах города (на примере г. Кирова) // Теоретическая и прикладная экология. 2012. № 2. С. 85–89.

Зыкова Ю. Н., Кондакова Л. В., Домрачева Л. И. Сравнительная характеристика поверхностных разрастаний микроорганизмов промышленной и парковой зон г. Кирова // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Сб. матер. VII Всерос. науч.-практ. конф. В 2 частях. Ч. 2. Киров: ООО «Лобань», 2009. С. 20–24.

Кондакова Л. В., Домрачева Л. И. Специфика поверхностных фототрофных группировок вблизи ТЭЦ-5 г. Кирова // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Сб. материалов VI Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием в 2 частях. Часть 1. Киров: О-Краткое, 2008. С. 189–191.

Штина Э. А., Голлербах М. М. Экология почвенных водорослей. М.: Наука, 1976. 143 с.

## ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАЗЕМНЫХ И ВОДНЫХ ЭПИФИТНЫХ ЦИАНОПРОКАРИОТ И ВОДОРΟΣЛЕЙ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*И. Е. Дубовик, М. Ю. Шарипова*  
*Башкирский государственный университет,*  
*dubovikie@mail.ru*

Известно, что цианопрокариоты и водоросли обладают высоким потенциалом диагностической информации. Быстрая реакция на изменение экологической ситуации, высокая чувствительность некоторых видов к различным токсикантам, а также способность их аккумулировать поллютанты делают эти организмы перспективными объектами для оценки уровней загрязнения.

Также большой интерес представляет изучение возможности использования наземных эпифитных цианопрокариотно-водорослевых ценозов (ЦВЦ) в целях экологического мониторинга. Отмечалось уменьшение видового разнообразия цианопрокариот и водорослей при загрязнении воздуха (Кузяхметов, Сальникова, 1995). Так, например, при изучении влияния полиметаллического загрязнения на эпифитные ЦВЦ установлено, что на загрязнённой территории выявлено 29 видов водорослей, а в фоновой зоне – 52 (Прошкина, 1997).

В то же время некоторыми исследователями отмечено высокое видовое разнообразие эпифитных ЦВЦ в экотопах слабой степени нарушенности, что

возможно, объясняется снижением роли типичных доминантов в водорослевых обрастаниях (Егорова, 2006).

Эпифитные цианопрокариоты и водоросли в водоемах служат естественным биофильтром между водосбором и водоемами (Костикова, 1989). Многие виды ЦВЦ неподвижны или малоподвижны и поэтому отчетливо реагируют на комплекс физико-химических факторов водной среды. Это дает возможность исследовать ответную реакцию ЦВЦ эпифитона на различные воздействия и использовать её для индикации антропогенного пресса на водные экосистемы (Никулина, 1976; Cattaneo, 1995; O'Connell et al, 1997). Известно, что сообщества обрастаний отражают средний уровень гидрологического и гидрохимического режима, преобладающего в данном водоеме (Комулайнен, 1999). Нам исследована возможность использования эпифитных ЦВЦ для биомониторинга.

Исследования эпифитных ЦВЦ водоемов на различных фитофорах проведены в реке Белая (в верхнем и среднем течении), Ай, ряде малых рек Южного Урала, Зауралья и Предуралья. В ходе исследования была выявлена богатая в таксономическом отношении флора ЦВЦ водных эпифитов, включающая 6 отделов: Bacillariophyta Chlorophyta, Цианопрокaryota, Xanthophyta, Euglenophyta и Chrysophyta. Наибольшим видовым богатством характеризовались диатомеи – 179 видов, составляющие 60% от общего количества видов. Порядки Raphales и Araphales доминировали по количеству видов: 143 (167 вместе с внутривидовыми таксонами) и 29 (40) соответственно. Ведущими родами среди диатомовых являлись *Navicula*, *Nitzschia*, *Cymbella*, *Fragilaria*, *Pinnularia*, *Synedra*, *Achnanthes*, включающие, соответственно 36 (44)\*, 26(28), 19(21), 11(13), 10(10), 9(14), 6(7) видов. Представители этого отдела доминировали в эпифитоне всех рек по количеству видов. Их доля составляла от 64 до 80% за исключением рек степной (река Таналык) и северо-восточной лесостепной зон (река Ай). Соответственно доля других ведущих отделов водорослей – зеленых и цианопрокариот составляла в целом по рекам 19% и 12%. А для рек Таналык и Ай соответственно 30–33% и 21–12%. Сравнение общего систематического списка цианопрокариот и водорослей эпифитона изученных водоемов со списком организмов-индикаторов сапробности позволил выявить 196 индикаторных организмов. Это составило 38,7% от общего видового состава цианопрокариот и водорослей. Среди них преобладали β-мезосапробные формы. Олигосапробы и 0–β-мезосапробы составляли 35%, ксеносапробы и олиго-ксеносапробы – 5,6%. 75% всех индикаторных видов относились к диатомовым водорослям, которые также наиболее разнообразно представлены β-мезосапробными формами. Помимо диатомовых водорослей заметный вклад в состав индикаторных форм вносили цианопрокариоты и водоросли отдела Chlorophyta (23 и 18 видов соответственно).

Показатели наиболее чистых вод были выявлены в верхних участках рек. В исследованных реках индексы сапробности варьировали от 1,1 до 2,14. Небольшие горные реки (Узян, Саргая, Басу) и верховья рек (Белая, Ай) содержат

---

\* здесь и далее в скобках указано число видов вместе с разновидностями

наиболее чистые воды. Коэффициент сапробности 1,1–1,4 и 1,52–1,7 соответственно. Таким образом, воды изученных рек относятся ко II и III классам чистоты (Баринава, Медведева, 1996).

Наземные эпифитные ЦВЦ изучали в рекреационных и промышленных зонах городов Южного Предуралья, вдоль автомагистралей и на территориях Особо Охраняемых Природных Территорий. Определяли видовой состав ЦВЦ, проводили его таксономический и экологический анализ. Рассматривали три уровня биоиндикации, которые обычно используются для альгомониторинга: организменный, популяционный, ценотический (Кабиров, 1993). Для изучения морфологии клеток водорослей использовали наиболее часто встречающихся представителей отдела Chlorophyta: *Desmococcus olivaceus*, *Trebouxia arboricola*, *Trentepohlia umbrina*. Нами не зафиксировано морфометрических и цитологических изменений клеток водорослей, обитающих в исследованных зонах.

Для индикационных целей на популяционном уровне проводили оценку состояния жизненной активности цианопрокариот и водорослей по регистрации интенсивности свечения хлорофилла с использованием люминесцентной микроскопии, учитывали соотношение живых и мертвых клеток. Живые клетки водорослей обнаружены во всех изученных образцах коры древесных растений различных зон городов, придорожных местообитаний, причем их процентное содержание в экологически чистой зоне, как правило, практически то же, что и в загрязненной выбросами автотранспорта.

В настоящее время таксономический список наземных эпифитных ЦВЦ включает 135 видов и внутривидовых таксонов цианопрокариот и водорослей, обитающих на коре деревьев. Ведущая роль принадлежит трём отделам: Chlorophyta (43,7% от общего числа видов), Cyanoprokaryota (31,1%) и Xanthophyta (14%), меньшее число видов в отделе Bacillariophyta (10,4%). Незначительно положение отдела Euglenophyta (0,8%).

Наибольшим числом таксонов представлены порядки *Chlorococcales* – 24 вида и разновидностей, *Oscillatoriales* – 20, *Nostocales* – 13, *Ulotrichales* – 10, *Chroococcales*, *Chlorosarcinales* – по 7 видов. Из зелёных водорослей богатством видов отличались 2 семейства (*Chlorococcaceae*, *Chlorellaceae*), из цианопрокариот ведущая позиция наблюдалась у 4 семейств (*Pseudanabaenaceae*, *Nostocaceae*, *Microcystaceae*, *Phormidiaceae*), из жёлтозелёных – семейство *Pleurochloridaceae*. В эпифитных ЦВЦ промышленных зон, вдоль автомагистралей при незначительном обеднении видового состава, не обнаружено существенных изменений в перестройке таксономической структуры, доминантном комплексе по сравнению с контролем. Таким образом, наземные эпифитные ЦВЦ использовать для биоиндикации нецелесообразно.

#### Литература

Баринава С. С., Медведева Л. А. Атлас водорослей-индикаторов сапробности (российский Дальний Восток). Владивосток: Дальнаука, 1996. 364 с.

Егорова И. Н. Эпифитная альгофлора Прибайкалья: видовое разнообразие и экологические особенности: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Улан-Удэ, 2006. 19 с.

- Кабилов Р. Р. Альгоиндикация с использованием почвенных водорослей // Альгология. 1993. Т. 3. № 3. С. 73–83.
- Комулайнен С. Ф. Формирование и функционирование фитоперифитона в реках. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1999. 50 с.
- Костикова Л. Е. Динамика перифитона Киевского водохранилища // Гидробиол. журн. 1989. Т. 25. № 2. С. 3–8.
- Кузяхметов Г. Г., Сальникова М. Н. Характеристика эпифитных водорослей зоны промышленного загрязнения г. Уфы // Актуальные проблемы экологии Башкортостана: Тезисы докл. Уфа, 1995. С. 45–47.
- Никулина В. Н. Опыт использования различных методов оценки степени загрязнения вод по альгофлоре // Методы биологического анализа пресных вод. Л., 1976. С. 38–58.
- Прошкина Е. А. Влияние тяжелых металлов на сообщества почвенных и эпифитных водорослей: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 1997. 19 с.
- Cattaneo A., Methot, G., Pinel-Alloul B., Niyonsenga T. & Lapierre L. Epiphyte size and taxonomy as biological indicators of ecological and toxicological factors in Lake St.-Francois (Quebec) // Environmental Pollution. 1995. 87. P. 357–372.
- O'Connell J.M., Reavie E. D., Smol J. P. Assemblent of water quality using epiphytic diatom assemblages on Cladophora from the St. Lawrence river(Canada) // Diatom research. 1997. V. 12. № 1. P. 55–70.

## ПОЧВЕННЫЕ ВОДОРΟΣЛИ РЕКРЕАЦИОННОЙ ЗОНЫ г. КИРОВА

*В. А. Ефремова<sup>1</sup>, Л. В. Кондакова<sup>1,2</sup>, А. А. Коробов<sup>1</sup>*  
*<sup>1</sup> Вятский государственный гуманитарный университет,*  
*VitalinaRose@gmail.com*  
*<sup>2</sup> Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

В современном мире в связи с ростом промышленного производства, высокими темпами процесса урбанизации, усиливающейся техногенной нагрузкой возрастает загрязнение окружающей среды. Рекреационные зоны существенно влияют на гигиенические условия города, в то же время представляют собой место ежедневного и периодического отдыха горожан. Соответственно, с ростом отдыхающих увеличивается и рекреационная нагрузка на экосистемы. В зонах отдыха основным фактором воздействия на окружающую среду является вытаптывание, в результате которого происходит уплотнение почвы, изменение её физических и химических свойств, биохимических и микробиологических процессов (Бганцова и др., 1987). Признанными индикаторами состояния почвенной среды являются водоросли. В литературе есть интересные данные о составе и распределении водорослей рекреационных зон г. Уфы и его окрестностей, Ижевска, Новосибирска, Красноярска и др. (Суханова, 1996; Сугачкова, 2000; Аксёнова, 2010; Артамонова, 2002; Трухницкая и др., 2008). Авторами отмечено, что для рекреационной зоны городов наибольшее видовое разнообразие характерно для представителей отделов Cyanophyta и Chlorophyta. Изучение альгофлоры г. Кирова начато в работах Л. И. Домрачевой, Л. В. Кондаковой, Ю. Н. Зыковой в монографии «Биологический мониторинг природно-техногенных систем» (2010); «Особенности урбоэкосистем подзоны южной

тайги Европейского Северо-Востока» (2012). Альгофлора рекреационной зоны г. Кирова продолжает изучаться (Кондакова, Висич, 2010).

*Цель исследования* – провести качественный и количественный анализ альгофлоры почв рекреационной зоны г. Кирова.

Объектом исследования являлись почвы Александровского сада, парка им. Ю. А. Гагарина, парка Победы, Дендрологического парка лесоводов Кировской области. Отбор проб на выявление видового состава почвенных водорослей проводился с глубины 0–5 см весной, летом и осенью 2008–2012 гг. Видовой состав водорослей определяли методом чашечных культур со стеклами обростания и микроскопирования свежевзятой почвы (Штина, Голлербах, 1976).

В рекреационной зоне г. Кирова обнаружено 82 вида почвенных водорослей, в том числе Cyanophyta – 28 видов (34%), Bacillariophyta – 9 видов (11%), Xanthophyta – 10 видов (12%), Eustigmatophyta – 3 вида (4%), Chlorophyta – 32 вида (39%). Основу альгофлоры составляют представители отделов Cyanophyta и Chlorophyta. Комплекс доминирующих видов разнообразен и включает представителей 3 отделов: Cyanophyta – *Leptolyngbya foveolarum*, *Microcoleus vaginatus*, *Phormidium autumnale*, *Ph. boryanum*, *Ph. formosum*, *Nostoc punctiforme*, *Cylindrospermum licheniforme*, *C. michailovskoense*; Bacillariophyta – *Hantzschia amphioxys*; Chlorophyta – *Chlamydomonas gloeogama*, *Bracteacoccus minor*, *Chlorella vulgaris*. Показатель степени аридности (соотношение Cyanophyta / Chlorophyta) для рекреационной зоны равен 0,9, что соответствует альгофлоре лесных и лесостепных почв.

Для того, чтобы получить наиболее полную информацию о закономерностях формирования альгогруппировок в условиях рекреационной нагрузки, проводили исследования на участках с древесной растительностью, полянах и тропинках (табл. 1). Отбор проб проводился осенью 2012 г. в Александровском саду, парке им. Ю. А. Гагарина, парке Победы. Во всех исследованных местообитаниях наблюдалось низкое видовое разнообразие почвенных водорослей (3–8 видов на пробу) при высокой общей численности клеток водорослей. Альгофлора открытых мест, по сравнению с другими типами местообитаний, оказалась богаче и разнообразнее, что позволяет определить данные местообитания как наиболее благоприятные для жизни и развития водорослей. В данном случае были встречены представители из всех четырёх отделов почвенных водорослей. Доминантами сообщества являлись диатомовые водоросли – *Hantzschia amphioxys*, *Nitzschia palea*, *Navicula pelliculosa* и жёлтозелёная водоросль *Xanthonema exile*. Следует отметить, что разнообразие диатомовых водорослей открытых мест намного выше, чем под посадками деревьев и на тропинках, так как диатомовые водоросли отличаются эфемерностью вегетации и предпочитают открытые, хорошо освещённые местообитания. Намного беднее оказались пробы под посадками деревьев. Здесь оказали своё влияние затенённость территории и режим влажности. Основу альгогруппировок составляли представители отдела Chlorophyta – *Chlorella vulgaris*, *C. minutissima*, *Pseudococcomyxa simplex*. На тропинках наиболее многочисленными оказались диатомеи, хорошо развивающиеся на нарушенных субстратах. В данном типе местообитания наиболее активно развивались *Nitzschia palea*, *Hantzschia amphioxys*, *Luti-*

*cola mutica*, *Pseudococcomyxa simplex*. Подобные тенденции наблюдались и у Н. П. Аксёновой (2010) при изучении рекреационной зоны г. Ижевска, а также у Н. В. Сухановой (1996) при изучении различных местообитаний рекреационной зоны г. Уфы и его окрестностей.

Таблица 1

**Таксономический состав альгофлоры парков  
г. Кирова в зависимости от экотопа**

Отделы	Александровский сад			парк им. Ю.А. Гагарина			Парк Победы			Всего
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Cyanophyta	0	0	0	2	0	0	1	0	0	3
Chlorophyta	3	3	1	2	2	1	3	3	0	8
Bacillariophyta	2	0	0	2	0	2	5	2	3	7
Xanthophyta	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2
Всего	6	3	1	7	2	3	10	5	3	20

Примечание: I – открытые участки, II – под посадками деревьев, III – тропинки.

Плотность популяций фототрофов открытых местообитаний составила  $1,7 \pm 0,4$  млн. клеток/г почвы (табл. 2), в том числе цианобактерий – 71%, диатомовых – 29%. Суммарная длина нитей микромицетов составила  $65,8 \pm 7,8$  м/г почвы, доминировали микромицеты с окрашенным мицелием (60%). Численность фототрофов в средних образцах почвы, отобранных под посадками деревьев, составила 0,2 млн. клеток/г. Суммарная длина нитей микромицетов составила  $38,1 \pm 6,7$  м/г почвы, в структуре популяций преобладали микромицеты с бесцветным мицелием (76%). Плотность популяций фототрофов в средних образцах почвы, отобранных на тропинках, составила  $2,6 \pm 0,6$  млн. клеток/г почвы. На долю гетероцистных цианобактерий пришлось 85% популяции, диатомовых – 15%. Суммарная длина нитей микромицетов составила  $24,7 \pm 3,6$  м/г почвы, доминировали микромицеты с окрашенным мицелием (71%).

Таблица 2

**Численность фототрофов и длина нитей микромицетов в почвах парков  
г. Кирова в зависимости от экотопа**

Биотоп	Численность клеток, млн. кл./г почвы			Длина нитей микромицетов, м/г почвы		
	Суано- phyta	Bacillariophyta	Всего	Бесцвет- ный мице- лий	Окрашен- ный мице- лий	Всего
Открытые участки	$1,2 \pm 0,3$	$0,5 \pm 0,1$	$1,7 \pm 0,4$	$26,3 \pm 2,9$	$39,5 \pm 4,9$	$65,8 \pm 7,8$
Почва под посадками деревьев	–	$0,2 \pm 0$	$0,2 \pm 0$	$28,8 \pm 3,6$	$9,3 \pm 3,1$	$38,1 \pm 6,7$
Тропинки	$2,2 \pm 0,5$	$0,4 \pm 0,1$	$2,6 \pm 0,6$	$7,2 \pm 1,8$	$17,5 \pm 1,8$	$24,7 \pm 3,6$

Таким образом, альгофлора парковых экосистем г. Кирова в изученных районах достаточно разнообразна и представлена 82 видами почвенных водо-

рослей. Основу альгофлоры составляют представители отделов Cyanophyta и Chlorophyta. Качественные и количественные показатели альгогруппировок различных местообитаний обусловлены освещённостью, режимом влажности, характером высшей растительности, степенью рекреационной нагрузки. Альгофлора открытых мест оказалась намного богаче и разнообразнее по сравнению с другими местообитаниями. Полученные результаты исследований могут служить основанием для дальнейшего мониторинга городских почв.

### Литература

- Аксёнова Н. П. Урбанофлора эдафотфильных водорослей и цианопрокариот г. Ижевска: Дис. ... канд. биол. наук. Ижевск, 2010. 222 с.
- Артамонова В. С. Микробиологические особенности антропогенно преобразованных почв Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 225 с.
- Бганцова В. А., Бганцов В. Н., Соколов Л. А. Влияние рекреационного лесопользования на почву // Природные аспекты рекреационного использования леса. М.: Наука, 1987. С. 70–94.
- Кондакова Л. В., Висич В. А. Флора почвенных водорослей г. Кирова // Водоросли и цианобактерии в природных и сельскохозяйственных экосистемах. 2010. С. 177–182.
- Сугачкова Е. В. Влияние рекреационной нагрузки на сообщества почвенных водорослей: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 2000. 19 с.
- Суханова Н. В. Почвенные водоросли городских экосистем: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 1996. 22 с.
- Трухницкая С. М., Чижевская М. В. Альгофлора рекреационных территорий Красноярской урбоэкосистемы. Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2008. 139 с.
- Штина Э. А., Голлербах М. М. Экология почвенных водорослей. М.: Наука, 1976. 143 с.

## ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ СОСТАВ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ АЛЬГОФЛОРЫ ПОЙМЕННЫХ БИОЦЕНОЗОВ ГПЗ «НУРГУШ»

*О. С. Пирогова<sup>1</sup>, Л. В. Кондакова<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> *Вятский государственный гуманитарный университет,  
kaf\_eco@vshu.kirov.ru*

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

Почвенные водоросли являются важным 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 августе 2010 и в октябре 2012 гг. в шести пойменных биоценозах заповедника, характеризующихся различными почвенно-растительными условиями: пойменный разнотравно-злаковый луг таволго-мятликово-костровый, пойменный злаково-разнотравный луг кострово-осоково-таволговый, липово-дубовый лес, дубовый лес, осиново-липовый

лес, ивовый лес. Отбор проб и изучение видового и количественного состава альгофлоры проводили в соответствии с требованиями микробиологических исследований (Штина, Голлербах, 1976; Домрачева, 2005).

Таблица

**Численность и доминирующие рода водорослей в почвах пойменных биоценозов ГПЗ «Нургуш»**

Фитоценоз	Тип почвы	Количество клеток (тыс. кл. на 1 г. почвы)			Доминанты
		Суанophyta	Bacillariophyta	Всего	
Липово-дубовый лес клевероснытево-костровый	Аллювиальная дерновая суглинистая на современном аллювии	–	28,6±4,8	28,6±4,8	Pinnularia, Hantzschia
Дубняк чинно-подмаренниково-снытево-клеверный	Аллювиальная дерновая суглинистая на современном аллювии	–	27,3±3,8	27,3±3,8	Pinnularia, Luticola
Ивняк горцево-двуклосточниково-осоковый	Аллювиальная дерновая	–	140,3±16,1	140,3±16,1	Pinnularia, Hantzschia, Nitzschia
Пойменный разнотравно-злаковый луг таволгомятlikово-костровый	Аллювиальная дерновая суглинистая	–	57,7±10,4	57,7±10,4	Pinnularia, Hantzschia
Осиново-липовый лес хвощово-будрово-снытевый	Аллювиальная дерновая суглинистая	391,7±82,3	54,1±7,5	445,8±89,8	Plectonema, Pinnularia, Hantzschia
Пойменный злаково-разнотравный луг кострово-осоково-таволговый	Аллювиальная дерновая среднесуглинистая	–	121,4±19,4	121,4±19,4	Pinnularia, Hantzschia, Nitzschia

Примечание: «–» обозначает, что данная группа фитотрофов при количественном учете не обнаружена

Альгофлора пойменных биоценозов богата в видовом отношении и представлена 87 видами, в том числе Суанophyta – 20, Chlorophyta – 38, Хantophyta – 19, Eustigmatophyta – 4, Bacillariophyta – 6. Наибольшее видовое разнообразие представлено зелеными и желтозелеными водорослями. Это согласуется с литературными данными о видовом составе водорослей лесных почв (Алексахина, Штина, 1984; Новаковская, Патова, 2012). Доминантами сообществ поймен-

ных разнотравно-злаковых лугов являлись: *Nostoc punctiforme*, *Phormidium autumnale*, *Chlamydomonas gloeogama*, *Pleurochloris pyrenoidosa*. *Eustigmatos magnus*, *Hantzschia amphioxys*, *Nitzschia palea*. Преобладают теневыносливые и требовательные к влажности виды и виды-убиквисты. В лесных пойменных фитоценозах видовой состав альгофлоры по сравнению с луговыми фитоценозами представлен меньшим числом видов (54 против 70). Преобладающими видами сообществ являлись *Plectonema boryanum*, *Chlamydomonas gloeogama*, *Bracteacoccus minor*, *Klebsormidium flaccidum*, *Xanthonema exile*. *Hantzschia amphioxys*, *Pinnularia sp.*

Количественный анализ альгофлоры почв изученных фитоценозов представлен в табл. кроме осиново-липового леса.

Основную численность клеток водорослей составляют диатомеи: от 27 до 140 тыс. клеток в 1 г воздушно-сухой почвы. В почве фитоценоза осиново-липового леса доминировали безгетероцистные цианобактерии – 392 тыс. кл/г почвы. Зеленые и желтозеленые водоросли в осенних пробах при прямом микроскопировании не были обнаружены. Массовое развитие диатомей в осенний период при благоприятной влажности – сезонное явление, наблюдаемое нами и отмеченное в литературе.

#### 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.

### ОТВЕТНАЯ РЕАКЦИЯ ПРИРОДНОГО СООБЩЕСТВА МИКРООРГАНИЗМОВ С ДОМИНИРОВАНИЕМ ЦИАНОБАКТЕРИЙ РОДА *PHORMIDIUM* НА ВЛИЯНИЕ СУЛЬФАТА НИКЕЛЯ

*М. С. Макарова*<sup>1</sup>, *А. И. Фокина*<sup>1</sup>, *Е. А. Горностаева*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Вятский государственный гуманитарный университет,*  
*www.marishka-27@mail.ru*

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

Проблема загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами (ТМ) широко распространена практически в каждом регионе РФ. В последнее время активно проводятся исследования активного ила, дрожжей, а также цианобактерий (ЦБ) как потенциальных биоремедиаторов объектов окружающей среды. Одним из направлений исследований является изучение особенностей отклика на воздействие токсикантов.

Целью работы было исследование ответной реакции почвенных ЦБ по отношению к сульфату двухвалентного никеля на клеточном и популяционном уровнях.

Объектом исследования было природное сообщество микроорганизмов с доминированием ЦБ рода *Phormidium*. Культуру помещали в растворы солей никеля (II) (в виде  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) с концентрацией ионов металла 2 и 20 мг/дм<sup>3</sup>, а также в растворы смеси сульфата никеля с сульфатом меди (II), где концентрация ионов меди (II) равна концентрации ионов никеля. Исследования проводили через час, сутки и две недели экспозиции культуры с растворами токсикантов. Определение интенсивности перекисного окисления липидов (ПОЛ) в культурах ЦБ проводили по цветной реакции тиобарбитуровой кислоты с малоновым диальдегидом (МДА), образующимся в процессе ПОЛ (Лукаткин, 2002). Феофитин и хлорофилл *a* определяли спектрометрическим методом (Standard procedure ..., 2000). Активность каталазы определяли газометрическим методом (Хазиев, 2005). Качественный состав полярных и неполярных соединений в культуральной жидкости определяли методом газовой хромато-масс-спектрометрии (Россинский, 2011). Морфология поверхности клеток была изучена с помощью электронного микроскопа JSM-6510 Scanning Electron Microscope (Дурнев, 2011). Остаточное содержание ионов никеля (II) в растворе определяли методом инверсионной вольтамперометрии (Сборник ..., 2004).

Ионы никеля усиливают каталазную активность. Через сутки после воздействия ионов  $\text{Ni}^{2+}$  каталазная активность увеличивается в 2,5 раза по сравнению с контролем (в контрольном варианте активность каталазы составляет  $0,15 \pm 0,07$  мл  $\text{O}_2$ /мин, при воздействии ионов никеля с концентрацией 20 мг/дм<sup>3</sup> –  $0,38 \pm 0,04$  мл  $\text{O}_2$ /мин, при воздействии смеси ионов никеля и меди –  $0,53 \pm 0,04$  мл  $\text{O}_2$ /мин. Данная зависимость может быть обусловлена «стимулирующим» влиянием на ЦБ токсикантов, результатом которого является усиление работы дыхательной системы. Такая ответная реакция организма – адаптация к возникшим экстремальным условиям, способ выжить за счёт мобилизации систем организма.

Через час после воздействия смеси ионов никеля и меди в концентрации 20 мг/дм<sup>3</sup> наблюдается увеличение концентрации МДА (продукта ПОЛ) в 2,5 раза (в контрольном варианте концентрация МДА составила 0,175 нмоль/мл, при воздействии смеси ионов содержание МДА возросло до 0,440 нмоль/мл). Через сутки концентрация МДА снижается в 1,2 раза по сравнению с контролем (содержание МДА в варианте контроль составляет 0,125 нмоль/мл, при воздействии смеси ионов – 0,150 моль/мл). Это говорит о том, что поллютанты инициируют процессы, вызывающие повреждение клеточных мембран и нарушение функционирования клеток. Через сутки происходит восстановление культуры, которое возможно, является результатом адаптации. Подтверждением того, что начинается адаптация культуры служит динамика содержания в клетках ЦБ хлорофилла *a* и феофитина. При воздействии токсикантов в течение часа, наибольшее влияние на количество хлорофилла *a* наблюдается в варианте со смесью ионов меди (II) и никеля (II). При воздействии на культуру ЦБ в течение часа смеси весь хлорофилл *a*, содержащийся в культуре заменяется фео-

фитином (в контрольном варианте хлорофилла *a* 3,25 мг/мл, феофитина не обнаружено, при воздействии смеси ионов никеля и меди хлорофилла *a* не обнаружено, а феофитина 3,5 мг/мл). Через сутки наблюдается обратная динамика, то есть, восстановление культуры (в контрольном варианте хлорофилла *a* 3,80 мг/мл, а феофитина не обнаружено, при воздействии смеси 2,5 мг/мл хлорофилла, 0,4 мг/мл феофетина) (Жмак и др., 2012).

Известно, что в детоксикации ТМ у ЦБ большую роль играют азот- и серосодержащие соединения. Поэтому был проведен анализ на содержание в фильтрате данных соединений. Через сутки практически во всех вариантах наблюдается увеличение доли азот и серосодержащих соединений по сравнению с контролем. Через 14 суток доля серосодержащих соединений уменьшается. При воздействии ионов никеля в течение суток уменьшается доля аминов, эфиров, увеличивается доля углеводов и спиртов. После экспозиции в течение 14 суток увеличивается содержание в фильтрате аминов, эфиров, кетонов. Кислоты и углеводороды отсутствуют. После воздействия смеси ионов через сутки увеличивается содержание аминов и кетонов. Уменьшается содержание эфиров и углеводов. Через 14 суток после воздействия смеси происходит увеличение доли аминов, эфиров, кетонов и спиртов. Кислоты и углеводороды в фильтрате не обнаружены (Фокина и др., 2012 а и б).

Исследование морфологии клеток ЦБ, не контактировавших с токсикантами, методом сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) показывает, что клеточная стенка ЦБ не разрушена. При воздействии ионов никеля на культуры ЦБ в течение суток наблюдается образование облакоподобных структур. Скорее всего, это картина разрыхляющихся слизистых чехлов. При воздействии токсикантов на культуры ЦБ в течение 21 суток наблюдается появление субъединиц, имеющих размер меньше клеток ЦБ. Данные растровой электронной микроскопии не только подтверждают данные СЗМ, но и позволяют получить дополнительную информацию об изменении морфологии клеток ЦБ. При контакте клеток ЦБ с ионом никеля (II) в концентрации 20 мг/л происходит полное разрушение слизистых чехлов ЦБ, что приводит к выходу части клеток бактерий-спутников на внешнюю поверхность биологического объекта, а другой части в культуральную жидкость (Фокина и др., 2012 б).

Никель из раствора смеси извлекается в меньшей степени, чем из индивидуального раствора (остаточное содержание ионов никеля через сутки при начальной концентрации 20 мг/дм<sup>3</sup> соответственно 0,78±0,01 мг/дм<sup>3</sup> и 0,13±0,05 мг/дм<sup>3</sup>). Данная зависимость может быть обусловлена тем, что медь извлекается в первую очередь. Оптимальное время контактирования для очистки суспензией культуры раствора до концентраций равных и менее ПДК (ПДК<sub>Ni</sub> = 0,1 мг/л) – 1 час. Уже через сутки происходит переход части сорбированных ионов обратно в раствор. Такой переход может быть связан с работой адаптационных систем и заключается в экскреции металла в окружающую среду.

Таким образом, исследование показало, что почвенные ЦБ дают существенный отклик на воздействие ТМ по физиолого-биохимическим показателям и на надклеточном уровне. Наряду с гибелью клеток появляются признаки

адаптации микроорганизмов, что очень важно при создании препаратов для биоремедиации.

### Литература

Дурнев Е. А. Электронная микроскопия: Методические указания к лабораторным работам. Киров.: Изд-во ВятГУ, 2011. 13 с.

Жмак М. С., Гребёнкина О. Н., Горностаева Е. А., Огородникова С. Ю. Физиолого-биохимический отклик и функциональные возможности почвенных цианобактерий в условиях химического стресса // Экология и природопользование: прикладные аспекты: Материалы II Всерос. конф. студентов, аспирантов, молодых учёных. Уфа, 2012. С. 84–87.

Лукаткин А. С. Холодное повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2002. 208 с.

Россинский А. П., Алалыкин А. А. Газовая хромато-масс-спектрометрия: Методическое пособие. Киров, 2011. 37 с.

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.

Фокина А. И., Жмак М. С., Гребёнкина О. Н., Горностаева Е. А., Огородникова С. Ю. Опыт многостороннего исследования функциональных возможностей почвенных цианобактерий // Адаптационные реакции живых систем на стрессорные воздействия: Материалы Всерос. молодёжной конф. Киров, 2012. б С. 106–111.

Фокина А. И., Гребёнкина О. Н., Горностаева Е. А., Макарова М. С. Влияние ионов никеля и меди на состав почвенных экзометаболитов почвенных цианобактерий // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Материалы X Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием. Киров, 2012 а. С. 212–215.

Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 2005. 252 с.

Standard procedure for the determination of chlorophyll *a* by spectroscopic methods. Institute of Marine Research. Norway. 25 p.

## ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТОВ МЕТИЛФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ И ЦИАНОБАКТЕРИЙ *NOSTOC MUSCORUM* НА АКТИВНОСТЬ ПЕРОКСИДАЗ И ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ СЕМЯН ПРИ ПРОРАСТАНИИ

*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;svetao\_05@mail.ru*

Химическое загрязнение окружающей среды затронуло все сферы обитания живых организмов. Многие поллютанты содержат в своем составе биогенные элементы, но структура веществ делает эти соединения недоступными для использования живыми организмами. К числу таких соединений относятся фосфорсодержащие органические вещества – метилфосфонаты.

Метилфосфонаты являются производными метилфосфоновой кислоты. Особое строение и свойства метилфосфоновой кислоты (МФК) – наличие малополярной фосфор-углеродной связи (С–Р-связи), устойчивой к химическому гидролизу, тепловому разрушению, фотолизу; близкие к фосфорной кислоте

константы диссоциации; биофильность, могут приводить к ее неоднозначному влиянию на биологические объекты (Кононова, 2002; Савельева, 2002).

Известно, что даже в малых концентрациях, МФК оказывает влияние на растения, почвенную микрофлору (Ашихмина, 2007; Огородникова, 2007), в целом имеет низкую токсичность для млекопитающих и водных организмов (Савельева, 2002). Класс опасности – 3.

Многочисленными исследованиями доказано, что цианобактерии (ЦБ) потенциально обладают большими адаптационными, биоремедиационными и антогонистическими способностями (Домрачева, 2005). Все эти свойства ЦБ представляют большой интерес для целей биоремедиации и разработки экспресс методов биодиагностики природных сред.

Цель данного исследования изучить влияние цианобактерий *Nostoc muscorum* и МФК на активность оксидоредуктаз (дегидрогеназы и пероксидазы) в семенах ячменя при прорастании.

Опыты проводили на семенах ячменя сорта Новичок. Культура ЦБ *N. muscorum* (Ag.) для исследования была взята из музея фототрофных микроорганизмов кафедры ботаники, физиологии растений и микробиологии им. Э. А. Штиной ВГСХА. Возраст культуры 6 месяцев. Титр –  $9,5 \cdot 10^6$ .

Семена ячменя в течение суток проращивали в чашках Петри в присутствии ЦБ, МФК, МФК+ЦБ, контроль – дистиллированная вода. Выполняли 3 серии опытов: семена проращивали в присутствии ЦБ (в чашку Петри добавляли 1 или 2 мл ЦБ); семена проращивали в присутствии МФК ( $1 \cdot 10^{-3}$  и  $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л); семена проращивали при совместном присутствии МФК и ЦБ (МФК  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л +1 мл ЦБ; МФК  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л +2 мл ЦБ; МФК  $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л +1 мл ЦБ; МФК  $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л +2 мл ЦБ). Опыты проводили в трехкратной повторности.

Изучали влияние МФК и ЦБ на жизнеспособность семян, которую оценивали по активности фермента дегидрогеназы, определяемого по восстановлению бесцветного тетразолий хлорида до окрашенного формазана (ГОСТ 12039-82). Активность пероксидазы в семенах определяли спектрофотометрически при длине волны 477 нм (Методы ..., 1987). Полученные данные обрабатывали с использованием стандартных статистических методов (Лакин, 1973).

Пероксидаза катализирует окисление различных веществ в присутствии перекиси водорода, которая действует как акцептор водорода и превращается в воду в ходе реакции. Данный фермент участвует в пусковых механизмах прорастания семян, инициируя реакции свободно-радикального окисления, которые через активацию перекисного окисления липидов могут способствовать возрастанию дыхательной процессов митохондрий.

ЦБ давно используются в сельском хозяйстве для обработки семян и оказывают на них фунгицидное, антибактериальное и ростстимулирующее действие (Трефилова, 2008).

Установлено, что в присутствии ЦБ в семенах ячменя в 2–5 раз по сравнению с водой происходит достоверное возрастание активности пероксидаз (рис.). Вероятно, ЦБ индуцируют накопление активных форм кислорода (на примере перекиси водорода) в семенах при их прорастании, запуская процессы окисления.

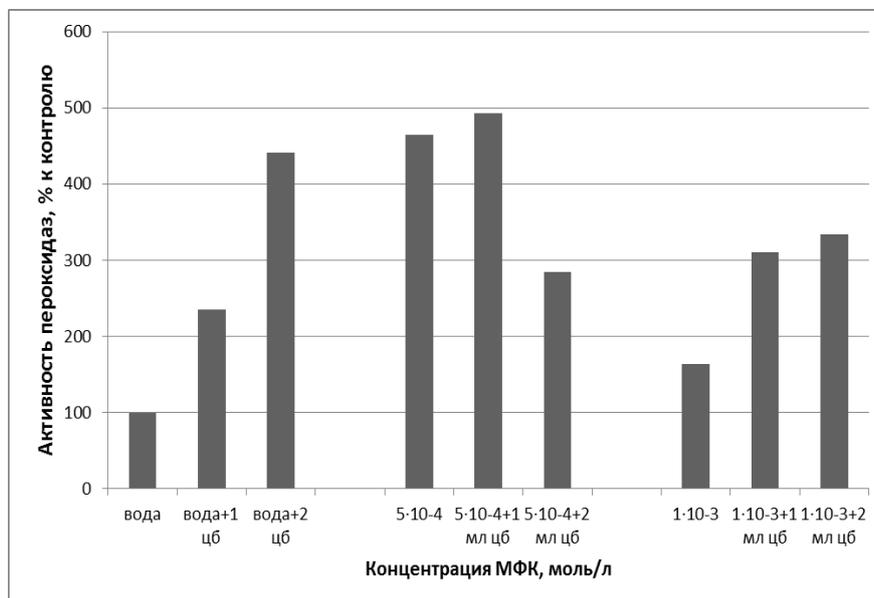


Рис. Влияние метилфосфоновой кислоты и цианобактерий (*N. muscorum*) на активность пероксидаз в семенах ячменя

Проращивание семян на растворе МФК  $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л приводило к значительному – в 4,5 раза увеличению активности пероксидаз в семенах ячменя. Добавка ЦБ в небольших количествах (1 мл) к раствору МФК ( $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л) инициировала возрастание активности фермента еще на 30% от контроля (воды). Присутствие в растворе с МФК  $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л повышенного содержания ЦБ (2 мл), напротив, несколько снижало активность пероксидаз в семенах.

МФК  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л так же вызывала активацию пероксидаз в семенах ячменя (на 63% выше контрольного уровня), что свидетельствует об активации окислительных процессов и накоплении активных форм кислорода. Добавка в среду выращивания ЦБ в небольшом количестве (1 мл) приводила к достоверному увеличению активности пероксидаз (еще в 1,5 раза), повышенные количества ЦБ (2 мл) так же вызывали усиление пероксидазной активности.

Установлено, что МФК, ЦБ и их совместное присутствие не оказывали достоверного изменения жизнеспособности семян, которую оценивали по активности дегидрогеназ (табл.).

Однако выявлена тенденция снижения жизнеспособности семян (активности дегидрогеназ) при действии МФК высокой концентрации  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л, по сравнению с влиянием МФК меньшей концентрации  $1 \cdot 10^{-4}$  моль/л. Кроме того, отмечено возрастание активности дегидрогеназ в семенах при совместном действии МФК и ЦБ. Наибольший стимулирующий эффект вызывала добавка 1 мл ЦБ к раствору токсиканта малой концентрации и контролю. Добавка в среду выращивания с МФК большего количества ЦБ (2 мл), напротив, была ме-

нее эффективна. При совместном действии МФК малой концентрации и большой добавки ЦБ (2 мл) активность дегидрогеназ (жизнеспособность семян) была на уровне контроля.

Таблица

**Влияние метилфосфоновой кислоты и цианобактерий (*Nostoc muscorum*) на жизнеспособность семян ячменя**

Вариант опыта	Вода			МФК, $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л			МФК, $5 \cdot 10^{-3}$ моль/л		
	вода	вода+1 мл ЦБ	вода+2 мл ЦБ	МФК	МФК + 1 мл ЦБ	МФК + 2 мл ЦБ	МФК	МФК + 1 мл ЦБ	МФК + 2 мл ЦБ
Количество жизнеспособных семян, % к контролю	100,0	106,9	104,6	108,0	110,7	100,0	102,3	100,8	106,9

Известно, что МФК в высокой концентрации  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л вызывает активную окислительную деструкцию мембран клеток ЦБ, что проявляется в двукратном росте уровня продуктов перекисного окисления липидов в культуре *N. muscorum*. МФК при малой концентрации ( $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л) не оказывает негативного влияния на данную культуру ЦБ (Коваль, Огородникова, 2012). Вероятно, при проращивании семян в присутствии МФК ( $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л)+ЦБ происходит угнетение процессов жизнедеятельности культуры ЦБ, что проявляется в снижении ростстимулирующего и протекторного действия ЦБ на семена ячменя. Тем не менее, добавка ЦБ к МФК ( $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л) снижала фитотоксическое действие МФК, в вариантах МФК+ЦБ активности пероксидаз была выше, чем в варианте без добавки ЦБ.

В опытах с МФК ( $1 \cdot 10^{-4}$  моль/л) добавка *N. muscorum* также вызывала снижение фитотоксичности МФК, отмечали стимуляцию окислительных процессов, которые в первые сутки проращивания свидетельствуют об активизации биохимических процессов, дыхания и роста. Добавка 1 мл ЦБ к МФК ( $1 \cdot 10^{-4}$  моль/л) при проращивании семян наиболее эффективна, что отмечали в стимуляции активности пероксидаз и жизнеспособности. Снижение фитотоксического действия МФК в присутствии ЦБ может быть связано с поглощением, переводом в связанную форму и/или биодеградацией поллютанта клетками ЦБ или бактериями спутниками. Данное предположение требует дальнейших исследований.

Выявленные особенности совместного действия МФК и ЦБ на семена ячменя при проращивании могут быть использованы при разработке методов снижения фитотоксичности природных сред, загрязненных метилфосфонатами.

#### Литература

Ашихмина Т. Я., Кондакова Л. В., Домрачева Л. И., Огородникова С. Ю. Метилфосфоновая кислота как регулятор биологических процессов в экологических системах: действие на микроорганизмы, ферментативную активность, и высшие растения // Теоретическая и прикладная экология, 2007. № 2. С. 78–87.

ГОСТ 12039-82. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения жизнеспособности.

Домрачева Л. И. Цветение» почвы и закономерности его развития. Сыктывкар. 2005. 336 с.

Коваль Е. В., Огородникова С. Ю. Эффекты метилфосфоновой кислоты на содержание хлорофилла а и интенсивность процессов перекисного окисления липидов в альгологически чистых культурах цианобактерий // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем. Материалы X Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участ. Книга 1. Киров: Лобань, 2012. С. 188–192.

Кононова С. В., Несмеянова М. А. Фосфонаты и их деградация микроорганизмами // Биохимия, 2002. Т. 67. Вып. 2 С. 220–233.

Методы биохимического исследования растений / Под ред. А. И. Ермакова. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.

Огородникова С. Ю., Головкин Т. К., Ашихмина Т. Я. Реакции растений на фосфорорганический ксенобиотик – метилфосфоновую кислоту // Доклад на заседании президиума Коми научного центра УрО РАН. Сыктывкар, 2004. 23 с.

Савельева Е. И., Зенкевич И. Г., Кузнецова Т. А., Радилов А. С., Пшеничная Г. В. Исследование продуктов превращений фосфорорганических отравляющих веществ методом газовой хроматографии – масс-спектрометрии // Российский химический журнал, 2002. Т. XLVI, № 6. С. 82–91.

Трефилова Л. В. Использование цианобактерий в агробиотехнологии: Автореф. ... канд. биол. наук. Саратов, 2008.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ ПЕРИФИТОНА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛИТОРАЛЬНЫХ ЗОН ВОДОЁМОВ ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РЕКРЕАЦИИ**

*М. В. Колченко, Д. Н. Судницына*

*Псковское отделение ФГБНУ «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства»,  
pskovniorkh01@list.ru*

Использование озер для рекреационных целей, проводимые работы по благоустройству прибрежных территорий, приводят к нарушению местообитаний сложившихся биоценозов гидробионтов литоральной зоны и способствуют их загрязнению.

Нами в течение 2010–2012 гг. методами биоиндикации изучалось экологическое состояние двух прибрежных акваторий, используемых для целей рекреации: одна на юго-западном берегу Псковского озера (южная часть Псковско-Чудского водоёма), вторая – на восточном побережье озера Урицкого, расположенного на юге Псковской области. Озера ледникового происхождения, сравнительно мелководные (средняя глубина Псковского озера – 3,8 м, Урицкого – 4 м), по ионному составу относятся к гидрокарбонатно-кальциевому типу, группе кальция. По уровню трофии оз. Псковское является гиперэвтрофным (Псковско-Чудское..., 2012), оз. Урицкое – мезотрофным (Лесненко, Абросов, 1973).

В качестве биоиндикатора нами использовались водоросли перифитона, т. к. благодаря приуроченности к субстрату и особенностям физиологических свойств, они способны индицировать не только краткосрочные, но и длительные воздействия на водоём (Комулайнен, 2007).

Для изучения фитоперифитона были изготовлены специальные установки, в которых субстратом для водорослей являлось органическое стекло. Материал собирали в литоральной зоне озёр на 3-х станциях: одна на освобожденном от высшей водной растительности участке (ст. № 2), две другие (ст. № 1 и № 3) с двух сторон от неё на расстоянии 200–300 м перед зарослями тростника. Стёкла опускали в мае на глубину 0,70–1,00 м и дважды вынимали: во второй половине июля и в конце сентября – октябре. Обработку материала и определение видов проводили по общепринятой методике (Руководство..., 1992)

Оценку состояния исследованных участков озёр по индикаторным организмам проводили по методу Пантле-Бука в модификации Сладечека (Sládeček, 1973). Использовали списки организмов – индикаторов сапробности, приведенные в руководстве «Унифицированные методы исследования качества вод» (1977), а также др. источниках (Баринова и др., 2006 и др.)

Состав фитоперифитона исследованных акваторий различался по числу видов, но был довольно сходным по таксономическому составу (табл.)

Таблица

#### Таксономическая структура фитоперифитона исследованных акваторий

Отделы	Псковское		Урицкое	
	абс. число	%	абс. число	%
Цианопрокариоты	28	17.9	11	12.4
Euglenophyta	2	1.3	6	6.7
Chrysophyta	-		1	1.1
Xanthophyta	2	1.3	-	-
Dinophyta	1	0.6	-	-
Bacillariophyta	77	49.4	54	60.7
Chlorophyta	46	29.5	17	19.1
Итого	<b>156</b>	<b>100</b>	<b>89</b>	<b>100</b>

Преобладали в составе фитоперифитона диатомовые водоросли (*Bacillariophyta*). Наибольшим видовым разнообразием выделялись роды: *Cymbella* – 4 (Псковское оз.) и 8 (Урицкое), *Gomphonema* – 5 и 8, *Navicula* и *Nitzschia* по 5 видов, соответственно.

Второе место по числу видов занимали зелёные водоросли. Кроме прикреплённых нитчатых форм (из улотриксковых, эдогониевых, зигнемовых), разнообразием выделялись планктонные хлорококковые (роды *Scenedesmus* (6 и 4) и *Pediastrum* (5 и 3), а также десмидиевые, особенно род *Cosmarium* – 4 и 5 видов, соответственно.

Синезелёные водоросли (цианопрокарियोты) были представлены видами, вызывающими «цветение» воды (*Microcystis*, *Aphanocapsa* и др.). В отдельные годы, особенно на ст. № 2, значительную роль играли нитчатые формы из родов *Oscillatoria* (*Phormidium*) и *Lyngbya*.

Остальные отделы в перифитоне исследованных акваторий были представлены 1–2 видами, кроме эвгленовых водорослей, которых в 2010 г. в оз. Урицком насчитывалось 6 таксонов (виды *Trachelomonas*, *Euglena*, *Phacus*).

Состав массовых видов различался по сезонам и годам. Из постоянных выделялись только диатомовые водоросли: *Cocconeis pediculus* Ehr., *Encyonema prostratum* (Berk.) Kütz., *Rhoicosphenia abbreviata* (Ag.) Lange-Bert. – в Псковском озере, *Epithemia argus* (Ehr.) Kütz., *Rhopalodia gibba* (Ehr.) O. Müll., *Encyonema prostratum* (Berk.) Kütz – в Урицком.

Число видов по станциям и по годам варьировало в широких пределах, особенно на акватории Псковского озера: от 18 до 55. В течение всего периода наблюдений число видов на станции № 2 (расположенной на участке, лишённой растительности), было минимальным. На акватории Урицкого озера колебания видов по станциям было незначительным: 33–55, разнообразие водорослей на станции № 2 отличалось от других только по содержанию эвгленовых (2010 г.) и сине-зелёных водорослей (2012 г.).

В составе фитоперифитона исследованных акваторий более половины обнаруженных видов являются индикаторами органического загрязнения. Максимальный процент видов приходится на группу  $\beta$ -мезосапробов (62 и 63%).

Значения индексов сапробности по станциям колебались в незначительных пределах: в Псковском озере от 2,00 до 2,37, оз. Урицком – 1,73–2,19 и соответствовали  $\beta$ -мезосапробной зоне самоочищения. В мезотрофном Урицком озере индексы сапробности ниже, чем в гиперэвтрофном Псковском.

В связи с тем, что на станциях, приближенных к источнику загрязнения, состав водорослей и индексы сапробности в течение всего периода наблюдений отличались от условно фоновых, можно считать, что проведённые работы по благоустройству прибрежной территории и рекреационная нагрузка на акваторию оказывают негативное влияние на структуру сообществ литоральной зоны. Степень влияния рекреации на сообщества гидробионтов во многом зависит от уровня трофии водоёма.

Согласно комплексной экологической классификации качества поверхностных вод суши (Шитиков и др., 2005), исследованные акватории озёр, используемые для целей рекреации, в настоящее время можно считать умеренно загрязнёнными (III класс качества воды). С позиций концепции экологических модификаций (Абакумов, 1991) их экологическое состояние определяется как антропогенное напряжение с элементами экологического регресса. Следовательно, необходим регулярный контроль состояния экосистем водоемов и разработка на основе этих данных рациональных норм рекреационной нагрузки.

#### Литература

Абакумов В. А. Экологические модификации и развитие биоценозов // Экологические модификации и критерии экологического нормирования. Труды международного симпозиума. Л., 1991. С. 18–40.

Баринова С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В. Биоразнообразие водорослей – индикаторов окружающей среды. Тель-Авив. 2006. 498 с.

Комулайнен С. Ф. Использование фитоперифитона при диагностике состояния речных экосистем // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем. Сб. матер. международной конференции. СПб., 2007. С. 124–128.

Лесненко В. К., Абросов В. Н. Озёра Псковской области. Псков. 1973. 176 с.

Псковско-Чудское озеро. Тарту. 2012. 490 с.

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб., 1992. 318 с.

Унифицированные методы исследования качества вод. М.: СЭВ, 1977. 176 с.

Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология. М., 2005. 281 с.

Sladeček V. System of water quality from biological point of view // Arch. Hydrobiol. 1973. Bd. 7. N. 7. S. 808–816.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИОНОВ МЕДИ (II) НА ПОЧВЕННЫЕ ЦИАНОБАКТЕРИИ

**О. Н. Гребёнкина<sup>1</sup>, А. И. Фокина<sup>1</sup>, Е. А. Горностаева<sup>2</sup>,  
С. Ю. Огородникова<sup>1,3</sup>, А. Н. Васильева<sup>1</sup>**

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

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

<sup>3</sup> Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,  
g\_lentochka@mail.ru

Способность микроорганизмов связывать различные поллютанты является основой для использования их в качестве биосорбентов. Перспективными объектами для исследования в этом направлении являются цианобактерии (ЦБ), обладающие высокой скоростью наращивания биомассы и устойчивостью к различным загрязняющим веществам. Для создания полной картины происходящих процессов необходимо отслеживать не только изменение концентрации токсикантов в растворе, но и изменение физиолого-биохимических показателей, таких как каталазная активность, содержание хлорофилла в клетках, перекисное окисление липидов и т. д.

Поэтому целью данной работы явилось изучение влияния ионов меди (II) на почвенные биоплёнки с доминированием ЦБ рода *Phormidium* и возможность использования их для очистки промышленных сточных вод с высоким содержанием растворимых соединений меди.

Объекты и методы исследования. В работе использованы плёнки с доминированием ЦБ рода *Phormidium*, отобранные с поверхности дерново-подзолистой почвы на территории Учхоза ВГСХА и предварительно выращенные в течение двух месяцев на среде Громова № 6 без азота. В качестве поллютанта использована медь в виде медного купороса ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) в концентрации по иону меди (II) 20 мг/л. Исследования культуры и культуральной жидкости проводили через 1 час и через сутки контакта с ионами-поллютантами. Контролем служила культура, помещенная в дистиллированную воду.

Все определяемые показатели можно разделить на три группы: показатели устойчивости (каталазная активность, интенсивность перекисного окисления

липидов, содержание феофитина и хлорофилла а в культуре, морфология поверхности клеток); показатели способности ЦБ снижать концентрацию токсикантов в растворе (содержание токсиканта в растворе после контакта с культурой) и показатели, характеризующие одновременно и устойчивость и способность клеток ЦБ к снижению концентрации токсиканта (количество и качество метаболитов, образующихся в ответ на действие токсикантов, часть из которых отвечает за связывание металлов).

Каталазную активность определяли газометрическим методом в модификации для ЦБ. Интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) в культурах ЦБ анализировали по цветной реакции тиобарбитуровой кислоты с малоновым диальдегидом (МДА), образующимся в процессе ПОЛ. За основу была взята методика определения ПОЛ в растительных тканях в нашей модификации. Феофитин и хлорофилл а определяли спектрометрическим методом по монохроматической методике. Морфология поверхности клеток была изучена с помощью электронного микроскопа JSM-6510 Scanning Electron Microscope. Остаточное содержание ионов меди (II) в растворе определяли методом инверсионной вольтамперометрии на приборе Экотест-ВА с датчиком «Модуль ЕМ-04». Качественный состав органических соединений в культуральной жидкости после воздействия токсикантов определяли методом газовой хромато-масс-спектрометрии на хромато-масс-спектрометре GCMS-QP2010 Plus.

Исследования показали, что ионы меди (II) усиливают каталазную активность ЦБ: через сутки она в несколько раз выше, чем при часовом воздействии. Это можно объяснить усилением работы дыхательной системы, что является своеобразной защитной реакцией организмов на воздействие стрессовых факторов, механизмом их адаптации к экстремальным условиям.

Ионы металла также вызывают уменьшение количества хлорофилла а – необходимой составной части фотосинтезирующей системы, что ведёт к значительному снижению фотосинтетической способности ЦБ и как следствие – их роста (рис. 1). При этом возрастает количество феофитина (рис. 1), появление которого свидетельствует о разрушении хлорофилла, подавлении функционирования культуры ЦБ.

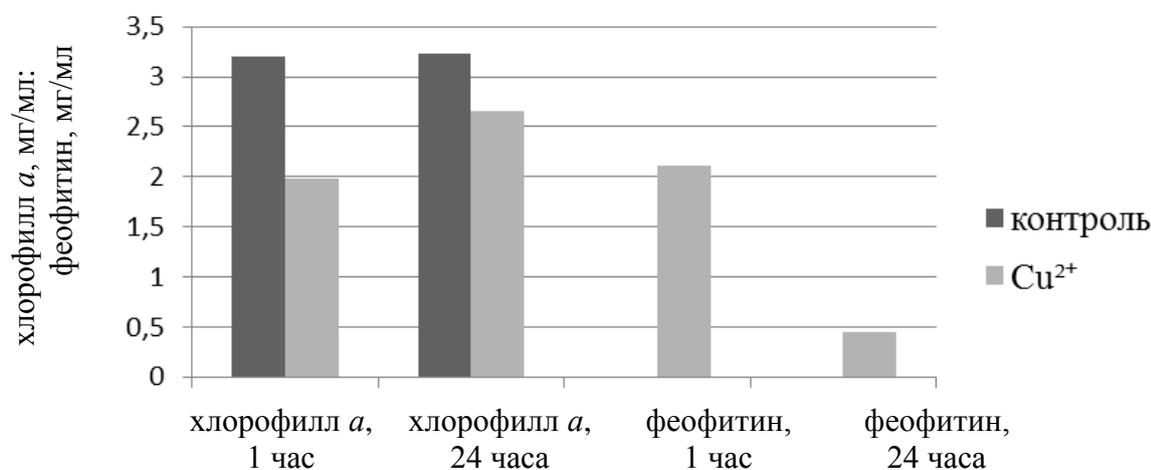


Рис. 1. Влияние ионов меди (II) на содержание феофитина и хлорофилла а в культуре ЦБ при воздействии в течение 1 часа и суток

Одновременно с увеличением каталазной активности и количества феофитина через 1 час контакта усиливается ПОЛ (рис. 2), что связано с инициированием поллютантом процессов, вызывающих повреждение клеточных мембран и нарушение функционирования клеток. В дальнейшем интенсивность ПОЛ и содержание феофитина снижается, а содержание хлорофилла *a* возрастает, что свидетельствует об адаптации культуры к действию тяжелого металла.

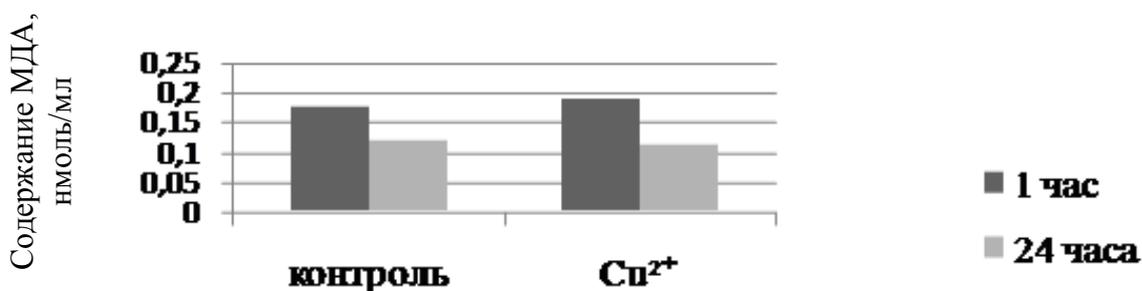


Рис. 2. Влияние ионов меди (II) на накопление малонового диальдегида (МДА) в культуре ЦБ при разной длительности воздействия

Изучение влияния условий контакта культуры ЦБ с ионами меди и никеля на эффективность очистки растворов от токсикантов показало, что большей способностью снижать концентрацию поллютантов обладают ЦБ в виде гомогената в количестве 0,031 г/100 мл раствора с продолжительностью контакта 1 час (на 99%). Однако через сутки происходит увеличение концентрации металла в растворе (рис. 3).

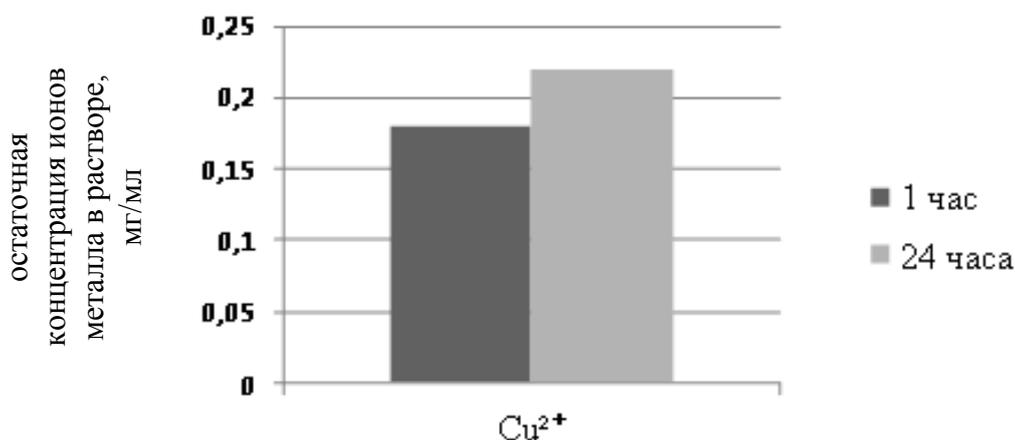


Рис. 3. Остаточное содержание ионов меди (II) в растворе при различной продолжительности контакта

Это может быть вызвано двумя причинами. С одной стороны, культура адаптируется и выбрасывает часть ионов, поступивших в первое время, из клетки в окружающую среду. Во-вторых, повышение содержания металла в растворе может быть вызвано разрушением клеточных стенок микроорганизмов и, как следствие, выходом ионов в раствор.

Таким образом, исследования отклика комплекса почвенных ЦБ с доминированием *Phormidium* показали, что в растворе соли меди с концентрацией по иону металла 20 мг/дм<sup>3</sup> биопленка даёт существенный отклик по всем определяемым показателям. Выявлена высокая способность биопленки к снижению концентрации тяжелых металлов в растворе, что является основой для создания биосорбента. Кроме того, биопленка ЦБ показывает сильный физиолого-биохимический отклик, что является основой для создания биотестера.

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУТАТИОНА В ЦИАНОБАКТЕРИЯХ МЕТОДОМ ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ

*Е. И. Лялина, А. Н. Гудина, А. И. Фокина*  
*Вятский государственный гуманитарный университет,*  
*lyalina.ekaterina@inbox.ru*

Многие патологические состояния живых организмов связаны с процессами перекисного окисления липидов (ПОЛ). ПОЛ приводит к нарушению структурных и функциональных свойств живой клетки. Для защиты от избыточной интенсивности ПОЛ в организме существует антиоксидантная защитная система (АОС). Важным компонентом этой системы является глутатион-зависимое звено, включающее биологически активный тиол – глутатион (GSH). Самой активной функциональной группой молекулы является тиоловая (сульфгидрильная) SH-группа, за счет которой GSH принимает активное участие во многих окислительно-восстановительных процессах. Помимо выше указанных свойств, глутатион эффективно взаимодействует с ионами металлов переменной валентности, защищая клетки от токсичного действия ионов тяжелых металлов (Cd<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>). Не исключение в этом плане и цианобактерии (ЦБ). При действии на них ионов ТМ процессы ПОЛ усиливаются (Жмак и др., 2012). К сожалению, нет чувствительной и экономичной методики определения глутатиона в культурах ЦБ. Для определения GSH в биологических растворах применяют различные методы. Классический метод основан на реакциях образования окрашенных продуктов по реакции Элмана (Ellman, 1959). Так же известны более современные методы определения GSH: хроматографические и масс-спектрофотометрические. Достаточно хорошо распространены электрохимические методы определения GSH (Будников и др., 2004). Однако, задача чувствительного, точного определения глутатиона в биологических объектах с использованием недорогого оборудования, является до сих пор актуальной.

Целью работы была апробация и корректировка методики определения глутатиона и последующим подбором условий для определения с её помощью количества глутатиона в клетках цианобактерий.

Объектом исследования стала методика определения глутатиона.

Методы исследования. За основу взята методика, разработанная для инверсионного вольтамперметра (ИВА) марки ТА-2 с ртутно-плёночным электродом. Принцип анализа по этой методике заключается в том, что молекулы глутатиона образуют комплексные соединения с ионами ртути двухвалентной, об-

разованные соединения прикрепляются к ртутной пленке на электроде за счет иона двухвалентной ртути. При подаче напряжения происходит окисление глутатиона и прибор регистрирует катодный ток. Обязательным условием является наличие иона комплексообразователя для глутатиона ( $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  и т. д.), так как молекула глутатиона сама по себе электрохимически неактивна (Короткова и др., 2010; Дорожко и др., 2010).

Работу проводили на базе экоаналитической лаборатории ВятГГУ, использовали ИВА марки «Экотест-ВА» с датчиком «Модуль ЕМ-04». В комплект к прибору входит углеситалловый электрод, слой металлической ртути на поверхность электрода наносится электрохимически из раствора, содержащего нитрат ртути (II), в этот же раствор вводится добавка глутатиона известной концентрации. Условия проведения анализа частично взяты из методики для определения глутатиона на приборе марки ТА-2, это интервал потенциалов в котором будет проходить определение глутатиона – от 0 мВ до –800 мВ. Остальные необходимые параметры подбирали экспериментально, в соответствии со спецификой имеющегося анализатора: время накопления 300 сек, напряжение накопления 50 мВ, время очистки 0 сек. Катодный пик регистрировали в диапазоне потенциалов от –150 мВ до –300 мВ. Наблюдали линейную зависимость площади пика на вольтамперограмме от концентрации глутатиона в растворе (рис.).

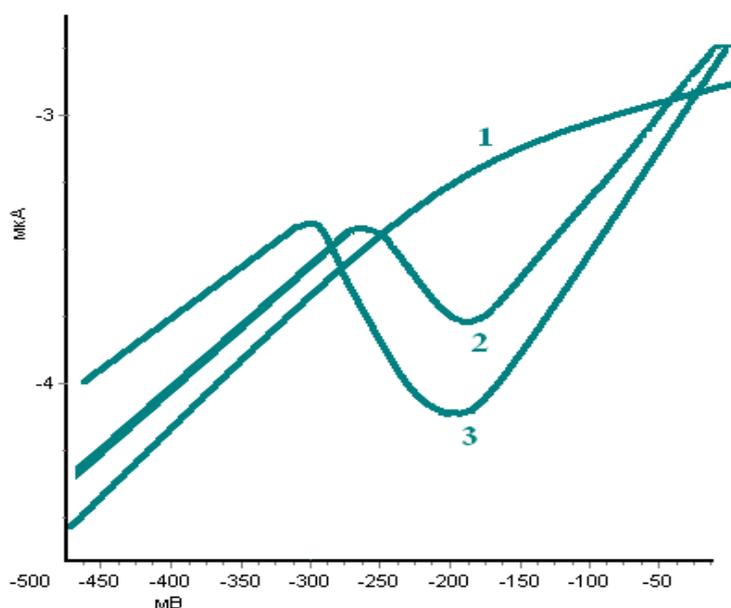


Рис. Вид вольтамперограмм в зависимости от концентрации глутатиона в растворе: 1 – фон; 2 –  $4 \cdot 10^{-6}$  моль/л; 3 –  $16 \cdot 10^{-6}$  моль/л

После отработки методики на ИВА, было исследовано содержание глутатиона в суспензии ЦБ *Nostoc linckia* 273 из коллекции фототрофных микроорганизмов кафедры ботаники, физиологии растений и микробиологии Вятской государственной сельскохозяйственной академии.

Для определения содержания глутатиона в микроорганизмах была подобрана методика, включающая следующие операции:  $10 \text{ см}^3$  суспензии растирают в ступке до получения гомогената, переносят в колбу на  $50 \text{ см}^3$ , добавляют

10–15 см<sup>3</sup> боратного буферного раствора рН 9,18 и нагревают на водяной бане при t 45–50 °С в течение 10 минут. После этого раствор фильтруют через бумажный фильтр, который промывают буфером два раза по 5 см<sup>3</sup>. Затем 0,5 см<sup>3</sup> фильтрата переносят в стеклоуглеродный стаканчик (электрохимическую ячейку), прибавляют 5 см<sup>3</sup> фонового раствора нитрата ртути (II), 15 мл боратного буфера и доводят объем до 25 см<sup>3</sup> дистиллированной водой.

Предложенный способ количественного определения глутатиона отличается простотой, не требует больших трудозатрат, значительного количества реактивов и отличается высокой экспрессностью и чувствительностью.

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 с ртутью и возможно исказить результат. Поэтому в методику для количественного определения глутатиона в ЦБ нами была введена операция расчета по градуировочному уравнению (Внутренний контроль..., 2006). Согласно этой методике, надо снять вольтамперограммы с трёх растворов: исследуемая проба, исследуемая проба с добавкой и разбавленная в два раза исследуемая проба с добавкой. 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>;

ΔC – известная добавка, мкг/дм<sup>3</sup>;

y<sub>1</sub> – площадь пика исходной пробы;

y<sub>2</sub> – площадь пика исходной пробы с добавкой;

y<sub>3</sub> – площадь пика исходной пробы с добавкой, разбавленная в два раза.

В результате определения содержания глутатиона в суспензии ЦБ, согласно стандартной методике и расчету результата в программном обеспечении компьютера содержание получилось 0,70±0,08 ммоль/дм<sup>3</sup>, а по способу с применением градуировочного уравнения 0,88±0,11 ммоль/дм<sup>3</sup>. Оба результата находятся относительно друг друга в пределах погрешности.

Таким образом, в результате проведения серии экспериментов, была адаптирована методика количественного определения глутатиона к ИВА марки «Экотест-ВА» с углесталловым электродом и откорректированы условия успешного определения содержания пептида в суспензии ЦБ. Методика пригодна для применения в дальнейших экспериментах.

### Литература

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

Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа (РМГ 76-2004). М.: Стандартинформ, 2006.

Дорожко Е. В., Короткова Е. И. исследование электрохимических свойств глутатиона методом вольтамперометрии // Химия и химическая технология, 2010. Т. 53. С. 35–38.

Жмак М. С., Гребёнкина О. Н., Горностаева Е. А., Огородникова С. Ю. Физиолого-биохимический отклик и функциональные возможности почвенных цианобактерий в условиях химического стресса // Экология и природопользование: прикладные аспекты: Материалы II Всерос. конф. студентов, аспирантов, молодых учёных. Уфа, 2012. С. 84–87.

Короткова Е. И., Дорожко Е. В. Способ определения глутатиона в биологически активных добавках методом катодной вольтамперометрии. Патент RU 2441225 С1. Заявка: 2010141687/28, 12.10.2010. Дата начала отсчета срока действия патента: 12.10.2010.

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.

Ellman G. L. Tissue sulfhydryl groups // Arch. Biochem. Biophys. 1959. V.82. P. 70–81.

## ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ НА ТОКСИЧНОСТЬ ДЛЯ ПРОСТЕЙШИХ (*PARAMESCIUM CAUDATUM*) МОДЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

Ю. Н. Некрасова<sup>1</sup>, А. С. Олькова<sup>1</sup>, Е. В. Дабах<sup>1,2</sup>

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

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

Токсичность природных вод и почвенных растворов зависит не только от концентрации в них опасных элементов, но и от формы их существования в растворе. Биохимический эффект сложных состояний элементов не тождествен эффекту от их простых форм. Например, токсичность фтора снижается при образовании комплексных соединений типа  $\text{FeF}_n^{3-n}$  и  $\text{AlF}_n^{3-n}$  (Крайнов и др., 2004; Некрасова, Дабах, 2012).

*Цель работы* – изучить влияние комплексообразования на токсичность модельных растворов системы алюминий – фтор по отношению к тест-объекту – инфузории (*Paramecium caudatum*).

*Объекты и методы исследования.* В модельных растворах с различным соотношением ионов алюминия и фтора определяли токсичность по отношению к инфузориям. В растворы, содержащие фторид натрия с концентрацией фторид-иона 0,3 мг/дм<sup>3</sup>, добавляли хлорид алюминия с концентрацией иона алюминия 0,03; 0,3 и 3 мг/дм<sup>3</sup>. Выбор соответствующих концентраций обоснован тем, что содержание фторид-ионов в поверхностных водах Кировской области не превышает 0,3 мг/дм<sup>3</sup>, а концентрация алюминия изменяется в широких пределах. Алюминий содержится в токсичных для растений количествах в кислых почвенных растворах и природных водах таежно-лесной зоны. Природное содержание его в водах хозяйственно – питьевого назначения увеличивается за счет очистки вод р. Вятки сульфатом алюминия.

В модельных растворах определялось значение рН, электропроводность, содержание ионов алюминия, фторид-ионов, а также токсичность по общепринятым методикам (РД 52.24.495-2005; ПНД Ф 14.1:2:3.173-2000; ФР. 1.31.2005.01881).

Во всех растворах, содержащих хлорид алюминия, отмечена высокая степень токсичности, в растворе фторида натрия – допустимая степень токсичности. В модельных растворах, содержащих фторид и алюминий, высокая степень токсичности отмечена в 1 и 3 вариантах, умеренная - при соотношении концентраций ионов 1:1 (табл).

Таблица

**Варианты опыта и результаты биотестирования \***

№ 1	инфузо- рии	pH,	№ 2	инфузо- рии	pH,	№ 3	инфузо- рии	pH, ед. pH
Al 0,03	высокая степень токсично- сти	6,07	Al 0,3	высокая степень токсично- сти	5,43	Al 3,0	высокая степень токсично- сти	4,48
F 0,3	допу- стимая степень токсично- сти	5,48	F 0,3	допустимая степень токсично- сти	5,48	F 0,3	допусти- мая сте- пень ток- сичности	5,48
Σ	высокая степень токсично- сти	6,14	Σ	умеренная степень токсично- сти	5,67	Σ	высокая степень токсично- сти	4,68

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

Вероятно, этот эффект связан с реакциями комплексообразования в системе алюминий – фтор.

Протекание этих реакций подтверждается различиями между экспериментальными значениями электропроводности смеси и суммарной электропроводностью компонентов (рис.).

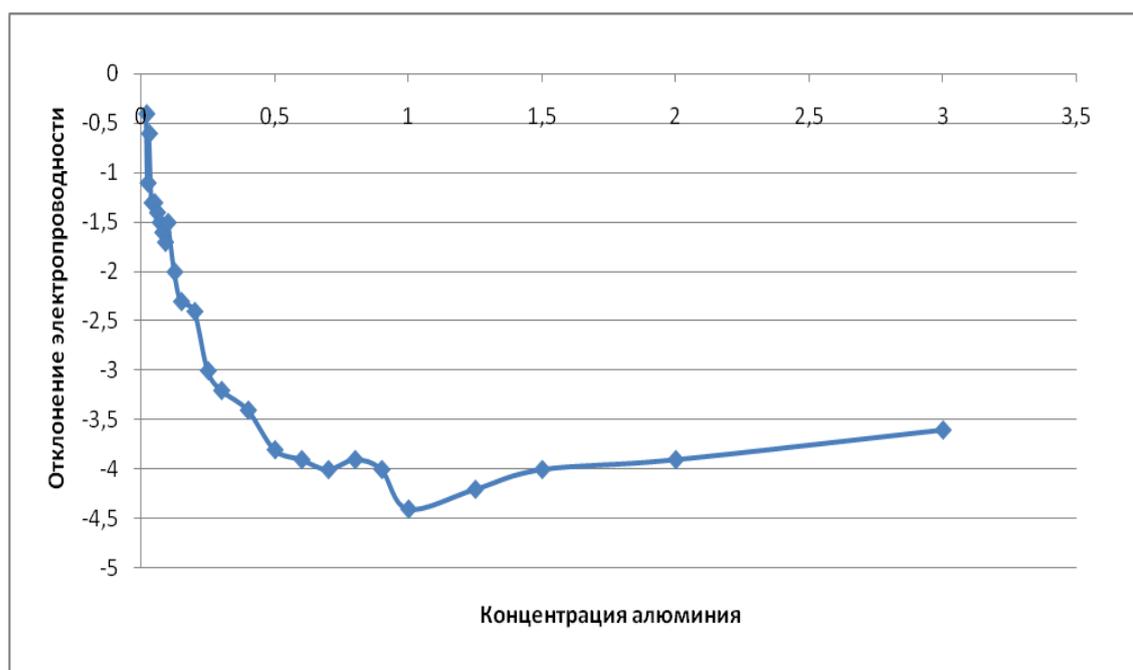


Рис. Отклонение электропроводности в зависимости от концентрации ионов алюминия

При увеличении концентрации ионов алюминия в растворах системы алюминий – фтор отклонение электропроводности резко увеличивается вплоть до концентрации алюминия в растворе  $1,0 \text{ мг/дм}^3$  и незначительно снижается (в пределах погрешности прибора) при больших концентрациях элемента. Известно, что наиболее устойчивые комплексы алюминия с фтором существуют при значении водородного показателя от 2 до 6; при рН 6–7 комплексы маловероятны (Крайнов и др., 2004). При увеличении концентрации алюминия в растворе и снижении рН увеличивается доля свободных ионов алюминия, степень токсичность возрастает.

Таким образом, согласно результатам эксперимента в определенном диапазоне концентраций ионов алюминия и фторида образование устойчивых комплексов в растворе приводит к снижению его токсичности.

### Литература

Крайнов С. Р., Рыженко Б. Н., Швец В. М. Геохимия подземных вод // Теоретические, прикладные и экологические аспекты. М.: Наука, 2004. 677 с.

Некрасова Ю. Н., Дабах Е. В. Изучение комплексообразования в модельных растворах системы железо (III) – фтор // Наука и устойчивое развитие: VI Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых. Нальчик, 2012. С. 79–80.

ПНД Ф 14.1:2:3.173-2000 Методика выполнения измерений массовой концентрации фторид-ионов в сточных, природных поверхностных и подземных водах потенциометрическим методом.

РД 52.24.495-2005. Руководящий документ. Водородный показатель и удельная электрическая проводимость вод. Методика выполнения измерений электрометрическим методом.

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.

## ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ г. КИРОВА РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

*Ю. С. Шабалина, А. С. Олькова*

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

Диагностика экологического состояния почв городов является сложной научно-практической задачей в силу многообразия факторов, влияющих на данный компонент окружающей среды. Поэтому целесообразно для оценки состояния городских почв применять химические, биохимические, биологические методы.

Тяжелые металлы (ТМ) являются наиболее распространенными веществами, загрязняющими почвы многих городов. Для оценки степени загрязнения почвы необходимо определять содержание как валовых, так и подвижных форм ТМ. Валовое содержание является фактором ёмкости, отражающим в первую очередь потенциальную опасность загрязнения растительной продукции, инфильтрационных и поверхностных вод. Однако валовое содержание не

всегда может характеризовать степень опасности загрязнения почвы, поскольку почва способна связывать соединения металлов, переводя их в недоступные растениям состояния. Поэтому наибольшую опасность представляют подвижные формы ТМ, доступные для растений.

Среди характеристик, отражающих интегральное состояние почв, хорошо себя зарекомендовали показатели активности почвенных ферментов. Исследователи особо отмечают информативность активности каталазы. Активность каталазы отличается: высокой чувствительностью, высокой воспроизводимостью результатов, незначительным варьированием, простотой метода и его малой трудоемкостью, распространенностью показателя (Даденко и др., 2013).

Целью работы стала диагностика состояния почв г. Кирова на участках с разной степенью антропогенной нагрузки по показателям содержания тяжелых металлов и активности каталазы.

Пробы верхнего генетического горизонта почв отбирались осенью 2011 и 2012 гг. В селитебной зоне отобрано 2 пробы: в Юго-Западном районе г. Кирова и районе Малые Чижи. Транспортную зону представляли 3 участка: площадь Лепсе, район железнодорожного вокзала, перекресток Октябрьского проспекта и улицы Московской. Исследуемыми рекреационными зонами стали Александровский сад и парк Дворца пионеров. В промышленной зоне отобрана одна проба в районе Шинного завода.

Активность почвенной каталазы определяли газометрическим методом по А. Ш. Галстяну (1978). Контролем служила стерилизованная сухим жаром (180 °С) почва. Активность фермента выражали в миллилитрах O<sub>2</sub>, выделяющегося за 1 минуту на 1 г почвы. Для оценки степени активности фермента пользовались шкалой биологической активности почв Гапанюк-Малахова (Гришина и др., 1991).

Исследование проб почв 2012 г. дополнили анализами на содержание подвижной и валовой форм тяжелых металлов. Определение массовых долей металлов (ионов меди, цинка, никеля, кадмия и свинца) проводили атомно-абсорбционным методом (Методика ... ФР.1.31.2007.04106).

Полученные результаты отражены таблице.

При сопоставлении полученных значений содержания подвижных и валовых форм ТМ с нормативами установлено, что для большинства проб почв концентрация данных загрязняющих веществ находится в пределах установленных ОДК и ПДК (ГН 2.1.7.2042-06, ГН от 06.11.2008 № 187, ГН 2.1.7.2041-06). Активность каталазы на большинстве исследованных участков оказалась в группе «средняя».

Наиболее неблагоприятным оказался участок перекрестка Октябрьского проспекта и улицы Московской: обнаружено превышение норматива валовой формы свинца (в 1,5 раза) и цинка (в 1,7 раз), подвижное содержание этих ТМ на уровне 1 ПДК. Активность каталазы в 2011 г. была достаточно высока, в 2012 г. снизилась более чем в 2 раза.

Два других участка с высокой транспортной нагрузкой также отличились превышением нормативов по некоторым ТМ. В районе железнодорожного вокзала концентрация как валовой, так и подвижной форм цинка превысила до-

пустимые нормы. В районе площади Лепсе обнаружено повышенное по сравнению с другими участками содержание не только цинка и свинца, но также кадмия и меди. Если активность каталазы в районе вокзала остается на среднем уровне, то участок площади Лепсе второй год характеризуется слабой каталазной активностью.

Таблица

**Характеристика проб почв г. Кирова**

№ уч.	Место расположения участка	Активность каталазы, мл О <sub>2</sub> /мин		Кратность ПДК*	
		2011 год	2012 год	Подвижная форма	Валовая форма
1	Парк Дворца пионеров	10,1±0,2 высокая	2,6±0,3 слабая	Норма	Pb 0,51 Zn 0,52
2	Малые Чижы	9,7±0,3 средняя	6,24±0,3 средняя	Норма	Норма
3	Перекресток ул. Октябрьский пр. – ул. Московская	8,7±0,17 средняя	3,1±0,26 средняя	Pb 0,93, Zn 0,87	Cu 0,95 Pb 1,5 Zn 1,7
4	Железнодорожный вокзал	6,5±0,2 средняя	7,26±0,32 средняя	Cu 0,71 Zn 1,95	Pb 0,97 Zn 1,6
5	Юго-Западный район	6,4±0,2 средняя	1,74±0,25 слабая	Zn 0,52	Pb 2,0 Zn 0,78
6	Александровский парк	4,1±0,06 средняя	3,0±0,47 средняя	Zn 0,96	Cu 0,65, Pb 2,7 Zn 1,5
7	Район «Шинного завода»	3,9±0,4 средняя	4,36±0,25 средняя	Норма	Ni 0,56 Zn 0,7
8	Район площади Лепсе	2,3±0,06 слабая	3,0±0,3 слабая	Cu 1,17 Cd 0,54 Pb 0,58 Zn 1,52	Cu 0,82, Pb 0,83, Zn 1,17

Примечание: \* – указывалась кратность, превышающая 0,5 ПДК, меньшие значения не указывались

Низкие значения активности фермента отмечены также в районе промышленного объекта (Шинный завод): показатели вошли в группу «средняя», но количественно немногим превышают активность каталазы в районе площади Лепсе. Концентрации металлов в почве здесь в установленных пределах. Отметим, что это единственный участок, где содержание никеля (валовая форма) превысило половину ПДК.

Парк Дворца пионеров в 2011 г. был наиболее благополучным по активности каталазы, показатель относился к группе «высокая» активность, однако в 2012 г. ситуация резко изменилась, значения показателя снизилось. Содержания металлов находятся в пределах нормы, половины ПДК достигли только цинк и свинец (валовая форма). Возможно, активность каталазы снизилась в ответ на иные воздействия, дальнейшие исследования помогут это выяснить.

Александровский парк, несмотря на его рекреационную функцию, второй год исследований отличается относительно невысокой ферментативной актив-

ностью почвы. Кроме того, в пробах с этого участка обнаружено самое высокое содержание свинца. Вероятно, это можно объяснить особенностями рельефа: ливневый сток и талые воды города стекают по направлению к реке через этот район.

Наиболее благополучным оказался район Малых Чижей: активность каталазы высока по сравнению с другими участками, содержание ТМ ниже половины ПДК.

Таким образом, наиболее неблагополучными оказались районы с повышенной транспортной нагрузкой, а наиболее благоприятным – район Малых Чижей.

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

### Литература

Галстян А. Ш. Унификация методов исследования активности ферментов почв // Почвоведение, 1978.

Гришина Л. А., Копчик Т. Н., Моргун Л. В. Организация и проведение почвенных исследований для экологического мониторинга. М.: Изд-во Московского университета, 1991.

Даденко Е. В., Денисова Т. В., Казеев К. Ш., Колесников С. И. Оценка применимости показателей ферментативной активности в биодиагностике и мониторинге почв // Биодиагностика в экологической оценке почв и сопредельных сред: Тезисы докладов Международной конференции, Москва 4–6 февраля 2013 г. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. С. 55.

Методика выполнения массовых долей токсических металлов в пробах почв атомно-абсорбционным методом ФР.1.31.2007.04106.

ГН от 06.11.2008 № 187 Предельно допустимые концентрации подвижных форм цинка, хрома, кадмия в почвах (землях) различных функциональных зон населенных пунктов, промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны и иного назначения.

ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве.

ГН 2.1.7.2042-06 Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве.

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ СИСТЕМЫ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ЛОСИНЫЙ ОСТРОВ»

*В. Л. Злобина*

*Институт водных проблем РАН, zlobina45@mail.ru*

Национальный парк (НП) «Лосиный остров» расположен в пределах северо-восточной части г. Москвы и на значительной части Московской области. НП является одним из крупнейших лесных массивов Москвы и ближнего Подмосковья. Территория Лосиного Острова включает несколько различных по антропогенному воздействию лесопарков (Лосиноостровский, Яузский, Алексеевский, Лосино-Погонный и Мытищинский). Первые два расположены в пределах мегаполиса, а остальные – за Московской кольцевой автодорогой (МКАД). Общая площадь НП составляет около 12 тыс. га. Уникальность этого

природно-ландшафтного комплекса обусловлена его расположением на границе Мещерской низменности и Клинско-Дмитровской гряды, с чем связано большое разнообразие ландшафтов.

Экологическая значимость парка подтверждена статусом особо охраняемых территорий Федерального значения. Национальный парк «Лосиный Остров» входит в реестр национальных парков Европы.

Основными источниками поступления различных токсикантов на территорию НП является МКАД и примыкающие промышленные объекты. Небольшая глубина залегания грунтовых вод и приуроченность водосбора к области питания водосбора р. Яузы и ее притоков способствуют также загрязнению поверхностных, почвенных и подземных вод. Поэтому многолетние исследования Института водных проблем РАН выполнялись в рамках разработанной системы комплексного мониторинга в генетически сопряженном ряду атмосферные осадки – подземные воды (с 1987 г.). Структура мониторинга включала комплекс взаимосвязанных функциональных блоков: наблюдения, оценка результатов прогноз. Основные цели исследований включали выявление пространственно-временных изменений окружающей среды НП при существующей антропогенной нагрузке.

В систему наблюдений входили изучение атмосферных выпадений (дождь, снег, аэрозоли), растительного покрова, почв, поверхностных и подземных вод

При реализации системы многолетних наблюдений обосновывались участки и частота отбора проб, включая выявление обязательных и специальных и показателей в пробах растворов, биомассы растительного покрова и почв. По результатам наблюдений устанавливались: степень пространственно-временной трансформации рассматриваемой системы и характер необратимости наблюдающихся изменений в системе атмосферные осадки – подземные воды. По результатам ежегодной снегомерной съемки было установлено несколько геохимических аномалий, способствующих трансформации инфильтрационных и грунтовых вод на территории НП.

При определении концентраций обязательных и специальных химических элементов и соединений (рН, Eh,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , Fe,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  и др.) в водных вытяжках и твердой фазе использовались различные химико-аналитические методы (спектрофотометрия, полярография, атомно-эмиссионный анализ ICAP-61. Thermo Jarrell Ash и др.).

При оценке результатов устанавливались пространственно-временные признаки трансформации в системе атмосферные осадки – подземные воды. Выявлялись также причины, направленность и масштабы трансформаций.

Плоский рельеф и доминирующее распространение водораздельного режима грунтовых вод способствует региональному перераспределению различных токсикантов по территории НП.

В талых водах определялись концентрации основных солеобразующих ионов ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ), что позволяло установить доминирующий тип вод. Определение концентраций выполнялось по унифицированным и стандартным методикам и анализ проб выполнялся в день их отбора.

По выполненным наблюдениям было установлено весьма неоднородное распределение концентраций макроэлементов в точках опробования снегового покрова. Величина рН изменялась от 5,61 до 6,36. Более высокие концентрации  $\text{Cl}^-$  и  $\text{Na}^+$  наблюдались вдоль МКАД, где тип вод соответствовал  $\text{Cl} - \text{Na}$  типу. Концентрации хлоридов в снеговом покрове около МКАД достигали 38,3 мг/л, а натрия – до 35,4 мг/л, что почти в два раза превышало содержание этих элементов в центре водосбора.

Особое значение в формировании установленных геохимических аномалий приобретает МКАД, разделяющая парк на две части. Протяженность автодороги составляет около 7,5 км. Многолетнее использование противогололедных смесей обусловило устойчивое формирование вод  $\text{Cl} - \text{Na}$  типа вдоль дороги.

Влияние МКАД проявляется в значительной аккумуляции различных токсикантов ( $\text{Zn}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Ni}$  и др.) в биомассе биогеоценозов, опаде и почвенном покрове. При этом ее воздействие проявляется до 1,5 км вглубь лесного массива. Вдоль МКАД наблюдались многочисленные признаки деградации биогеоценозов (усиление опада, изреженность полога и др.). Аккумуляция различных токсикантов в листовой массе вносит в миграционные потоки поверхностного и подземного стока сложный, разнообразный и значительный комплекс химических соединений. При этом механизм поступления и миграция установленных токсикантов в экосистему НП весьма сложен, так как их потоки формируются под влиянием комплекса различных факторов (состав и количество атмосферных выпадений, тип древостоев, тип почв, степень заболоченности и др.).

Выполненные исследования показали, что доминирующими загрязнителями в почвах являются  $\text{Zn}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Cu}$  и  $\text{Ni}$ .

Влияние загрязнения атмосферных выпадений за счет трансграничного, регионального и локального переносов проявилось в многообразии гидрохимических типов поверхностных, почвенных и грунтовых вод. На территории НП установлены  $\text{HCO}_3 - \text{Ca}$ ,  $\text{HCO}_3 - \text{Na}$ ,  $\text{SO}_4 - \text{Na}$  и  $\text{Cl} - \text{Na}$  разновидности поверхностных и подземных вод. Выявленные аномалии характеризуются значительной протяженностью и устойчивы во времени. Поэтому загрязнение атмосферных осадков и растительного покрова вызывает образование геохимических аномалий в почвенном покрове и зоне аэрации.

Степень трансформации поверхностных вод изучалась в зимнюю межень по притокам р. Яузы и прудам парка. Концентрации целого спектра макрокомпонентов ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  и др.) в городской части парка многократно превышали их значения в центральной части «Лосино-Острова». Аналогичные закономерности наблюдались и для микроэлементного состава поверхностных вод.

Грунтовые воды изучались по нескольким колодцам парка в периоды зимней межени. Результаты многолетних наблюдений установили неуклонное ухудшение химического состава грунтовых вод во времени. Грунтовые воды НП также характеризуются разнообразием их состава. Например, в Алексеевском парке их тип относится к  $\text{SO}_4 - \text{Na}$  типу. Лишь в Лосинно-Погонном парке грунтовые воды сохранили  $\text{HCO}_3 - \text{Ca}$  гидрохимический тип, но с некоторым увеличением концентраций многих ионов ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  и др.).

Воздействие антропогенных факторов на химический состав грунтовых вод проявилось в увеличении концентраций многих микроэлементов в их составе (Mn, Cu, Pb, и др.). Применение термодинамического моделирования установило, что с появлением микроэлементов в составе грунтовых вод количество миграционных форм в их составе возрастает в десятки раз. Таким образом, наряду с природными процессами (ионный обмен, выщелачивание и др.) в подземной гидросфере при воздействии антропогенных факторов формируются весьма сложные ассоциации химических элементов. К признакам трансформации химического состава почвенных, инфильтрационных, поверхностных и грунтовых вод относятся также увеличение минерализации и изменение щелочно-кислотных условий.

Определяющее значение в условиях взаимодействия физико-географических, геолого-гидрогеологических и антропогенных факторов приобретает состояние атмосферных выпадений, растительного и почвенного покрова.

Пока слабоизученным фактором на территории НП стали пожары.

#### Литература

Злобина В. Л., Киселева В. В. Состояние гидроэкосистемы национального парка «Лосиный Остров» // Водные рес. № 1. Т № 35. 2008. С. 81–87.

Злобина В. Л., Шамкова А. Г. Обоснование структуры мониторинга грунтовых вод на водосборе р. Лось // Тр. Состояние природных комплексов Национального парка «Лосиный Остров». М., 2008. Вып. 2. С. 12–21.

### АКТИВНОСТЬ АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ В РАСТЕНИЯХ ОГУРЦА И РЕДИСА ПРИ ДЕЙСТВИИ ИОНОВ ЦИНКА

*И. Д. Михайлова, А. С. Лукаткин*

*Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева,  
kariglazayi@yandex.ru*

Известно, что тяжелые металлы (ТМ) вызывают в растениях окислительный стресс, характеризующийся существенным возрастанием уровней активированных форм кислорода (АФК). Среди АФК в растениях наиболее обильно представлен пероксид водорода. Способность поддерживать его концентрацию на необходимо низком уровне определяет устойчивость растения к окислительному стрессу. Основным антиоксидантным ферментом, метаболизирующим  $H_2O_2$  в клетках растений, является каталаза. Пероксидазы также участвуют в элиминации  $H_2O_2$ , и аскорбат-пероксидаза (АПО) является главным ферментом, утилизирующим перекись водорода в хлоропластах. Поэтому исследовали активность каталазы и АПО в молодых растениях, выращиваемых на фоне разных концентраций  $Zn^{2+}$ .

В работе использовали 7-дневные проростки огурца (*Cucumis sativus* L., сорт Единство) и редиса (*Raphanus sativus* L., сорт Красный великан), выращенные в водной культуре на растворах  $ZnSO_4 \times 7H_2O$  в концентрациях 10 мкМ, 0,1 мМ, 1 мМ; контролем служили растения, выращенные на воде.

Выявлено, что ионы  $Zn^{2+}$  оказали стимулирующее влияние на активность каталазы в проростках огурца во всех вариантах опыта, а максимальное значение активности этого фермента наблюдали в растениях на растворах  $ZnSO_4 \times 7H_2O$  в концентрации 1 мМ. Противоположное действие оказали ионы цинка на активность АПО в проростках огурца: в концентрации 10 мкМ наблюдали резкое падение активности АПО относительно водного контроля, а при других концентрациях  $Zn^{2+}$  значения активности были на уровне контроля.

Активность каталазы в молодых растениях редиса слегка возрастала при некоторых концентрациях  $Zn^{2+}$  в среде, при этом максимальное увеличение (в 1,3 раза) наблюдалось при самой высокой дозе (1 мМ). Активность АПО была снижена по сравнению с контролем при внесении в среду 10 мкМ  $Zn^{2+}$ , но увеличена в 1,4 и 1,3 раза при дозах ионов  $Zn^{2+}$  0,1 и 1 мМ, соответственно. Полученные данные позволяют сделать предварительное заключение о возникновении окислительного стресса при действии ионов  $Zn^{2+}$  в растениях огурца (но не редиса).

Таким образом, выращивание проростков огурца на растворах, содержащих  $ZnSO_4 \times 7H_2O$ , позволило выявить токсическое действие ионов  $Zn^{2+}$  на рост и биохимические показатели, связанные с возникновением окислительного стресса. Однако в опытах с редисом выявлены нелинейные зависимости между изученными показателями и дозой цинка в среде. Очевидно, это указывает либо на большую резистентность растений редиса (относительно огурца) к исследованным концентрациям  $Zn^{2+}$ , либо на проявление немонотонной зависимости «доза – реакция», типичной для многих стрессовых воздействий на растения.

## **ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ОГУРЦА ТИДИАЗУРОНОМ НА ПРО- И АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА ПРОРОСТКОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ**

*Н. Н. Каишанова, А. С. Лукаткин*

*Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева,  
aslukatkin@yandex.ru*

Тяжелые металлы (ТМ) являются одним из наиболее существенных антропогенных факторов среды, определяющим продуктивность растений. Многие ТМ играют важную роль в обменных процессах, но в высоких концентрациях вредно воздействуют на компоненты экосистем. Попадание растений в условия сильного загрязнения среды ТМ вызывает явное нарушение их физиологических функций.

В настоящее время повышенное внимание уделяется свободнорадикальным реакциям, играющим ведущую роль в развитии окислительного стресса растений, в том числе и под действием ТМ. Загрязнение ТМ ведет к изменениям активности прооксидантной системы, что приводит к возникновению в растительных клетках окислительного стресса. Установлено, что ТМ продуцируют образование активных форм кислорода: супероксидного анион-радикала ( $O_2^-$ ),

гидроксильных радикалов ( $\text{OH}^\cdot$ ), синглетного кислорода ( $^1\text{O}_2$ ), перекиси водорода ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ).

Ключевую роль в защите клеток от повреждающего действия активных форм кислорода (АФК) играют антиоксидантные ферменты: в первую очередь супероксиддисмутаза (СОД), которая снижает концентрацию  $\text{O}_2^-$  в  $10^4$  раз, а также аскорбат-пероксидаза (АПО) и каталаза, устраняющие избыток образованных СОД из  $\text{O}_2^-$  перекисей.

Регуляторам роста (РР) отводится роль медиатора в становлении защитных реакций к стрессам, способствующего повышению устойчивости растений. Однако их использование в исследованиях токсического действия ТМ на растения только начинается. Поэтому целью работы было изучить влияние ТМ и РР тидиазурона на активность про- и антиоксидантных систем в листьях огурца.

Семена огурца (*Cucumis sativus* L.) сортов Водолей и Конкурент выдерживали 24 ч в 10 нМ растворе РР тидиазурона и затем проращивали в факторостатных условиях в чашках Петри на растворах, содержащих 1 мМ или 10 мкМ  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  или  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (контроль – на дистиллированной воде). Определяли энергию прорастания (на 3-й день), всхожесть семян (на 7-й день), периодически измеряли длину проростка и корня. Активность СОД, АПО и каталазы определяли на 7 сутки. Определение активности СОД проводили по методике Kumar, Knowles (1993) с модификациями (Лукаткин, 2002) по образованию формазана из нитросинего тетразолия на свету. Активность каталазы определяли по падению оптической плотности перекиси водорода за 1 мин по методике Kumar, Knowles (1993). Определение активности АПО проводили по методике Nakano, Asada (1981) по окислению аскорбата в присутствии перекиси водорода.

Во второй серии опытов семена огурца, предварительно обработанные тидиазуроном в концентрациях  $10^{-7}$ ,  $10^{-8}$ ,  $10^{-9}$ ,  $10^{-10}$ ,  $10^{-11}$  М в течение 4 и 24 ч, проращивали на воде либо на растворах  $\text{CuSO}_4 \times 5 \text{H}_2\text{O}$  в концентрациях  $10^{-3}$  и  $10^{-5}$  М, или  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  в концентрациях  $10^{-3}$  и  $10^{-4}$  М до возраста 7 суток, после чего в семядольных листьях определяли генерацию  $\text{O}_2^-$  методом, в основе которого лежит способность этого радикала окислять адреналин в адренохром.

Показано, что ТМ влияли на энергию прорастания и на всхожесть семян огурца. При выращивании на солях ТМ выявлено подавление прорастания семян, возрастающее с увеличением концентрации ТМ. При большей концентрации ТМ (1 мМ) наблюдалось ослизнение корней, темные проростки и другие морфологические нарушения. При обработке семян РР было выявлено незначительное повышение прорастания семян и стимулирование роста осевых органов растений, особенно выращенных на солях ТМ.

Одной из причин токсического действия ионов ТМ на молодые растения огурца может быть возникновение окислительного стресса, выражающееся в появлении больших доз АФК. Выращивание растений на растворах  $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$  различной концентрации приводило к снижению уровня  $\text{O}_2^-$  (при концентрации  $10^{-3}$  М) либо к повышению (при концентрациях  $10^{-4}$ – $10^{-6}$  М). Возможно, что снижение уровня  $\text{O}_2^-$  при выращивании на высокотоксичных концентрациях ТМ связано с ингибированием активности ферментных систем, ответственных за продукцию  $\text{O}_2^-$ .

При выращивании растений огурца на растворах  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  разной концентрации наблюдались сходные с действием ионов  $\text{Cu}^{2+}$  эффекты. Наибольшее стационарное содержание  $\text{O}_2^-$  отмечалось при концентрации  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$   $10^{-4}$  М.

24-часовая предобработка семян огурца тидиазуроном и дальнейшее выращивание на растворах  $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$  показали, что обработка тидиазуроном оказала стабилизирующее действие на уровень  $\text{O}_2^-$  и, по-видимому, повышала устойчивость растений к данному стрессовому фактору. Такое действие регулятора роста свидетельствует об их возможной антиоксидантной способности. Наиболее эффективной в плане снижения уровня  $\text{O}_2^-$  оказалась предварительная обработка тидиазуроном в концентрации  $10^{-8}$  М.

Низкие концентрации тидиазурона снижали уровень  $\text{O}_2^-$  при действии  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , ослабляя тем самым стрессовое воздействие ТМ.

Основную роль в элиминации АФК играют антиоксидантные ферменты – СОД, АПО и каталаза. Обнаружено, что выдерживание проростков огурца на растворах ТМ и РР приводит к повышению активности антиоксидантных ферментов. При воздействии 10 мкМ  $\text{CuSO}_4$  отмечена максимальная активность СОД. Большие концентрации  $\text{CuSO}_4$  (1 мМ) наносят существенный вред растению, активность фермента также несколько снижается. При действии растворов  $\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$  отмечена такая же тенденция изменения активности СОД.

Действие солей тяжелых металлов на молодые растения огурца привело к увеличению активности каталазы. Максимальная активность отмечалась при 10 мкМ  $\text{CuSO}_4$ , тогда как при большей концентрации (1 мМ) выявлено снижение активности гашения  $\text{H}_2\text{O}_2$  каталазой. Вероятно, это явление могут компенсировать альтернативные механизмы, например, АПО. Вследствие обработки тидиазуроном активность каталазы значительно увеличилась по сравнению с контролем. Предварительная обработка семян огурца регуляторами роста повышала активность АПО. Так, максимальное значение активности отмечалось при действии цитодефа (0,1 мкМ) и  $\text{CuSO}_4$  ( $\text{ZnSO}_4$ ) в концентрации 10 мкМ. Можно видеть, что ионы  $\text{Cu}^{2+}$  вызывают более значительные изменения активности АПО.

Изучая действие ТМ на активность антиоксидантных ферментов, можно сделать вывод, что ТМ индуцируют окислительный стресс. Это хорошо заметно по динамике изменений уровня  $\text{O}_2^-$ , активности СОД, каталазы, АПО. Регуляторы роста способствуют поддержанию уровня АФК и сохранению активности антиоксидантных ферментов при действии стресса. Это происходит потому, что при увеличении уровня АФК в клетках активизируются защитные механизмы окислительного стресса. Типичный ответ растений на его возникновение – активация антиоксидантных ферментов. Основная реакция растений на действие ТМ – активация аскорбат-глутатионового цикла, в ходе которого удаляется  $\text{H}_2\text{O}_2$  и обеспечивается доступность глутатиона в процессе синтеза связывающих ТМ белков.

Таким образом, тидиазурон возможно использовать в качестве протектора растений, выращиваемых на фоне загрязнения среды ТМ.

## ДЕЙСТВИЕ ФТОРИДА НАТРИЯ НА АКТИВНОСТЬ ПЕРОКСИДАЗ И ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ СЕМЯН ПРИ ПРОРАСТАНИИ

*М. П. Чирухина<sup>1</sup>, К. В. Жебелюк<sup>1</sup>, Л. С. Свинолупова<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,  
ecolab2@gmail.com*

Проблема локального фторидного загрязнения природной среды в настоящее время является актуальной для ряда регионов. Главными источниками поступления фторидных соединений являются предприятия, к числу которых относят: алюминиевые заводы, предприятия по производству фосфорных удобрений, тепловые электростанции, работающие на угле с высоким содержанием фтора, а также объекты, где ведется переработка или уничтожение фторсодержащих веществ.

В связи с хорошей растворимостью фторида натрия (ФН) в воде, он легкодоступен растениям. Некоторые виды растений накапливают высокие концентрации фторидов. Фтор в больших количествах накапливается в многолетних травах и в злаковых растениях. В условиях фторидного загрязнения выявлено нарушение жизнеспособности растений и гибель чувствительных видов.

Целью работы было изучение действия фторида натрия на активность пероксидаз и жизнеспособность семян при прорастании.

Изучали влияние фторида натрия в концентрациях  $1 \cdot 10^{-3}$ ,  $2 \cdot 10^{-3}$ ,  $3 \cdot 10^{-3}$ ,  $4 \cdot 10^{-3}$ ,  $5 \cdot 10^{-3}$  моль/л на семена ячменя сорта Новичок. Семена проращивали в чашках Петри в течение суток в присутствии раствора фторида натрия, контроль – дистиллированная вода. Выявляли эффекты фторида натрия на активность фермента пероксидазы в растительных тканях и всхожесть семян. Оценку жизнеспособности семян проводили по методу, основанному на способности дегидрогеназ живых клеток восстанавливать бесцветный раствор хлористого тетразола в фармазан (ГОСТ 12038-84). Активность пероксидаз оценивали по накоплению продуктов окисления гваякола (Методы биохимического ..., 1987).

Дегидрогеназа необходима, прежде всего, для сохранения жизнеспособности семян и при запуске процессов, связанных с прорастанием семян, в которых повышается активность аэробных биоэнергетических процессов, при которых происходит активация оксидаз (Рогожин и др., 2012). Пероксидаза – фермент, который участвует в метаболических процессах, происходящих во время покоя семян и в период их активного прорастания. Фермент является показателем протекания аэробных метаболических процессов в семенах, а его активность увеличивается при их прорастании (Верхотуров, 2008).

Установлено, что фторид натрия оказывает влияние на активность пероксидаз и жизнеспособность семян, однако четкой зависимости «доза-реакция» не выявлено. Отмечали разнонаправленные изменения активности пероксидаз и жизнеспособности семян под влиянием разных концентраций фторида натрия. Под влияние фторида натрия в семенах активность пероксидаз значительно ва-

рыировала как в сторону возрастания, так и снижения. Низкая активность пероксидаз в семенах, которые проращивали в присутствии фторида натрия, свидетельствует об угнетении окислительных процессов, необходимых для обеспечения процессов роста при прорастании семян. Активация пероксидаз под влиянием фторида натрия, напротив, свидетельствует об активно протекающих окислительных реакциях, в ходе которых происходит выделение энергии и образование веществ, необходимых для процессов роста.

Жизнеспособность семян, которую оценивали по активности фермента дегидрогеназы, была снижена в вариантах опыта с фторидом натрия в концентрациях 0,001 – 0,003 моль/л. Под влиянием фторида натрия более высокой концентрации (0,004, 0,005 моль/л) жизнеспособность семян, была близка к контролю.

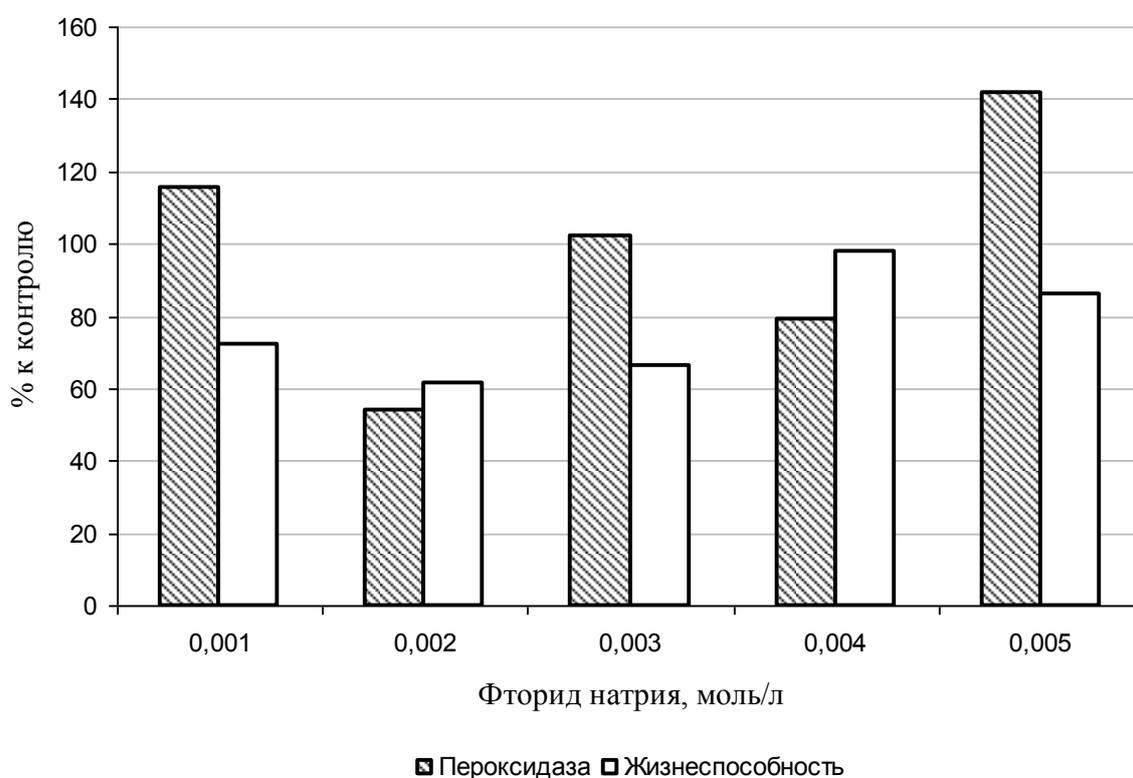


Рис. Действие фторида натрия на активность пероксидаз и жизнеспособность семян при прорастании

Таким образом, было изучено влияние активности пероксидазы и жизнеспособности семян при прорастании на растворе фторида натрия. Установлено, что фторид натрия в концентрациях 0,001–0,005 моль/л вызывает изменения активности ферментов пероксидаз и дегидрогеназ. Четкой зависимости «доза-реакция» в изученном диапазоне концентраций не выявлено. Поступление небольших доз фторида натрия в окружающую среду может вызывать нарушение процессов прорастания семян.

## Литература

Верхотуров В. В. Физиолого-биохимические процессы в зерновках ячменя и пшеницы при их хранении, прорастании и переработке: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 2008. 40 с.

ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести

Методы биохимического исследования растений / Под ред. А. И. Ермакова. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.

Рогожин В. В., Куринюк Т. Т., Рогожина Т. В. Функции систем биологического окисления. Об участии оксидоредуктаз в механизмах покоя и прорастания зерновок у пшеницы // Сельскохозяйственная биология. 2012. № 1. С. 67.

## ИНФОРМАТИВНОСТЬ ТЕСТ-ФУНКЦИЙ НИЗШИХ РАКООБРАЗНЫХ

А. С. Олькова, К. К. Ситникова

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

Методы биотестирования в настоящее время активно развиваются. Основными направлениями являются: создание методик, обеспеченных специализированными приборами, поиск новых тест-организмов, обладающих повышенной или избирательной чувствительностью к токсикантам, использование для целей биодиагностики молекулярного уровня организации жизни. По нашему мнению, к этим перспективным векторам развития группы методов стоит отнести поиск новых тест-функций «классических» тест-организмов.

Неопровержимым доказательством токсического действия тестируемой среды является гибель организма. Однако до наступления такого крайнего эффекта можно наблюдать разнообразные реакции биообъектов, которые могут обладать разной степенью информативности.

Целью данной работы стали поиск и апробация информативных тест-функций низших ракообразных *Daphnia magna* Straus и *Ceriodaphnia affinis* Straus.

Нами проведена серия экспериментов, в основу которых были заложены алгоритмы определения интегральной токсичности в соответствии с аттестованными методиками (ФР.1.39.2007.03222). Устанавливалась хроническая токсичность природных вод и различных растворов. Кроме показателей смертности и плодовитости, обязательных для регистрации в соответствии с рабочей методикой, нами сделаны попытки выявить и оценить другие реакции низших ракообразных на состав тестируемых вод. Неоднократно замечено, что, например, при биотестировании загрязненных вод рачки могут изменять трофическую активность, скорость и характер своего движения и т.д.

Модельными тестируемыми средами были растворы сульфата алюминия. Вещество вводилось в артезианскую воду в количестве, соответствующем 5 и 10 ПДК ионов алюминия. ПДК алюминия для вод хозяйственно-бытового назначения – 0,2 мг/л (ГН 2.1.5.1315-03). Выбор модельного токсиканта обусловлен проблемой загрязнения питьевых вод алюминием при использовании

сульфата алюминия в качестве коагулянта (Вараксина и др., 2012). Контролем служила артезианская вода питьевого качества без добавок.

За 24 дня эксперимента установлено, что воды, загрязненные сульфатом алюминия оказывают хроническое токсическое действие по показателю угнетения плодовитости особей. Также в пробах наблюдалась гибель дафний: около 20% при добавке 5 ПДК алюминия, более 50% – при 10 ПДК (Олькова и др., 2012).

Кроме того, опираясь на наблюдения предыдущих экспериментов, были поставлены задачи по исследованию трофической и двигательной активности низших ракообразных, а также количественному определению этих тест-функций.

Трофическая активность рачков оценивалась по объёму ежедневного выедания суспензии одноклеточной водоросли *Scenedesmus quadricauda*, которая служила пищей для рачков. Для точного определения объёма выедания водорослей проводили измерение оптической плотности тестируемых растворов непосредственно после кормления и на следующий день перед очередным кормлением. Использовался прибор «ИПС-03» (измеритель плотности суспензии), специально предназначенный для регистрации подобных параметров. Затем рассчитывали долю корма, потребленную рачками за сутки.

Как в варианте опыта с добавкой 5 ПДК алюминия, так и с добавкой 10 ПДК, наблюдалась тенденция угнетения пищевой активности рачков. Визуально это диагностировалось через образование зеленого осадка водорослей. Наиболее ярко данный эффект проявился при большей концентрации сульфата алюминия в тестируемом растворе. На рис. 1 приведено соотношение доли корма, потребляемого в контрольном и опытном варианте (10 ПДК).

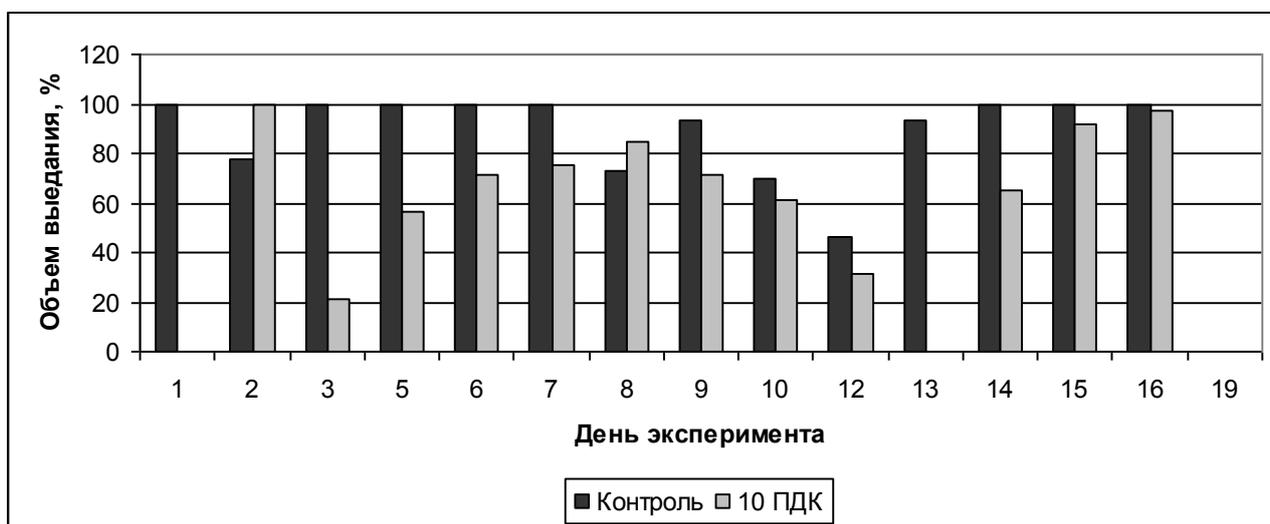


Рис. 1. Трофическая активность *Daphnia magna* Straus в эксперименте по установлению хронического токсического действия иона алюминия

На фоне флуктуаций трофической активности в течение эксперимента, связанных, вероятно, с развитием рачков, их созреванием и размножением, в большинстве случаев измерений наблюдается достоверное снижение объёма выедания пищи (более чем в 65% случаев). Максимально эффект проявляется в

начале и конце опыта. Как следствие особи в опытных вариантах отличались меньшими размерами тела, выцветанием покровов, а также снижалась активность их движений.

Оценку двигательной активности проводили в разные периоды эксперимента на 5, 10 и 15 день. В момент плановой смены контрольных и тестируемых вод дафний отсаживали по одной в стакан с исследуемой средой, на дне которого были проведены две перпендикулярно пересекающиеся линии (диаметры дна емкости). В течение 5 минут производили подсчет количества пресечений этих линий дафнией. Итоговое количество пересечений – это показатель двигательной активности (рис. 2).

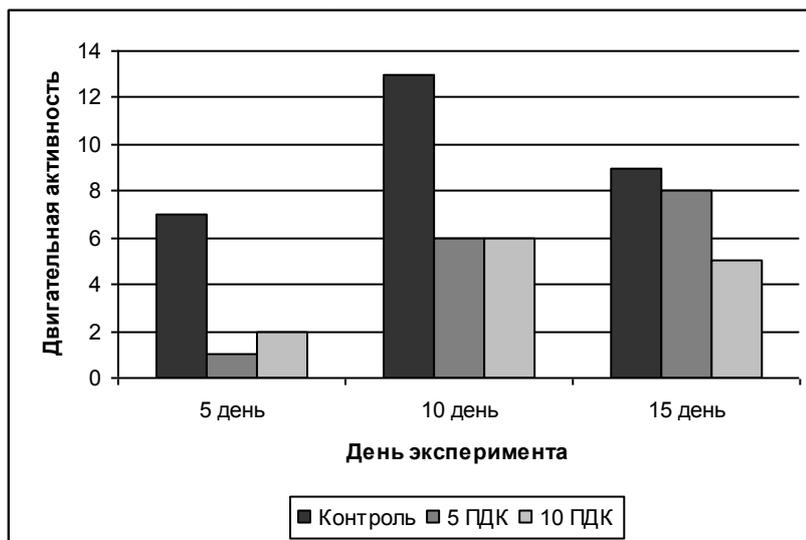


Рис. 2. Двигательная активность *Daphnia magna* Straus в эксперименте по установлению хронического токсического действия иона алюминия

По данным рис. 2 видно, что активность особей в контрольной среде превышала этот показатель в водах с добавкой сульфата алюминия. Причем угнетение двигательной активности закономерно увеличивается при возрастании концентрации действующего вещества.

Таким образом, нами показано, что трофическая и двигательная активности являются информативными тест-функциями низших ракообразных. Причем, изученные характеристики начинают информировать о токсическом эффекте намного раньше, чем показатели плодовитости. Следовательно, трофическая и двигательная активности дафний являются перспективными чувствительными тест-функциями.

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

#### Литература

Вараксина Н. В., Ашихмина Т. Я., Олькова А. С. Изучение влияния соединений алюминия на тест-организмы в условиях модельного эксперимента // Теоретическая и прикладная экология. 2012. № 2. С. 65–70.

ГН 2.1.5.1315-03 Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (с изменениями на 28 сентября 2007 года).

Олькова А. С., Ситникова К. К., Варакина Н. В. Сравнение чувствительности *Daphnia magna* и *Ceriodaphnia affinis* к сульфату алюминия // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем. Кн. 2: Материалы X Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, 4–5 дек. 2012 г. Киров: Лобань, 2012. С. 205–207.

ФР.1.39.2007.03222 Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. Москва: «АКВАРОС», 2007.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССА ОПАСНОСТИ ТАРА ПЕСТИЦИДОВ РАСЧЕТНЫМИ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ МЕТОДАМИ

*С. В. Исаева, Т. И. Губина*

*Саратовский государственный технический университет  
имени Ю. А. Гагарина*

В настоящее время оценка воздействия отходов на окружающую среду является важнейшей задачей экологического прогноза. Применение пестицидов в сельском хозяйстве привело к тому, что образуется большое количество отходов пестицидов. Каждый этап технологии применения пестицидов приводит к образованию отходов, таких как обезличенные смеси пестицидов, запасы непригодных пестицидов, почва, загрязненная пестицидами, вода от промывки оборудования после использования пестицидов, тара из-под пестицидов.

Целью данной работы является сравнение результатов расчетного метода определения класса опасности отходов и определения класса опасности биотестированием. В качестве объектов исследования была взята металлическая тара для хранения пестицидов.

Пробы имели следующий состав:

1 проба – сталь – 92,5%, пестицид (2,4-Д) – 7,5%;

2 проба – сталь-92,5%, пестициды – (2,4-Д) -3,7%, (триаллат) – 3,8%;

3 проба – сталь – 90%, нитрафен – 10%.

Расчетный метод основан на расчёте показателя (К), определенного по сумме показателей опасности для окружающей природной среды (ОПС) веществ, составляющих отход (Критерии ..., 2001). Токсикологический метод основан на определении токсичности водных вытяжек отходов с помощью тест-организмов (Жмур, 2007; Жмур, Орлова, 2007). Оценка токсичности проводится на двух тест-объектах *Daphnia magna* и *Scenedesmus quadricauda*. В первом случае определялось влияние растворов водных вытяжек проб на выживаемость *D. magna*, во втором регистрировался темп роста (снижение численности) клеток водоросли *S. quadricauda*.

Результаты расчетов и экспериментов приведены в таблице.

При определении класса опасности пробы № 1 методом биотестирования тест на дафниях показал – 3-ий класс опасности, тест на водорослях – 4-ый класс опасности. Согласно (Критерии ..., 2001), если разные тест – системы по-

казывают неодинаковую реакцию, то за окончательный результат принимается класс опасности, выявленный на тест – объекте, проявившем более высокую чувствительность к анализируемому отходу. Следовательно, экспериментальный метод показал 3-ий класс опасности отхода. Таким образом, результаты расчетного и экспериментального метода совпали, проба № 1 относится к 3-му классу опасности.

Таблица

**Результаты определения класса опасности проб отходов**

№ пробы	Определение класса опасности расчетным методом	Определение класса опасности с помощью дафний	Определение класса опасности с помощью водорослей	Присвоенный пробе класс опасности
Проба № 1	3	3	4	3
Проба № 2	3	2	2	2
Проба № 3	3	2	2	2

При определении класса опасности пробы № 2 и пробы № 3 методом биотестирования результаты теста на дафниях и на водорослях совпали – 2-ой класс опасности. Расчетный метод показал 3-ий класс опасности. Если расчетный и экспериментальный метод показали разные результаты, то за окончательный результат принимается значение, полученное в экспериментальном методе. Таким образом, проба № 2 и проба № 3 относятся ко 2-му классу опасности.

Из проведенного сравнения расчетного и экспериментального метода определения класса опасности отходов видно, что расчетный метод не всегда отражает реальный класс опасности отхода. Для получения более достоверной информации о классе опасности отхода рекомендуется применять метод биотестирования.

**Литература**

Жмур Н. С. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. 2-е изд., испр. и доп. М.: АКВАРОС, 2007. 52 с.

Жмур Н. С., Орлова Т. Л. Методика определения токсичности вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей. 2-е изд., испр. и доп. М.: АКВАРОС, 2007. 48 с.

Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды (утв. приказом МПР РФ от 15 июня 2001 г. № 511).

## ИХТИОМОНИТОРИНГ ОЗЕР-ОХЛАДИТЕЛЕЙ КАЛИНИНСКОЙ АЭС

*А. И. Ачкасов, Н. Я. Трефилова*

*Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов,  
anivach@yandex.ru*

Технологическим процессом работы Калининской АЭС предусмотрены забор для охлаждения и последующий сброс отработанных вод в расположенные в непосредственной близости озера Песьво и Удомля. Поступление в озера сбросовых теплых вод, а также сточных вод станции аэрации г. Удомли обусловили нарушение термических условий и химическое загрязнение водоемов. Оба этих фактора оказывают значительное воздействие на гидрохимические и биологические процессы.

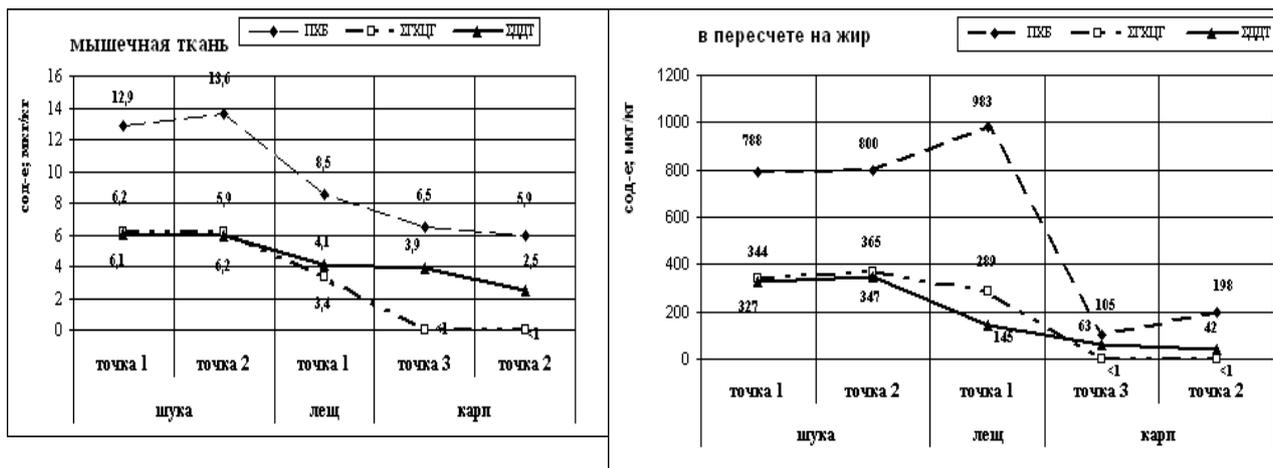
С целью контроля качества поверхностных вод с 1990 г. на озёрах Песьво и Удомля организовано проведение комплексных гидрологических, гидрохимических и ихтиологических исследований с определением содержаний в них 3,4-бензпирена (БП), нефтепродуктов (НП), полихлорированных бифенилов (ПХБ), хлорорганических пестицидов (ХОП), азотных соединений, хлоридов, фторидов и до 26 химических элементов.

Результаты определения содержаний ПХБ и ХОП показали, что данные поллютанты в основном содержатся в жировой ткани рыб; в мышечных же тканях рыб превышений допустимых уровней их содержаний не обнаружено, а установленные величины значительно уступают ПДК (рис. 1).

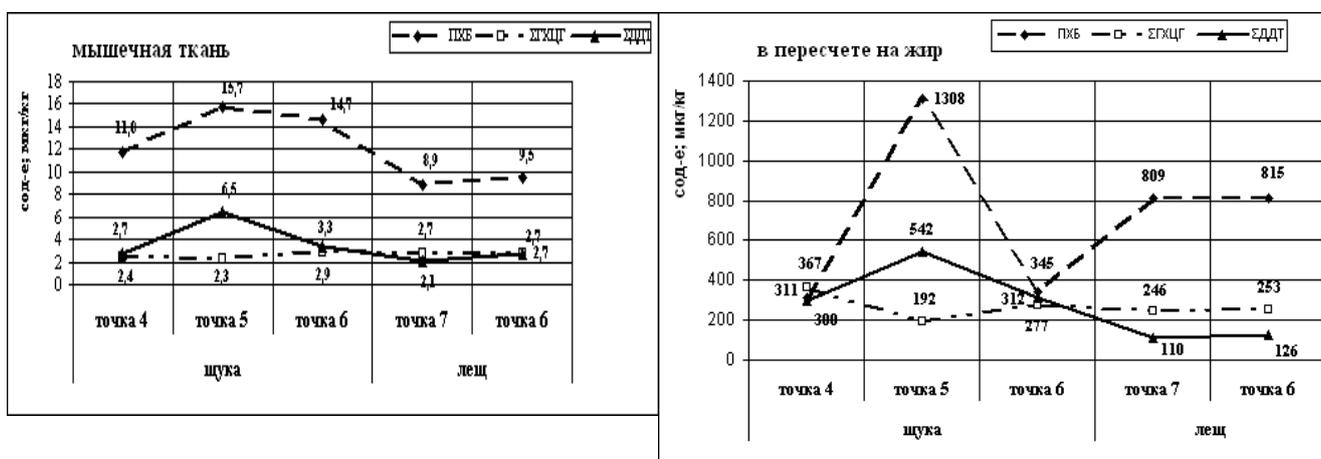
Данные по содержанию химических элементов показывают, что в мышечной ткани исследованных видов рыб (щуки, карпа, леща, радужной форели, судака) значительны накопления Zn, Fe, Al и несколько меньше – Sb, Rb, F, Sr, Ni. Особое беспокойство вызывает обнаружение у рыб Hg, которая достигает пороговых значений (допустимая остаточная концентрация (ДОК) = 0,3 мг/кг). Наличие остаточных количеств токсикантов в рыбах, даже в величинах ниже ДОК, указывает на загрязнение среды их обитания. При этом выраженных временных трендов в содержаниях металлов в мышечных тканях за период наблюдений не обнаружено, и средние их концентрации в течение ряда лет находятся практически на одном уровне.

Результаты химико-аналитического исследования разных органов радужной форели (печени, жабр, мышц) показали, что разные внутренние органы концентрируют различные химические элементы (рис. 2).

## озеро Песьво



## озеро Удомля



ПДК (мкг/кг): ПХБ = 2000,0  
 ΣГХЦГ = 30,0  
 ΣДДТ = 300,0

Рис. 1. Содержания полихлорированных бифенилов (ПХБ) и хлорорганических пестицидов (ХОП=ΣГХЦГ+ДДТ) в образцах ихтиофауны из озёр-охладителей КЛНАЭС

Так, в мышцах в сравнении со средними значениями для всей рыбы обнаружены накопления очень небольшого количества элементов – Pb и, очень слабо, K, Sn, Rb. В жабрах количество превышающих накапливающихся элементов достигает 14 (из 28 контролируемых). Более других здесь концентрируются Ca, Sr, Mn, Al, Ba. В печени накапливается наибольшее количество элементов – 16 из 28 контролируемых. Из их числа наибольшим содержанием характеризуются Cu (выше ДОК, равного 10,0 мг/кг), Se, Fe, Cd, Li, V, Mo.

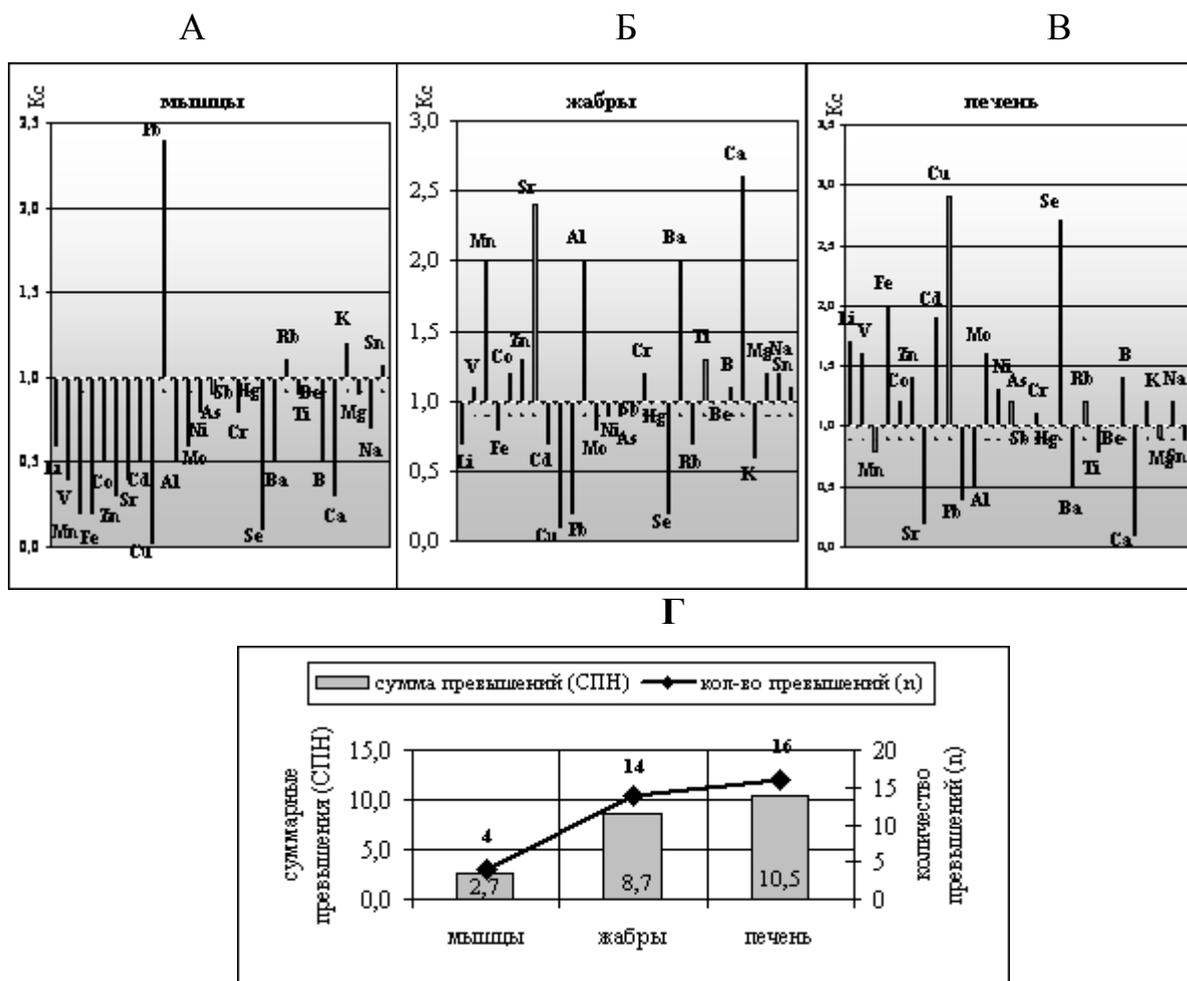


Рис. 2. Концентрации химических элементов в разных органах форели радужной (А – в мышцах; Б – в жабрах; В – в печени) относительно средних значений для данного вида рыбы (Кс). Суммарное накопление элементов – СПН и число накапливающихся элементов – n (Г)

Так же различны и уровни суммарного накопления химических элементов (СПН)<sup>1</sup>, в нашем случае образуя ранжированный по убыванию ряд: печень (СПН=10,5) – жабры (СПН=8,7) – мышцы (СПН=2,7).

Анализ внутренних органов леща и судака показал аналогичную картину распределения химических элементов.

Таким образом, разные химические элементы в разной степени накапливаются разными органами, в обобщенном виде образуя ряд: печень – жабры – мышцы. Главенствующую роль в круговороте элементов в теле рыбы играет печень – здесь происходит очистка крови и концентрирование наибольшего количества элементов.

<sup>1</sup> Аналог широко известного «показателя суммарного загрязнения» - Zс; используется для определения суммы превышений содержаний элементов над фоном, когда аномальные значения концентраций элементов не могут быть однозначно определены как техногенного генезиса.

## ЗООПЛАНКТОН ОЗЕР В ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ЗОНЫ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ОБЪЕКТА ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

*Д. Д. Алексеюс, О. В. Козлов, О. В. Аршевская, А. В. Павленко*  
*Региональный Центр системы государственного экологического контроля и*  
*мониторинга объектов хранения и уничтожения химического оружия*  
*по Курганской области*

Исследованные водоемы (озера Наумовское – 30,0 га, Панькино – 115,5 га и Фролиха – 77,0 га) расположены в Щучанском районе Курганской области. По своему происхождению водоемы типичны для территории Курганской области и представляют собой результат суффозионных процессов. Это привело к формированию правильных по форме блюдцеобразных озер с незначительной (2,0-2,5 м) глубиной, малым уклоном дна и различной степенью зарастания погруженными и полупогруженными макрофитами.

Сравнивая структуру зоопланктоценозов исследованных озер на протяжении последних пяти лет в месяцы, когда популяционные показатели, при оптимально складывающихся абиотических условиях, достигали максимума, можно отметить их достаточную стабильность. Наряду с этим, следует отметить некоторое сокращение видового разнообразия беспозвоночных животных, составляющих основу планктонного сообщества. Летом 2009 г. сложились оптимальные температурные и биогенные условия для массового развития в исследованных водоемах зеленых и сине-зеленых водорослей. Присутствие в планктоне и бентосе последней группы приводит к значительному поступлению в среду биологически активных токсических веществ, что может стать основной причиной сокращения видового разнообразия зоопланктоценозов озер, на берегах которых имеются источники антропогенного автохтонного вещества (озера Фролиха и Наумовское). Для озера Панькино в августе-сентябре 2009 г. характерно поступление в водную среду гуминовых веществ из донных отложений, что привело к снижению видового разнообразия сообщества и увеличению прозрачности воды.

В связи со сложившимися абиотическими условиями, из зоопланктоценозов озер исчезают мелкие формы зоопланктеров (*Keratella cochlearis*, *Kellicottia longispina*), экологическую нишу которых занимают более устойчивые и конкурентоспособные виды ветвистоусых ракообразных. В озере Фролиха в летний период 2009 г. происходит смена доминирования в зоопланктонном сообществе, что может быть связано с незначительным изменением солености воды и появлением прибрежных лабз, которые создают дополнительные условия для формирования зоопланктоценоза данного водоема.

Так же, как и в предыдущие годы, наибольшим биологическим разнообразием зоопланктонного сообщества отличается озеро Панькино, хотя ближе к концу августа в водоеме происходит снижение данной характеристики по причине завершения жизненных циклов ветвистоусых ракообразных, которые различались по степени доминирования.

К доминирующим видам ветвистоусых ракообразных в планктоценозе водоема относятся *Daphnia pulex* и *Daphnia longispina*. К субдоминантному виду, как и в прежние годы, можно отнести один вид веслоногих раков *Mesocyclops leuckarti*. Доля молоди в популяциях ветвистоусых ракообразных в июле 2009 г. колеблется от 9 до 13% от общей численности популяций. В выводковых камерах самок отмечено в среднем 6-8 яиц, причем часть самок имеют эфиппиумы, содержащие диапаузирующие яйца. Количество самок с яйцами составляет до 76% от общего числа особей в популяциях. В осенних сборах 2009 г. в планктоне озер отмечено значительное количество (до 890 особей/м<sup>2</sup>) эфиппиумов, содержащих диапаузирующие яйца ветвистоусых раков. Данная зимующая жизненная форма дает возможность возобновления популяций ветвистоусых раков после неблагоприятных условий зимнего периода.

В зоопланктоценозах озер в 2011 г. значительную роль играют ветвистоусые раки, плотность популяций которых в момент исследований доходила до 826–1134 особей/м<sup>2</sup>. Половая структура популяций сдвинута в сторону преобладания самок, что объясняется неоптимальными условиями существования популяций в момент исследований при массовом развитии зеленых и сине-зеленых водорослей. Горизонтальное распределение ветвистоусых ракообразных достаточно равномерно. Это связано с развитием кормовой базы в водоеме и отсутствием ветрового переноса и перемешивания в момент исследований.

В оз. Панькино по биологическому разнообразию, доминирующим видом является – *Daphnia longispina*. К субдоминантным можно отнести вид *D. pulex*, плотность популяции которого в момент исследований составила около 4000 особей/м<sup>2</sup>. В озере Фролиха мы наблюдаем, что доминирующим видом является *Eudiaptomus gracilis*, его плотность популяции составили от 1600–2400 особей/м<sup>2</sup>. К субдоминантным можно отнести один вид – *D. cucullata*.

В 2012 г. для всех трех модельных водоемах проводились исследования в прибрежной фации зарастания полуводными и погруженными макрофитами и в открытой части водоемов, свободной от плавающих макрофитов, на расстоянии 70–120 м от уреза воды. В оз. Фролиха различий в видовом составе зоопланктона прибрежной и открытой части водоема не наблюдалось. По сравнению с 2011 г. в водоеме, в небольшом количестве и с примерно одинаковой плотностью популяций, появляются *Bosmina longirostris* и *Daphnia longispina*. Стабильно на протяжении всех лет исследований в зоопланктоне отмечались представители веслоногих раков *Eudiaptomus gracilis* и коловраток *Keratella quadrata*. По сравнению с предыдущими годами наблюдается снижение общей массы планктонных организмов. Возможно, одной из причин, определяющих данную тенденцию в исследованных водоемах, является снижение уровня воды в связи с аномально жарким летом и минимальный уровень на протяжении современной фазы гидрогеологического цикла для озер Зауралья.

При общем уменьшении видового разнообразия зоопланктона в озере Наумовское, для него отмечается различие в составе зоопланктона открытой части и фации зарастания. Для обеих ландшафтных фаций характерно присутствие появившегося впервые *Eudiaptomus gracilloides* с несколько более высокой плотностью популяции в прибрежной части. Данный вид по результатам

исследований можно отнести к виду-доминанту, хотя общая относительная биомасса популяции его незначительна. Наряду с этим, для данной зоны водоема характерно наличие ветвистоусых раков, относящихся к виду *Ceriodaphnia reticulata*, а в открытой части типичной для данного водоема *D. cristata*. При исследованиях данные виды встречались только в выше обозначенных ландшафтных фациях озера Наумовское. В 2012 году возможно начинается смена доминирования и видового разнообразия в зоопланктоценозе, о причинах которого было сказано несколько выше. Из зоопланктона в этот период исчезают коловратки *Keratella quadrata*, представители *Cyclopoida* и водных личинок двукрылых насекомых *Chaoboridae*.

Данный процесс в 2012 г. характерен и для озера Панькино. Отмеченные в предыдущие годы коловратки *K. cochlearis*, *Kellicottia longispina* и ветвистоусые раки *Daphnia longispina*, *Daphnia pulex*, а так же водные личинки комаров *Culex sp.* в летний сезон 2012 г. в водоеме не встречались. Наряду с эти в планктоне в незначительном количестве появляются веслоногие циклопоидные раки *Mesocyclops leuckartii* (плотность популяции 26 особей/м<sup>3</sup>). Доминантом в сообществе (плотность популяции 98–612 особей/м<sup>3</sup> в открытой части водоема и прибрежной зоне зарастания, соответственно) становится появившийся впервые в этом году *Eudiaptomus gracilloides*. Одновременно с ним как в той, так и в другой фации встречается в фоновых количествах при одинаковой средней плотности популяции *Bithotrephes longimanus* (58–42 особи/м<sup>3</sup>, соответственно). На протяжении всего периода исследований в зоопланктоне, определяя его фоновые показатели, как и в 2012 г., встречаются коловратки *K. quadrata*.

При проведении лабораторных исследований морфологии беспозвоночных зоопланктеров озер зон защитных мероприятий нами не обнаружено отклонение линейных размеров и наличия значительной модификационной изменчивости признаков для всех гидробионтов – представителей различных систематических групп, что подтверждает отсутствие влияния данных объектов на популяционно-видовые характеристики представителей зоопланктона исследованных водоемов. Все изменения, происходящие на протяжении последних нескольких лет в зоопланктонных сообществах данных экосистем, обусловлены протеканием естественных сукцессионных процессов.

При проведении эколого-морфологических исследований с использованием метода цифровой микроскопии, надо отметить, что все изученные особи беспозвоночных животных-зоопланктеров различного таксономического статуса и размерных групп имеют нормальную морфологию без отклонений в вариативных пределах. Возможное морфологическое разнообразие форм ветвистоусых раков объясняется модификационной изменчивостью, характерной для их видов при наличии хищников более высокого порядка.

## БИОСЕНСОР НА ОСНОВЕ *PSEUDOMONAS RATHONIS* ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОДЕРЖАНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В СРЕДАХ

**Е. В. Емельянова**

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

Число и количество синтетических веществ, созданных и создаваемых в результате органического синтеза, велико и всё большее количество этих веществ поступает в окружающую среду.

В настоящее время поверхностно-активные вещества (ПАВ) используются быту и в различных отраслях хозяйственной деятельности. Они широко применяются в текстильной и бумажной промышленности, при добыче нефти и на обогатительных фабриках горнорудной промышленности, в химической, кожевенной, фармацевтической и парфюмерной промышленности. Объёмы их производства и использования постоянно растут. Это ведёт к росту содержания ПАВ в сточных водах. Попадая в воду, ПАВ не только ухудшают ее качество, придавая воде нежелательные вкус и запах и вызывая пенообразование, но и приводят к гибели окружающей микрофлоры. Кроме того, несмотря на невысокую токсичность самих ПАВ по отношению к теплокровным животным, они влияют на накопление других токсичных веществ, усиливая тем самым их действие на живые организмы.

Для определения ПАВ в окружающей среде помимо традиционных химических методов анализа используют биосенсоры, в том числе микробные. Микробные биосенсоры состоят из рецептора, содержащего целые клетки, которые генерируют физико-химический отклик в ответ на изменение окружающей их среды, и детектора, преобразующего этот отклик в физико-химический сигнал. Преимуществом микробных биосенсоров является простота их конструкции и эксплуатации, достаточно низкая стоимость, как самого прибора, так и анализа, высокая чувствительность, селективность и быстрота проведения измерения.

В ходе эволюции отдельные группы микроорганизмов приспособились к использованию сложных органических веществ в качестве источника питания, и, благодаря изменчивости и адаптации микроорганизмов, практически не существует соединений, для которых была бы достоверно доказана их полная персистентность. В процессе разрушения органических соединений микроорганизмы либо усваивают их в качестве источника питания, либо вызывают ферментативную деструкцию, что приводит к изменению обменных процессов в клетках и, в том числе, дыхания (Емельянова, Решетиллов, 2002).

Показана возможность создания микробного сенсора для определения ПАВ в жидких средах по изменению интенсивности дыхания бактериальных клеток. Биосенсор включает электрод Кларка, сопряжённый с биорецептором, содержащим иммобилизованные на носителе методом сорбции клетки бактерий *Pseudomonas rathonis* ВКПМ-В-2330. Регистрируемым параметром является максимальная скорость изменения выходного сигнала  $dI/dt$  (нА/с), связанная

пропорциональной зависимостью со скоростью изменения концентрации потреблённого кислорода.

Было показано, что клетки *Pseudomonas rathonis* T, использованные для формирования рецепторного элемента биосенсора, обладают избирательной чувствительностью, реагируя на одни ПАВ и не замечая других. Была проверена чувствительность клеток *P. rathonis* по отношению к ПАВ, которые входят в состав бытовых моющих средств: додецилсульфату натрия (ДДС-Na), алкилсульфату натрия, алкилбензолсульфонату натрия (C<sub>12</sub>), имидостату, диэтаноламиду, сульфэтоксилату. Из перечисленных веществ, относящихся к различным классам ПАВ (анионные, катионные и неионогенные ПАВ), клетки обладали высокой чувствительностью к анионному ПАВ – додецилсульфату и достаточно высокой чувствительностью к неионогенному ПАВ – диэтаноламиду (ДЭА). Нижний предел детекции ДДС-Na и ДЭА составил 0.46 и 2.5 мг/л соответственно. Таким образом, мембранный биосенсор на основе клеток *Pseudomonas rathonis* в качестве рецептора и кислородного электрода Кларка в качестве детектора может быть использован для избирательного определения додецилсульфата или диэтаноламида в растворах, содержащих смесь ПАВ.

В проводимых у нас и за рубежом исследованиях по определению ПАВ с помощью биосенсоров обычно используют растворы отдельных ПАВ. В настоящем исследовании были проанализированы смеси известного состава, повторяющие состав синтетических моющих средств. В смесях кроме DDS-Na присутствовали еще два поверхностно-активных вещества: алкилбензолсульфонат натрия и сульфэтоксилат.

Исследования показали, что в смесях, аналогичных синтетическим моющим средствам, интенсивность дыхания культуры зависит только от концентрации DDS-Na. По активации дыхания клеток *P. rathonis* можно судить не только о концентрации ПАВ в анализируемом растворе но и, косвенно, о концентрации синтетических моющих средств. Наиболее точные результаты получены при проведении измерений в области низких концентраций DDS-Na, до 15 мг/л, когда наблюдается практически прямо-пропорциональная зависимость между дыханием культуры и содержанием додецилсульфата в растворе. Таким образом, биосенсор может быть использован для определения концентрации моющих средств по содержанию в них DDS-Na.

Биосенсор на основе клеток *P. rathonis* был опробован на образцах более сложного состава – сточных водах промышленного производства моющих средств. Были исследованы образцы сточных вод Новомосковского химкомбината по производству СМС (Тульская область): исходные сточные воды и стоки, поступающие на очистку в аэротенки после предварительной очистки. При тестировании проб сточных вод, в отличие от предыдущих измерений, происходило ингибирование дыхания культуры, что приводило к снижению скорости потребления кислорода.

Исследованные промышленные сточные воды помимо поверхностно-активных веществ содержали вещества, которые ингибировали дыхание культуры. Содержание этих веществ было достаточно высоким, особенно в стоках, не прошедших химическую очистку. Чем выше было содержание сточных вод в

растворе, тем с большей скоростью падало потребление кислорода. При тестировании сточных вод, прошедших стадию биологической очистки в аэротенках, не было зафиксировано присутствия веществ, которые бы ингибировали или стимулировали дыхание культуры.

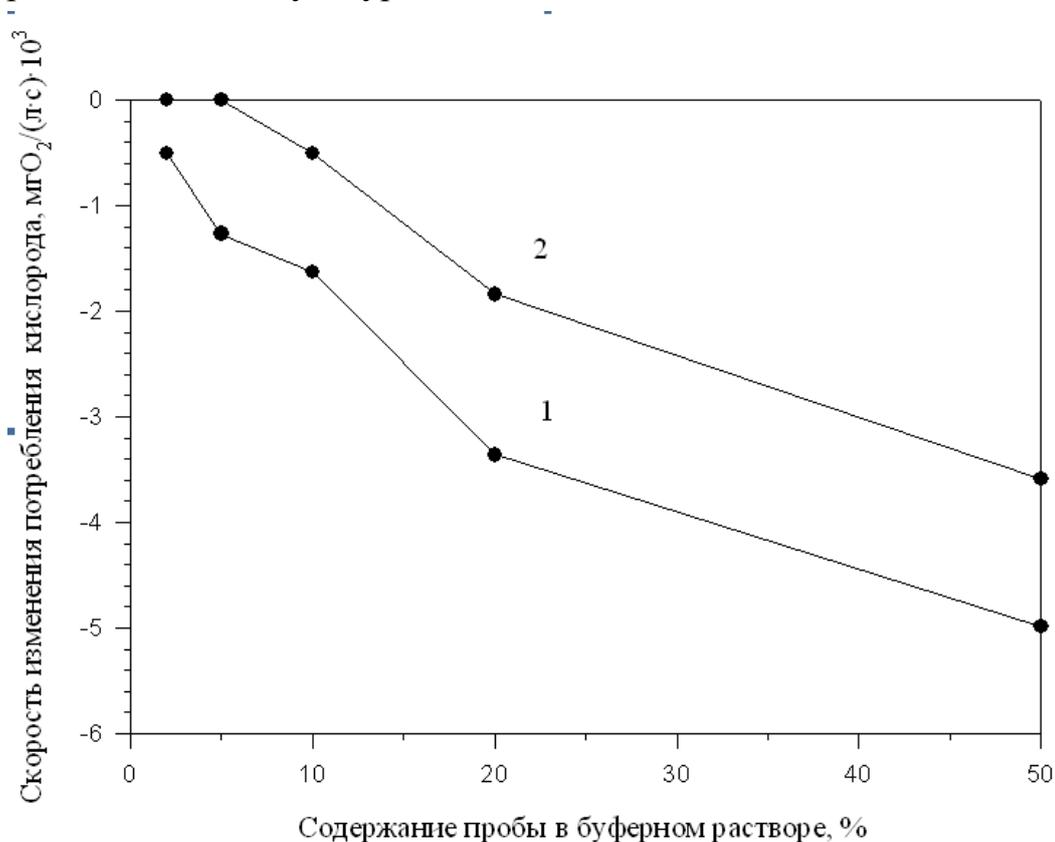


Рис. Зависимость дыхания *Pseudomonas rathonis* ВКПМ-В-2330 от концентрации сточных вод (сточные воды Новомосковского химкомбината по производству СМС): 1 – исходные сточные воды (до предварительной очистки); 2 – сточные воды после предварительной очистки. Нулевая точка на оси ординат – исходный уровень дыхания культуры

Арбитражным методом определения общей загрязнённости вод органическими веществами является определение биохимического потребления кислорода скляночным методом (БПК-5, БПК-10, БПК-20). Недостатком указанного метода является его трудоёмкость и длительное время проведения анализа.

Разработанный биосенсор можно использовать для определения степени очистки сточных вод, образующихся при производстве СМС, прежде всего для оценки степени очистки сточных вод от загрязнений, которые обычно удаляют на стадии предочистки, поскольку они вызывают ингибирование роста активного ила аэротенков. На присутствие этих веществ будет указывать ингибирование дыхания клеток *P. rathonis*, составляющих основу рецепторного элемента. По величине ингибирования дыхания можно судить о степени предочистки тестируемых сточных вод. Таким образом, предлагаемый сенсор позволит быстро обнаружить наличие загрязнений в стоках, оценить степень их загрязнённости по сравнению с очищенными стоками и избежать длительного и трудоёмкого метода определения БПК на промежуточных стадиях очистки стоков.

### Литература

Емельянова Е. В., Решетиллов А. Н. Об активности клеток *Pseudomonas rathonis* T. как основы рецептора мембранного биосенсора для определения поверхностно-активных веществ // Микробиология. 2002. Т. 71. № 2. С. 277–280.

## ОТРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ЭРИТРОЦИТОВ

*В. А. Оборин, Е. В. Селезенева, Н. С. Завалин, В. А. Эсаулов*  
*Вятский государственный гуманитарный университет*

Эритроциты являются удобной моделью при изучении влияния на организм различных воздействий эндогенной и экзогенной этиологии. Для этого используются разные методы: определение осмотической, кислотной, механической резистентности эритроцитов, исследование активности их мембранных ферментов, изучение упругости, эластичности и деформационных свойств мембран эритроцитов, оценка электрофоретической подвижности и сорбционной способности эритроцитов. Каждый метод характеризует определенные свойства мембран эритроцитов. Наиболее комплексным и достаточно информативным является метод определения сорбционной способности эритроцитов (ССЭ).

Повышение сорбции витальных красителей поврежденными клетками было показано рядом исследователей (Трошин, 1985; Браун, Моженко, 1988). Методика сорбционной способности эритроцитов в отношении катионного красителя метиленового синего была предложена А. А. Тогайбаевым с соавт., (1988). Благодаря своей простоте метод получил широкое практическое применение в клинических исследованиях (Михайлович, 1993; Беляков, 1995; Калер, 1986; Гаврилов, 1999). Многочисленными исследованиями показано, что показатель ССЭ по отношению метиленового синего увеличивается в 1,5–2 раза при различных видах патологии (Усачева и др., 2011; Лактионов и др., 2011; Парановский, Цыганок, 2006).

Однако метод, предложенный А. А. Тогайбаевым с соавт., (1988), определяет сорбционную способность не только эритроцитов, но и белков, так как, при использовании данного метода эритроциты не отмываются от плазмы, а просто однократно осаждаются, путем центрифугирования. Кроме того, результаты определения сорбционной способности эритроцитов по этой методике во многом зависят от соотношения объемов и концентраций эритроцитов и используемого красителя.

В. Б. Гаврилов с соавт., (1999) предложили более чувствительный метод оценки повреждения мембраны эритроцитов, используя в качестве сорбента метиленовый синий.

До настоящего времени остается не изученным вопрос сорбционной способности эритроцитов в отношении других красителей, используемых в гистологической и микробиологической практике.

*Целью наших исследований* являлось сравнительное изучение сорбционных свойств эритроцитов коровы в отношении витальных красителей, с помощью различных методических приемов.

*Материалы и методы.* Объектом исследования служили эритроциты венозной крови коровы, после трехкратного отмывания в физиологическом растворе хлорида натрия. Сорбционную способность эритроцитов исследовали по отношению следующих красителей: метиленовый синий, генцианвиолет, бриллиантовый зеленый, конго-рот, метил-рот, функсин основной, нейтральный красный. Первоначально были приготовлены 0,1% растворы этих красителей на физиологическом растворе хлорида натрия. Установили, что в физиологическом растворе хлорида натрия хорошо растворяются метиленовый синий, бриллиантовый зеленый, генцианвиолет, нейтральный красный. В дальнейшем определили, что раствор 0,1% генцианвиолета прочно сорбируется на поверхности кюветы, что затрудняет его использование. Поэтому в дальнейших сравнительных исследованиях нами использовались растворы красителей: метиленовый синий, бриллиантовый зеленый и нейтральный красный.

В предварительных исследованиях выбраны оптимальные условия проведения эксперимента, что позволило модифицировать методику оценки сорбционной активности эритроцитов в отношении изучаемых красителей. В пробирку вносили 0,5 мл отмывтых эритроцитов и 2,0 мл 0,005% раствора красителя. Пробирку помещали на вращающуюся платформу на 10 минут при температуре 37<sup>0</sup>С. После чего, эритроциты осаждали путем центрифугирования при 2000 об/мин в течение двух минут. Количество связавшегося красителя определяли по изменению цвета надосадочной жидкости, которую устанавливали с помощью спектрофотометра (ПЭ 5300 М), используя кювету с длиной оптического пути 1,0 см и длину волны для метиленового синего и бриллиантового зеленого – 630 нм, а для нейтрального красного – 540 нм.

Учет результатов осуществляли по формулам:

$$ССЭ = 100 - \frac{D_0 \cdot 100}{D_k},$$

где ССЭ – сорбционная способность эритроцитов;  $D_0$  – оптическая плотность надосадочной жидкости в опыте,  $D_k$  – оптическая плотность надосадочной жидкости в контроле, а также рассчитывали коэффициент  $Q$  – отношение концентраций связанного и свободного красителя, который рассчитывается по формуле:

$$Q = \frac{V_c D_i - D_e}{V_y D_e},$$

где  $V_c/V_y$  – объемы раствора красителя и эритроцитарной массы;  
 $D_i - D_e$  значение оптической плотности раствора красителя до и после инкубации с эритроцитами.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием компьютерной программы «Biostat» версии 4.03. Достоверность результатов исследования определяли в соответствии с t-критерием Стьюдента.

**Результаты и обсуждение.** Совместная инкубация эритроцитов с исследуемыми красителями приводит к сорбции последних на красных кровяных клетках (таблица).

Таблица

**Показатели сорбционной способности эритроцитов крови коровы  
в отношении различных витальных красителей**

Вид красителя	Оптическая плотность D, ед. экстинкции		Показатели сорбционной способности эритроцитов	
	опыт	контроль	ССЭ%	Q, усл. единиц
Бриллиантовый зеленый	0,989±0,101	0,125±0,009	87,42±1,38	27,8±0,39
Метиленовый синий	0,339±0,027	0,163±0,011	52,06±1,25	4,5±0,08
Нейтральный красный	0,717±0,0932	0,188±0,025	73,81±1,42	11,4±0,15

Это проявляется по изменению оптической плотности всех исследуемых красителей до и после инкубации с эритроцитами, т. е. оптической плотности надосадочной жидкости в опытной и контрольной пробе. Как показали исследования, оценку результатов связывания эритроцитами красителей лучше осуществлять с помощью коэффициента Q, чем по показателю ССЭ. Так как, по справедливому замечанию В. Б. Гаврилова с соавт. (1999), коэффициент Q более полно отражает сорбционную способность эритроцитов и не зависит от соотношения объемов эритроцитов и красителя. Из данных, представленных в таблице, следует, что выраженность сорбционной способности эритроцитов по отношению изученных красителей зависит от вида красителя. Нами впервые установлено, что более выраженной способностью сорбироваться на эритроцитах коровы обладает бриллиантовый зеленый, меньше сорбируется нейтральный красный, а метиленовый синий обладает самой низкой способностью связываться с этими клетками. Сравнительные исследования показали перспективность использования бриллиантового зеленого и нейтрального красного при изучении сорбционной способности эритроцитов.

**Заключение.** Таким образом, в работе подтверждена сорбционная способность эритроцитов по отношению различных витальных красителей. Впервые установлено, что из изученных красителей в большей степени связывается с эритроцитами бриллиантовый зеленый. Полученные данные позволяют рекомендовать бриллиантовый зеленый и нейтральный красный для оценки ССЭ, но для этого необходимы дополнительные сравнительные исследования по изучению сорбционной способности эритроцитов, имеющих повреждения мембран. Учет результатов исследования ССЭ целесообразно осуществлять, используя коэффициент Q. Предлагаемая нами модифицированная методика определения сорбционной способности эритроцитов достаточно проста, доступна для любой клинической лаборатории и позволяет получать достоверные результаты, характеризующие состояние мембран эритроцитов.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕТРАЗОЛЬНО-ТОПОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА БИОТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ ТОКСИЧНОСТИ СНЕГОВОГО ПОКРОВА В РАЙОНЕ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

*А. В. Изместьева<sup>1</sup>, Е. А. Домнина<sup>1</sup>, Т. А. Адамович<sup>1,2</sup>*  
<sup>1</sup> *Вятский государственный гуманитарный университет,*  
<sup>2</sup> *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,*  
*ecolab2@gmail.com*

Источниками загрязнения окружающей среды в Кировской области являются предприятия Кирово-Чепецкого промышленного комплекса. В настоящее время антропогенная нагрузка на окружающую среду вблизи химического комбината достигла высокого уровня. По данным регионального доклада основными загрязняющими веществами предприятий являются взвешенные вещества, оксид углерода, нитрат аммония, нефтепродукты, железо, азот аммонийный, фториды (О состоянии ..., 2011). В связи с этим, важное значение имеет оценка состояния окружающей среды в районе влияния данных объектов.

Целью работы было оценить с помощью метода биотестирования степень загрязнения и общую токсичность снегового покрова в районе влияния Кирово-Чепецкого промышленного комплекса.

Для оценки экологического состояния снегового покрова был использован тетразольно-топографический метод определения жизнеспособности семян пшеницы. Данный метод биотестирования позволяет провести оценку состояния компонентов окружающей среды и выявить наиболее загрязненные участки на исследуемой территории.

В 2011–2012 гг. нами были отобраны и исследованы 30 проб снега на разном удалении от химического комбината, была определена жизнеспособность семян пшеницы сорта «Ирень» в пробах снеговой воды. В большинстве исследуемых проб данный показатель значительно отличался от контроля (99%) и варьировал в пределах от 63,9 до 93,9% в 2011 году и от 64,9 до 95,9% в 2012 г. Анализ результатов биотестирования проб снеговой воды показал, что в 70% проб в 2011 г. и в 65% проб в 2012 г. отклонение от контроля составляло более 10%, что указывает на токсичность большинства отобранных проб.

По результатам анализа полученных данных было проведено картографирование загрязнения снегового покрова в районе действия Кирово-Чепецкого промышленного комплекса на основе данных биотестирования, что позволяет более наглядно представить результаты исследования (рис. 1, 2). Данные по выявлению жизнеспособности семян пшеницы в пробах снеговой воды в 2011–2012 гг. представлены с помощью метода качественного фона. Установлено, что в 2011 г. (рис. 1) участки с наибольшей токсичностью снегового покрова сосредоточены вокруг Завода полимеров и прилегающей к нему жилой зоны г. Кирово-Чепецка (т. 8, 14.), в непосредственной близости от секций хранения отходов (т. 13) – 63,9%. Минимальные отклонения от нормы были отмечены в т. 10, 16, 15, находящихся на расстоянии 1 км от зоны влияния объектов КЧХК.

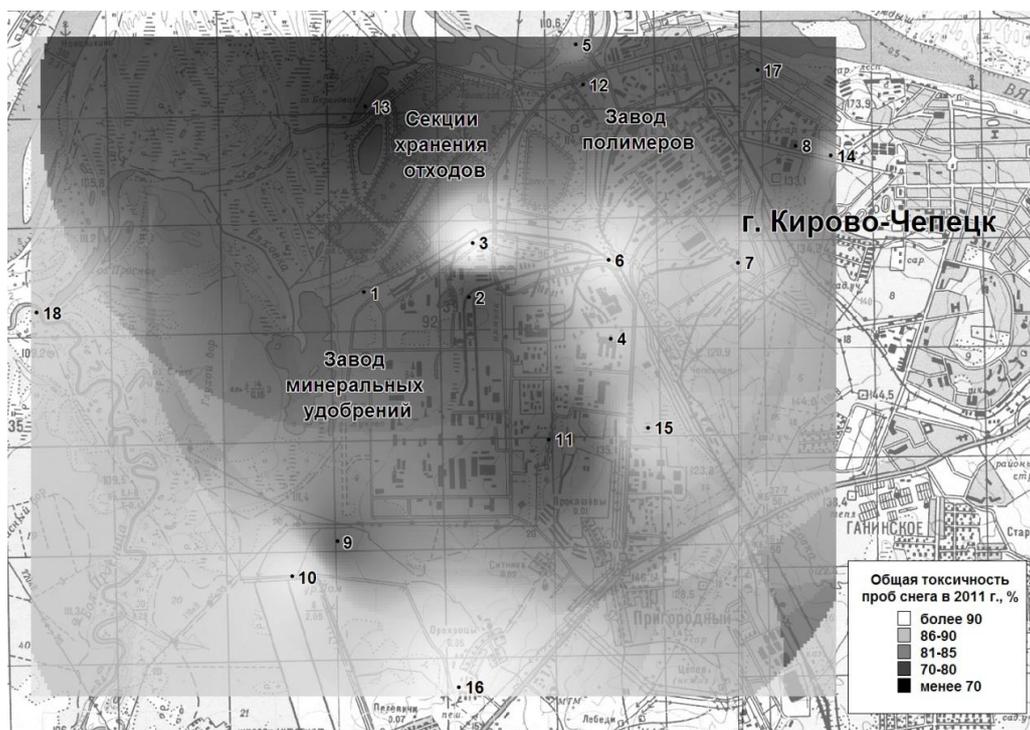


Рис. 1. Карта-схема общей токсичности проб снега в районе влияния КЧХК в 2011 г.

В 2012 г. по сравнению с 2011 г. общая токсичность повысилась в пробах снега на участках № 2, 1, 10, находящихся в районе расположения ЗМУ, и т. 8, находящейся в жилой зоне г. Кирова-Чепецка (рис. 2). Уменьшение степени общей токсичности произошло только в пробах 7, 14, 17 расположенных на расстоянии от 0,5 до 1 км от Завода полимеров, что может быть связано с изменением преобладающего направления ветра в 2012 г. по сравнению с 2011 г. (Скугорева и др., 2011).

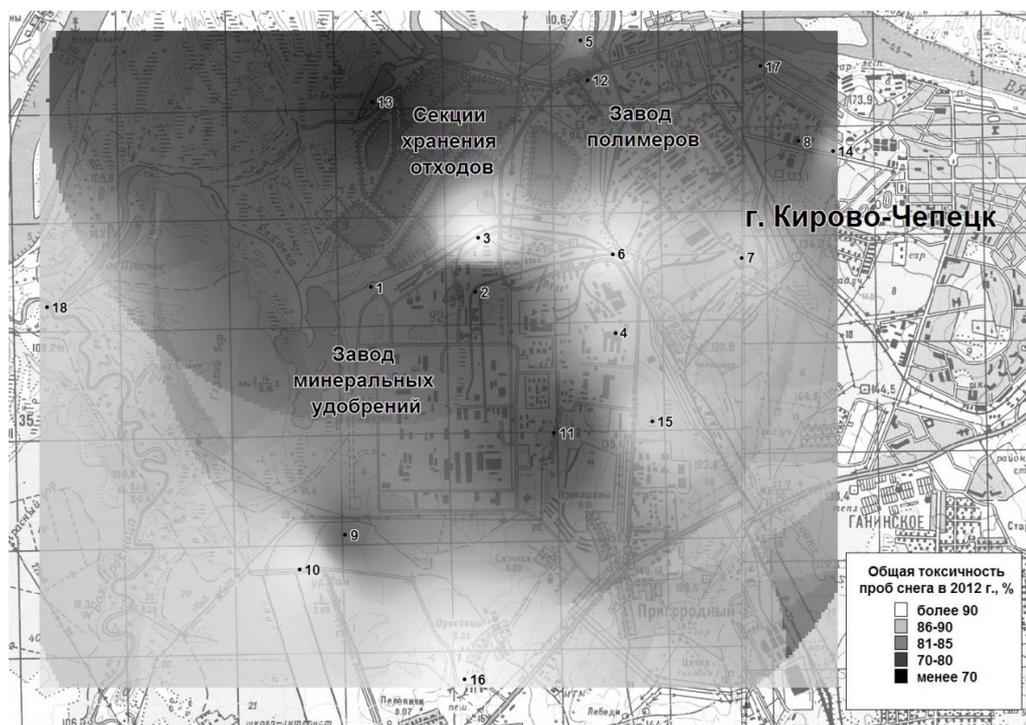


Рис. 2. Карта-схема общей токсичности проб снега в районе влияния КЧХК в 2012 г.

Таким образом, по данным анализа снегового покрова в 2011–2012 гг. была выявлена динамика общей токсичности исследуемых проб. При сравнении результатов исследования за данный период установлено, что значения общей токсичности для большинства проб остались на прежнем уровне, но по-прежнему значения общей токсичности остаются высокими.

Данные исследования позволяют считать экологическую обстановку окружающей природной среды в зоне влияния КЧХК неблагоприятной.

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ в области знаний Науки о Земле, экологии и рационального природопользования № НШ-2037.2012.5.

#### **Литература**

О состоянии окружающей природной среды в 2010 году / Под ред. А. В. Албеговой. Киров: Типография «Старая Вятка», 2011. 173 с.

Скугорева С. Г., Адамович Т. А., Кантор Г. Я., Савиных В. П., Ашихмина Т. Я., Изместьева А. В. Оценка степени загрязнения снегового покрова в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината // Теоретическая и прикладная экология. Киров, 2011. № 1. С. 31–36.

## СЕКЦИЯ 3 БИОТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ В БИОТЕХНОЛОГИИ. РАЗРАБОТКИ ИНСТИТУТА БИОХИМИИ И ФИЗИОЛОГИИ МИКРООРГАНИЗМОВ ИМ. Г. К. СКРЯБИНА

*Т. Н. Кувичкина*

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

Институт биохимии и физиологии микроорганизмов (ИБФМ) был основан в июне 1965 г. решением Президиума Академии Наук СССР в составе Отделения биохимии, биофизики и химии физиологически активных соединений, как один из институтов строящегося в те годы в г. Пущино Московской области Научного центра биологических исследований Академии Наук СССР. Первым директором Института был Н. Д. Иерусалимский (1965–1967 гг.), затем академик Г. К. Скрябин (1968–1988 гг.). С 1988 г. по настоящее время Институтом руководит чл.-кор. РАН, профессор А. М. Боронин. Два подразделения Института – Всероссийская коллекция микроорганизмов (ВКМ) и Опытно-технологическая установка (ОТУ) включены в «Перечень уникальных научно-исследовательских и экспериментальных установок национальной значимости». В фондах ВКМ хранится и поддерживается более 14000 микробных культур, что составляет около 70% от видового фонда России. Созданы и опубликованы Указатели и Каталоги микроорганизмов. ОТУ является уникальной по совокупности параметров базой для разработки широкого спектра биотехнологий для промышленного получения препаратов на основе микробиологического синтеза. Одним из основных направлений деятельности Института является использование микроорганизмов в биотехнологии.

В лаборатории биосенсоров (Зав. лаб. д.х.н. проф. А. Н. Решетилов) наибольшее внимание уделяется созданию биосенсоров на основе электрохимических преобразователей, в качестве которых применяются амперометрические электроды. Для создания биосенсоров как биологический материал используются клетки микроорганизмов. Разработана система биосенсоров на основе ферментов и клеток микроорганизмов для контроля ферментационных процессов получения спирта (определение содержания в образце крахмала, глюкозы, этилового спирта).

В лаборатории радиоактивных изотопов (Зав. лаб. д.б.н. проф. Ю. А. Троценко) создана технология получения эктоина. Эктоин – циклическая иминокислота, биопротектор, синтезируемый галофильными бактериями, высокогигроскопичное, мощное влагоудерживающее соединение, хорошо растворимое в воде. Преимуществом разработанного способа получения является выращива-

ние продуцента на дешевом непищевом субстрате – метаноле. Эктоин может применяться в медицине в химиотерапии раковых клеток, при лечении заболеваний опорно-двигательного аппарата, болезни Альцгеймера, как криопротектор для хранения яйцеклеток, сперматозоидов, тканей и органов. В косметической промышленности как увлажнитель, поскольку легко проникает в клетки и повышает их тургор, защищает клетки от УФ излучения. В сельском хозяйстве как стабилизатор биостимуляторов роста растений. В этой же лаборатории создана технология получения сополимера полигидроксibuтировалерата (ПГБВ) с содержанием валерата 10–50% на основе культивирования аэробных метилотрофных бактерий на доступном непищевом сырье – метаноле с добавлением амилового спирта и на простой минеральной среде. ПГБВ, добавленный в количестве 5–10% к синтетическим пластикам, способствует их разложению до мелких частиц, которые улучшают структуру почв. На основе ПГБВ можно получать спектр материалов с различными физико-химическими свойствами, пригодными для различных сфер применения: нанокompозиты с гидроксипатитом и антибиотиками, композиты для сердечно-сосудистой хирургии, протезов кровеносных сосудов, урологии, ортопедии и стоматологии, для гибридных (биоискусственных) органов и тканей, шовных материалов, для лекарств пролонгированного действия, изделий одноразового применения (шприцы, перчатки, упаковки) и др.

В лаборатории биохимии клеточной поверхности микроорганизмов (Зав. лаб. д.б.н. О. А. Степная) создана технология получения лизоамидазы. Лизоамидаза – антимикробный препарат, созданный на основе ферментов и полисахарида бактерии рода *Lysobacter*. Этот препарат имеет широкий спектр действия против патогенной антибиотикоустойчивой микрофлоры – бактерий, дрожжей, мицелиальных грибов, препятствует прорастанию грибных и бактериальных спор. Лизоамидаза – единственный препарат, разрушающий покоящиеся споры бацилл, в том числе споры *Bacillus anthracis*, вызывающие сибиреязвенную болезнь. Бактериолитические ферменты лизоамидазы разрушают клетки широкого спектра патогенных микроорганизмов, при этом фрагменты разрушенных клеток оказывают иммуностимулирующее действие на организм. Таким образом, лизоамидаза комплексно воздействует на больной организм, дополняя его собственные защитные силы в отличие от антибиотиков, угнетающих иммунную систему. В процессе клинических испытаний лизоамидазу применяли для лечения поверхностных и глубоких гнойных ран. Во всех случаях обнаружена высокая эффективность препарата, проявившаяся в сокращении сроков лечения больных в среднем в два раза по сравнению с контрольными группами пациентов.

В лаборатории энзиматической деградации органических соединений (Зав. лаб. д.б.н., засл. деятель науки РФ Л. А. Головлева) изучены грибные лакказы. Лакказы, являясь компонентом внеклеточного энзиматического комплекса, отличаются высокой стабильностью по сравнению с внутриклеточными ферментами и вовлечены в процессы деградации лигнина и детоксикации поллютантов. В последнее время, благодаря широкому спектру атакуемых субстратов, богатому арсеналу катализируемых реакций и высокой стабильности, лак-

казы рассматриваются как удачный инструмент в биотехнологии получения биополимеров, антиоксидантов, антиканцерогенных соединений, антибиотиков, стероидов, а также других соединений с ценными свойствами. Интерес к использованию лакказ в биотехнологических целях подкрепляется осуществлением биокатализа в более мягких условиях (использование атмосферного давления, отсутствие токсичных отходов, отказ от применения токсичных растворителей, а также кислот и щелочей). Повышенные значения температурного оптимума, высокие показатели термо- и рН-стабильности, широкий спектр атакуемых субстратов выделенных лакказных изоформ *S. ochraceum* 1833 делают данные ферменты удачной моделью для широкого спектра биотехнологических процессов, идущих при высоких температурах и кислых значениях рН.

В лаборатории биологии плазмид (Зав. лаб. чл.-кор. А. М. Боронин) были разработаны экспериментальные биопрепараты серии «Никаойл», ориентированные на потребление легких и тяжелых фракций нефти. Отселектированные микроорганизмы являются природными изолятами, нетоксичны и непатогенны. Способность ряда микроорганизмов к деструкции углеводов нефти при низких температурах позволяет использовать их в биоремедиации загрязненных территорий в условиях холодного климата. Эффективность действия биопрепаратов серии «Никаойл», ориентированных на потребление легких и тяжелых фракций нефти, продемонстрирована в полевых испытаниях на территориях Московской, Тверской, Кировской областей и Западной Сибири.

В лаборатории микробной энзимологии (Зав. лаб. д.б.н. А. А. Леонтьевский) разработан эффективный и безопасный способ биоремедиации почв, загрязненных гербицидом глифосатом, который основан на внесении в почву специально подобранных бактерий – деструкторов. Выделенные природные штаммы *Ochrobactrum anthropi* ГПК 3 и *Achromobacter* sp. Kg16 безопасны для теплокровных животных и могут применяться в окружающей среде без ограничений. Штаммы минерализуют глифосат без образования токсичных метаболитов. После окончания действия препарата происходит быстрое снижение численности внесенных бактерий, что означает отсутствие вторичного микробного загрязнения почвы.

## ПЕРСПЕКТИВЫ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM*

**Л. И. Домрачева<sup>1,2</sup>, Л. В. Трефилова<sup>2</sup>, А. И. Фокина<sup>3</sup>**

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

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

<sup>3</sup> Вятский государственный гуманитарный университет,

*dli-alga@mail.ru*

Большинство грибов рода *Fusarium* – фитопатогены или оппортунисты, способные к синтезу разнообразных микотоксинов, вредоносных для человека и животных. Фузарии продуцируют более 190 токсических соединений, из которых наиболее важными считаются 10 токсинов (Безгина, Тончий, 2007). Ча-

сто причиной заболеваний с неясной этиологией становится попадание в организм фузариотоксинов. Велика опасность накопления фузариотоксинов в продуктах и кормах, а также в почве, что становится одной из причин фитотоксичности почвы, её «утомления» (Билай, Пидопличко, 1970). В одном из обзоров (Охапкина, Ханжин, 2012), в частности, представлена подробная характеристика токсических метаболитов, образуемых грибами р. *Fusarium*. Показано, что наибольшую опасность для человека и практически всех видов сельскохозяйственных животных представляют трихотеценовые микотоксины (ТТМТ). В 70–80-е гг. 20 века ТТМТ приобрели «дурную славу» как потенциальный компонент биологического оружия, применявшийся в Юго-Восточной Азии и Афганистане. Авторы обзора (Охапкина, Ханжин, 2012), на основе анализа многочисленных литературных источников, приводят примеры, показывающие, что в настоящее время определенные виды ТТМТ относят к оружию массового поражения, указывая, например, что Т-2 токсин более, чем в 400 раз превышает по токсичности иприт. Как фитопатогенам, фузариумам принадлежит одно из первых мест. Потери урожая от фузариозов оцениваются в мире в 300 млрд. долларов в год – 40% от общего объема производства продуктов растениеводства (Oerke, 1998). Широкое распространение этих фитопатогенов в почве зернопроизводящих районов связано, в первую очередь, с монокультурными посевами. Важной причиной инфицирования почв фузариумами является также дегумификация почв, возникающая из-за практически повсеместного игнорирования органических удобрений. В числе других причин инфицирования пахотных угодий выделяют: отсутствие устойчивых сортов сельскохозяйственных растений, нарушение их минерального питания (избыток нитратов), недостаточную эффективность современных фунгицидов, микробиопрепаратов на основе микробов-антагонистов, других средств оперативной защиты (Соколов, 2001).

Изучение вредоносности фузариев показывает, что практически нет растений не поражаемых данным грибом. Он опасен для злаков, овощных, плодовых, декоративных, хвойных культур. Не случайно поэтому, что основное внимание при изучении физиологии и экологии грибов этого рода уделяется методам их подавления, поиску микробов-антагонистов, испытанию новых фунгицидов, селекции фузариоустойчивых сортов, способам детоксикации фузариотоксинов и т. д. В то же время исследования последних лет показывают, что среди многочисленных видов фузариума выделяются штаммы, обладающие ценными в биотехнологическом плане свойствами. Краткий обзор литературных источников демонстрирует следующие потенциальные пути использования полезных свойств данного гриба.

1. Фузариум как продуценты фитогормонов. Под фитогормонами понимают физиологически активные вещества, осуществляющие регуляцию физиологических процессов в растении, протекающих на основе целой цепи физических и химических изменений. Фитогормоны являются высокоспециализированными регуляторами ростовых и формообразовательных процессов на всех этапах онтогенеза растения (Мирчинк, 1988). К фитогормонам, в частности, относятся гиббереллины, синтезируемые фузариумами. Первый большой обзор

об истории открытия гиббереллинов и характере их действия на растения был приведён в монографии «Физиология грибов и их практическое использование» З. Э. Беккер (1963). Гиббереллины были обнаружены при изучении болезни риса (болезнь «дурных побегов»), распространённой в Японии, Китае, Индии и ряде других южных стран и вызываемой *F. moniliforme*. В ходе этого заболевания у растений риса вытягиваются междоузлия, листья становятся узкими и тонкими, у воздушных узлов образуются побочные корни. Выделение и очистка гиббереллинов при искусственном культивировании гриба-продуцента позволили получить ценный для растениеводства ростаktivизирующий препарат. В настоящее время гиббереллины применяются для стимуляции роста растений, для замещения факторов световой или температурной яровизации, ускорения цветения, увеличения урожая и т. д.

2. Фузарии как биогербициды. Намечаются пути использования отдельных видов фузариев в качестве потенциальных микопестицидов. В частности, изучена пригодность микогербицида на основе *F. oxysporum* как эффективного средства в контроле и борьбе со злостным сорняком-паразитом заразихой (*Orobancha spp.*) (Thomas et al., 1998; Gouli, 2003; Dor et al., 2007).

3. Фузарии как гиперпаразиты фитопатогенных грибов. Среди фузариумов обнаружены штаммы, способные к ограничению распространения инфекций. Например, было доказано, что для биологической борьбы с фузариозным увяданием томатов можно использовать *F. equiseti*, который активно подавлял развитие *F. oxysporum f. sp. lycopersici* на томате в условиях гидропоники на каменной вате и при выращивании в почве (Horinouch et al., 2001).

4. Фузарии как продуценты противоопухолевых соединений. Впервые противоопухолевое действие токсинов, продуцируемых *F. sporotrichiella*, было продемонстрировано в опытах на мышах ещё в 40–60-е годы прошлого века при изучении саркомы Крокера и лейкозов. Введение токсина в организм мышей приводило к торможению роста опухоли и даже её рассасыванию. Однако животные гибли вследствие интоксикации организма от распада опухоли. При лейкоцитозе введение фузариотоксинов снижало количество лейкоцитов в крови мышей (Билай, Пидопличко, 1970). В последние годы показано, что некоторые фузариотоксины, например, фумонизины при инкубации опухолевых клеток человека и животных вызывают высокий процент их гибели путем апоптоза (Мартынова, 2012). Мишенью действия фумонизинов в опухолевых клетках являются митохондрии, что сопровождается падением митохондриального мембранного потенциала. *In vivo* фумонизины дозо-зависимо обуславливают подавление роста метастаз меланомы.

5. Фузарии как сорбенты тяжёлых металлов (ТМ). Возможность развития микроорганизмов в загрязнённых средах обусловлена различными механизмами их адаптации к действию поллютантов. При этом способность отдельных групп микроорганизмов к связыванию, деструкции и детоксикации различных поллютантов является теоретической основой использования их в биоремедиационных целях и, в частности, в качестве биосорбентов. Известно также, что одни из организмов обладают широким спектром действия, другие проявляют специфичность к определённому загрязнителю. Вследствие этого поиск микро-

организмов, аккумулирующих и трансформирующих поллютанты, включая ТМ, из окружающей среды, – одна из актуальных задач биотехнологии.

Проведенные на разных группах организмов исследования показывают, что биосорбент должен удовлетворять как минимум трём требованиям: быть безопасным для человека и для окружающей среды; существенно понижать концентрацию металла при сравнительно небольших массе и размерах; его применение должно быть экономически целесообразно. Важнейшими из характеристик техники исследований являются продолжительность контакта культуры с токсикантом, состояние (физиологическое, агрегатное и т. д.) организмов, концентрация ионов ТМ. Во время продолжительных контактов с токсикантами есть возможность изучить изменения многих физиологических характеристик микроорганизмов, исследовать их устойчивость, то есть такие исследования очень полезны для пополнения научных знаний о влиянии токсикантов на жизнедеятельность микроорганизмов. Но наиболее перспективными считают биосорбенты с высокой степенью очистки при относительно кратковременном времени контакта.

Нами были проведены опыты по определению сорбционной активности малопатогенных штаммов грибов р. *Fusarium* по отношению к ТМ (Фокина и др., 2011). При проведении опытов по определению сорбционной способности *F. oxysporum* по отношению к свинцу культуру гриба выращивали на жидкой питательной среде Чапека при разных концентрациях свинца. Максимальная граничная концентрация свинца в растворе, при которой сохраняется жизнедеятельность гриба, лежит в пределах от 8 до 20 ммоль/л. При всех концентрациях этого ТМ в растворах, где гриб развивался, свинца не обнаружено, что свидетельствует о 100% поглощении токсиканта микромицетом. Особенностью развития данного гриба в жидкой среде с токсикантом явилось образование пахучих соединений. При этом, чем выше была концентрация свинца, тем сильнее был запах. Подобное явление увеличения выделения пахучих соединений при добавлении в среду ТМ было зарегистрировано для ЦБ и актиномицетов (Jagi et al., 2003). Сорбционная способность гриба сохраняется и при работе с высушенным мицелием. Однако уровень поглощения ТМ в данном случае гораздо меньше, чем живой биомассой. Например, из раствора объёмом 50 мл с концентрацией ионов свинца 7 мг/л навеска высушенных микромицетов с массой 0,1 г снижает содержание токсиканта в растворе на 80%, в то время как живые микромицеты очищают раствор почти на 100%.

Для определения сорбционной способности *Fusarium sp.* по отношению к никелю и меди проводили опыты с 7-ми суточными культурами гриба. Токсиканты в питательную среду вносили в виде сульфатных солей в концентрации 20 мг/дм<sup>3</sup>. После суточной экспозиции с токсикантами атомно-абсорбционным методом определяли уровень их поглощения, который составил 58,8% для меди и 36,5% – для никеля.

С целью изучения защитного действия фузариозной контаминации при выращивании растений в среде с ТМ проводили проращивание семян горчицы белой (*Sinapis alba* L.) рулонным методом с добавлением в воду сульфата меди с содержанием ионов меди в концентрации 5 мг/дм<sup>3</sup> (5 ПДК). Схема опыта, по-

мимо варианта с медью, включала контрольный вариант – артезианскую воду; и варианты с обработкой семян *Fusarium sp.*, которые проращивались в чистой воде и в воде с токсикантом. Результаты опыта показали как непатогенность гриба по отношению к горчице, так и существенное снижение токсичности меди для растения в варианте с фузариозной обработкой семян (табл.).

Таблица

**Снижение токсичности меди для горчицы белой  
при инокуляции семян *Fusarium sp.***

Вариант	Всхожесть, %
Контроль (артезианская вода)	98,5±3,0
<i>Fusarium sp.</i>	98,5±1,9
Медь	7,0±0,4
Медь+ <i>Fusarium sp.</i>	23,5±4,7

Таким образом, даже краткий обзор литературных источников показывает перспективность использования различных штаммов фузариума для создания биопрепаратов разнонаправленного действия, включая получение биологически активных веществ, микопестицидов, противоопухолевых агентов, биосорбентов для очистки жидких сред от ТМ. Кроме того, намечается возможное ремедиационное направление, связанное с инокуляцией семян высших растений непатогенными штаммами при выращивании растений в загрязненных средах.

**Литература**

- Безгина Ю. А., Тончий М. В. Мониторинг токсинообразующих грибов // Проблемы экологии и защиты растений в сельском хозяйстве: Материалы 71 научно-практ. конф. Ставрополь, 2007. С. 6–14.
- Беккер З. Э. Физиология грибов и их практическое использование. М.: Изд-во МГУ, 1963. 270 с.
- Билай В. И., Пидопличко Н. М. Токсинообразующие микроскопические грибы. Киев: Изд-во «Наукова думка», 1970. 291 с.
- Мартынова Е. А. Противоопухолевая активность микотоксинов, продуцируемых плесневыми грибами р. *Fusarium* // Современная микология России. Материалы 3-го Съезда микологов России. М., 2012. Т. 3. С. 222–223.
- Мирчинк Т. Г. Почвенная микология. М.: МГУ, 1988. 220 с.
- Охапкина В. Ю., Ханжин А. А. Эколого-эпидемиологическое значение микромицетов рода *Fusarium* // Теоретическая и прикладная экология, 2012. № 2. С. 5–14.
- Соколов М. С. Экологизированное растениеводство как фактор устойчивого развития АПК России // Вестник защиты растений, 2001. № 1. С. 63–70.
- Фокина А. И., Злобин С. С., Домрачева Л. И., Трефилова Л. В. Свойства некоторых видов грибов рода *Fusarium* – основа для создания биосорбента тяжелых металлов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2012. № 2. С. 49–52.
- Dor E., Evidancte A., Amalfitano C., Agrelli D., Hershenhorn J. The influence of growth conditions on biomass, toxins and pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f. sp. orthoceras, a potential agent for broomrape biocontrol // Weed Research., 2007. V. 47. № 4. P. 345–352.
- Gouli V. Fungi and human // Успехи медицинской микологии: Материалы 1-го Всерос. Конгр. по медицинской микологии. М.: НАМ, 2003. Т. 1. С. 133–135.
- Horinouch H., Watanabe H., Taguchi Y., Muslim A., Hyakumachi M. Biological control of *Fusarium* wilt of tomato with *Fusarium equiseti* GF191 in both rock wool and soil systems // Biocontrol, 2011. V. 56. № 6. P. 915–923.

Jagi A., Usui T., Fujise D., Jamomoto J. Effect of copper sulfate on growth and odor production of several microorganisms // 28 Congress of the Int. associatinc of Theoretical and Applied Limnology. Melbourne, 2003. V. 3. P. 1425–1428.

Oerke E. C. Crop production and crop protection. Elsevier, 1998. 256 p.

Thomas H., Sauerborn J., Mullerstower D. Microbielle kontrolle des wurzelparasitischen unkraus Orobanche cumana in sonneblume // Mitt. der Ges fur Pflanzen bauwiss-Giessen., 1998. Bd. 11. S. 147–148.

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕФТЯНОГО СТРЕССА НА АНТИОКСИДАНТНУЮ СИСТЕМУ НЕКОТОРЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОПРЕПАРАТА «МЕТАБОЛИТ»**

*А. С. Григориади, Г. Г. Багаутдинова*

*Башкирский государственный университет, nyshal11@yandex.ru*

В условиях постоянно увеличивающегося техногенного воздействия перед агропроизводством встает острый вопрос качества продукции. Нарастающий химический прессинг приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных растений и накоплению в них токсичных веществ. Использование микробных препаратов помимо своего прямого ростостимулирующего действия, способствует повышению устойчивости растений и за счет стимулирования антиоксидантной системы (Гельцер, 1990; Мелентьев, 2007). Таким образом, оценка изменений биохимических показателей у растений дает важную информацию о ранней диагностике неблагоприятного воздействия антропогенных факторов и эффективности использования различных средств стимуляции роста и развития сельскохозяйственных культур.

Целью работы явилась оценка влияния нефтяного загрязнения на антиоксидантную систему сахарной свеклы и яровой пшеницы по содержанию аскорбиновой кислоты и активности фенолоксидаз в тканях растений.

В качестве объектов исследования использовали семена и растения сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L., var. *saccharifera.*, сорт Милан) и яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L., сорт Жница), произрастающие в условиях загрязнения нефтью в концентрации 6,1%. Семена перед посевом обрабатывали 0,001% раствором биопрепарата «Метаболит», который представляет собой природный экстракт биологически активных веществ, микромицета-ассоцианта, *Scopulariopsis acremonium* (Delacr.) Vuill., выделенного из корней трехлетней культуры облепихи (*Hippophae rhamnoides*). В качестве контроля выступали необработанные препаратом растения, выращенные на незагрязненной почве. Содержание аскорбиновой кислоты, активность пероксидазы и полифенолоксидазы в листьях и корешках/корнеплодах растений определяли по методам, описанным в (Лабораторный..., 2004).

Одним из веществ, занимающих доминирующее положение во внутриклеточной и внеклеточной антиоксидантной защите, является аскорбиновая кислота. Антиоксидантная система участвует в процессах нейтрализации продуктов окислительного стресса. Следовательно, показатель уровня содержания

аскорбиновой кислоты можно использовать для оценки физиологического состояния растений, выращенных на загрязненных поллютантами почвах. При загрязнении почвы нефтью содержание аскорбиновой кислоты увеличилось как в листьях обоих видов изучаемых растений, так и в корнеплодах свеклы (табл.). Сходные данные получены Р. А. Афанасьевым с соавт. (2006) при изучении влияния нефтяного загрязнения почвы на рост и развитие редиса и картофеля. Ухудшение условий минерального питания, наблюдаемое в условиях нефтяного загрязнения, вызывает в качестве защитной реакции повышение содержания витамина С в листьях и корнеплодах сахарной свеклы. При обработке биопрепаратом в листьях и корнеплодах сахарной свеклы, выращенной на нефтезагрязненной почве, содержание аскорбиновой кислоты превышало фоновый уровень. Влияние техногенной нагрузки также увеличивало содержание аскорбиновой кислоты в листьях пшеницы во все фазы роста (в 1,5–2,5 раза), что, вероятно, может быть обусловлено устойчивостью растений к загрязнению. Максимальное содержание витамина С в листьях пшеницы отмечалось в фазу колошения при действии нефтяного загрязнения без обработки биопрепаратом. Однако накопление этого вещества в листьях пшеницы, выращенных на нефтезагрязненных почвах при обработке биопрепаратом несколько снизилось. Это свидетельствует, по нашему мнению, о частичной детоксикации нефтепродуктов в почвах при внесении биопрепарата «Метаболит».

Таблица

**Содержание аскорбиновой кислоты в листьях и корнеплодах сахарной свеклы при обработке почвы биопрепаратом (мг %)**

Варианты опытов	Листья	Корнеплоды
Контроль	290±1,0	22,0±1,0
Контроль+ «Метаболит»	29,0±1,5	21,0±1,0
Нефть	38,0±1,6	30,0±1,5
Нефть+ «Метаболит»	32,0±1,5	28,0±1,3

При воздействии на растения различных поллютантов и патогенов происходят значительные изменения в метаболизме их клеток, что, в первую очередь, связано с активностью ферментов. Среди последних пристальное внимание к себе в настоящее время привлекают пероксидазы (Андреева, 1988) и полифенолоксидазы, которые широко распространены ферментами белков. Им отводится важная роль в реализации защитного и адаптивного потенциала растений, испытывающих воздействие чужеродных соединений или патогенов.

Экспериментальные данные показали, что степень влияния нефтяных углеводородов на активность оксидаз растений пшеницы определялась концентрацией поллютанта и была неоднозначной. Под действием нефти происходило достоверное увеличение активности пероксидаз в листьях растений яровой пшеницы в 1,5 раза. В листьях пшеницы, обработанной биопрепаратом и выращенной на нефтезагрязненном черноземе, активность пероксидаз сохранялась высокой. Вероятно, обработка биопрепаратом «Метаболит», обладающим антифугальной активностью, способствовала уменьшению численности грибов-

фитопатогенов в нефтезагрязненной почве, что в свою очередь, и способствовало нормализации активности пероксидаз в листьях растений пшеницы.

Обработка биопрепаратом «Метаболит» семян и посевов яровой пшеницы повышала активность полифенолоксидаз в листьях (рис.). Аналогичным образом активность этих ферментов была повышена и в листьях растений, находящихся в условиях нефтяного стресса. При этом обработка биопрепаратом еще больше повышала активность этого фермента, что свидетельствует об усилении устойчивости и адаптации растений к стрессу.

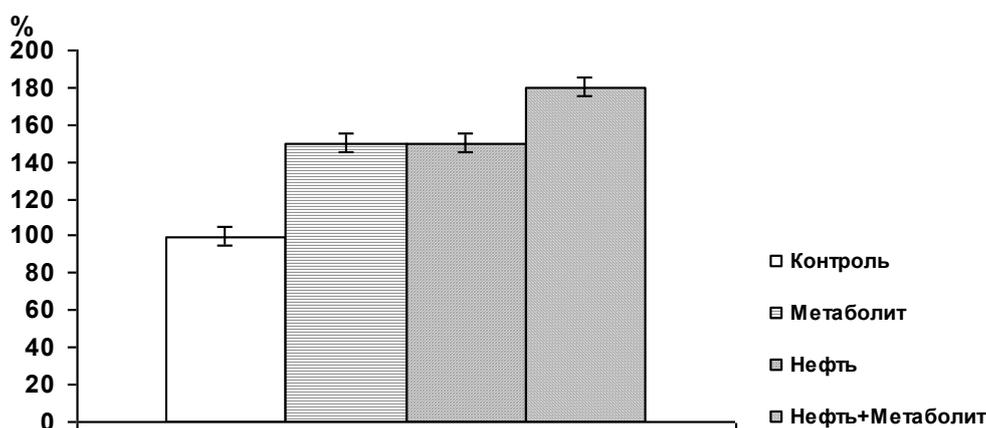


Рис. Влияние нефтяного загрязнения чернозема на активность полифенолоксидаз в листьях растений яровой пшеницы (фаза колошения)

Таким образом, в условиях техногенеза наблюдалось накопление аскорбиновой кислоты и, следовательно, происходила интенсификация окислительно-восстановительных процессов, что в свою очередь, способствовало поддержке жизнедеятельности сельскохозяйственных растений в экологически неблагоприятных условиях. При обработке семян и растений биопрепаратом содержание витамина С в этих культурах на загрязненном черноземе падало, особенно в листьях. Полученные результаты по изучению оксидазной активности у растений, выращенных на нефтезагрязненном черноземе, свидетельствует о возможности этих организмов противостоять негативному влиянию нефтяных углеводов с помощью интенсификации метаболических процессов. Использование биопрепарата дополнительно стимулировало активность ферментов. В целом, влияние биопрепарата «Метаболит» оказало стресс-протекторное действие на сельскохозяйственные культуры, находившиеся в условиях нефтяного стресса.

#### Литература

Афанасьев Р. А., Мерзлая Г. Е., Русаков Н. В., Крятов И. А., Тонкопий Н. И., Карцева Н. Ю. Пригодность почв, загрязненных нефтью, для сельскохозяйственного использования // Плодородие. 2006. № 3. С. 32–34.

Андреева В. А. Фермент пероксидаза: Участие в защитном механизме растений. М: Наука, 1988. 128 с.

Лабораторный практикум по сельскохозяйственной биотехнологии / Под ред. В. С. Шевелухи. М: Изд-во МСХА, 2004. 116 с.

Гельцер Ф. Ю. Симбиоз с микроорганизмами – основа жизни растений. М.: МСХА, 1990. 134 с.

Мелентьев А. И. Аэробные спорообразующие бактерии *Bacillus Cohn* в агроэкосистемах. М.: Наука. 2007. 150 с.

## **СТРУКТУРА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ ОПТИМИЗАЦИИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТОРФОВАНИЯ И ЗЕМЛЕВАНИЯ**

*Е. Е. Гаевский*

*Белорусский государственный университет, gaevski@rambler.ru*

Участие микроорганизмов в осуществлении протекающих в почве биохимических процессов и их способность к перестройке качественного состава и изменению активности под влиянием факторов окружающей среды делают очевидной возможность направленного воздействия на деятельность почвенной микрофлоры.

Результаты исследований, проведенных с дерново-подзолистыми песчаными и супесчаными почвами, показали, что применение торфяных добавок является активным мелиоративным мероприятием по регулированию их микробиологической активности. Обогащение этих почв торфяными добавками коренным образом изменяет среду обитания почвенных микроорганизмов, непосредственно влияют на их биохимическую активность. Повышение содержания глинистых веществ в песчаных и супесчаных почвах обеспечивает существенное увеличение их биогенности и сравнительно быстрое образование устойчивых форм гумусовых соединений (Куликов, 2000).

Влияние совместного внесения торфа и суглинка на микробиологическую активность и плодородие песчаных почв мало изучены.

Цель настоящей работы – изучение изменений структуры почвенной микробиоты дерново-подзолистой песчаной почвы под действием торфования и землевания.

Полевой опыт был заложен в 2006 г. на базе хозяйства «ПМК-16 АГРО» около агрогородка Переседы Борисовского р-на Минской обл. на дерново-подзолистой связнопесчаной почве. Схема полевого опыта включала 5 вариантов: на опытные делянки площадью 50 м<sup>2</sup> в четырехкратной повторности вносили суглинок из расчета 100, 200, 300 и 400 т/га, а также торфонавозный компост в дозе 200 т/га при соотношении навоза и торфа 1:1. Проводимые нами полевые и лабораторные работы проходили в июле 2010 и 2011 гг. Для микробиологического анализа почвы отбирали образцы с глубины 1–20 см с шести полевых повторностей. Учет численности микроорганизмов проводили по общепринятой методике на агаризованных и жидких питательных средах (Колешко, 1981; Андреюк и др., 1988; Звягинцев, 1991).

Количество микроорганизмов, в сущности, определяет степень биологической активности почвы. Внесение торфонавозного компоста и суглинка в

дерново-подзолистую песчаную почву вызвало увеличение численности эколого-трофических групп микроорганизмов, принимающих участие в минерализации органического вещества.

При рассмотрении количественных показателей гетеротрофных бактерий, разрушающих подвижные органические соединения можно отметить, что количество бактерий в третьем варианте опыта (среднее  $\pm$  sd в 2010 г. – 581,5 $\pm$ 74,0 тыс./г абсолютно сухой почвы; в 2011 г. – 663,6 $\pm$ 40,9 тыс./г абсолютно сухой почвы) увеличивается почти в 2 раза по сравнению с первым вариантом опыта (среднее  $\pm$  sd в 2010 г. – 326,5 $\pm$ 19,9 тыс./г абсолютно сухой почвы; в 2011 г. – 351,7 $\pm$ 32,5 тыс./г абсолютно сухой почвы). Это свидетельствует о глубокой минерализации азотсодержащих соединений торфонавозного компоста в процессе окультуривания дерново-подзолистой песчаной почвы.

При сравнении количества по годам наблюдается незначительное увеличение бактерий в 2011 г. (среднее по участкам  $\pm$  sd в 2010 г. – 440,4 $\pm$ 94,9 тыс./г абсолютно сухой почвы; в 2011 г. – 492,6 $\pm$ 116,3 тыс./г абсолютно сухой почвы).

В результате исследований мы наблюдаем, увеличение количества азотобактерий, как по вариантам опыта, так и в различные годы исследований. Это увеличение адекватно увеличению численности гетеротрофных бактерий, освобождающих минеральный азот из растительных остатков. Увеличение азотобактерий способствует уменьшению газообразных потерь азота и свидетельствует о том, что проводимые меры по оптимизации дерново-подзолистой песчаной почвы дают положительные результаты.

В оптимизированной почве в третьем и четвертом варианте опыта, по сравнению с другими вариантами опыта, отмечается более высокий рост численности денитрифицирующих бактерий (с 86,5 до 253,2 тыс./г абсолютно сухой почвы в 2010 г., с 91,3 до 255,3 тыс./г абсолютно сухой почвы в 2011 г.), осуществляющих анаэробный процесс восстановления азотных соединений до молекулярного азота или аммиака. Наблюдается рост численности более чем в 3 раза по сравнению с вариантом опыта без внесения суглинка и торфонавозного компоста.

Численность актиномицетов и микроскопических грибов возросла незначительно в 2011 г. по сравнению с 2010 г. Это объясняется тем, что микроскопические грибы конкурируют с актиномицетами, последние более активно включаются в процесс потребления биологического субстрата, а грибы менее конкурентоспособны на фоне уменьшения кислотности почвы.

Таким образом, торфование и землевание дерново-подзолистой песчаной почвы является активным мелиоративным мероприятием по регулированию их микробиологической активности, что обеспечивает накопление и закрепление гумуса в пахотном горизонте, а также позволяет получать высокие и стабильные урожаи сельскохозяйственных культур.

#### Литература

- Андреюк Е. И., Иутинская Г. А., Дульгеров А. Н. Почвенные микроорганизмы и интенсивное землепользование. Киев: Наук. думка, 1988. 192 с.  
Звягинцев Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: МГУ, 1991. 304 с.

Колешко О. И. Экология микроорганизмов почвы. Мн.: БГУ, 1981. 168 с.  
Куликов Я. К. Экологические основы оптимизации сельскохозяйственных угодий Беларуси. Мн., 2000. 280 с.

## **ПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ БАКТЕРИЙ *RHIZOBIUM* КАК ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ СИСТЕМЫ БИООРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

*Л. В. Трефилова, А. Л. Ковина, А. А. Калинин*  
*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,*  
*nm-flora@rambler.ru*

Россия занимает достойное место в формирующейся системе биоорганического земледелия, направленного на получение экологически чистой продукции сельского хозяйства.

Актуальность данной проблемы возрастает в связи с новой парадигмой, возникшей в сельском хозяйстве РФ, связанной с резким снижением производства азотных удобрений, с одной стороны, и, с другой, – выявлением неблагоприятных экологических последствий высоких доз их применения: ухудшение свойств почвы, загрязнение окружающей среды, снижение качества сельскохозяйственной продукции в связи с накоплением в ней вредных для организма человека и животных повышенных концентраций нитратов. Много негативных последствий имеет и такой процесс как применение пестицидов при выращивании растений. Поэтому необходимы альтернативные, экологически безопасные средства повышения плодородия почвы и защиты растений от инфекций и вредителей. В этом плане огромный интерес представляют биопрепараты на основе бактерий-азотфиксаторов.

Производство микробных препаратов может считаться мерилом прогресса в промышленности и в сельском хозяйстве, а применение их – неотъемлемой частью высокоразвитого и экономичного земледелия (Хотянович, 1991).

Необходимость обработки семян бобовых растений бактериями р. *Rhizobium* была доказана еще в 19 веке. С той поры в различных странах мира был налажен выпуск биоудобрений с различными штаммами ризобиума. Совершенствование технологий производства данных биоудобрений заключалось в селекции штаммов ризобиума на повышении вирулентности, специфичности, эффективности и подборе оптимальных наполнителей для удобрений.

Задачей производства бактериальных удобрений является максимальная биомасса клеток, сохранение их жизнеспособности на всех стадиях технологического процесса, приготовление на их основе готовых форм препарата с сохранением активности в течение гарантийного срока хранения.

Выпуск первых партий нитрагина на основе клубеньковых бактерий в г. Кирове был налажен на кафедре ботаники Кировского сельхозинститута в 60-е годы прошлого века под руководством Л. А. Юнг. В этих разработках принимали участие сотрудники кафедры Э. А. Штина, Г. Н. Перминова, А. Н. Третья-

кова, Л. Н. Крылова, Е. М. Панкратова, Л. М. Пересторонина, Л. С. Балезина (Штина и др., 1972).

При разработке новых препаратов необходимо уделять внимание не только селекции или подбору штаммов микроорганизмов, но и усовершенствованию технологий их изготовления, применения и хранения. Оптимизация сочетаний различных свойств в биопрепаратах, в том числе и технологических, приводит к необходимости формирования нового направления исследований – «дизайна» микробных биопрепаратов (Патыка, 2002).

Позднее на кафедре проводились исследования, связанные с совершенствованием методов культивирования ризобиев на разных средах: жидких, различных по составу и твёрдые: торф, почва, мох и опилки (Ковина, Трефилова, 1996; Ковина, 2001). Работа шла в несколько этапов: 1. Выделение высокоэффективных бактериально чистых культур; 2. Определение оптимальной дозы вносимых бактерий для разных культур; 3. Анализ существующих и создание новых форм биопрепаратов; 4. Изучение действия на урожай бобовых растений.

При определении оптимальных доз вносимых бактерий было показано, что для разных растений при проращивании семян вне почвы существует своя оптимальная доза инокулята, за нижними пределами которой ризогенный эффект может отсутствовать, за верхними – переходить в фитотоксичное действие. Последнее выражено у разных штаммов в различной степени. Все выделенные штаммы исследовались в лабораторных, вегетационных и в полевых опытах.

Используемые нами культуры микроорганизмов прошли в ВНИИСХМ предварительный отбор на эффективность при инокуляции семян сельскохозяйственных культур при создании биопрепаратов (Кожемяков, Тихонович, 1998). Все указанные хемотрофные бактерии являются типичными представителями ризосферы большинства растений.

Систематически осуществляли контроль за чистотой культуры и её состоянием путём микроскопирования. Для разработки технологии приготовления биопрепаратов, рост бактерий изучали на полужидкой (0,5% агара) среде.

Для идентификации использовали «Определитель бактерий Берджи» (1997). Численность и чистоту микроорганизмов определяли путем подсчета КОЕ на селективных средах. В производственных опытах использовали для этих целей стандарт мутности.

Для изучения влияния препаратов на растения ставили лабораторные, вегетационные опыты по стандартной методике и полевые опыты (Журбицкий, 1968; Посыпанов, 1991).

В полевых экспериментах клубеньки на корнях бобовых растений подсчитывали визуально, деля их на активные и не активные по методике (Посыпанов, 1991).

Объекты для микроскопирования сохраняли в 4% растворе формалина или просматривали в свежем виде при увеличении в 600 и 1350 раз.

При изучении влияния ризобияльной инокуляции на растения учитывали следующие параметры: степень развития корневой системы (длина, объем);

нарастание биомассы (по воздушно-сухому веществу); площадь листьев (методом высечек).

Формы разработанных препаратов на основе бактерий р. *Rhizobium* проверяли в вегетационных опытах на клевере луговом (*Trifolium pratense* L.) и люцерне рогозником (*Lotus corniculatus* L.) в лаборатории многолетних трав в НИИСХ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого (Трефилова, 2008).

В практике желательно использовать лишь те микроорганизмы, которые легко размножаются и могут быть внесены в почву в количествах, достаточных для получения положительного эффекта. При этом затраты на их применение должны быть намного меньше, чем возможные потери урожая при их отсутствии (Brown, Berlinger, 1983).

Сравнительное изучение таких субстратов для инокуляции как различные по составу жидкие и агаризованные среды, а также торф, почва, мох и опилки позволили выбрать оптимальный наполнитель для биопрепарата. В результате нами разработана оригинальная технология производства препарата на основе бактерий р. *Rhizobium*, которая находится в стадии патентования.

### Литература

Журбицкий З. И. Теория и практика вегетационного метода. М.: Изд-во «Наука», 1968. 264 с.

Ковина А. Л., Трефилова Л. В. Исследование условий субстратов и сред для культивирования искусственных ассоциаций микроорганизмов // Эффективность применения средств химизации и продуктивность сельскохозяйственных культур. М.: 1996. С. 16.

Ковина А. Л. Микробные агроконсорциумы на основе цианобактерий: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2001. 23 с.

Кожемяков А. П., Тихонович И. А. Использование инокулятов бобовых и биопрепаратов комплексного действия в сельском хозяйстве: Докл. РАСХН, 1998. № 6. С. 7–10.

Определитель бактерий Берджи. В 2-х т. Т. 1: Пер. с англ. / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейли, С. Уильямса. М.: Мир, 1997. 432 с.

Патыка В. Ф. Микробные биотехнологии в современном растениеводстве // Биотехнология – состояние и перспективы развития: Матер. междунар. конгр. М., 2002. С. 345.

Посыпанов Г. С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: Справочное пособие. М.: Агропромиздат, 1991. 300 с.

Трефилова Л. В. Использование цианобактерий в агробиотехнологии // Диссертация на соискание уч. степени канд. биол. наук, Саратов, 2009. 162 с.

Хотянович А. В. Методы культивирования азотфиксирующих бактерий, способы получения и применения препаратов на их основе: Методические рекомендации. Л.: ВНИИСХМ, 1991. 60 с.

Штина Э. А., Юнг Л. А., Перминова Г. Н., Третьякова А. Н., Крылова Л. Н., Панкратова Е. М., Пересторонина Л. М., Балезина Л. С. Пути и методы использования водорослей для повышения плодородия неорошаемых почв // Методы изучения и практического использования почвенных водорослей.: Тр. КСХИ. Киров, 1972. С. 208–221.

Brown M. E., Berlinger J. E. The potential of antagonists for fungal control // Agr. Ecosyst. Environ, 1983. V. 10. № 2. P. 127–141.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ БАКТЕРИЙ *P. RHIZOBIUM* В УСЛОВИЯХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*А. А. Калинин, Л. В. Трефилова, А. Л. Ковина*  
Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
*nm-flora@rambler.ru*

Современное сельскохозяйственное производство предусматривает расширение посевных площадей бобовых культур, в частности, в северо-восточных и восточных регионах Европейской территории РФ (Тихвинский и др., 2007). Одним из эффективных способов повышения их продуктивности является инокуляция семян биопрепаратами, содержащими клубеньковые бактерии (КБ), р. *Rhizobium*, которые вступают в симбиоз с корневыми системами бобовых растений. Опыт применения подобных препаратов насчитывает более 100 лет (Базилинская, 1989). В нашей стране предприятия, выпускающие препараты КБ не всегда обеспечивают потребности всех сельскохозяйственных предприятий в высококачественном и высокоэффективном материале. Существует мнение (Методы культивирования..., 1991), что с технологической точки зрения предпочтительнее иметь небольшие малотоннажные производства, территориально приближенные к региону использования. Есть и проблема получения стабильного результата при использовании КБ. Она, в свою очередь, связана не только с индивидуальными особенностями штамма бактерии, но и с использованием для приготовления препарата субстрата. Учитывая все это, в Вятской ГСХА разработан биопрепарат, представляющий собой культуру живых клеток бактерий р. *Rhizobium* специально отобраных, проверенных на конкурентоспособность, вирулентность и активность. Культуры бактерий выращены на специальной среде, в особых условиях, до титра, позволяющего обеспечить эффективную колонизацию корневых систем бобовых растений.

Результаты испытаний этого препарата отражены как в собственных исследованиях, так и в опытах НИИСХ Северо-Востока им. Н. И. Рудницкого. В полевом опыте на лядвенце рогатом (*Lotus corniculatus L.*) наблюдения за посевами проводили в течение двух лет. В первый год жизни лядвенца рогатого было проанализировано состояние корневой системы растений по следующим показателям: эффективность симбиоза, количество клубеньков на одно растение и их нитрогеназная активность, а также ряд морфометрических показателей надземной вегетативной массы растений (табл. 1).

Сопоставление данных по облиственности и общей массе надземных органов на второй год жизни (первый год пользования) показывает преимущество инокулированных растений, выражающееся в повышенном накоплении растением сухого вещества (ксеромассы). Бактеризация семян увеличила накопление сухого вещества на 20,8% у сорта Смоленский и 9,8% у сорта Солнышко. Опыты с клевером луговым (*Trifolium pretense L.*) показали эффективность применения нашего ризобияльного препарата, несмотря на то, что эта культура является традиционной для Нечерноземья, и в почве имеется достаточное количество клубеньковых бактерий (табл. 2).

Таблица 1

**Влияние ризобияльной инокуляции семян на физиологические показатели и развитие симбиотического аппарата лядвенца рогатого (Панкратова и др., 2004)**

Сорт Вариант	Ксеромасса растений, г/м <sup>2</sup>	Содержание хлорофилла, %	Количество клубеньков, шт./1растение	Эффективность симбиоза, балл	Нитрогеназная активность клубеньков, нмоль С <sub>2</sub> Н <sub>4</sub> /г сух. вещества в час
Смоленский 1	450,0±26,5	1,10±0,01	26,3±2,2	2	0,34±0,04
Контроль					
Ризобияльный препарат	489,9±28,7	1,15±0,02	30,1±2,8	3	0,41±0,04
Солнышко	320,7±28,0	1,26±0,04	31,5±2,9	2	0,39±0,06
Контроль					
Ризобияльный препарат	407,0±33,6	1,27±0,06	32,7±3,0	3	0,52±0,05

Таблица 2

**Влияние ризобияльного препарата на показатели продуктивности клевера лугового сорта Кудесник (Панкратова и др., 2008)**

Вариант	Ксеромасса, г/м <sup>2</sup>	Сухая масса корней, г/м <sup>2</sup>	Количество клубеньков, шт./раст.
Контроль (без обработки)	266,9±4,2	49,0±1,7	80,8±1,9
Обработка ризобияльным препаратом	326,52±3,9	59,1±1,3	87,3±2,1

Обработка ризобияльным препаратом способствовала повышению продуктивности растений на 22,3%, увеличению массы корневой системы на 20,6%, количества клубеньков на 8,2% , соответственно.

Биопрепарат был проверен и на перспективном для нашего региона кормовом бобовом растении козлятнике восточном (*Galega orientalis l.*), который относится к растениям запольного земледелия, значительно обогащающим почву азотом. По выходу корневых остатков и азота с гектара козлятник восточный превосходит клевер и люцерну (Кормовые растения, 1951). На корнях обнаружено от 142 до 270 клубеньков (в среднем на одно растение) различной величины и формы. Особенностью козлятника является способность формировать клубеньки только с высокоспециализированными видами клубеньковых бактерий. Поэтому из-за отсутствия ризобий, инфицирующих корни козлятника в почвах Кировской области, семена козлятника необходимо обрабатывать перед посевом соответствующими биопрепаратами. Зависимость роста козлятника от инфицирования дает возможность легко проследить судьбу внесенных ризобий и установить эффективность их применения (табл. 3).

Это положение полностью подтвердилось. Так, семена контрольного варианта (без обработки биопрепаратом) не дали дружных всходов, посеы были настолько изреженные, что не представлялось возможным достоверно анализировать данный вариант опыта. Таким образом, в Кировской области не имеет

смысла проводить посев семян козлятника восточного без предварительной обработки их препаратами соответствующих клубеньковых бактерий.

Таблица 3

**Влияние ризобияльного препарата на показатели продуктивности козлятника восточного (Панкратова и др., 2008)**

Фаза вегетации	Надземная часть, г/м <sup>2</sup>		Корневая система, г/м <sup>2</sup>		Клубеньки, шт.	
	гигромасса	ксеромасса	гигромасса	ксеромасса	на м <sup>2</sup>	на 1 растение
цветение	298,8±123	80,8±2,3	223,2±7,3	96,4±6,3	–	–
плодоношение	628,5±144	264,5±9,2	1331,5±74,7	308,8±192	18870±350	117±8,7

На второй год жизни ксеромасса надземной части растений за 2 укоса составила 97,3 ц/га, ксеромасса корневой системы 180 г/м<sup>2</sup>, клубеньков 26240 шт./м<sup>2</sup>, урожаем семян – 24,2 кг/га.

Подводя итоги по изучению эффективности препарата на лядвенце рогатом и клевере луговом, удалось показать, что несмотря на наличие в почве природных штаммов ризобий, бактериальная обработка оказалась высокоэффективным приемом обработки семян. Применение данного препарата привело к усиленному развитию симбиотического аппарата бобовых растений и усилению процесса фиксации азота, а также к существенному увеличению ксеромассы растений. Для лядвенца рогатого эта разница сохранялась по годам. Для козлятника восточного обработка семян бактериальным препаратом является обязательным приемом при возделывании данной интродуцируемой культуры.

**Литература**

- Базилинская М. В. Биодобрения. М.: Агропромиздат, 1989. 128 с.
- Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР. (Двудольные. Хлорантово-бобовые) / Под ред. И. В. Ларина. Л.: Изд-во сельскохозяйственной лит-ры, 1951. Т. 2. С. 670–679.
- Методы культивирования азотфиксирующих бактерий, способы получения и применения препаратов на их основе (методические рекомендации). Л., 1991. 60 с.
- Тихвинский С. Ф., Доронин С. В., Дудина А. Н., Тючкалов А. В. Полевые культуры на Северо-Востоке Европейской территории России. Киров, 2007. 352 с.
- Панкратова Е. М., Зяблых Р. Ю., Ковина А. Л., Трефилова Л. В., Устюжанин И. А. Исследование формирования и эффективность в агробиотехнологии цианобактериальных консорциумов // 60 лет высш. Аграр. образ. Северо-Востока Нечерноземья: Материалы I Всерос. науч.-практ. конф. Киров, 2004. С. 151–156.
- Панкратова Е. М., Трефилова Л. В., Зяблых Р. Ю., Устюжанин И. А. Цианобактерия *Nostoc paludosum* Kütz как основа для создания агрономически полезных микробных ассоциаций на примере бактерий р. *Rhizobium* // Микробиология, 2008. Т. 77. № 2. С. 1–7.

## АНТИФУЗАРИОЗНАЯ АКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Т. С. Елькина<sup>1</sup>, А. Р. Гайфутдинова<sup>1</sup>, Л. И. Домрачева<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
tatyana\_1@inbox.ru; gajfutdinova.alina@mail.ru,

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

Фузариозы – это бедствие для сельского хозяйства. Они являются одной из причин гибели сельскохозяйственных культур и снижения качества сельскохозяйственной продукции из-за накопления в ней фузариотоксинов. Для борьбы с грибными инфекциями применяются как фунгициды, так и биопрепараты на основе различных микробов-антагонистов.

И химические, и биологические методы защиты растений имеют свои достоинства и ограничения, но ни один из методов не приводит к длительному прекращению паразитической активности этого гриба. Поэтому постоянно идет поиск новых агентов для подавления развития фузариозов.

Первый этап работы в этом направлении связан с определением фунгицидной активности испытуемых препаратов в чистых культурах. Далее исследования переносят в вегетационные опыты с растениями и уже затем проводят опыты с посевом в природных условиях.

Цель данной работы – сравнение антифузариозной активности разных видов микроорганизмов и химических соединений.

Объектами исследования были: фитопатогенный гриб *Fusarium oxysporum*, предоставленный нам д.б.н., заведующей лабораторией иммунитета и защиты растений НИИСХ Северо-Востока Т. К. Шешеговой; лицензированные препараты Триходермин (культура гриба *Trichoderma lignorum*), Гамаир (*Bacillus subtilis*), а также культуры цианобактерий (ЦБ) *Nostoc muscorum* и *Fisherella muscicola* из коллекции фототрофных микроорганизмов кафедры биологии растений, селекции и семеноводства, микробиологии ВГСХА, а также природные биопленки с доминированием *Nostoc commune*. Химический препарат – 0,3%-ый раствор азиды натрия.

Определение фунгицидной активности препаратов проводили по стандартной методике. Предварительно на агаризованной среде Чапека вырастили культуру гриба. Затем на двухнедельные газоны *F. oxysporum* вносили испытуемые препараты. Через неделю проводили снятие опыта, в ходе которого измеряли диаметр зоны лизиса мицелия. Для изучения состояния популяций гриба в зонах лизиса проводили микроскопирование.

Мы наблюдали различную картину внешнего вида колоний гриба при внесении различных препаратов. Триходермин практически не оказывает видимого действия. Гамаир, хотя и имеет небольшую зону лизиса, но вызывает разрушение колонии гриба до дна чашки. Азид натрия осуществляет поверхностное растворение мицелия с достаточно большой зоной лизиса.

В другой серии опыта испытывали антифузариозную активность различных видов ЦБ, которые мы обозначили как препараты Агроциан 1, 2, 3. Наибо-

лее активно подавление гриба оказывает *Fisherella muscicola*. Природные биопленки с доминированием *N. commune* и монокультура *N. muscorum* обладают одинаковым литическим действием (табл.).

Таблица

**Степень литической активности различных препаратов**

Препарат	Организм	Зона лизиса, мм
1. Триходермин	<i>Trichoderma lignorum</i>	15
2. Гамаир	<i>Bacillus subtilis</i>	8
3. Азид натрия	–	45
4. Агроциан 1	<i>Nostoc muscorum</i>	13
5. Агроциан 2	<i>Fisherella muscicola</i>	20
6. Агроциан 3	Биопленки с доминированием <i>Nostoc commune</i>	13

Различные испытуемые препараты, судя по результатам таблицы, обладают различной антифузариозной активностью. Наименьшая зона лизиса наблюдается под воздействием препарата Гамаир (всего 8 мм). Однако, под влиянием *B. subtilis* происходит наиболее глубокое изменение состояния грибной популяции, лизис мицелия и разрушение питательной среды до дна чашки. Примерно одинаковой антифузариозной активностью обладают Триходермин, Агроциан 1 и 2.

Из фототрофных микроорганизмов наибольшей активностью обладает недавно выделенный и малоизученный вид ЦБ *Fisherella muscicola*.

Самая высокая активность разрушения грибного мицелия зафиксирована в варианте с внесением 0,3%-ого раствора азид натрия, который проходит испытания как потенциальный гербицид (Попов, 2007, 2010), а в наших опытах и как фунгицид.

Триходерма и бациллы – это гетеротрофные организмы, которые не нуждаются в солнечном свете. ЦБ – фототрофы, для развития которых необходим свет. Однако, в наших опытах доказана антагонистическая активность по отношению к *F. oxysporum* всех испытуемых ЦБ в темноте и даже на среде, пригодной только для выращивания грибов.

Как правило, при антагонистическом действии на фузариум различных препаратов происходит разрушение мицелия, снижение образования макро- и микроконидий, но стимулируется образование хламидоспор, которые служат для перенесения неблагоприятных условий.

При микроскопировании популяций грибов в зоне лизиса нами было обнаружено сравнительно большое количество хламидоспор, которые лежат по отдельности, образуются в мицелии и на макроконидиях. Встречаются макро- и микроконидии. Заметны отдельные гифы мицелия, но большая его часть под действием препаратов превращается в рыхлую и бесструктурную массу.

Таким образом, результаты лабораторного опыта показывают, что в дальнейшей разработке препаратов антифузариозного действия наиболее перспективно применение азид натрия и *Fisherella muscicola*.

## Литература

Попов Л. Б., Домрачева Л. И. и др. Изучение безопасности азида натрия для высших растений и почвенных микроорганизмов // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Матер. Всеросс. науч.-практ. конф. Вып. 5. Ч. 1. Киров: Изд-во ВятГГУ, 2007. С. 128–131.

Попов Л. Б., Домрачева Л. И., Жданова О. Б. Биологическая оценка риска от применения азида натрия при дезинвазии урбаноземов // Современные проблемы биомониторинга и биоиндикации: Материалы 8-й науч.-практ. конф. с международным участием. Киров, 2010. С. 114–117.

## ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ АССОЦИАНТОВ МЕТИЛОТРОФНЫХ БАКТЕРИЙ ОЗИМОЙ РЖИ

*О. Н. Чеснокова<sup>1</sup>, И. Г. Широких<sup>1,2</sup>*

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

<sup>2</sup> *Лаборатория биомониторинга Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН и Вят ГГУ, irgenal@mail.ru*

Метилотрофные бактерии синтезируют фитогормоны, улучшают фосфорное питание растений, оказывают положительное влияние на их рост и перспективны для разработки новых препаратов-стимуляторов роста растений (Агафонова, 2012). Для обеспечения конкурентоспособности биопрепаратов с химическими пестицидами ведутся работы по созданию препаратов комплексного действия на основе консорциума микроорганизмов со взаимодополняемыми свойствами, не требующих для своего производства дорогостоящих питательных сред и реагентов (Доронина и др., 2012). В связи с этим представляет интерес выявление агрономически ценных культур среди естественных спутников метиловых бактерий, вступивших в ассоциацию с ними в природных условиях.

Цель работы – выявить потенциально эффективные штаммы и ассоциации бактерий для создания новых биопрепаратов на основе естественных консортивных связей микроорганизмов.

В работе были использованы штаммы метиловых бактерий, изолированные из растений озимой ржи, их бактерии-ассоцианты, а также фитопатогенные грибы и бактерии из рабочей коллекции лаборатории биотехнологии растений и микроорганизмов НИИСХ Северо-Востока Россельхозакадемии.

На первом этапе исследований определяли характер взаимоотношений метиловых бактерий и их ассоциантов при выращивании в монокультурах и в парных ассоциациях на картофельно-глюкозном агаре с метанолом. Как следует из табл. 1, слабый до умеренного рост исследуемых штаммов в монокультурах при совместном выращивании метиловых бактерий и их ассоциантов изменялся в большинстве случаев до «обильного» и «очень обильного». Бактерии-ассоцианты 4 РМ и 8 РМ стимулировали рост 4-х штаммов метилотрофов каждая, культура 5 РМ содействовала росту 3-х из 4-х штаммов. Более избирательным оказалось стимулирующее влияние на метилотрофные бактерии ассоциантов 1 РМ и 14 РМ, которые стимулировали рост 2-х из 4-х штаммов каждый, и ассоциантов 2 РМ и 3 РМ, стимулировавших только по 1 штамму. В то же вре-

мя, ассоцианты 2 РМ и 5 РМ в парных ассоциациях с метилотрофами 7 МР и 10 МР соответственно ингибировали их рост по сравнению с ростом этих штаммов в монокультурах. Таким образом, из 28 исследованных попарных взаимодействий метилотрофных бактерий со своими ассоциантами, положительными оказались 68% , отрицательными – 7%, нейтральными – 25%.

Таблица 1

**Характер взаимоотношений метилотрофных бактерий (МР) с бактериями ассоциантами (РМ) в смешанных культурах**

Метилотроф		Ассоциант			
		4 МР	5 МР	7 МР	10 МР
		++	+	++	++
1 РМ	+	+++	+++	++	++
2 РМ	+	++	++	+	+++
3 РМ	+	++	++	++	++
4 РМ	++	+++	+++	++++	+++
5 РМ	++	++++	+++	+++	+
8 РМ	+++	++++	+++	++++	++++
14 РМ	++	++	++	+++	+++

Примечания: + – слабый рост; ++ – умеренный рост; +++ – обильный рост; ++++ – очень обильный рост

Существенное преобладание положительного типа взаимодействий между бактериальными культурами над отрицательными и нейтральными эффектами даёт основание для поиска и выделения среди исследованных ассоциантов агрономически ценных штаммов для создания искусственных консорциумов.

На следующем этапе исследования определяли антагонистическую активность метилотрофных бактерий и их ассоциантов в монокультурах и парных ассоциациях. В качестве тест-объектов в работе использовали фитопатогенные грибы *Fusarium culmorum* Т8, *F. oxysporum* D81b, *Alternaria alternata* Э2 и бактерии: *Agrobacterium tumefaciens* 4В sp50, *Bacillus* sp. 4-12, *Arthrobacter* sp. 2-12.

Суспензию спор гриба высевали на агаризованную среду Чапека, а суспензию бактерий – на РНМ. Сверху помещали агаровые блоки, диаметром 0,8 см с исследуемыми монокультурами и их парными ассоциациями. Чашки с посевами инкубировали в термостате при 27°C. Антагонизм выявляли по наличию вокруг блока зоны подавления роста тест-культуры. Полученные данные показали, что фунгицидной активностью метилотрофные бактерии в чистых культурах не обладали, а из 7 исследованных ассоциантов угнетал рост грибных культур только штамм 4 РМ. В смешанных культурах с метилотрофными бактериями 5 МР и 7 МР антифунгальная активность этого штамма усиливалась, о чем говорит увеличение зон ингибирования роста фитопатогенных микромицетов (табл. 2). Антигрибная активность штамма 4 РМ в ассоциациях с культурами метиловых бактерий 4МР и 10 МР сохранялась, не увеличиваясь значительно. В отношении фитопатогенных бактерий антагонистическая активность в монокультурах не проявлялась, тогда как в парных ассоциациях антагонизм отмечен при следующих сочетаниях культур: 4 РМ + 7 МР, 5 РМ + 10 МР (против 3-х тест-культур), 8 РМ + 10 МР (против 2-х тест-культур), 8 РМ + 7 МР, 5 РМ + 5 МР, 5 РМ + 7 МР 9 (против 1 тест-культуры каждая). Особо можно вы-

делить ассоциацию 4 РМ + 7 МР, которая являлась антагонистом против всех тест-культур фитопатогенов, а также отличалась обильным ростом и энергией размножения. Полученные результаты указывают на перспективность создания на её основе биопрепарата, предназначенного для контроля фитопатогенов и стимуляции роста растений.

Таблица 2

**Зоны подавления роста (см) фитопатогенов монокультурой и парными ассоциациями бактерий**

Штаммы	Тест-культуры фитопатогенов					
	<i>F. culmorum</i> T8	<i>F. oxysporum</i> D81b	<i>Alternaria alternata</i> Э2	<i>A. tumefaciens</i> 4B sp50	<i>Bacillus</i> sp. 4-12	<i>Arthrobacter</i> sp. 2-12
4 РМ	1,8	1,5	1,6	0,8	0,8	0,8
4 РМ + 4 МР	1,7	2,0	1,6	0,8	0,8	0,8
4 РМ + 5 МР	2,0	2,2	2,0	0,8	0,8	0,8
4 РМ + 7 МР	2,5	2,0	1,8	1,3	1,2	1,3
4 РМ + 10 МР	1,6	1,2	1,6	1,0	0,8	0,8
5 РМ + 5 МР	0,8	0,8	0,8	1,2	0,8	0,8
5 РМ + 7 МР	0,8	0,8	0,8	1,2	0,8	0,8
5 РМ + 10 МР	0,8	0,8	0,8	1,2	1,2	1,1
8 РМ + 7 МР	0,8	1,6	0,8	1,2	0,8	0,8
8 РМ + 10 МР	0,8	0,8	-	1,3	0,8	1,2

**Литература**

Агафонова Н. В. Аэробные метиловобактерии как стимуляторы роста растений // Биология – наука XXI века: Материалы международной конф. М., 2012. С. 5–6.

Доронина Н. В., Федоров Д. Н., Шихсаидов М. В., Понаморёва О. Н. Стимуляция роста и морфогенеза растений *in vitro* ассоциативными аэробными метилотрофными бактериями *Methylobacterium extorquens* D10, образующими цитокинины, ауксины и витамин В<sub>12</sub>// Известия ТулГУ. Естественные науки. Вып.1. Тула: Изд-во ТулГУ, 2010. С. 215–224.

**ПОДБОР ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИЦЕЛИЯ ГРИБА *TRAMETES VERSICOLOR***

**Е. Н. Вичикова, И. Г. Широких**

Лаборатория биомониторинга Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, *irgenal@mail.ru*

Интерес к базидиальным грибам, как объектам биотехнологии, неуклонно растёт год от года (Белова, 2004). Одним из наиболее интересных родов в этом отношении является род *Trametes* Fr. (*Coriolus*), относящийся к семейству Polyporaceae (Pogonaceae) и принадлежащий к экологической группе дереворазрушающих грибов. Грибы этого рода известны как продуценты различных биологически активных веществ, таких как иммуномодулирующие полисахариды. *T. versicolor* известен как продуцент противоопухолевого препарата крестина. Ферменты грибов *T. hirsuta*, *T. versicolor* известны как одни из лучших продуцентов лакказы, стеролов, веществ с антимикробной активностью. При этом

они не требовательны к составу питательных сред и обладают высокой скоростью роста, в том числе в глубинной культуре, что делает их перспективными в качестве штаммов-продуцентов в промышленной биотехнологии (Горшина, 2008; Клечак и др., 2008). Однако сведения по глубинному выращиванию *T. versicolor* не достаточны для промышленного внедрения грибов этого вида, в особенности применительно к препаратам медицинского назначения.

Цель нашей работы – разработка условий культивирования мицелия *Trametes versicolor*, обеспечивающих максимальный выход биомассы.

В работе использованы два штамма – *T. versicolor* БИН 2263 из Коллекции Ботанического института им. В. Л. Комарова (г. Санкт-Петербург) и местный изолят *T. versicolor* К-12, выделенный А. А. Широких из базидиоспоры плодового тела, собранного на территории Нововятского дендропарка. Культуры выращивали на глюкозо-пептонной среде, г/л: глюкоза – 20,0; пептон – 1,0; дрожжевой экстракт – 2;  $K_2HPO_4$  – 1;  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  – 0,2;  $(NH_4)_2SO_4$  – 5,0.

Грибы выращивали в колбах Эрленмейера объемом 250 мл при заполнении средой в количестве 50 мл, стационарно и/или на качалке (180 об./мин). Засев проводили путем помещения в колбу агаровых блоков, диаметром 5 мм, вырезанных из периферической части колоний, выращенных на агаризованном сусле. Накопление биомассы определяли гравиметрически, после фильтрования жидкой культуры через бумажный фильтр и его высушивания до постоянного веса.

Влияние на рост гриба температуры изучали в чашках Петри на среде с агаризованным суслем. Посев гриба осуществляли уколом в центр агаровой пластинки. Радиальную скорость роста ( $Kr$ ) определяли по формуле:  $Kr = (d_2 - d_1) / (t_2 - t_1)$ , 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 3-х кратной повторности.

Выращивание *T. versicolor* при температурах + 4, 18, 24 и 28 °С показало, что для штамма *T. versicolor* 2263 наиболее оптимальной является температура 24 °С, а для штамма *T. versicolor* К 12 – 28 °С (рис. 1). При 4 °С незначительный рост был зафиксирован только у штамма *T. versicolor* 2263.

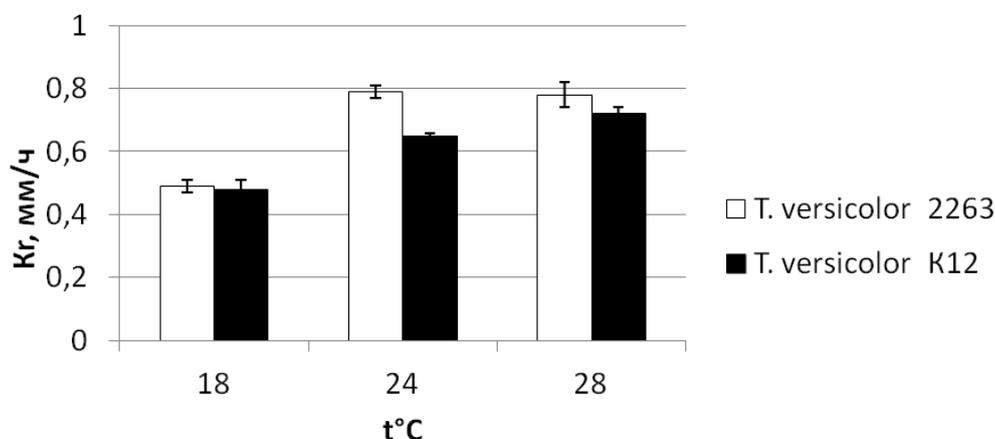


Рис. 1. Радиальная скорость роста ( $Kr$ ) двух штаммов гриба *T. versicolor* в зависимости от температуры

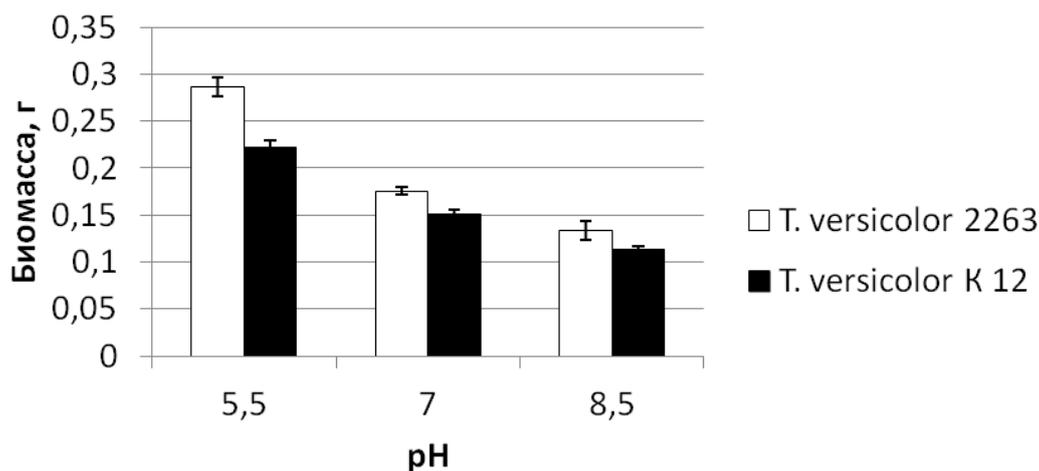


Рис. 2. Накопление биомассы двумя штаммами гриба *T. versicolor* в зависимости от pH среды

В условиях глубинного культивирования выявлено оптимальное для роста и накопления биомассы *T. versicolor* значение кислотности среды. Для обоих исследуемых штаммов оно составило pH 5,5 (рис. 2). Установлено, что в процессе роста оба штамма подкисляют среду. На седьмой день культивирования pH культуральной жидкости варьировало в пределах от 4,5 до 6,5 ед. pH в зависимости от исходного значения pH среды.

Известно, что для аэробных организмов в процессе роста кислород является одним из лимитирующих факторов. С другой стороны, повышение содержания растворенного кислорода путем перемешивания вызывает травмирование мицелиальных культур. Сравнение накопления биомассы штаммами *T. versicolor* 2263 и K12 в качалочной ( $0,169 \pm 0,009$  и  $0,2164 \pm 0,002$  г) и в стационарной культуре ( $0,2367 \pm 0,03$  и  $0,2549 \pm 0,008$  г) за период 7 суток показало, что оптимальные для роста условия создаются при выращивании гриба стационарно. Качалочный рост ингибировал накопление биомассы по сравнению со стационарным в большей степени у штамма *T. versicolor* 2263 (на 29%), чем у штамма *T. versicolor* K12 (на 15%).

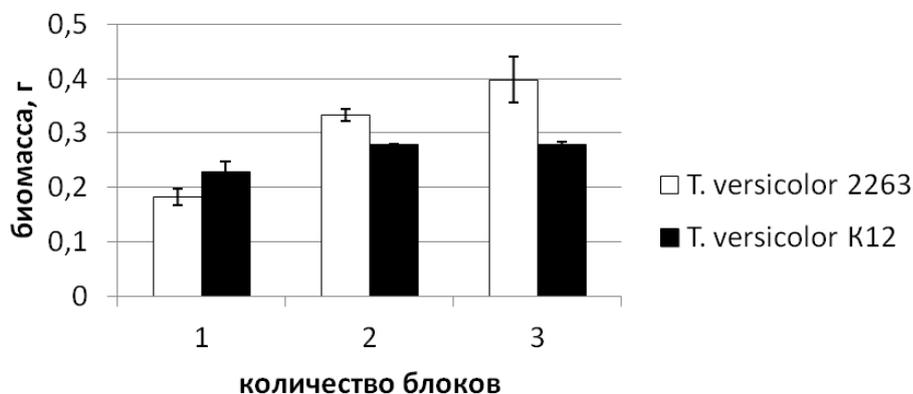


Рис. 3. Накопление биомассы двумя штаммами гриба *T. versicolor* в зависимости от исходного количества посевного материала

Для выявления оптимального количества посевного материала исследуемые штаммы выращивали в жидкой культуре, производя засев 1, 2 или 3-мя блоками из периферической части колоний, полученных на агаризированном суслоагаре. Определение через 7 суток биомассы гриба, выращенного в стационарных условиях, показало, что у штамма *T. versicolor* 2263 она увеличивалась пропорционально исходному количеству внесенных в колбу блоков, тогда как у штамма *T. versicolor* K12 разница между накоплением биомассы в вариантах с 2-мя и 3-мя блоками оказалась несущественной (рис. 3).

Таким образом, в результате проведенных исследований нами установлены оптимальные параметры температуры, кислотности и аэрации среды, а также количество материала для засева жидкой питательной среды при выращивании двух штаммов гриба *T. versicolor*.

### Литература

Белова Н. В. Перспективы использования биологически активных соединений высших базидиомицетов в культуре // Микология и фитопатология. 2004. 38, № 2. С. 1–5.

Горшина Е. С. Грибы рода *Trametes* Fr. как объекты биотехнологии // Современная микология в России. Пъезд микологов России: тезисы докладов. М.: Нац. академия микологии, 2008. С. 328–329.

Клечак І. Р., Антоненко Л. О., Нишпорська О. І. Ростовые особенности базидиомицета *Coriolus versicolor* в глубинной культуре // Біотехнологія. Наука. Освіта. Практика: тези доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції (Дніпропетровськ, 11–13 листопада 2008 р.). Дніпропетровськ, 2008. С. 28–29.

## РЕАКЦИЯ ОВСА ГОЛОЗЕРНОГО НА ОБРАБОТКУ СЕМЯН ФУНГИЦИДОМ И БИОПРЕПАРАТАМИ

*И. И. Русакова, Е. Н. Вологжанина*  
ГНУ НИИСХ Северо-Востока Россельхозакадемии,  
*rusakova-ir@mail.ru*

В последние годы уделяется особое внимание поиску биологически активных веществ, позволяющих сократить применение агрохимикатов. Биологические средства безвредны для человека и окружающей среды, имеют высокую хозяйственную и биологическую эффективность (Логинов, Филатова, 2007). Достоинством биопрепаратов является сочетание фунгицидных и ростостимулирующих свойств. В опытах на зерновых культурах рядом авторов показано, что предпосевная обработка биопрепаратами приводит к повышению урожайности и элементов ее составляющих, качества зерна, устойчивости к грибным болезням (Вакуленко, 2004; Будина, 2007; Курылева, 2012).

Исследования проведены в микроделяночном полевом опыте (площадь делянки 1,0 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная) в ГНУ НИИСХ Северо-Востока Россельхозакадемии. Объект исследований – овес голозерный сорта Вятский. Для предпосевной обработки семян в опыте использовали микроудобрение жидкое Силиплант 60 мл/т; регуляторы роста Эмистим (0,01 г/л продуктов метаболизма симбионтного гриба *Acremonium lichenicola*) 1 мл/т и Циркон (0,1 г/л

гидроксикоричных кислот (природная смесь) 2 мл/т; препарат лаборатории биотехнологии растений и микроорганизмов ГНУ НИИСХ Северо-Востока на основе актиномицета *Streptomyces hygroskopicus* 0,5 л/т; системный химический фунгицид Дивиденд Стар, КС (дифеноконазол 30 г/л + ципроконазол 6,3 г/л) 1 л/т. Обработку семян проводили за день до посева, расход рабочей жидкости 10 л/т.

Площадь листьев вычисляли как площадь прямоугольника, умножая её величину на поправочный коэффициент 0,76 (Зеленский, Наумова, 1984). Содержание хлорофилла и каротиноидов определяли в пробах флаговых и подфлаговых листьев в 100% ацетоне с использованием спектрофотометра UV mini 1240 (Shimadzu Corporation, Japan). Расчет содержания пигментов проводили по методике Lichtenthaler, Buschmann (2001).

Статистическая обработка данных проведена по Б.А. Доспехову (1973) с использованием компьютерной программы Agros 2.07.

Площадь листовой поверхности является важным элементом фотосинтезирующего аппарата, влияющим на продуктивность. В опыте коэффициенты корреляции между показателями площади листьев главного стебля, флагового и подфлагового листьев, продуктивностью метелки и растения были достоверными среднего уровня.

Обработка семян препаратами Циркон и Силиплант вызывала увеличение фотосинтезирующей поверхности листьев главного стебля относительно контроля на 13,97 и 9,31 см<sup>2</sup> соответственно, флагового листа – на 7,89 и 10,34 см<sup>2</sup>, подфлагового листа – на 8,7 и 6,0 см<sup>2</sup> (табл. 1).

Увеличение в пределах ошибки опыта площадей флагового и подфлагового листьев отмечено в вариантах с обработкой препаратами Эмистим и *Streptomyces hygroskopicus*.

Таблица 1

**Площадь листовой поверхности и содержание пигментов  
в зависимости от обработки препаратами**

Вариант	Площадь, см <sup>2</sup>			Chl a, мг/г сух. массы		Chl b, мг/г сух. массы		Car, мг/г сух. массы	
	листья главного стебля	флагового листа	подфлагового листа	фл.*	п/фл.**	фл.	п/фл.	фл.	п/фл.
вода (К)	71,16	16,12	25,49	12,82	11,42	4,08	3,08	3,88	3,50
Эмистим	63,98	21,77	26,36	12,78	13,52	3,94	3,78	3,86	4,14
<i>S. hygroskopicus</i>	78,25	21,88	31,52	12,62	9,90	4,44	2,44	3,66	3,14
Силиплант	80,47	26,46	31,54	14,14	13,00	4,08	4,10	4,38	3,88
Циркон	85,13	24,01	34,19	14,66	11,18	5,26	3,24	4,22	3,44
Дивиденд Стар	65,59	20,53	24,45	13,58	11,92	3,98	3,74	4,58	3,58
НСР <sub>05</sub>	17,40	7,76	6,61						

Примечание: \* – флаговый лист; \*\* – подфлаговый лист

Обработка семян препаратами Эмистим привела к повышению содержания Chl, а в подфлаговом листе относительно контроля на 2,10 мг/г сухой массы. В опыте с обработкой Силиплантом наблюдали увеличение относительно контроля содержания хлорофилла а и b в подфлаговом листе (на 1,58 и 1,02 мг/г сухой массы соответственно), а в опыте с Цирконом – во флаговом листе (на 1,84 и 1,18 мг/г сухой массы). Повышенное содержание каротиноидов во флаговом листе отмечено в вариантах с обработкой семян препаратами Силиплант, Циркон и Дивиденд Стар.

Достоверное снижение высоты растения относительно контроля происходило в опытах с обработкой семян препаратами Эмистим (на 10,5 см), Силиплант (на 10,0 см), Циркон (на 6,7 см) (табл. 2). Обработка семян химическим препаратом Дивиденд Стар и препаратом *S. hygrosopicus* приводила к незначительному снижению высоты растения (на 5,3 и 4,2 см соответственно).

Таблица 2

**Элементы структуры продуктивности, высота растения и выход зерна в зависимости от обработки препаратами**

Вариант	Число, шт.		Масса зерна, г		Масса 1000 зерен, г	Высота растения, см	Выход зерна, %
	колосков	зерен	с метелки	с растения			
вода (К)	24	17	0,47	0,48	26,5	94,3	14,8
Эмистим	24	19	0,55	0,55	27,1	83,8	15,7
<i>S. hygrosopicus</i>	25	19	0,58	0,62	27,6	90,1	17,4
Силиплант	24	21	0,57	0,62	27,2	84,3	16,1
циркон	28	25	0,72	0,72	29,0	87,6	19,2
Дивиденд Стар	20	11	0,25	0,40	22,2	89,0	9,2
НСР <sub>05</sub>	5	8	0,24	0,26	3,7	5,5	6,2

Существенное увеличение относительно контроля озерненности (на 8 шт.) и продуктивности метелки (на 0,25 г), а также максимальные значения массы 1000 зерен (29,0 г) и выхода зерна (19,2%) отмечены при обработке семян препаратом Циркон.

Обработка семян биопрепаратами *S. hygrosopicus*, Эмистим и Силиплант, в отличие от химического протравителя Дивиденд Стар приводила к незначительному повышению продуктивности голозерного овса и составляющих ее компонентов.

В контрольном варианте без применения препаратов поражение корневыми гнилями и развитие заболевания было высоким (до 63,2%). Под влиянием фунгицида Дивиденд Стар поражение корневыми гнилями снизилось до 48,1%, развитие – до 25,6%. Поражение корневыми гнилями и развитие болезни достоверно снизилось относительно контроля при обработке семян препаратами Эмистим (на 23,0 и 10,3% соответственно) и Циркон (на 19,8 и 6,7%). Применение этих препаратов оказалось более эффективным по сравнению с химическим протравителем – поражение было на 7,9 и 4,7% ниже, чем при обработке Дивиденд Стар. В вариантах с обработкой семян *S. hygrosopicus* и Силиплант отклонение от контроля по поражению корневыми гнилями составило 8,1 и 4,4%, что в пределах ошибки опыта.

По результатам исследований установлено, что голозерный овес лучше реагировал на обработку семян препаратом Циркон: повышалась продуктивность растений за счет увеличения площади фотосинтезирующей поверхности и содержания хлорофилла, существенно снижалось поражение корневыми гнилями.

Препараты Эмистим и Дивиденд Стар были эффективны для борьбы с корневыми гнилями, но применение химического протравителя, в отличие от биопрепарата, отрицательно сказывалось на озерненности, продуктивности и массе 1000 зерен. Применение препаратов Эмистим, Силиплант и *S. hygrosopicus* оказало положительное влияние на развитие и продуктивность голозерного овса, однако оно было недостаточным для получения достоверных отклонений от контроля.

### Литература

Логинов Н. Г., Филатова И. А. Основные направления работы службы защиты растений Кировской области в 2007 г. // Основные направления совершенствования системы земледелия Кировской области: Материалы науч.-практ. конф. Киров, 2007. С. 49–54.

Вакуленко В. В. Регуляторы роста // Защита и карантин растений. 2004. № 1. С. 24–26.

Будина Е. А. Урожайность и качество семян овса в зависимости от технологии возделывания в условиях Кировской области: Дис. ... канд. с.-х. наук. Киров, 2007. 198 с.

Курылева А. Г. Реакция яровой пшеницы и ячменя на фунгициды и биологические препараты в среднем предуралье: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Пермь, 2012. 20 с.

Зеленский М. И., Наумова Т. В. Расчетный способ определения площади листьев (зерновые культуры). Л.: ВИР, 1984. 20 с.

Lichtenthaler H. K., Buschmann C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy // Current protocols in food analytical chemistry. 2001.

Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 336 с.

## ЗАЩИТНОЕ ДЕЙСТВИЕ ЦИАНОБАКТЕРИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ГОРЧИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ИОНАМИ МЕДИ (II)

*Е. А. Горностаева, А. А. Калинин, Е. В. Зыкова, Н. А. Кудряшов*  
*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,*  
*g\_lentochka@mail.ru*

Антропогенное загрязнение почвы изменяет ход почвообразовательных процессов, приводит к снижению урожая, ослабляет самоочищение почв от вредных организмов, оказывает прямое или косвенное влияние на здоровье человека. В первую очередь, большую опасность для почв представляют тяжелые металлы (ТМ). Повышенное содержание ТМ в почве и растительности довольно быстро уменьшается от источника загрязнения к периферии, однако может проявляться на расстоянии до 30–40 км. Процесс переноса загрязнителей осуществляется в результате геологического и биологического круговорота веществ в природе (Глазовская, Геннадиев, 1995; Добровольский, 2001; Евдокимова и др., 2008; Заварзин, 2003).

Высокие концентрации ТМ отмечаются не только в почвах техногенных территорий, но и в агросистемах. Поэтому проблема, связанная с биоремедиа-

цией почв, в частности, с поиском микроорганизмов, которые выполняли бы защитные функции, чрезвычайно актуальна.

*Цель работы* – изучение способности цианобактерий (ЦБ) проявлять защитные свойства при выращивании горчицы в почве, загрязненной ионами меди (II).

*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 деланки – 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 штаммы ЦБ *Nostoc linckia* (Roth.) Born and Flah. №271 и *Fischerella sp.* из коллекции фототрофных микроорганизмов кафедры ботаники, физиологии растений и микробиологии ВГСХА. Культуры ЦБ выращивали на среде Громова № 6 без азота в течение 3-х недель в люминестате при постоянной температуре (+25°) и освещении (3000 лк). Подсчёт численности клеток проводили в камере Горяева (Практикум ..., 2005). 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. Для каждой серии опытов были выделены контрольные варианты. Это варианты, в которых обработка семян ЦБ либо не проводилась (контроль 1), либо проводилась – ЦБ *N. linckia* (контроль 2) и *Fischerella sp.* (контроль 3).

*Результаты и обсуждения.* В вариантах без обработки семян ЦБ определение массы 1000 семян горчицы показало, что ионы меди (II) неоднозначно влияют на этот показатель. Так, в контроле 1 и при концентрации 150 мг/кг наблюдаются практически одинаковые результаты – 2,60 и 2,64 г, а при концентрации 3 и 300 мг/кг – 3,10 и 3,14 г соответственно (рис.1). Возможно это обусловлено тем, что в небольших концентрациях ТМ являются стимуляторами роста. Рекордные показатели биомассы семян горчицы зарегистрированы в варианте с предварительной обработкой семян *N. linckia* (5,52 г против 2,6 г в контроле 1). По-видимому, ЦБ *N. linckia* является активатором роста. В остальных вариантах этой серии масса семян находится на одном уровне и на уровне контроля 1, т.е. *N. linckia* снимает репрессивное действие испытываемых концентраций меди. Обработка семян *Fischerella sp.* приводит к увеличению биомассы семян даже при возрастающих значениях концентраций меди по сравнению с контролем 3. Так, при концентрации 1 ПДК значение массы увеличивается на 28,5 % и на 70,7% при 50 ПДК. Предпосевная инокуляция семян *Fischerella sp.*, в отличие от *N. linckia*, не влияет на массу семян, что можно наблюдать при сравнении контроля 1, 2, 3 (рис. 1).

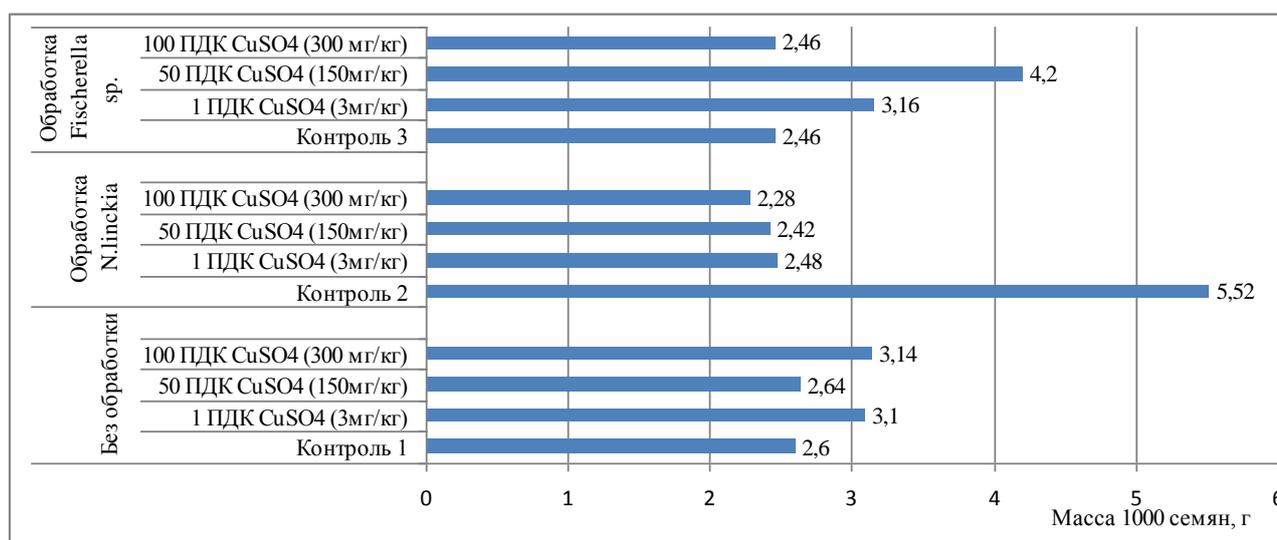


Рис. 1. Влияние цианобактериальной обработки на массу семян горчицы при выращивании на загрязненной медью почве, г

По результатам определения урожайности горчицы нами установлено, что максимальная величина этого показателя ( $278,8 \text{ г/м}^2$ ) наблюдается в варианте с предварительной обработкой семян *N. linckia* при самой высокой концентрации меди в почве (рис. 2). В данном варианте урожайность больше, чем в остальных, что говорит о ростактивирующем действии ЦБ. При обработке горчицы ЦБ *Fischerella* sp. показатели урожайности ниже, чем при обработке *N. linckia*, т.е. никакого стимулирующего действия данный вид ЦБ не оказывает. При больших концентрациях ТМ масса обработанных ЦБ растений выше (до 35%). Таким образом *Fischerella* sp. обладает защитным действием, которое проявляется на уровне 50 и 100 ПДК.

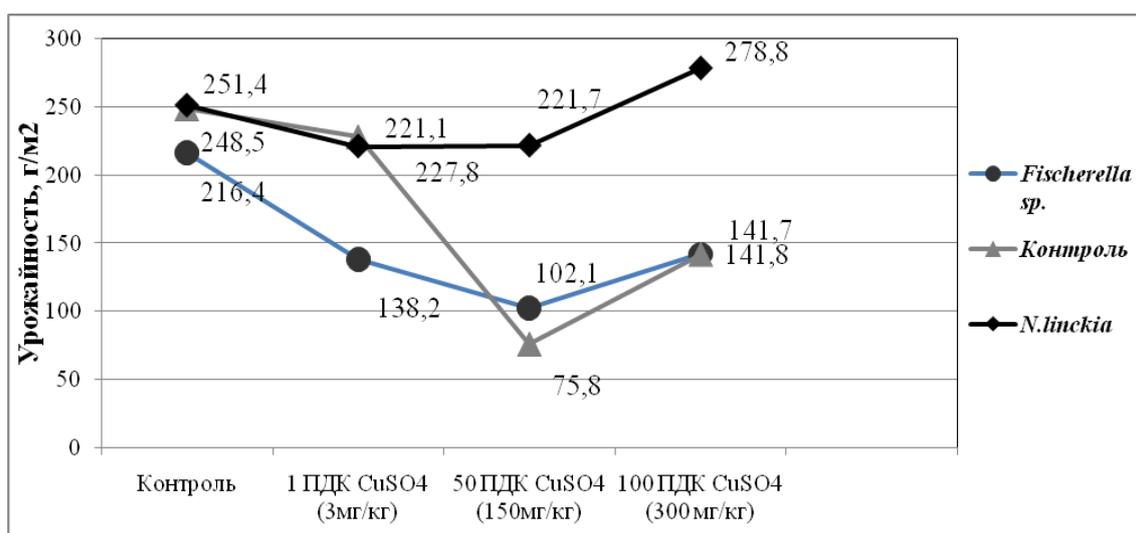


Рис. 2. Влияние цианобактериальной обработки на урожайность горчицы при выращивании на загрязненной медью почве,  $\text{г/м}^2$

В целом, во всех вариантах отмечается следующая закономерность: с увеличением дозы ТМ урожайность горчицы снижается. Коэффициент корреляции Пирсона в случае контроля равен 0,7, а в случае обработки семян

*N. linckia* – 0,6 и *Fischerella sp.* – 0,5. Данные показатели говорят о достаточно высокой зависимости между концентрацией ТМ и урожайностью.

Таким образом, возрастающие концентрации меди неоднозначно влияют на урожай семян горчицы. Так, медь в концентрациях 3 и 150 мг/кг приводит к снижению биомассы как в абсолютном контроле (контроль 1), так и при предварительной инокуляции семян ЦБ. Однако повышение содержания меди в почве до 300 мг/кг приводит к росту этого показателя во всех вариантах. При этом в варианте с *N. linckia* получен рекордный урожай – 278,8 г/м<sup>2</sup>, что свидетельствует о ростактивирующем действии данного вида ЦБ. Было доказано защитное действие обоих испытываемых ЦБ.

### Литература

Глазовская М. А., Геннадиев А. Н. География почв с основами почвоведения. М.: МГУ, 1995

Добровольский В. В. География почв с основами почвоведения. М.: Владос, 2001.

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.

Заварзин Г. А. Лекции по природоведческой микробиологии. М.: Наука, 2003.

Практикум по микробиологии / Под ред. А. И. Нетрусова. М.: Издательский центр «Академия», 2005. 608 с.

## МНОГОКОМПОНЕНТНЫЙ ВЕКТОРНЫЙ БИОСОРБЕНТ НАПРАВЛЕННОГО ДЕЙСТВИЯ

*Г. В. Комоско, А. В. Чарушин, С. М. Кузнецов,  
А. Н. Козьминых, Т. С. Кардакова*

*ЗАО «Центр экологических инициатив «Пресс-Торф»,  
Вятский государственный университет*

Анализ данных литературы (ВРД 39-1.13,-056-2002; РД-39-30-1206-84; Звягинцев и др., 1989; Методы ..., 1991; ГОСТ 17.1.3.05-82) свидетельствует о том, что ликвидация углеводородного загрязнения природной среды в районах добычи, транспортировки, переработки и хранения нефти является важнейшей научной, экологической и экономической проблемой.

Одним из направлений в ее решении является использование нефтесорбентов, предназначенных для сбора нефтепродуктов и нефти с поверхности воды и почвы. Качество сорбентов определяется главным образом их емкостью по отношению к нефти, степенью гидрофобности, возможностью десорбции нефти и регенерации или утилизации сорбента.

Создан промышленный образец многокомпонентного векторного биосорбента направленного действия, который обеспечит сорбцию и деструкцию нефти и нефтепродуктов всей акватории обработанного водоема, или загрязненной территории.

Новый биосорбент состоит из:

– гидрофобного торфоминерального сорбента, который образует конгломерат нефть + сорбент через 60–90 секунд после начала его использования и сохраняет способность к сорбции при отрицательных температурах. При этом сбор нефтепродуктов осуществляется с загрязненной поверхности как почвы, так и воды. В результате физического взаимодействия происходит поглощение нефтепродукта частичками сорбента в соотношении от 5 до 8 (в зависимости от типа нефтепродукта) и образование устойчивого конгломерата «нефть-сорбент».

– природного сорбента – алюмосиликатов осадочного происхождения со строго калиброванными каналцами диаметром около 4 ангстрем и сорбционной площадью 300 м<sup>2</sup> на 1 г. Поглотительная способность 1 кг сорбента составляет от 5 до 7 кг нефтепродуктов. Обладает низкой десорбцией, что способствует предотвращению вторичного загрязнения;

– композиции стабилизированной водномасляной эмульсии, содержащей биокомпонент, состоящий из микроорганизмов, обладающих высокой нефтеструктурной активностью в отношении конкретных видов нефтепродуктов.

Разработанный биосорбент состоит из экологически чистых сорбентов с различными размерами частиц, что определит их местонахождение в различных слоях водяного столба, загрязненного нефтепродуктами. Его отличительными особенностями являются: избирательная поглощаемость веществ в ионно- и молекулярно растворимом состоянии; низкая десорбция сорбированных веществ, что предотвращает вторичное загрязнение; сбор нефтепродуктов из любого объема загрязненного участка воды или суши; безопасность для человека и биоты.

Сорбционная ёмкость препарата составляют 500...700%, а наличие биокомпонента обеспечивает биодеструкцию нефтепродукта до нетоксических соединений за один весенне-осенний период. Сорбционные свойства продукта сохраняются при отрицательных температурах, а биодеструктивные – восстанавливаются после зимнего периода при повышении температуры до положительных значений.

Способ нанесения сорбента является уникальным. Технология позволяет наносить сорбент в водной струе, тем самым уменьшая его расход в 3–4 раза и увеличивая эффективность использования сорбционных свойств сорбента по сравнению с традиционными методами.

Препарат наносится на загрязненную поверхность с использованием малогабаритного переносного устройства МПУ-1.

### Литература

ВРД 39-1.13,-056-2002. Технология очистки различных сред и поверхностей, загрязненных углеводородами. НИИ природных газов и газовых технологий. ВНИИГАЗ. 2002.

ГОСТ 17.1.3.05-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнений нефтью и нефтепродуктами.

Звягинцев Д. Г. и др. Диагностические признаки различных уровней загрязнения почвы нефтью // Почвоведение. 1989. № 1. С. 72–78.

Методы микробиологического и биохимического анализа почв. М., 1991.

РД-39-30-1206-84. Руководящий документ. Технология применения диспергентов для очистки поверхности внутренних водных объектов от пленки нефти. Уфа, ВНИИСПТнефть, 1985.

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА БИОГРУНТА ДЛЯ РЕМЕДИАЦИИ ПОЧВЫ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ УГЛЕВОДОРОДСОДЕРЖАЩИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ**

*Г. В. Комоско, Т. С. Кардакова, К. Е. Гаврилов  
ООО «Био-Маркет»,  
Вятский государственный университет*

Нефть оказывает воздействие на физические и физико-химические свойства почв, влияет на ее токсичность для почвенной биоты. Наиболее токсичным компонентом нефти являются ароматические и полиароматические углеводороды, способные оказывать выраженное мутагенное воздействие на биоту. Тяжелые парафины, маслянистые и смолисто-асфальтовые компоненты связывают почвенные частицы и способствуют снижению пористости и влагоемкости почв, что приводит к ухудшению их воздушного и водного режима. В гетероциклических соединениях и в составе сложных углеводородов в больших количествах содержатся тяжелые металлы и другие микроэлементы – мышьяк, ванадий, ртуть, свинец, железо и др. В процессе естественной деструкции они могут поступать в окружающую среду, накапливаться в почве и оказывать негативное воздействие на биоценозы в целом.

При использовании биологических приемов для очистки нефтезагрязненных природных объектов используются два подхода. Сущность первого подхода – активизация с помощью органических и минеральных удобрений аборигенной углеводородокисляющей микрофлоры. Второй подход предполагает введение в среду, загрязненную нефтепродуктами, специально отселекционированных активных штаммов нефтедеструкторов.

Наиболее перспективны биотехнологии, предусматривающие сочетание этих двух подходов, в частности, создание биокомпозиций, включающих биосорбенты и органо-минеральные удобрения.

Целью работы являлось экспериментальное обоснование компонентного состава биогрунта для ремедиации почвы, загрязненной углеводородсодержащими соединениями.

При разработке компонентного состава биогрунта для биоремедиации почв осуществлена оценка эффективности различных видов рекультивантов и их композиций в том числе сорбенты, биосорбенты, органические удобрения, раскислители и различные виды минеральных удобрений. В качестве органо-минерального структуратора загрязненных углеводородами почв использовались торф и глауконит, которые так же обладают свойствами сорбции нефтепродуктов.

В результате выполнения исследований обоснован компонентный состав биогрунта.

### Литература

Ившина И. Б., Архипченко И. А., Боровинских А. П., Загвоздкин В. К., Куюкина М. С., Маркарова М. Ю., Муляк В. В., Оборин А. А., Таскаев А. И., Трофимов С. Я. Разработка и внедрение комплекса биотехнологий и систем восстановления нарушенных и загрязненных углеводородами тундровых и северо-таежных биогеоценозов. Пермь: Информационно-издательская группа института экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН, 2008. 105 с.

Посттехногенные системы севера / Под ред. И. Б. Арчевой. СПб.: Изд-во Наука, 2002. 158 с.

Рогозина Е. А., Андреева О. А., Жаркова С. И., Мартыно Д. А. Орлова Сравнительная характеристика отечественных биопрепаратов, предлагаемых для очистки почв и грунтов от загрязнения нефтью и нефтепродуктами // Нефтегазовая геология. Теория и практика. № 3. 2010. Т. 5.

Экологические основы оптимизированной технологии восстановления нефтезагрязненных природных объектов на севере / Под ред. А. И. Таскаева, И. Б. Арчевой Сыктывкар: Информационно-издательская группа Института биологии Коми НЦ УрО РАН, 2007. 139 с.

## СЕКЦИЯ 4 МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

### БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НА ТЕРРИТОРИИ СЗЗ И ЗЗМ ОБЪЕКТА УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

*Е. А. Домнина<sup>1</sup>, С. А. Менялин<sup>2</sup>, С. Ю. Огородникова<sup>1,3</sup>, Т. Я. Ашихмина<sup>1,3</sup>*

*<sup>1</sup> Вятский государственный гуманитарный университет,  
ecolab2@gmail.com*

*<sup>2</sup> Региональный центр государственного экологического контроля и  
мониторинга по Кировской области,*

*<sup>3</sup> Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

В 2012 г. в соответствии с Программой (Порядок) оказания услуг по обеспечению государственного мониторинга растительного и животного мира в СЗЗ и ЗЗМ объекта по уничтожению химического оружия в пос. Мирный Кировской области проводились полевые исследования с описанием состояния природных объектов на репрезентативных участках мониторинга, были отобраны образцы проб, проведена их камеральная обработка. На основании полученных материалов составлены аналитические карты-схемы состояния природных объектов на участках мониторинга в СЗЗ и ЗЗМ. Экологические паспорта пробных площадок пополнены новыми данными за 2012 г.

В исследовательской практике использовались информативные виды-биоиндикаторы: растения, грибы, лишайники, различные представители животного мира. Методами биологического мониторинга оценивалось состояние природных сред и объектов.

Состояние атмосферного воздуха, оцениваемое по лишеноиндикационным методам и по комплексу показателей хвойных (сосны обыкновенной), свидетельствует, что атмосферный воздух в СЗЗ и ЗЗМ объекта относится ко II классу – достаточно чистый, лишь на четырех участках (19, 34, 45, 46) состояние атмосферного воздуха классифицируется как III–IV класс.

Изучение содержания общего фосфора в пробах эпифитного лишайника *Нурогутния physodes* (L.) Nyl. позволило выявить повышенное содержание фосфора по сравнению с фоновым (№ 112) участком мониторинга. Сравнение данных содержания общего фосфора в хвое сосны обыкновенной в 2012 г. с результатами 2011 г. показывает также увеличение значений данной величины. Повышенное содержание общего фосфора зафиксировано на участках № 8, 19 и 45, расположенных на востоке и юг-юго-западе соответственно. Стабильно высокое содержание фосфора в биоиндикаторных видах проявляется на участках № 4, 25, 28, 34, расположенных в СЗЗ.

Гидробиологический мониторинг поверхностных водных объектов, проведенный на примере р. Погиблица, показал, что индекс Балушкиной характеризует воды на всех станциях как умеренно загрязнённые. Данный показатель наиболее полно отражает изменения структурных характеристик зообентоса под влиянием антропогенного фактора.

При оценке видового разнообразия р. Вятка и р. Погиблица с использованием индекса Шеннона наиболее низкие значения получены для станции, расположенной ниже коллектора сброса сточных вод (№ 159), что может свидетельствовать об упрощении структурной организации донных биоценозов исследуемой реки. По результатам биоиндикационной оценки воды исследуемых станций, в основном, отнесены к классам чистых и умеренно загрязненных.

Состояние почв оценивалось по активности почвенных ферментов. На основании изучения динамики каталазы и уреазы по годам выявлены участки № 13, 17, 19, 47, 59, 60, где активность фермента варьирует значительно. На фоновом участке № 112, который максимально удален от объекта уничтожения химического оружия в пос. Мирный Кировской области, активность каталазы и уреазы по годам стабильна.

Исследование состояния фитоценозов в СЗЗ и ЗЗМ объекта уничтожения химического оружия в пос. Мирный Кировской области показало, что компоненты лесных насаждений имеют нормальное развитие, соответствующее конкретным лесорастительным условиям и возрастному состоянию древостоев, а их биологическое и санитарное состояние на большинстве участков является хорошим. Ухудшение санитарного состояния сосны и ели наблюдалось на участке № 13 (усыхание и опадение хвои, оголение части веток), причиной этого является вырубка в течение 2010–2011 гг. части лесополосы, отделяющей его от железной дороги, на участке № 19 для лучшей видимости была вырублена часть подроста сосны и произведено осветление участка.

На основе результатов анализа пыльцы сосны обыкновенной сделан вывод о том, что на всех исследованных участках встречены тератоморфные (аномально развитые) пыльцевые зерна сосны обыкновенной; наибольший процент отклонений пыльцевых зерен зафиксирован на участках, расположенных по всем сторонам горизонта на удалении 1–2 км от объекта уничтожения химического оружия.

На основании многолетних исследований пигментного комплекса растений, произрастающих в СЗЗ и ЗЗМ 1205 объекта уничтожения химического оружия в пос. Мирный Кировской области, сделан вывод о наметившихся изменениях в состоянии фотосинтетического аппарата. Наибольшие изменения выявлены в пигментном комплексе растений, произрастающих на участках мониторинга, расположенных вблизи объекта: № 5, 9, 10, 19, 28, 35 и 60. Следует отметить, что изменения в содержании и соотношении пигментов в листьях растений, отобранных с данных участков, выявляются нами уже на протяжении ряда лет. В листьях растений, которые произрастают на фоновых участках, состояние пигментного комплекса стабильно и изменений в пигментном фонде по годам не проявляется.

Результаты обследования видового состава позвоночных животных, плотности популяций видов, не выявляют значимых отличий, полученных при обследовании в предыдущие 2007–2011 гг.

В целом полученные материалы исследования свидетельствуют о том, что объект уничтожения химического оружия в Кировской области работает в штатном режиме. Наметившиеся изменения в природном комплексе незначительны, но они нацеливают на отслеживание показателей биологического мониторинга с большей частотой и по более полному перечню показателей.

## **О РАЗВИТИИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ УТИЛИЗАЦИИ И ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*В. А. Титова, Г. Я. Кантор*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
ecolab2@gmail.com*

В настоящее время по-прежнему одной из основных экологических проблем является рост количества отходов производства и потребления, образующихся в результате хозяйственной деятельности предприятий, организаций и населения, а также проблема их вторичного использования. Объем отходов в России за последние пять лет вырос в полтора раза и превысил 3,5 миллиарда тонн. Наиболее распространённым методом утилизации отходов является захоронение, что ведёт к безвозвратной потере до 90% полезной продукции. В целом по России под мусорные свалки отчуждено около одного миллиона гектаров земель, среди которых не только пустыри, но и плодородные земли. Общее количество учтённых свалок по России составляет 865. Общее количество отходов, размещаемых на свалках, составляет 122,4 миллиона метров кубических.

Древесные отходы – лесорубочные отходы и отходы переработки леса составляют до 40% от биомассы осваиваемой лесосеки. При наметившейся тенденции роста производства деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности увеличиваются и объёмы образования древесных отходов. Объем образования древесных отходов в России составляет 60 миллионов метров кубических в год, утилизируется же только 52,5%. В отходы макулатуры ежегодно идёт более 3 миллионов тонн, уровень её утилизации составляет лишь 33,4%. Доля вторичного сырья в древесных отходах для топливного цикла, строительных материалов составляет менее 1–10%, в производстве картона и бумаги доля макулатуры составляет 18%. Так как незагрязнённые вредными веществами древесные отходы относятся к пятому классу опасности, их целесообразно использовать в качестве вторичного сырья для производства различной продукции, в том числе: строительных материалов (древесно-цементные, древесно-слоистые, древесно-волоконистые плиты и др.), пищевых добавок, средств защиты растений, кормовых добавок для животных, экстрактов пихто-

вых и еловых для ванн, древесных брикетов для индивидуального топлива и промышленных отопительных систем.

Нейтральные и кислые компоненты экстрактивных веществ, полученные из древесной зелени, обладают высокой физиологической активностью и могут быть использованы в сельском хозяйстве в качестве ростостимулирующих и фунгицидных препаратов, а также для создания лекарственных средств широкого спектра действия с иммуностропной, противовирусной, противоязвенной активностью, с витаминной (каротиноиды) и бактерицидной активностью (монотерпены). В условиях постепенно приближающегося кризиса необходимы альтернативные источники энергии в целом, и альтернативное топливо в частности.

Традиционные виды топлива – нефть, газ, уголь – относятся к невозполнимым источникам энергии. Древесные брикеты, полученные в процессе прессования под высоким давлением без использования вяжущих средств мелко измельчённых сухих отходов древесины (опилки, щепа, обрезки, кора, горбыль и пр.), являются высококалорийным экологическим топливом, обладающим следующими преимуществами: постоянная температура при сгорании на протяжении 4 часов; экономия пространства при хранении, экологическая чистота при хранении и сгорании; минимальное количество пепла после сжигания (0,5–1% от объёма сожжённого топлива, от сгорания угля образуется от 20 до 40% пепла).

Немаловажна и экологическая составляющая решаемой проблемы. Переход на древесные брикеты вполнину уменьшает выброс в атмосферу углекислого газа и других загрязняющих веществ, кроме того решается проблема «чёрного снега» и утилизации шлаков. Предприятиям – источникам выбросов загрязняющих веществ, придётся меньше платить за наносимый природе ущерб.

Данные из нескольких регионов России и стран Скандинавии говорят о рентабельности использования древесного топлива. Ресурсы биомассы (в данном случае дерево) во многих регионах дают ощутимые преимущества над традиционными видами топлива, которые дороже транспортировать. Самое дешёвое древесное топливо – это отходы деревопереработки и лесозаготовки. В России в ближайшие 50–100 лет хватит древесного топлива, полученного из отходов деревопереработки и перезрелого леса.

Переработка древесных отходов требует определённых финансовых затрат и для их возмещения большое значение имеет оптимизация инфраструктуры, включающая определение мест образования древесных отходов, оценку их количества, выбор месторасположения предприятия по их переработке, определение схемы транспортных путей для их доставки.

Данная проблема является чрезвычайно важной как для экономики страны, экологии, так и рационального природопользования.

В мировой практике на протяжении многих лет активно решается проблема утилизации и переработки промышленных отходов. В развитых зарубежных странах: Германии, США, Канаде, Японии, странах Скандинавии и др. налажена комплексная система безотходной переработки древесины.

В Кировской области существуют 78 объектов размещения отходов общей площадью 561 га, в том числе: полигоны ТБО – 17, площадь – 198,5 га; полигоны промышленных отходов – 4, площадь – 16,1 га; санкционированные свалки – 3, площадь – 13,8 га; объекты временного хранения отходов на производстве – 47, площадь – 15,6 га; шламонакопители, хвостохранилища, терриконы, отвалы, золошлакоотвалы – 7, площадь – 317 га.

На объектах захоронения размещено 4087,25 тыс. тонн отходов, в том числе: на полигонах промышленных отходов – 1713,35 тыс. тонн; на полигонах твёрдых бытовых отходов – 2074,7 тыс. тонн; на санкционированных свалках – 299,197 тыс. тонн.

Среднегодовой объём образования твёрдых бытовых отходов на территории Кировской области составляет около 500 тыс. т, промышленных отходов – в среднем около 1400 тыс. т, из них древесных отходов – более 360 тыс. т, которые накапливаются в процессе производства продукции лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности. Древесные отходы занимают наибольший удельный вес в массе образующихся отходов и занимают первое место по объёму в структуре промышленных отходов. Древесные отходы накапливаются, горят, чем наносят ущерб окружающей среде. В структуре лесов, наряду с хвойными породами и берёзой, пользующимися устойчивым спросом в сферах традиционного применения деловой древесины, много низкокачественных и практически не находящих сбыта осины, ольхи и других лиственных деревьев. Нередки случаи, когда низкокачественная древесина остаётся гнить в лесу, увеличивая опасность лесных пожаров. Кроме того, большие объёмы некачественной древесины образуются в результате отсутствия или не своевременной санитарной рубки и плохого качества расчистки лесосек после завершения лесозаготовительных работ.

Наиболее крупными источниками образования древесных отходов в Кировской области являются: ЗАО «Красный якорь»; ОАО «Майсклес»; ОАО «Нововятский лыжный комбинат»; ООО «Вятский фанерный комбинат»; ОАО «Лесной профиль»; ООО «Спичечная фабрика «Белка-Фаворит»; ООО ЛПК «Полеко», ОАО «Лузский лесопромышленный комплекс» и др.

Для решения существующей проблемы в регионе необходимо создание системы региональной инфраструктуры, включающей определение мест размещения отходов, их количества и характеристик, сбора, утилизации и переработки.

Специалистами Вятского государственного гуманитарного университета (ВятГГУ) предлагается комплексный подход с применением статистических данных, геоинформационных и космических технологий выявления мест размещения и количества древесных отходов, оптимизации путей их транспортировки, временного хранения и дальнейшей переработки. Отходы древесины могут использоваться для производства древесных брикетов для индивидуального топлива и промышленных отопительных систем, а также в качестве вторичного сырья для изготовления другой продукции, например, строительных материалов, пищевых добавок, средств защиты растений, кормовых добавок для животных, пихтовых и еловых экстрактов для ванн.

Переработка древесных отходов – это эффективный путь решения нескольких проблем:

- использование древесных отходов, накопление которых в Кировской области составляет 26% от объёма промышленных отходов, в качестве вторичного натурального сырья для производства востребованной на рынке продукции;

- у предприятий – источников образования древесных отходов отпадает необходимость платить за размещение отходов на полигонах;

- применение космических технологий позволит оперативно выявить несанкционированные свалки, как древесных отходов, так и других отходов производства и потребления, низкокачественную древесину в структуре лесов (рис.);

- при использовании древесного топлива уменьшается негативное воздействие на окружающую среду, значительно снижаются выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, а также решается проблема «чёрного снега» и утилизации шлаков, вследствие чего предприятиям меньше придётся платить за наносимый природе ущерб;

- снизятся тарифы по оплате отопления и других коммунальных услуг для потребителей в связи с сокращением расходов на транспортировку более дорогого топлива из других регионов России;

- решаются вопросы сбережения невозпроизводимых ресурсов в регионах страны.



Рис. Космические снимки древесных отходов предприятий Кировской области

Специалистами ВятГГУ предлагается:

- проведение оценки количества накопленных древесных отходов в районах Кировской области;
- создание проекта единой информационной сети для слежения сопровождения процесса переработки отходов;
- выбор оптимальных маршрутов перевозки отходов на базе использования геоинформационных систем (ГИС);
- разработка серий электронных карт размещения отходов, объектов их сбора (полигонов временного хранения), переработки и схемы их транспортировки с использованием космических снимков;
- создание карты-схемы инфраструктуры переработки древесных отходов на основе методов высокоточной геодезии с использованием технологий ГЛОНАСС/GPS.

Места временного размещения древесных отходов для последующей передачи их на переработку рекомендуется выбирать с учётом оптимальных маршрутов перевозки от предприятий – источников образования отходов и доставки предприятию по их переработке. Места размещения предприятий по переработке древесных отходов должны быть выбраны с учётом экологических, экономических и социальных факторов.

В настоящее время в процесс промышленной переработки вовлечена незначительная часть накопленных древесных отходов, и скорость их накопления превышает темпы утилизации.

Предприятия деревообработки, организации, осуществляющие государственный экологический контроль в сфере природопользования и охраны окружающей среды, администрации районов и области, должны быть заинтересованы в решении проблемы утилизации и переработки накопленных древесных отходов на территории Кировской области.

## **ОЦЕНКА РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ НА УЧАСТКАХ МОНИТОРИНГА В РАЙОНЕ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА**

*Е. С. Сунцова<sup>1</sup>, Т. Я. Ашихмина<sup>1,2</sup>, Е. В. Дабах<sup>1,2</sup>, Г. Я. Кантор<sup>1,2</sup>*

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

*<sup>2</sup> Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,  
ecolab@vshu.kirov.ru*

Кирово-Чепецкий химический комбинат – один из крупнейших в Кировской области промышленных объектов, где с конца сороковых годов прошлого столетия до 1992 г. действовало радиохимическое производство. На территории комбината и за ее пределами в хранилищах находится 440 тыс. тонн отходов с низкой и средней активностью. Территории, занятые объектами размещения отходов, располагаются на высокой пойме и первой надпойменной террасе р. Вятки. Природный комплекс в районе размещения радиоактивных отходов испытывает антропогенную нагрузку, и к настоящему времени данная террито-

рия представляет собой типичный техногенный ландшафт с многочисленными отвалами, шламонакопителями, карьерами, дамбами, искусственными озерами и протоками.

Источником загрязнения почв являлась р. Елховка, в которую поступали сточные воды производств по переработке радиоактивного сырья завода полимеров. Загрязнение территорий, прилегающих к р. Елховке и оз. Просному, происходило в периоды паводков.

С 2008 г. сотрудниками лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ проводятся работы по изучению состояния природного комплекса в районе размещения хранилищ радиоактивных отходов (РАО). Результаты наблюдений, радиометрической съемки, радиохимического и биологического анализа проб почв и растений позволили выделить площадки, на которых целесообразно проводить мониторинг (Ашихмина и др., 2009; Сунцова и др., 2012; Ашихмина и др., 2010).

*Цель работы* – изучить и оценить уровень радиационного загрязнения почв техногенными и естественными радионуклидами на площадках мониторинга. В 2012 г. были заложены 6 площадок мониторинга почв и растительности в районе хранилищ РАО (площадки 904, 930, 913, 907, 921, П-13).

*Объекты и методы исследования.* Объектом исследования являлись почвы, смешанные образцы которых были отобраны из верхнего 20-ти см слоя. 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 берегах водоемов и водотоков (р. Елховки – 904, 930, 907, 921, оз. Просное – П-13), на заболоченных участках в районе хранилищ отходов (913). Изучение активности радионуклидов в отобранных образцах проводилось в технико-аналитической лаборатории филиала «Россельхозцентра» в Кировской области методом гамма-бета-спектрометрии.

*Результаты и их обсуждение.* Результаты измерения удельной активности (УА) радионуклидов (Бк/кг) в отобранных пробах представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Результаты измерения УА радионуклидов на площадках мониторинга КЧХК, Бк/кг**

Площадка	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>40</sup> K	<sup>232</sup> Th	<sup>226</sup> Ra	Σ-ная β-активность
904	2233±241	89±28	341±138	25±12	65±18	372±48
907	3771±387	159±31	488±86	29±6	41±8	853±101
913	8337±850	30±25	591±118	44±8	14±5	1196±129
921	2573±266	98±33	603±80	39±7	29±7	629±75
930	3698±381	86±27	386±70	15±4	17±6	804±97
П-13	1638±171	132±28	334±72	29±6	34±7	468±59

Активность естественных радионуклидов <sup>40</sup>K, <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th в исследованных образцах соответствует фоновым значениям для Кировской области (Окружающая ..., 1996): <sup>40</sup>K – 420 Бк/кг, <sup>232</sup>Th – 29 Бк/кг, <sup>226</sup>Ra – 25 Бк/кг.

Почвы на площадках мониторинга загрязнены в основном радионуклидом  $^{137}\text{Cs}$ . Максимальное значение УА отмечено в почве на площадке 913 (8337 Бк/кг), оно близко к минимально значимому уровню активности 10000 Бк/кг (НРБ 99/2009). В точечных пробах почв, отобранных на анализ в предыдущие годы в данном экотопе, УА  $^{137}\text{Cs}$  различалась незначительно: в 2010 г. – 6729 Бк/кг, в 2011 г. – 8129 Бк/кг. На площадке 930, заложенной на береговом склоне, в нижней части которого обнаружены повышенные значения МЭД, УА  $^{137}\text{Cs}$  в почве достигала 3698 Бк/кг. В точечных пробах, отобранных в прошлые годы, значения активности  $^{137}\text{Cs}$  составили 2587 Бк/кг. В смешанном образце на площадке 907 УА  $^{137}\text{Cs}$  – 3771 Бк/кг, в то время как в точечных пробах в прошлые годы значения УА были несколько выше. Существенные различия между активностью  $^{137}\text{Cs}$  в смешанном образце и точечных пробах объясняются неравномерностью распределения загрязнения даже в пределах небольшой площадки (порядка  $10\text{ м}^2$ ).

Максимальные значения УА  $^{90}\text{Sr}$  в почвах были отмечены на площадках П-13, 907 (132 и 159 Бк/кг соответственно).

Для оценки уровня и плотности поверхностного радиационного загрязнения были рассчитаны значения УА в Ки/км<sup>2</sup> по формуле:

$P=A*d*h*10^7$ , где P – площадной запас радионуклидов в Бк/км<sup>2</sup>; A – активность почвы, Бк/кг; d – объёмный вес почвы, г/см<sup>3</sup>; h – глубина ячейки параллелепипеда отбираемой пробы, см.

В работе (Бычинский, Вашукевич, 2007) приведена шкала, позволяющая оценить плотность загрязнения почв. Результаты представлены в табл. 2, 3.

Таблица 2

**Уровень загрязнения почв радионуклидом  $^{90}\text{Sr}$  в зависимости от его УА**

Уровень загрязнения по $^{90}\text{Sr}$	УА, Ки/км <sup>2</sup>	Площадка
Минимальный	<0,3	913
Слабый	0,3–0,5	–
Средний	0,5–1,0	П-13, 904, 921, 930
Сильный	1,0–3,0	907
Максимальный	<3	–

Таблица 3

**Уровень загрязнения почв радионуклидом  $^{137}\text{Cs}$  в зависимости от его УА**

Уровень загрязнения по $^{137}\text{Cs}$	УА, Ки/км <sup>2</sup>	Площадка
Минимальный	<1	–
Слабый	1–5	–
Средний	5–15	П-13, 904
Сильный	15–40	907, 921, 930
Максимальный	<40	913

Уровень загрязнения почв на площадках мониторинга, обусловленный запасами радионуклидов в них, варьирует от среднего до сильного – по стронцию, и от среднего до максимального – по цезию. Однако, распределение техногенных радионуклидов в почвах загрязненных участков мониторинга крайне

неравномерно, что обусловлено выраженным микрорельефом и особенностями почвообразования в пойме.

Таким образом, на участках мониторинга в районе хранилищ РАО КЧХК удельная активность в почве естественных радионуклидов  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  соответствует фоновым значениям для Кировской области. По результатам измерения УА техногенных радионуклидов отмечено, что уровень загрязнения почв на площадках мониторинга от среднего до максимального. Наиболее загрязненными являются почвы на заболоченном участке в районе 3-й секции хранилища РАО. Распределение активности радионуклидов в пределах небольших по площади участков мониторинга крайне неравномерное, так как изменчивость факторов почвообразования и свойств почв в пойме очень высокая.

### Литература

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.

Ашихмина Т. Я., Лемешко А. П., Кантор Г. Я., Дабах Е. В. Комплексное обследование территории в районе хранения радиоактивных отходов Кирово-Чепецкого отделения филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» // Современная радиэкологическая обстановка в Кировской области. Объектовый мониторинг состояния недр и его роль в решении практических задач Госкорпорации «Росатом» по реабилитации радиационноопасных объектов ФГУП «РосРАО»: Материалы науч.-практ. конф. Киров. 2009. С. 63–76.

Бычинский В. А., Вашукевич Н. В. Тяжелые металлы в почвах в зоне влияния промышленного города. Иркутск: Изд-во Иркут. Университета, 2007. 160 с.

Окружающая природная среда Кировской области / Под ред. Т. Я. Ашихминой, В. М. Сюткина, Н. А. Буркова. Киров: Вятский госпедуниверситет, 1996. 480 с.

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.

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ г. КИРОВА

*Т. Г. Бушкова*

*Экологический фонд города Кирова, eko\_fond@mail.ru*

В настоящее время все большее внимание уделяется изучению и поиску путей разрешения экологических проблем. Научно-технический прогресс приводит к появлению огромного количества вредных факторов нарушающих природное равновесие (загрязнение атмосферы, почвы, воды, изменение климатических характеристик и многое другое), способствующих деградации биосферы.

Загрязнение окружающей среды оказывает влияние на состояние здоровья населения и приводит к увеличению физической, химической, психологической нагрузки на организм человека и снижению его иммунных реакций.

Атмосферный воздух является одним из важнейших факторов среды обитания человека, характеризующих санитарно-эпидемиологическое благополучие города. Наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха, по данным 2011 г., от стационарных источников вносят предприятия электроэнергетики (47,4%) и обрабатывающие производства (24,5%). 60,3% выбросов от стационарных источников в Кировской области – это неспецифические (общепромышленные) выбросы (оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота).

Загрязнение от передвижных источников превышает гигиенические нормативы на перекрестках с большой интенсивностью движения городского транспорта, что связано с частым торможением и разгоном автомобилей на перекрестках, и с особенностями застройки городских улиц, с метеорологическими условиями.

Поверхностные воды. Р. Вятка в среднем её течении в районе водозабора и территории г. Кирова в 2011 г. по комплексу определяемых загрязняющих веществ относилась к 3 классу качества воды.

Качество поверхностной воды в р. Вятка на наиболее напряженном участке реки Вятки в зоне питьевого водозабора областного центра в сравнении с 2010 г. несколько улучшилось и изменялось в течение 2011 г. с переходом из 2 класса качества – чистые воды в 3 класс – умеренно загрязнённые воды. При этом 2 класс качества наблюдался в периоды зимней и летней межени. Ухудшение класса качества воды отмечено в период обильных осадков за счёт влияния неорганизованного поверхностного стока.

Для своевременного выявления и прогнозирования развития негативных процессов, влияющих на качество воды в водных объектах и их состояние, разработки и реализации мер по предотвращению негативных последствий этих процессов, информационного обеспечения управления в области использования и охраны водных объектов проведен мониторинг водных объектов: р. Люльченки, р. Хлыновки, р. Мостовицы, р. Плоской, верхнего и нижнего прудов у Диорамы.

Результаты исследований показывают, что наибольшие превышения ПДК в исследуемый период (1–30.06.2012) зафиксированы по ХПК, нитритам и нефтепродуктам. Наблюдаются единичные превышения ПДК по цинку, меди, железу, фенолу. Источником загрязнения поверхностных вод являются как организованные сбросы недостаточно очищенных сточных вод промышленных предприятий, объектов ЖКХ, так и неорганизованный сброс ливневых стоков с их территорий и территории жилой застройки. Анализ данных лабораторных исследований не выявил явных специфических загрязнений объектов промышленности. Анализ данных предыдущих исследований в зимнюю межень и прошлые годы указывает на стабильность уровней загрязнения поверхностных водных источников.

Отходы. Особое внимание в последние годы обращается на состояние полигонов промышленных и бытовых отходов. Пробы почв систематически отбирались на полигоне промышленных отходов «Баско» (мкр. Коминтерн). Анализ проведённых исследований в период 2003–2011 гг. позволяет сделать вывод о

том, что наблюдается снижение содержания загрязняющих веществ в поверхностном слое почвы.

Постоянно анализируются образцы почв на действующем полигоне ТБО в п. Костино. Превышений ПДК загрязняющих веществ в почве не выявлено.

Муниципальным образованием «Город Киров» проводятся мероприятия по ликвидации последствий ртутных загрязнений. В 2011 г. осуществлено 10 выездов аварийно-спасательной бригады демеркуризации ОАО «Куприт», при этом осуществлен сбор и вывоз не санкционировано размещенных (брошенных) ртутных ламп в количестве 251 штуки и 1кг приборов с ртутным заполнением, проведена их демеркуризация. В 2012 г. выполнены мероприятия по ликвидации последствий ртутных загрязнений, осуществлено 6 выездов аварийно-спасательной бригады демеркуризации ОАО «Куприт», при этом осуществлен сбор и вывоз не санкционировано размещенных (брошенных) ртутных ламп, ртутных термометров, материалов, загрязненных ртутью, ртутьсодержащих химреактивов. Проведена их демеркуризация и принято на демеркуризацию более 200 ртутных ламп от муниципальных организаций.

Растительный мир и памятники природы местного значения. Сохранение памятников природы местного значения и растительного мира МО «Город Киров» являются приоритетным направлением природоохранной деятельности.

Однако, в городе идет активное жилищное и промышленное строительство, прокладываются газовые магистрали, линии электропередач, расширяется аэропорт, реконструируются городские автомагистрали, другие объекты инфраструктуры города, при этом массово вырубаются зеленые насаждения. В 2012 году проведено 660 комиссий по оценке состояния зеленых насаждений и выявлению незаконного их сведения. По причинам незаконного сведения зеленых насаждений проведено взыскание их компенсационной стоимости.

Всего в 2012 г. в бюджет муниципального образования «Город Киров» поступило (взыскано) 831,9 тыс. руб. за незаконный снос зеленых насаждений.

Взыскание компенсационной платы за ущерб, причиненный незаконным сносом зеленых насаждений, проводилось в соответствии с п.14 «Порядка оценки и возмещения ущерба за вынужденный и незаконный снос (повреждение) зеленых насаждений на территории муниципального образования «Город Киров» утвержденного решением Кировской городской думы от 24.11.2010 № 46/8.

Кроме того, за незаконное снесение зеленых насаждений по адресу: г. Киров, Октябрьский проспект, 117 (снос яблонь у кинотеатра «Алые паруса») арбитражным судом принято решение взыскать с общества более 1,3 млн. руб.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГОРОД КИРОВ» И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

*Т. Г. Бушкова*

*Экологический фонд города Кирова, eko\_fond@mail.ru*

Важной проблемой экологического состояния МО «Город Киров», как и других крупных городов региона, является загрязнение окружающей среды выбросами автомобильного транспорта. В связи с ежегодным увеличением количества автотранспорта вклад этого источника загрязнения атмосферного воздуха постоянно растет. Парк автотранспорта в Кировской области в 2011 г. по сравнению с 2010 г. увеличился на 7,5%.

Ведомственная целевая программа «Охрана окружающей среды в муниципальном образовании «Город Киров» на 2011–2013 гг. не предусматривает мероприятий по снижению загрязнения окружающей среды выбросами от стационарных и передвижных источников. До настоящего времени не исполняются полномочия органов местного самоуправления по организации государственного мониторинга атмосферного воздуха (проведение которого на соответствующих территориях муниципальных образований закреплено ст.23 Федерального закона от 04.05.1999 №96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»).

В то же время, для улучшения экологического состояния атмосферного воздуха в городе, снижения загазованности ведутся работы по повышению пропускной способности автотранспортных потоков на магистральных и второстепенных улицах города. Вводится одностороннее движение на улицах, регулярно наносятся разметки улично-дорожной сети, ведется строительство подземных переходов. Для снижения транзита транспорта через Киров и уменьшения выбросов от передвижных источников в атмосферный воздух запланировано строительство объездной дороги вокруг г. Кирова.

Загрязнение поверхностного стока. Ухудшение класса качества воды водоемов МО «Город Киров» отмечено в период обильных осадков за счёт влияния неорганизованного поверхностного стока. Ливневая канализация в городе локальная: имеется более 50 выпусков в различные водоемы. Очистных сооружений нет, за исключением сооружений на отдельных крупных предприятиях города. Засоряются русла городских рек, в прибрежных зонах образуются несанкционированные свалки мусора. Ведомственной целевой программой «Охрана окружающей среды в муниципальном образовании «Город Киров» на 2011–2013 гг. не предусмотрены мероприятия по очистке поверхностного стока. Для обоснования (планирования) мероприятий по расчистке водных объектов от загрязнений и для определения источников негативного влияния на водные объекты планируется проведение мониторинга на реках Люльченка, Хлыновка, Плоская и прудах у Диарамы.

Увеличение объёмов жилищного и общественного строительства в муниципальном образовании «Город Киров» увеличивает нагрузку на очистные сооружения. На сегодняшний день возникла острая необходимость реконструкции муниципальных очистных сооружений в микрорайоне Коминтерн в связи со строительством новых многоквартирных домов в этом микрорайоне и почти 100% физическим и моральным износом очистных сооружений. В 2011–2013 гг. планируется завершить реконструкцию муниципальных очистных сооружений в микрорайоне Коминтерн.

Очистные сооружения ООО «Коммунальщик», принимая загрязнённые воды с ООО предприятие «Артэкс» – производителя широкого спектра коже-

венной продукции – сбрасывают загрязненные сточные воды практически без очистки.

Отходы. Загрязнение территории города промышленными и бытовыми отходами на несанкционированных свалках ведет к деградации окружающей среды. Отходы содержат вредные вещества, обладающие опасными свойствами (токсичностью, взрывоопасностью, пожароопасностью, высокой реакционной способностью) или зачастую содержат возбудителей инфекционных болезней, и тем самым могут представлять непосредственную или потенциальную опасность для окружающей природной среды и здоровья человека самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами. Размещение несанкционированных свалок на водосборных площадях ведет к загрязнению водных объектов.

Сбор и вывоз к месту переработки и утилизации промышленных и опасных отходов, в том числе и ртутных отходов, их утилизация (захоронение) направлены на максимально возможное уменьшение риска возникновения чрезвычайных ситуаций, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь в случае их возникновения.

В муниципальном образовании «Город Киров» не решена проблема сбора и демеркуризации ртутных ламп от населения.

Охрана и обустройство растительного мира и памятников природы местного значения. Проблемами города остаются незаконный снос, обрезка и порча зеленых насаждений. Виновные в незаконном сносе зеленых насаждений лица устанавливаются компетентными органами, привлекаются к административной ответственности; администрацией города ведется работа по взысканию с нарушителей компенсационной стоимости за нанесенный ущерб.

В рамках ведомственной целевой программы «Охрана окружающей среды в муниципальном образовании «Город Киров» на 2011–2013 гг. проводятся мероприятия по сохранению зеленых насаждений в МО «Город Киров».

Для озеленения территории городского округа предусмотрены мероприятия:

- обслуживание зеленых насаждений (снос погибших, аварийных, малоценных и нежелательных видов деревьев и кустарников, разреживание загущенных растительных группировок, санитарная и омолаживающая и формовочная обрезки кустарников и деревьев и сопутствующие работы - корчевка пней) на территориях занятых скверами, парками, бульварами, зелеными насаждениями;

- возведение новых газонов;

- посадка зеленых насаждений, доставка саженцев деревьев и кустарников по заявкам организаций, финансируемых из средств МО «Город Киров»; посадка цветочной рассады, полив, прополка, рыхление цветников;

- выкашивание газонов;

Охрана лесного хозяйства. Для охраны, защиты, воспроизводства лесов в границах МО «Город Киров» планируется обеспечение охраны и благоустройство территории лесопарков «Городской» и «Порошинский», а именно: содержание

службы охраны городских лесов и пожарно-технической службы (ПТС), устройство пикниковых полей, установка шлагбаумов, очистка от захламленности.

Экологическое образование и воспитание. На протяжении ряда последних лет экология рассматривается не только как социальная наука, изучающая воздействие общества на природу, но и как научная основа стратегии выживания человечества.

Экологическое образование и воспитание является важнейшим фактором развития общества. Главный смысл экологического образования и воспитания состоит в осознании человеком взаимосвязи и взаимозависимости его и природы, в формировании готовности и стремления оказывать положительное влияние на изменения экологической обстановки в мире. На современном этапе экологическое образование строится на принципах единства, исторической взаимосвязи природы и общества, социальной обусловленности отношений человека и природы, на стремлении к гармонизации этих отношений.

С целью формирования экологической культуры личности и общества в целом, воспитания у горожан потребности природоохранной деятельности, чувства ответственности за состояние окружающей среды в 2011 г. профинансировано проведение мероприятий «Дни защиты от экологической опасности»: конференции, лекторий «Мир природы», изготовление и распространение буклетов «Мы любим свой город», издание экологической газеты «Родная сторона».

Выделены средства на очистку прибрежной зоны реки Хлыновка в рамках реализации программы «Чистый город» и экологического воспитания и оздоровления окружающей среды города Кирова.

В муниципальном образовании «Город Киров» на 2011–2013 годы принята ведомственная целевая программа «Охрана окружающей среды». Целью программы является стабилизация экологической обстановки в муниципальном образовании «Город Киров».

Программа призвана решить следующие задачи: осуществлять мероприятия по охране водных ресурсов, охране земель, прилегающих к водным объектам, очистке водоемов и водоисточников (родников), охране и обустройству растительного мира на территории МО «Город Киров»; по экологическому просвещению населения города, озеленению территорий городского округа, охране лесного хозяйства.

Финансирование ведомственной целевой программы «Охрана окружающей среды в муниципальном образовании «Город Киров» на 2011–2013 годы осуществляется из бюджета муниципального образования «Город Киров».

Данная программа ориентирована на то, чтобы улучшить и стабилизировать экологическую обстановку в МО «Город Киров» в той части, в которой её состояние зависит от позиции и действий органов местного самоуправления.

В реализации программы будут участвовать: управление благоустройства и транспорта администрации города Кирова, муниципальное казенное учреждение «Экологический фонд города Кирова», территориальные управления администрации города Кирова, общественность и население города.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНЫХ АРОМАТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ВОДНЫХ СРЕДАХ МЕТОДОМ ГХ-ДЭЗ/МС

*И. В. Груздев<sup>1</sup>, М. В. Филиппова<sup>2</sup>, И. М. Кузиванов<sup>2</sup>, Б. М. Кондратёнок<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *Институт биологии Коми научного центра УрО РАН,*

<sup>2</sup> *Сыктывкарский государственный университет,*

*gruzdev@ib.komisc.ru*

Актуальность исследований в области аналитической химии кислород- и азотсодержащих ароматических соединений обусловлена тем, что в настоящее время в питьевой воде нормируется содержание 145 таких веществ. В особую группу, распространенных и высокотоксичных веществ выделяют ароматические соединения, содержащие гидрокси- и аминогруппы – фенолы и анилины. Их широкая распространенность связана с хорошей растворимостью в воде и активным промышленным применением. Хлорзамещенные этих веществ образуются при хлорировании питьевой воды и разложении ряда пестицидов. В естественных условиях фенолы и анилины образуются при деструкции органического вещества почвы (Елин, 2001).

Высокая токсичность фенолов и анилинов, предельно-допустимые концентрации которых в воде составляют 0,1–100 мкг/дм<sup>3</sup>, требует их селективного определения на уровне микроконцентраций. Эта задача решается только хроматографическими методами, однако, прямые газохроматографические определения мало чувствительны (~10 мкг/дм<sup>3</sup>), что связано с низкой степенью извлечения при экстракционном концентрировании из-за высокой гидрофильности фенолов и анилинов (Воробьева и др., 2007). Эффективным приемом улучшения аналитических свойств служит химическая модификация.

Широкие возможности получения производных связаны, прежде всего, с наличием amino- и гидроксильных групп, водород которых достаточно легко замещается. Основные цели получения таких производных – снижение полярности соединения за счет дезактивации функциональных групп и введение в состав молекул дополнительных атомов или групп для последующего определения на селективных детекторах (Демьянов, 1992).

Оптимальный подход состоит в создании условий для выделения максимально возможных количеств анализируемых веществ из водной фазы в экстракт и проведение дополнительной химической модификации уже в среде органического растворителя. Для реализации этого подхода нами предлагается использовать реакцию галогенирования (электрофильное замещение).

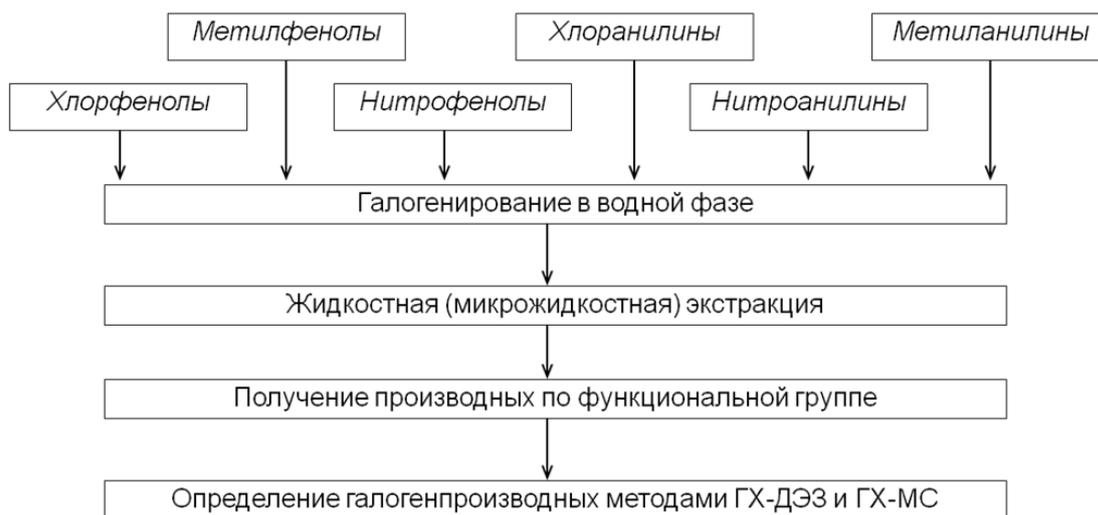


Рис. Аналитический цикл определения органических токсикантов в воде

Предлагаемый нами вариант химической модификации фенолов и анилинов предусматривает значительное снижение их гидрофильности за счет получения бром- или йодпроизводных непосредственно в анализируемой водной пробе, последующую жидкостную (микрожидкостную) экстракцию галогенпроизводных, проведение дополнительной дериватизации в экстракте по функциональной группе (если это необходимо) и высокочувствительное определение дериватов с галогенселективным детектором электронного захвата или масс-спектрометрически (ГХ-ДЭЗ/МС).

Нами установлены оптимальные условия получения галогенпроизводных фенолов и анилинов в водной фазе, изучено влияние различных веществ (аминокислоты, анионы неорганических солей) на образование галогензамещенных, определены экстракционные и газохроматографические характеристики получаемых дериватов.

На основе проведенных исследований разработан ряд методик определения хлорфенолов, хлоранилинов, метилфенолов, метиланилинов, нитроанилинов и нитрофенолов в различных водных объектах (питьевые, поверхностные и сточные воды). Эффективное проведение галогенирования и экстракционного концентрирования позволяет достичь пределов обнаружения фенолов и анилинов на уровне  $\sim 5-10$  нг/дм<sup>3</sup>, что на 2–3 порядка ниже, установленных для этих соединений ПДК. Кроме того, данный подход может быть реализован на стандартном газовом хроматографе и не требует дополнительного дорогостоящего оборудования и реагентов.

### Литература

Елин Е. С. Фенольные соединения в биосфере. Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения РАН, 2001. 386 с.

Воробьева Т. В., Терлецкая А. В., Кущевская Н. Ф. Стандартные и унифицированные методы определения фенолов в природных и питьевых водах и основные направления их совершенствования // Химия и технология воды. 2007. Т. 29. № 4. С. 370–390.

Демьянов П. И. Химические методы получения производных при хроматографическом определении фенолов // Журн. аналит. химии. 1992. Т. 47. № 12. С. 1942–1966.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА УТИЛИЗАЦИИ АЗОТА ПОЙМЕННЫХ ОЗЕР В РАЙОНЕ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

*Ю. В. Герасимова<sup>1</sup>, А. П. Кислицына<sup>1</sup>, Е. В. Дабах<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> *Вятская государственная сельскохозяйственная академия,*

<sup>2</sup> *Лаборатория биомониторинга Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, ecolab2@gmail.com*

Одной из экологических проблем Кировской области является загрязнение пойменных озер в районе Завода минеральных удобрений Кирово-Чепецкого химического комбината (ЗМУ КХЧК) соединениями азота. Химические методы очистки озер несостоятельны в связи с комплексным характером загрязнения воды. В её составе присутствуют, помимо нитрат-ионов и ионов аммония, кальций, стронций, тяжелые металлы, органическое вещество и др. Поскольку азот является элементом жизненно необходимым для растений, то целесообразно использовать эти воды для удобрения растений на пойменных лугах с невысоким содержанием азота в почвах.

Для того, чтобы рассчитать эффективность биологического способа утилизации азота, был проведен полевой эксперимент.

Цель опыта – рассчитать баланс азота при поливе пойменного луга богатой азотом водой из озера Бобрового.

Задачи исследований: оценить вынос азота растениями, рассчитать количество азота, закрепленного в почвенном поглощающем комплексе (ППК), определить потери азота в газообразной форме.

Опытный участок расположен на гриве в центральной части луга. Травостой на участке – типичный для возвышенных частей центральной поймы – представлен злаково-разнотравной ассоциацией растений, с преобладанием злаковых видов.

Почва на лугу – аллювиальная дерновая легкосуглинистая – слабо обеспечена подвижным фосфором (43,4 мг/кг) и средне обеспечена обменным калием (76,0 мг/кг). Содержание гумуса в почве 4,63%, общего азота 0,25%, минеральных форм азота: нитратного – 3,9 мг/кг, аммонийного – 12,2 мг/кг, насыщенность основаниями около 80%, значения  $pH_{вод.}$  – 5,9,  $pH_{сол.}$  – 5,1.

Концентрация нитрата аммония в поливной воде составляла 1,37 г/л, дозы загрязненной нитратом аммония воды в пересчете на азот – 228,8 кг/га, 342,8 кг/га, 457,2 кг/га. Полив был проведен по вегетирующим растениям, которые находились в фазе активного роста (бобовые и разнотравье – в фазе стеблевания, злаковые растения – в фазе выхода в трубку).

Внесение азота способствовало накоплению биомассы растениями (табл. 1). Зеленая масса при поливе первой дозой увеличилась по отношению к контролю на 0,5 кг/м<sup>2</sup>, при поливе второй дозой – на 1,05 кг/м<sup>2</sup>. Увеличение дозы азота до 457 кг/га приводило к угнетению растений и снижению продуктивности травостоя.

Содержание азота в зеленой массе трав возрастало с увеличением дозы азота и было на 35–57% выше, чем в контрольном варианте (табл. 1).

Таблица 1

**Влияние загрязненной воды на накопление биомассы луговыми растениями и коэффициент использования внесенного азота**

Варианты	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>		Содержание азота в С.В.,%	Вынос азота, г/м <sup>2</sup>	К <sub>исп.</sub> азота
	Зеленая масса	Сухая биомасса			
Контроль	0,81	0,21	1,51	3,06	
1	1,31	0,31	2,3	7,25	18,4
2	1,86	0,44	2,4	10,71	22,3
3	1,61	0,40	2,62	10,55	16,4

Общий вынос азота с урожаем составил 3,06 г/м<sup>2</sup> в контроле и увеличился в 2,4 раза при внесении первой дозы (7,25 г/м<sup>2</sup>), в 3,5 раза при внесении второй и третьей дозы (10,7 и 10,6 г/м<sup>2</sup> соответственно).

Расчет коэффициента использования азота удобрений, вычисленный разностным методом, в первом укосе составил 18,4% при дозе 228,8 кг/га, 22,3% – при дозе 342,8 кг/га и 16,4% – при дозе 457,2 кг/га.

Закономерное снижение использования азота удобрений при увеличении доз внесения отмечено многими исследователями (Кутузова, Пронюшкин, 1972; Игловиков, Василевских, 1972; Андреев и др., 1980).

При поверхностном внесении азота на лугах коэффициенты использования азота удобрений луговой растительностью значительно различаются, от 28 до 65% (Алтунин, 1983). Это связано со сроками и дозами внесения, типами лугов, видами удобрений.

По многочисленным экспериментальным данным, полученным изотопным методом с <sup>15</sup>N, полевые культуры в лучшем случае (оптимальные сроки внесения с заделкой в почву) усваивают лишь 40–60% азота из минеральных туков. Значительные потери азота наблюдаются, когда поле не занято растительностью и при поверхностном внесении (Минеев, 1990).

Скашивание отавы проводится, когда высота растений достигает 30–40 см за 30–40 дней до перехода среднесуточных температур через +5 °С.

В наших опытах в 2012 г. на этот период (первая декада сентября) растения не достигли укосной спелости, высота составляла 10–15 см. Поэтому отчуждение травостоя не проводили.

Для полноты учета выноса азота с биомассой трав за вегетацию мы использовали результаты эксперимента 2009 г., где коэффициент использования азота отавой из поливной воды при дозе внесения азота 41,2 г/м<sup>2</sup> составил 12%.

Таким образом, использование растениями внесенного с поливной водой азота может составить за сезон от 28 до 34%.

Содержание общего азота в почве и его подвижных форм по вариантам опыта в начале сезона различается, что обусловлено выраженностью микрорельефа и особенностями почвообразования в пойме (табл. 2).

На контрольном варианте опыта к 31 июля содержание общего азота в горизонте А1 возрастает на 100 мг/кг почвы по сравнению с началом лета в свя-

зи с активной минерализацией органических остатков. При поливе загрязненной азотом водой оно возрастает до 250–300 мг/кг.

По сравнению с контрольным вариантом отмечается повышение концентрации нитратного и аммонийного азота в почве. Содержание его увеличивается пропорционально дозе внесенного азота. Особенно резко увеличивается содержание аммонийного азота при дозе 457,2 кг/га – до 63 мг/кг по сравнению с 13,8 мг/кг в контрольном варианте. Увеличение концентрации аммонийного азота при внесении первой дозы составило 38 мг/кг против 31 мг/кг при второй дозе. Данный результат мы связываем, во-первых, с лучшим развитием растений и, соответственно, с большим закреплением азота в надземной биомассе и корневой системе, во-вторых, с возможными потерями азота при денитрификации.

К 20 октября содержание общего азота в слое почвы 0–15 см почти не изменилось. Содержание минеральных форм азота снизилось по сравнению с данными, полученными в июле. Наиболее высокое содержание минеральных форм азота, по-прежнему, отмечено при поливе третьей дозой. Суммарное содержание ( $N-NO_3+N-NH_4$ ) составляет 32 мг/кг против 19 мг/кг в исходной почве.

Таблица 2

**Содержание общего азота и его соединений  
по вариантам опыта (мг/кг), 2012 г.**

Вариант	Глубина, см	09.06			31.07			20.10		
		N <sub>общ.</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	N <sub>общ.</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	N <sub>общ.</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>
контроль	0–15	2600	3,6± 1,1	8,5± 1,3	2700	5,3± 0,6	13,8± 0,7	2400	4,1± 1,3	7,3± 0,3
1	0–15	2500	4,15 ±1,3	14,7± 1,4	2750	7,25± 0,7	38,0± 1,3	2500	5,0± 1,4	12,95 ± 0,5
2	0–15	2350	3,9± 1,2	10,65± 1,3	2500	9,4± 0,9	31,25± 0,9	2300	6,25± 0,6	16,8± 1,1
3	0–15	2700	4,0± 1,2	15,0± 0,9	3000	11,5± 1,2	63,0± 2,0	2700	7,0± 0,7	25,0± 0,7

В условиях влажного года (осадков за июнь-сентябрь выпало 120% от климатической нормы) отмечалось передвижение нитратного и аммонийного азота по профилю (табл. 3). С увеличением дозы азота в поливной воде до 457 кг/га содержание подвижных форм азота с глубиной увеличилось, что, возможно, связано с вымыванием кроме подвижных форм азота и органических коллоидов.

Результаты наших наблюдений хорошо согласуются с данными других исследователей. Так, в опытах ВИУА с <sup>15</sup>N установлено, что при наличии растительного покрова потери азота от вымывания составляют 0–4,8% от внесенного (Минеев, 1990).

В наших опытах только при внесении третьей дозы (457 кг/га) произошло увеличение концентрации общего азота в почве по отношению к исходному уровню (на 0,4% в слое 15–30 см). При пересчете на объёмную массу почвы

(1,2 г/см<sup>2</sup>) общее содержание азота на 1 га увеличилось на 72 кг, т.е. в почве закрепились 15,7% от внесенного азота.

Таблица 3

**Оценка содержания азота в почвенных горизонтах (на 20.10.2012)**

Вариант	Глубина, см	N <sub>общ.</sub>		мг/кг	
		%	мг/кг	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>
Контроль	0–15	0,24	2400	4,1±1,3	7,3±0,3
	15–30	0,13	1300	3,5±1,1	4,3±0,3
1/І	0–15	0,25	2500	5,0±0,9	13,0±0,5
	15–30	0,12	1200	4,8±0,9	7,9±0,3
2І	0–15	0,23	2300	6,2±0,6	16,9±1,1
	15–30	0,11	1100	4,6±0,5	6,3±0,29
3/І	0–15	0,27	2700	7,0±0,7	25,0±0,7
	15–30	0,17	1700	5,7±0,6	8,0±0,3

На основании проведенного эксперимента можно сделать вывод, что распределение азота при разовом внесении его с поливной водой в дозах от 200 до 457 кг/га происходит следующим образом: вынос травами составляет от 28 до 34%, закрепления в почве – около 15%, газообразные потери – более 50%. Таким образом, мероприятия по утилизации богатой азотом воды можно считать весьма эффективными.

**Литература**

- Алтунин Д. А. Удобрения лугов и пастбищ. М.: Колос, 1983. С. 96.  
 Андреев Н. Г., Афанасьев Р. А. и др. Луга и пастбища в животноводческих комплексах // М.: Колос, 1980. С. 67.  
 Игловиков В. Г., Василевских М. И. Эффективность жидких удобрений на пастбищах // Доклады и сообщения по кормопроизводству. М., 1972. С. 55–68.  
 Кутузова А. А., Пронюшкин В. А. Применение азотных удобрений на пастбищах с бобово-злаковым травостоем // Доклады и сообщения по кормопроизводству. М., 1972. С. 45–50.  
 Минеев В. Г. Химизация земледелия и природная среда. М.: Агропромиздат, 1990. 282 с.

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗУЕМОГО  
 ГАЗООЧИСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОБЪЕКТЕ  
 ПО ХРАНЕНИЮ И УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ**

*Ю. В. Новойдарский*

*Объект по хранению и уничтожению химического оружия «Марадыковский»*

В рамках выполнения федеральной целевой программы «Уничтожение 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

уничтожения химического оружия созданы и действуют производственный контроль и экологический мониторинг.

Особое внимание уделяется мониторингу состояния окружающей среды, который понимается как многоцелевая информационная система, в задачи которой входит наблюдение, оценка и прогноз степени техногенного воздействия производственной деятельности объекта на компоненты окружающей среды.

На объекте созданы и функционируют трёхуровневая система обеспечения экологической безопасности, начиная с рабочей зоны производства, затем промышленная зона объекта и СЗЗ и ЗЗМ.

В ходе реализации программы производственного экологического мониторинга на объекте по уничтожению ХО является постоянное получение оперативной информации о содержании ОВ, продуктов их деструкции и общепромышленных загрязняющих веществ в контролируемых зонах, о возможном их поступлении в окружающую среду, а также о динамике изменения уровня их концентраций.

Основными источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу промышленной зоны объекта являются:

- воздушники технологического оборудования (емкости, аппараты);
- выделения через неплотности технологического оборудования, удаляемые в атмосферу системами общеобменной вентиляции и местных отсосов;
- печи термического уничтожения жидких и твердых отходов, прокатки корпусов;
- пункты наполнения ёмкостей реакционными массами и отработанными растворами.

За весь период функционирования объекта через источники выбросов в атмосферу поступало около 47 основных ингредиентов. В зависимости от токсикологических характеристик выбрасываемые в атмосферу вещества были разделены на следующие классы опасности:

I класса опасности 8 веществ – зарин, зоман, Vx, иприт, люизит, окись свинца, бенз(а)пирен, мышьяк хлористый;

II класса опасности 15 веществ – моноэтаноламин, азота диоксид, натрия пирофосфат, натрия и калия фториды, натрия и калия гидроксиды, кальция фторид, водород фтористый, диэтиламиноэтилмеркаптан, фосфорный ангидрид, кислота серная, мазутная зола, диэтиловый эфир метилфосфоновой кислоты, ацетилен;

III класса опасности 16 веществ – спирт изопропиловый, азота оксид, натрия сульфат, натрия карбонат, калия сульфат, кальция карбонат, зола древесная, летучая зола, сварочный аэрозоль, пыль неорганическая, капролактан, активный уголь (сажа), сульфонол, серы оксид, спирт изобутиловый, этиленгликоль, толуол, ксилол;

IV класса опасности 7 веществ – N-метилпирролидон, спирт пинаколиновый, углерода оксид, кальция фосфат, углеводороды, бутилацетат.

В начале эксплуатации объекта были предусмотрены мероприятия по уменьшению выбросов загрязняющих веществ от источников на промышленной зоне объекта в атмосферный воздух:

1. Мероприятия по очистке технологических газов предусматривают: многоступенчатую очистку газов, образующихся в системах технологического вакуума и транспортного вакуума производства); многоступенчатую очистку газов азотного дыхания.

Указанные мероприятия позволяют очищать технологический воздух, сбрасываемый в вентсистему, до ПДК р.з. по содержащимся в них загрязняющим веществам.

Гарантированная очистка воздуха осуществляется на активном оксиде алюминия в контактных аппаратах. Предусмотрен непрерывный контроль за концентрацией ОВ после угольных адсорберов, а также контроль за состоянием активного угля и оксида алюминия.

2. Мероприятия по очистке воздуха местных отсосов.

Местные отсосы от агрегатов уничтожения ОВ в корпусе боеприпаса, эвакуации РМ-гидролизата, расснаряжения, участка формирования поддонов, участка обработки аварийных изделий проходят очистку на адсорбере с активным углем, которая позволяет снижать концентрацию ОВ до ПДК р.з., затем очистку на контактных аппаратах с оксидом алюминия. Предусмотрен непрерывный контроль за концентрацией ОВ в выбрасываемом в атмосферу воздухе, а также контроль за состоянием адсорбента.

3. Мероприятия по очистке воздуха общеобменной вентиляции.

Весь воздух общеобменной вентиляции помещений I и II групп проходит очистку в контактных аппаратах, заполненных оксидом алюминия, что гарантирует очистку его до ПДК р.з. ОВ.

Очистка воздуха непрерывно контролируется газоанализаторами типа «ГСБ-М» с чувствительностью на уровне ПДК р.з.

Кроме того, в производственных помещениях зданий 1047, 1001 предусмотрены быстродействующие автоматические газосигнализаторы типа «ИП-100» с чувствительностью на уровне пороговых аварийных концентраций ОВ, обеспечивающие автоматическое включение аварийной вентиляции.

С целью сокращения выбросов вредных веществ и повышения безопасности процесса при детоксикации ОВ в здании 1001 предусматриваются следующие блокировки:

- прекращение подачи ОВ (остановка ПЛР) из станка расснаряжения в реактор детоксикации при максимальной температуре в реакторе;
- прекращение подачи ОВ при остановке мешалки реактора;
- прекращение подачи ОВ в реактор детоксикации при прекращении подачи дегазирующего раствора на орошение абсорбционной колонны системы очистки технологического вакуума;
- прекращение подачи горячей воды в рубашку дозревателя и реактора очистки сточных вод при достижении в них максимального значения температуры.

Эффективность выполняемых мероприятий по уменьшению выбросов загрязняющих веществ от источников на промышленной зоне объекта подтверждается многолетними данными, получаемыми от проводимого промышленно-экологического мониторинга за этими источниками; контроля по определён-

ным точкам попадающих в расчётную зону рассеивания от этих источников выбросов и находящихся в санитарно-защитной зоне и зоне защитных мероприятий; непрерывного автоматического контроля оборудованием АСПК, расположенного на границах санитарно-защитной зоны.

На основании полученных данных и проведённого анализа по общепромышленным загрязнителям (табл. 1), выбрасываемых в атмосферный воздух видно, что в течение 6-ти летней эксплуатации объекта по ХУХО разработанные и утвержденные Главным государственным санитарным врачом РФ гигиенические нормативы (стандарты безопасности) содержания отравляющих веществ (ОВ) и других контролируемых показателей в объектах окружающей среды (атмосферный воздух, вода водоемов, почва), в также в воздухе производственных помещений и на поверхностях технологического оборудования и кожи (ГН 2.2.5.1313-03; ГН 2.1.6.1372-03; ГН 2.2.5.1314-03) ни разу не превышались (табл. 2).

Таблица 1

**Перечень общепромышленных загрязнителей и параметров, подлежащих контролю и мониторингу в атмосферном воздухе**

№ п/п	Наименование ЗВ (определяемый параметр)	Критерий контроля ОБУВ, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
1	Азота диоксид	0,2	2
2	Азота оксид	0,4	3
3	Углерода оксид	5,0	4
4	Серы диоксид	0,5	3
5	Углеводороды	50	не имеет
6	Взвешенные вещества	0,5	не имеет

Таблица 2

**Усреднённые результаты измерений с автоматизированных стационарных постов контроля за общепромышленными загрязнителями**

№ п/п	Наименование ЗВ	Среднегодовая концентрация мг/м <sup>3*</sup>					
		2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	Азота оксид	0,012	0,022	0,015	0,016	0,013	0,017
2	Азота диоксид	0,013	0,019	0,011	0,013	0,011	0,015
3	Углеводороды	1,38	2,15	1,65	1,24	1,57	1,46
4	Углерода оксид	0,28	0,37	0,43	0,38	0,33	0,41
5	Серы диоксид	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
6	Взвешенные вещества	0,13	0,14	0,09	0,15	0,08	0,09

\* Измерение и усреднение данных производилось с помощью программно-аппаратного комплекса автоматизированной системы сбора и обработки данных «Агат»

Таким образом, система промышленно-экологического мониторинга объекта и проводимые многолетние анализы позволяют сделать вывод о том, что выполняемые мероприятия по уменьшению выбросов от источников загрязнения на промышленной зоне объекта обеспечивают снижение концентраций вредных примесей, выбрасываемых в атмосферу, до уровней, соответствующих санитарным требованиям.

### Литература

ГН 2.2.5.1313-03. Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

ГН 2.1.6.1372-03. Гигиенические нормативы Атмосферный воздух и воздух закрытых помещений, санитарная охрана воздуха. Гигиенические нормативы ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест и зонах защитных мероприятий объектов по уничтожению химического оружия.

ГН 2.2.5.1314-03. Гигиенические нормативы. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

## 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 товарами и продуктами. Индустрия «грязных» товаров и продуктов промышленного и бытового назначения, например, с использованием полимерных материалов, особенно детских товаров: игрушек, одежды, обуви, а также мебели, ковровых и строительных материалов и изделий – развивается мощными промышленными темпами.

В то же время токсикологический контроль этих товаров 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, трудоёмки и дороги. Они не соответствуют современным требованиям, предъявляемым к эколого-аналитическому контролю, и не обеспечивают экологическую безопасность людей.

Основные причины несовершенства токсикологического контроля товаров производственного и бытового назначения:

- отбор непредставительных разовых мгновенных или разовых сорбционных проб;
- не достоверный периодический лабораторный анализ отобранных проб;
- отсутствие метрологического обеспечения средств пробоотбора и аналитических комплексов, в состав которых они входят;
- проведение анализов в условиях, не соответствующих условиям применения контролируемых веществ, материалов и изделий.

Устарели и нуждаются в коренном изменении нормативные документы, регламентирующие этот контроль. Многие из них введены в действие 30–50 лет назад.

Уровень развития аналитической техники, современные промышленные методы и средства эколого-аналитического контроля (ЭАК) позволяют осуще-

ствить 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.

Такой контроль гораздо точнее и информативнее существующего периодического лабораторного контроля. В то же время он менее трудоёмок и гораздо дешевле его.

Системный подход к токсикологическому контролю предусматривает:

- изучение технических характеристик и особенностей производства и функционирования объектов контроля;
- применение промышленных автоматических и автоматизированных методов и средств, специализированных в соответствии с требованиями к контролю параметров каждого объекта;
- использование при решении различных аналитических задач общего системного подхода и алгоритма;
- описание всех операций представительного пробоотбора, анализа отобранных проб, обработки результатов и метрологического обеспечения измерений в рабочих условиях в методиках токсикологического контроля;
- организацию отрасли специализированного токсикологического приборостроения со своей нормативной базой.

Задачи токсикологического контроля:

- контроль источников загрязнения: экологически значимых параметров технологических процессов, организованных и неорганизованных выбросов и сбросов, химических веществ, материалов и изделий производственного и бытового назначения
- 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.

Алгоритм разработки систем токсикологического контроля:

- изучить характеристики и особенности функционирования объектов контроля;
- определить методы, способы и средства измерений, специализированные в соответствии с целями, задачами и требованиями к контролю каждого объекта;
- выбрать представительные способы и устройства пробоотбора, характеризующие каждый контролируемый объект за цикл анализа;
- обеспечить достоверный анализ отобранных проб;
- произвести обработку результатов анализов и получить информацию для принятия правильных научных, технических и управленческих решений;
- организовать метрологическое обеспечение измерительных комплексов динамическими методами в условиях, соответствующих рабочим.

Разработаны методы автоматического и автоматизированного токсикологического контроля загрязняющих веществ (ЗВ), которые выделяются в воздух

из веществ, материалов и изделий промышленного и бытового назначения. Они основаны на непрерывном сорбционном пробоотборе (НСП) анализируемых примесей из постоянного потока воздуха, периодическом газохроматографическом анализе сконцентрированных примесей и калибровке пробоотборных устройств вместе с аналитической аппаратурой динамическими методами в условиях, соответствующих рабочим.

В токсикологическом контроле НСП необходим и для обеспечения представительности проб, снижения предела обнаружения и повышения чувствительности определения анализируемых примесей. НСП позволяет учесть характер контролируемого технологического процесса, режим работы оборудования, изменения температуры, влажности, давления атмосферного воздуха и компенсировать влияние адсорбции анализируемых примесей на элементах схем пробоотбора и анализа на правильность определения ЗВ. Благодаря этому обеспечиваются представительность отбираемых проб, непрерывность и достоверность контроля.

Динамические диффузионный и сорбционно-экспоненциальный способы проверки работоспособности и калибровки пробоотборных устройств в комплекте с аналитической аппаратурой с использованием многоканальных динамических установок «МИКРОГАЗ-Ф» обеспечивают внутренний и внешний контроль работы приборов.

Промышленный хроматографический ТК – основа безопасности жизнедеятельности людей. Он информативнее, достовернее и дешевле периодического лабораторного ТК с отбором непредставительных случайных разовых проб.

## **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 со случайным характером изменения параметров и режимов функционирования. Их охрана должна начинаться с измерения степени загрязнения.

Технолого-аналитический 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; использова-

ние при решении различных аналитических задач общего алгоритма; организацию отрасли аналитического приборостроения.

У экоаналитического контроля (ЭАК) две функции: эколого-управленческий контроль (ЭУК) и эколого-аналитический контроль. 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: действующая концепция ЭАК, разработанная Государственным Комитетом СССР по гидрометеорологии и Министерством здравоохранения СССР; концепция универсальной системы химического анализа, 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 исключить воздей-

ствие загрязненного воздуха на человека. Разработанная концепция непрерывного промышленного ЭАК динамических объектов, в которой реализован требуемый системный подход, позволила решить эту проблему.

## **ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЮГО-ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ оз. БАЙКАЛ**

*И. Б. Воробьева, Е. В. Напрасникова, Н. В. Власова  
Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН*

Комплексные задачи изучения Байкальской экологической зоны и самого уникального озера не утратили своей актуальности, когда очевидны процессы урбанизации и усиление рекреационных нагрузок. Почвенный покров, являясь экологическим ядром территории, вовлеченный в сферу деятельности человека, претерпевает существенные изменения.

Основной целью исследований явилось выявление особенностей геохимического и биохимического состояния почв юго-западного побережья оз. Байкал при антропогенном влиянии. Гидрокриогенные компоненты (снег, лёд, подледная вода) изучались нами ранее (Воробьева и др., 2010).

Объектом детального изучения явились почвы п. Листвянка – старинного сибирского поселения на берегу залива Лиственничного. Поселок, узкой лентой протянувшийся по береговой террасе под очень крутыми склонами, располагается одновременно у истока Ангары и на берегу Байкала и целиком расположен на нижней байкальской террасе (Лут, 1964). Крутые склоны хребта пересекают пади Сенная, Банная, Крестовая, и т. д., по днищу которых протекают ручьи и речки. Здесь проживает значительная часть населения, и любой участок ровной земли используется под дом или огород. Горно-таежный ландшафт господствует в сочетании с незначительными по площади лугово-степными комплексами. На водоразделах и в верхних частях склонов развиваются дерново-подзолистые, а в нижних частях – дерновые лесные почвы.

Определение химических элементов осуществлялось на приборе Optima 2000DV – оптический эмиссионный спектрометр с индукционной плазмой и компьютерным управлением (фирма Perkin Elmer LLC, США). Реакцию среды почв определяли потенциометрическим методом. Определение биологической активности почв, как интегрального критерия в оценке их экологического состояния, проводилось по методу Т. В. Аристовской и М. В. Чугуновой (1989).

Природная среда поселка испытывает антропогенное воздействие: автотранспорта, изъятие территории под строительство, огороды, дороги, что не исключает необратимых изменений почвенного покрова. Техногенное вещество, поступающее на поверхность почв, включается в радиальные и латеральные миграционные потоки. В результате латеральной миграции, геохимически подчиненные ландшафты имеют более высокую концентрацию техногенных элементов. Для территории характерен почвенный покров с уплотненными верхними слоями, с обильным включением щебня и гравия и дефицитом мелкозема. Щелочно-кислотные условия (рН) почв изменяются от слабо-кислых (5,7) до

умеренно-щелочных (7,5). В контрольных почвах – от кислых (5,0) до слабо-кислых (6,5).

В настоящее время содержание свинца в почвах от 1 до 6 ПДК. Никель, относящийся к экотоксикантам, поступает в окружающую среду и его содержание в исследуемых почвах колеблется от 19,82 до 156,47 мг/кг (от 5 до 38 ПДК). Самые высокие концентрации элементов приурочены к придорожным экосистемам, судостроительной верфи и селитебной зоне. Это относится и к кобальту: зафиксированы значения от 5,27 до 30,13 мг/кг (от 1 до 6 ПДК). Поступающий из техногенных источников хром обычно накапливается в тонком поверхностном слое почв. Его максимум достигает 243,28 мг/кг, в пределах кларка, а концентрация подвижных соединений – от 8 до 40 ПДК. Медь накапливается в почвах транспортных и селитебных зон, часто превышая фоновые значения и кларк. Концентрации стронция находятся ниже фонового уровня. Уровень содержания бария варьирует от следов до превышения кларка в 2,5 раза. Количество ванадия во всех функциональных зонах поселка превосходит фон, но в пределах ПДК. Марганец, как барий и ванадий, считается, в экологическом плане, малоопасными. Его содержание в пределах кларка, но меньше ПДК.

Результаты определения биологической активности почв (БАП), которая определяется временем разложения модельного вещества карбамида в час, показали, что в селитебной зоне она изменяется от 1 до 7 часов и считается высокой. На береговой террасе активность ещё выше (от 1,5 до 4 час), а в контроле значительно слабее (от 8 до 16 часов). Прослежена интенсивность процессов в зависимости от щелочно-кислотных условий. Не исключаем тот факт, что метаболический прогресс, регистрируемый в настоящий период, может создать условия для почвенной системы в будущем, близкие к экологическому регрессу.

#### **Литература**

Аристовская Т. В., Чугунова М. В. Экспресс-метод определения биологической активности почв // Почвоведение. 1989. № 11. С. 142–147.

Воробьева И. Б., Напрасникова Е. В., Власова Н. В. Исследование гидрокриогенных компонентов Юго-Западного побережья Байкала (эколого-геохимический аспект) // Лед и снег. 2010. № 2 (110). С. 56–60.

Лут Б. Ф. Геоморфология дна Байкала и его берегов. Новосибирск: Наука, 1964. 142 с.

### **ВЫБРОСЫ ОКСИДОВ АЗОТА ПРИ СЖИГАНИИ ТОПЛИВА В КОТЕЛЬНЫХ п. ШУРМА УРЖУМСКОГО РАЙОНА КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Д. А. Батинов, А. М. Слободчиков*

*Вятский государственный гуманитарный университет,*

*kaf\_chem@vshu.kirov.ru*

Расчёт выбросов оксидов азота производится по методике (Методические указания ..., 1985; Сборник методик ..., 1986).

Количество оксидов азота (в пересчете на  $\text{NO}_2$ ), выбрасываемых в единицу времени (т/год), рассчитывается по формуле  $M_{\text{NO}_2} = 0,001BQ_i^* K_{\text{NO}_2}(1 - \beta)$ ,

где  $B$  – расход натурального топлива за рассматриваемый период времени, т/год;

$Q_i^*$  – теплота сгорания натурального топлива, МДж/кг;

$K_{\text{NO}_2}$  – параметр, характеризующий количество оксидов азота, образующихся на 1 ГДж тепла, кг/ГДж;

$\beta$  – коэффициент, учитывающий степень снижения выбросов оксидов азота в результате применения технических решений.

Суммарная годовая потребность в топливе ( $B$ ) трёх котельных п. Шурма составляет: каменный уголь – 282 т; торф – 681 т; дрова – 870 м<sup>3</sup> или 391,5 т; природный газ 204,5 тыс. м<sup>3</sup> или 145,2 т/год (Методика определения ..., 2003).

Низшая теплота сгорания каменного угля  $Q_i^* = 28,0$  МДж/кг; торфа 8,38 МДж/кг; дров 12,5 МДж/кг; газа 43,76 МДж/кг.

Значение параметра  $K_{\text{NO}_2}$ , кг/ГДж

Тепловая мощность котлоагрегатов	$K_{\text{NO}_2}$ , кг/ГДж
3500 кВт	0,075
6100 кВт	0,080
13700 кВт	0,085

При расчётах выбросов оксидов азота применительно к котлоагрегатам в п. Шурма Уржумского района примем  $K_{\text{NO}_2}$ , кг/ГДж = 0,080.

$\beta$  – коэффициент, учитывающий степень снижения выбросов оксидов азота в результате применения технических решений. При отсутствии технических решений  $\beta = 0$ .

При использовании в качестве топлива каменного угля количество оксидов азота (в пересчете на  $\text{NO}_2$ ), выбрасываемых в единицу времени (т/год), рассчитывается по формуле  $M_{\text{NO}_2} = 0,001BQ_i^* K_{\text{NO}_2}(1 - \beta) = 0,001 \cdot 282 \cdot 28,0 \cdot 0,080(1 - 0) = 0,632$  т/год.

Для торфа количество оксидов азота (в пересчете на  $\text{NO}_2$ ), выбрасываемых в атмосферу за единицу времени (т/год), рассчитывается по той же формуле.

$$M_{\text{NO}_2} = 0,001 \cdot 681 \cdot 8,38 \cdot 0,080(1 - 0) = 0,456 \text{ т/год.}$$

Выбросы (в пересчете на  $\text{NO}_2$ ) в единицу времени (т/год), при использовании в качестве топлива дров, выполняются по формуле  $M_{\text{NO}_2} = 0,001BQ_i^* K_{\text{NO}_2}(1 - \beta) = 0,001 \cdot 391,5 \cdot 12,5 \cdot 0,080(1 - 0) = 0,392$  т/год.

Выбросы оксидов азота (в пересчете на  $\text{NO}_2$ ) в единицу времени (т/год), при использовании в качестве топлива природного газа, составляют:  $M_{\text{NO}_2} = 0,001 \cdot 145,2 \cdot 43,76 \cdot 0,080(1 - 0) = 0,508$  т/год.

Таким образом, выбросы оксидов азота (в пересчете на NO<sub>2</sub>) в единицу времени (т/год), при использовании топлива составляют: каменный уголь - 0,632; торф - 0,456; дрова - 0,392; природный газ - 0,508.

Вывод. При переводе котельных п. Шурма с твёрдого топлива на природный газ выбросы оксидов азота (в пересчёте на NO<sub>2</sub>) изменились незначительно. Применяемые в производстве тепла виды топлива можно разместить в ряд в порядке убывания массы выбросов оксидов азота: каменный уголь - природный газ - торф - дрова.

### Литература

Методические указания по расчёту выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 т/ч, утверждённые Государственным комитетом СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды 5 августа 1985 г. М.: Гидрометеоиздат, 1985.

Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения МДК 4-05. 2004. (утв. Госстроем РФ 12 августа 2003 г.)

Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. Л.: Гидрометеоиздат, 1986.

## СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОМУТНИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

*Т. И. Кутявина, Т. Н. Перминова, Г. И. Березин*  
*Вятский государственный гуманитарный университет,*  
*ecolab2@gmail.com*

Загрязнение водоёмов тяжёлыми металлами – одна из актуальных проблем современности. Поступление различных поллютантов оказывает влияние на физико-химические свойства воды, на жизнедеятельность гидробионтов, на водные экосистемы в целом. Попадая в водоём, тяжёлые металлы частично остаются в воде, частично включаются в пищевые цепи. Большая часть накапливается в донных отложениях, которые в последствии могут стать вторичным источником загрязнения воды. Изучение содержания тяжёлых металлов в донных отложениях играет важную роль в оценке состояния водоёма (Бикташева, Латыпова, 2012).

Цель нашей работы – изучить содержание тяжёлых металлов в донных отложениях Омутнинского водохранилища. Данный водоём находится на северо-востоке Кировской области; по типу является русловым. Водоохранилище функционирует с конца XVIII века. Первоначально оно использовалось как источник воды для металлургического завода. До середины XX века по водоёму осуществлялись молевой сплав древесины и судоходство. В настоящее время водохранилище используется для водоснабжения завода и хозяйственно-бытовых нужд города.

Ранее на данном водохранилище изучали только химический состав воды. Работ по изучению химического состава донных отложений не проводилось. В

2011 г. было начато комплексное исследование по изучению состояния Омутнинского водохранилища (Кутявина, Домнина, 2011; Кутявина и др., 2012). В рамках этого исследования в 2011–2012 гг. были отобраны пробы донных отложений для определения содержания в них тяжёлых металлов. Отбор проб производили с трёх различных участков водохранилища, отличающихся по степени антропогенной нагрузки (верховье, средняя и приплотинная части). Содержание тяжёлых металлов определяли методом пламенной атомно-абсорбционной спектрометрии.

Содержание тяжёлых металлов в донных отложениях с разных участков водоёма представлено в таблице.

Таблица

**Содержание тяжёлых металлов в донных отложениях  
Омутнинского водохранилища, мг/кг**

Химический элемент	2011 год			2012 год		
	Верховье	Средняя часть	Приплотинная часть	Верховье	Средняя часть	Приплотинная часть
Pb	4,4±0,9	8,1±1,7	10,2±2,1	8,5±1,8	6,4±1,3	25±5
Cd	0,065±0,020	0,073±0,022	0,15±0,04	0,130±0,039	0,120±0,036	0,34±0,09
Cu	16,2±3,7	12,1±2,8	34±8	8,9±2,0	8,6±2,0	19±4
Zn	41±13	41±14	78±26	58±19	42±14	108±36

Нами выявлена тенденция к увеличению содержания тяжёлых металлов в донных отложениях в направлении от верховьев к приплотинной части водохранилища. Вероятно, это связано с увеличением антропогенного влияния в приплотинной части водоёма. На этой территории располагается автомобильная дорога, городская застройка и Омутнинский металлургический завод. Берега в приплотинной части регулярно укрепляют путём отсыпки шлаком. Все перечисленные объекты могут быть источником дополнительного поступления тяжёлых металлов в воду, а затем и в донные отложения.

Также нами отмечено, что в приплотинной части содержание тяжёлых металлов увеличивается с ростом глубины почти в 2 раза. Это может быть обусловлено смывом поллютантов с менее глубоких участков в более глубокие в направлении русла.

Содержание тяжёлых металлов в донных отложениях, отобранных в 2011 г. и в 2012 г. также различалось. В пробах второго года исследований концентрации металлов были выше по сравнению с первым годом. Известно, что тяжёлые металлы активно мигрируют из воды во взвешенные наносы, а затем в донные отложения, где происходит их накопление (Кужина, Янтурин, 2009). Вероятно, во временной промежуток между первым и вторым отбором проб поллютанты поступали в воду и накапливались в донных отложениях. Это и поспособствовало росту концентраций металлов.

Таким образом, было выявлено загрязнение донных отложений приплотинной части водоёма тяжёлыми металлами в городской черте. Этот факт связан с повышенной антропогенной нагрузкой на данную территорию.

## Литература

Бикташева Ф. Х., Латыпова Г. Ф. Содержание тяжёлых металлов в донных отложениях озера Асылыкуль Республики Башкортостан // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 2 (34). С. 208–210.

Кутявина Т. И., Домнина Е. А. Изучение экологического состояния Омутнинского водохранилища // Формирование и реализация экологической политики на региональном уровне: Материалы V Всерос. науч.-практ. конф. Ч. 1. Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2011. С. 92–95.

Кутявина Т. И., Домнина Е. А., Ашихмина Т. Я. Биоиндикация состояния воды Омутнинского водохранилища по высшим водным растениям // Материалы II (X) Международной Ботанической Конф. молодых ученых в Санкт-Петербурге. СПб., 2012. С. 123–124.

Кужина Г. Ш., Янтурин С. И. Исследование загрязнения тяжёлыми металлами донных отложений верхнего течения р. Урал // Вестник ОГУ. № 6 (100), 2009. С. 582–584.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА РОДНИКОВОЙ ВОДЫ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*М. Д. Вершинина, М. А. Зайцев, Л. В. Даровских*  
*Вятский государственный гуманитарный университет,*  
*chemistry@vshu.kirov.ru*

Родники, как выходы грунтовых и подземных вод на поверхность, являются уникальными естественными водоемами (Природные условия ..., 1979). Они имеют большое значение в питании и других поверхностных водоемов, поддержании водного баланса и сохранении стабильности окружающих их биоценозов. По гидрохимическим особенностям воды родников можно судить о состоянии подземных вод в данном регионе.

Актуальность работы обусловлена тем, что многие люди предпочитают использовать родниковую воду для употребления в пищу. В Кировской области находится большое количество источников родниковой воды. Воду некоторых родников население считает святой, целебной, используемой при лечении различных заболеваний. На некоторых родниках сооружены часовни, которые представляют собой историческую и культурную ценность.

Целью нашего исследования является определение качества родниковой воды Кировской области.

Объекты исследования: родник г. Нолинска, родник с. Русское, родник г. Мураши (находящийся у дач), родник г. Мураши (находящийся в лесу).

Основными критериями для определения качества родниковой воды являются рН, жесткость воды, минерализация, количественное содержание катионов и анионов, содержание тяжелых металлов.

Предметом исследования на данном этапе стало определение рН, жесткости воды, массового содержания аммония, содержания гидрокарбонатов, нитрат-ионов, нитрит-ионов, количественного содержания катионов и анионов.

Для определения жесткости воды (ПНД Ф 14.1:2.98-97) использовался метод определения общей жесткости, основанный на титровании пробы воды раствором динатриевой соли этилендиамина тетрауксусной кислоты (Трилон Б) в присутствии индикатора эриохрома черного Т (хромогена черного), в результа-

те чего при рН около 10 образуются комплексные соединения трилона Б с ионами кальция и магния. Поскольку комплекс кальция более прочен, чем магния, при титровании пробы трилон Б взаимодействует с ионами кальция, а затем с ионами магния, вытесняя индикатор, комплекс которого с ионами магния окрашен в вишнево-красный цвет, а в свободной форме имеет голубую окраску.

Определение массовой концентрации ионов аммония (ПНД Ф 14.1:2.1-95), определение массовой концентрации нитрит-ионов (ПНД Ф 14.1:2:4.3-95), определение массовой концентрации нитрат-ионов (ПНД Ф 14.1:2.4-95) проводились фотометрическим методом.

Определение массовой концентрации гидрокарбонатов (ГОСТ Р 52963-2008) проводилось титриметрическим методом до значения рН 4,5 раствором соляной кислоты, определение рН в водах потенциометрическим методом (ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97).

При выполнении измерений массовой концентрации фторид-, нитрат-, фосфат- и сульфат-ионов в пробах питьевой, минеральной, столовой, лечебно-столовой, природной и сточной воды (ФР.1.31.2005.01724) и измерений массовой концентрации катионов аммония, калия, натрия, магния, кальция и стронция в пробах питьевой, минеральной, столовой, лечебно-столовой, природной и сточной воды (ФР.1.31.2005.01738) использовался метод ионной хроматографии.

Результаты исследований приведены в таблицах.

Таблица 1

**Содержание анионов в пробах минеральной воды  
по результатам ионной хроматографии**

Место отбора воды из родника	Массовая концентрация анионов, мг/л			
	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
г. Нолинск	3,7±0,4	7,3±0,7	<0,2	20,14±2,01
с. Русское	103,1±10,3	6,9±0,7	0,33±0,05	14,4±1,4
г. Мураши (лес)	1397,7±139,8	<0,1	<0,2	<0,2
г. Мураши (у дач)	93,4±9,3	0,9±0,1	<0,2	386,6±38,7

Таблица 2

**Содержание катионов в пробах минеральной воды  
по результатам ионной хроматографии**

Место отбора воды из родника	Массовая концентрация катионов, мг/л					
	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>
г. Нолинск	11,4±1,7	<0,1	1,3±0,2	12,2±1,2	35,0±4,0	<1
с. Русское	18,8±2,8	<0,1	<0,1	4,0±0,4	5,4±0,5	<1
г. Мураши (лес)	2900±400	<0,1	2,3±0,4	3,0±0,2	120±12,0	<1
г. Мураши (у дач)	170±25	<0,1	9,5±1,4	105,0±21,0	377,0±38,0	16,1±2,4

Таблица 3

**Содержание ионов в пробах минеральной воды по результатам  
титриметрического и потенциометрического метода**

Виды родниковой воды	Массовая концентрация ионов, мг/л			
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
Родник г. Нолинск	7,58	0,028	353,8±42,5	<0,02
Родник с. Русское	5,63	0,013	24,4±5,1	<0,02
Родник г. Мураши (у дач)	4,54	0,024	192,8±23,1	<0,02
Родник г. Мураши (в лесу)	4,63	0,020	202,5±24,3	<0,02

Таблица 4

**Результаты измерения pH и жесткости минеральной воды**

Место отбора воды из родника	pH	Жесткость
г. Нолинск	7,30	7,76±0,70
с. Русское	6,97	3,68±0,33
г. Мураши (у дач)	7,10	3,6±0,32
г. Мураши (в лесу)	7,27	2,24±0,20

По полученным результатам исследуемых проб воды pH соответствует ПДК (pH=6–9); по содержанию нитрит-ионов соответствует ПДК (<3,3 мг/дм<sup>3</sup>); по содержанию нитрат-ионов соответствует ПДК (<45 мг/дм<sup>3</sup>); по содержанию аммония соответствует ПДК (<2 мг/дм<sup>3</sup>). Пробы соответствуют ПДК по показателю жесткости (<7ммоль/дм<sup>3</sup>), кроме пробы из родника г. Нолинска, что объясняется концентрацией вокруг источника пород, содержащих ионы кальция и магния.

**Литература**

Девяткин В. В., Ляхова Ю. М. Химия для любознательных. Ярославль: Академия Холдинг, 2000. 76 с.

Овчинников А. М. Общая гидрогеология. Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр, 1955. 318 с.

Природные условия и ресурсы административных районов Кировской области. Киров: КГПИ им. В. И.Ленина, 1979. 88 с.

**К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ  
НА ТЕРРИТОРИИ ЧЕПЕЦКО-КИЛЬМЕЗСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ**

*А. А. Шаркунова, И. А. Жуйкова*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
nastiklavazza@rambler.ru*

Земля всегда занимала главенствующее место в перечне национальных богатств любого государства. Но, к сожалению, она имеет тенденцию к сокращению. Так, площадь сельскохозяйственных угодий каждый год сокращается в значительной мере, несмотря на ежегодное вовлечение в оборот новых земель. Основными причинами уменьшения площади сельхозугодий являются проявления эрозии почв, недостаточно продуманный отвод земель для несельскохозяйственных нужд.

зййственнх нужд, затопление, подтопление и заболачивание, зарастание лесом и кустарником (Алексеев, Каррыев, 1999; Казарина, 1997).

Издавна бедой для земледельца была и все еще остается эрозия почв. Современной науке удалось в определенной мере установить закономерности возникновения этого грозного явления, наметить и осуществить ряд практических мер по борьбе с ним (Новиков, 1999; Танасиенко и др., 1999).

По некоторым оценкам (Федоров, 1990), почвы сельскохозяйственных угодий России ежегодно теряют около 1,5 млрд. т плодородного слоя, вследствие проявления эрозии. Годовой прирост площади эродированных почв составляет 0,4–1,5 млн. га, оврагов – 80–100 тыс. га. Загрязнения водоемов продуктами водной эрозии по своим отрицательным последствиям не уступают воздействию сброса загрязненных промышленных стоков. Снижение урожая на эродированных почвах составляет 36–47%.

Сельскохозяйственное производство на большей части России ведется в сравнительно неблагоприятных климатических и почвенно-гидрологических условиях. И главными бедами являются эрозия почв и засухи. Эрозия – естественный геологический процесс, который нередко усугубляется неосмотрительной хозяйственной деятельностью. Более 54% сельскохозяйственных угодий и 68% пашни в настоящее время эродировано или эрозионно опасно. На таких землях урожайность снижается на 10–30%, а порой и на 90%. Оврагами разрушено 6,6 млн. га земель. С их ростом площадь пашни ежегодно сокращается на десятки тысяч, а площадь смытых земель увеличивается на сотни тысяч гектаров (Петриков, 1998; Танасиенко и др., 1999).

Каждую весну с таянием снегов сначала маленькие ручейки, а затем и шумные потоки устремляются по склонам в низины, смывая и унося с собой оттаявшую почву. При бурном снеготаянии в почве появляются промоины, которые и являются начальным этапом процесса образования оврагов (Алексеев, Каррыев, 1999).

Чаще всего овраги зарождаются на склоновых пастбищах с сильно изреженным травостоем (Федоров, 1990). Однако там, где хорошо развит травостой, даже на очень крутых склонах новые овраги, как правило, не образуются. К тому же создание хорошего растительного покрова способствует резкому повышению продуктивности всех земель. При интенсивной эрозии промоины, рытвины, овраги превращают сельскохозяйственные угодья в неудобные земли, затрудняют обработку полей. Смываемый слой почвы выносится в реки и водоемы, вызывает их заиливание (Тышлер, 1971).

В Кировской области эрозионные формы рельефа представлены в виде оврагов и балок. Большие разрушения приносит водная эрозия. Более энергичны процессы эрозии в центральных и южных, почти безлесных районах области. Здесь южные склоны водоразделов лучше нагреваются и таяние снега идет быстрее, а летние осадки часто выпадают в виде ливней.

Развитию линейной эрозии в значительной мере содействует приподнятость рельефа над местным базисом эрозии и крутизна склонов. Чепецко-Кильмезское водораздельное плато, расположенное между двумя левыми притоками р. Вятки, где большое распространение имеют покровные отложения.

Преобладающие высоты составляют 180–200 м, и лишь местами достигают максимальных высот – 236–264 м. Самые высокие уровни водоразделов часто занимают «пуги» – холмы, сложенные гравийно-галечными отложениями проблематичного происхождения. К долинам рек Лобань и Воя поверхность снижается до 150–120 м. Минимальные отметки высот приурочены к устью р. Чёрная Лобань – 117 м н.у.м. (Кировская область ..., 1994).

В предвоенные годы XX века в Зуевском, Фалёнском, Богородском районе активно развивалось сельское хозяйство. Только Богородский район, по суммарной площади посевных площадей (95,4 тыс. га), занимал второе место в области после Зуевского района. Как следствие, современная лесистость района сейчас достигает 30–34%. В результате неумеренной распашки и водной эрозии на территории Чепецко-Кильмезского плато, до 30% и более пахотных земель пострадало от смыва (Энциклопедия ..., 1997). По результатам Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 г., доля сельскохозяйственных угодий от общей земельной площади района составляет 66,5%.

Значительный перепад высот, высокая распаханность и особенности климата способствуют тому, что склоны водоразделов часто расчленены речными долинами, балками, оврагами. В районе много балок с крутыми склонами, плоским днищем, шириной от 10–15 до 60–80 м, глубиной вреза до 20–30 м и больше. Широкие плоские днища балок не соответствуют современным водотокам. Видимо, большая часть этих современных форм рельефа образована древними, более мощными водными потоками, имевшимися на территории района. Значительная глубина оврагов, балок, речных долин свидетельствуют об интенсивном и непрерывном поднятии территории Кильмезско-Чепецкого водораздела.

Согласно исследованиям (Двинских, 2012), в данном районе наблюдается всплеск высокой интенсивности экзогенных рельефообразующих процессов, выраженных овражной, почвенной, глубинной и боковой. Показатели интенсивности этих процессов в данном регионе являются наиболее высокими для всего востока Русской равнины.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что эрозия приводит к тому, что из оборота выходят самые плодородные почвы области. Чтобы защитить почвы от разрушения, необходимо правильно определить состав возделываемых культур, их чередование и агротехнические приемы (Тышлер, 1971). Почвы на склонах резко отличаются от почв на равнинных участках, поэтому и приемы земледелия в первом случае должны иметь специфический характер. Наиболее простыми мероприятиями по регулированию поверхностного стока талых вод являются вспашка, культивация и рядовой посев сельскохозяйственных культур поперек склона, по возможности параллельно основному направлению горизонталей. В комплексе мер, направленных на борьбу с водной и ветровой эрозией почв, важное место принадлежит агролесомелиорации из-за её относительной дешевизны и экологической безвредности.

#### Литература

Алексеев С. В., Каррыев Б. Б. Введение в агроэкологию. СПб., 1999.

- Двинских А. П. Литологический фактор развития рельефа востока русской равнины: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Казань, 2012. 20 с.
- Казарина А. Х. Аграрное право Российской Федерации. М., 1997.
- Кировская область Карта. М: 1:500000. Роскартография, М. 1994.
- Новиков Ю. В. Экология, окружающая среда и человек: Учеб. пособие. М.: Изд. торговый дом ГРАНД: Фаир-пресс, 1999. 316 с.
- Окружающая среда между прошлым и будущим: мир и Россия. Опыт эколого-экономического анализа / В. И. Данилов-Данильян, В. Г. Горшков, Ю. М. Арский, К. С. Лосев. М., 1994.
- Петриков А. В. Стоит ли Россия на пороге решения продовольственной проблемы? // Россия в окружающем мире. М., 1998.
- Танасиенко А. А. и др. Экологические аспекты эрозионных процессов. Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 1999. (Экология; Вып. 55). 89 с.
- Тышлер В. Сельскохозяйственная экология. М., 1971.
- Федоров В. М. Биосфера, земледелие, человечество. М., 1990.
- Энциклопедия земли Вятской. Т. 7 Природа. Киров, 1997. 606 с.

## **ТЕСТИРОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ФТОРОПЛАСТОВ НА ТОКСИЧНОСТЬ К ВЫСШЕМУ РАСТЕНИЮ И ПОЧВЕННОЙ МИКРОФЛОРЕ**

***Т. С. Елькина<sup>1</sup>, С. В. Хитрин<sup>2</sup>, С. Л. Фукс<sup>2</sup>, С. В. Девятерикова<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup> Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
tatyana\_1@inbox.ru,*

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

В жизнь современного человека широко вошли изделия, произведённые из фторопластов. Отходы производства фторопласта СКФ-26 поступают в окружающую среду со сточными водами химических предприятий. Эти соединения относятся к числу малоизученных по отношению к биоте. Как правило, испытание токсичности любого соединения проводят, учитывая состояние организмов-индикаторов или биотест-организмов.

*Цель* данной работы – изучить влияние возрастающих концентраций СКФ-26 на биометрические показатели и урожай ярового ячменя, на состояние почвенной микрофлоры в полевом опыте.

Опыт был заложен в конце мая 2012 г. в Даровском районе. Почва – дерново-подзолистая супесчаная, рН<sub>KCl</sub> не превышает 4,4. Содержание гумуса не выше 2%. Предварительно участок был вскопан на глубину 25 см и выровнен. Для посева 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.

Биометрические показатели и урожайные данные ячменя, а также состояние альго-микологических комплексов оценивали в августе 2012 г., через 3 месяца с момента закладки опыта.

*Результаты и обсуждения.* Определение всхожести семян ячменя (на 7-е сутки) показало, что всхожесть семян во всех вариантах, кроме обработки ма-

точным раствором СКФ-26 и раствором с разведением 1:1, остаётся на уровне контроля (98%) (табл. 1).

Все концентрации СКФ-26 повлияли на выживаемость растений ячменя. Разведения 1:100 и 1:50 несколько увеличивают выживаемость. А маточный раствор и его разведение 1:1, наоборот, очень сильно снижают выживаемость растений ячменя (до 72% в варианте с маточным раствором).

Таблица 1

**Влияние отходов производства фторопласта СКФ-26 на всхожесть и выживаемость ячменя сорта Эльф**

Вариант	Всхожесть, %	Выживаемость, %
Контроль	98	85
Разведение 1:100	98	86
Разведение 1:50	98	89
Разведение 1:1	91	49
Маточный раствор	80	13

Возрастающие концентрации СКФ-26 также оказали различное влияние на элементы структуры продуктивности растений. Во всех вариантах, кроме варианта с применением маточного раствора СКФ-26, отмечено стимулирующее действие на линейный рост длины стеблей растений (табл. 2). Концентрации данного вещества не оказали существенного влияния на такие показатели, как длина остей и длина колоса. Общая кустистость под действием СКФ-26 в разведении 1:100 увеличивается. Во всех остальных вариантах общая кустистость снижается (максимально в 2 раза в варианте с маточным раствором СКФ-26).

Масса 1000 зерен характеризует крупность зерна, а также его плотность: чем крупнее зерно и чем оно более выполнено, тем больше его масса. Масса 1000 зёрен является также хорошим показателем качества семенного материала. Крупные семена дают более мощные и более продуктивные растения. Для данного сорта ячменя этот показатель находится в пределах от 44 до 51 г. Ни одна из испытываемых концентраций не оказала никакого влияния на данный показатель, кроме маточного раствора СКФ-26, где отмечено не существенное снижение массы 1000 зерен до 43 г.

Таблица 2

**Элементы структуры продуктивности ячменя сорта Эльф**

Вариант	Длина стебля, см	Длина остей, см	Длина колоса, см	Общая кустистость	Масса 1000 зерен, г
Контроль	55,6±1,10	15,30±0,37	4,57±0,19	6,9±0,41	46,57
Разведение 1:100	67,6±1,24	15,46±0,33	4,76±0,20	7,1±0,45	48,1
Разведение 1:50	63,6±1,10	15,88±0,18	4,96±0,11	5,1±0,40	50,94
Разведение 1:1	68,7±1,15	15,87±0,26	5,18±0,25	5,3±0,29	47,8
Маточный раствор	50,1±1,13	16,74±0,39	5,43±0,28	3,6±0,19	43,0

При изучении влияния СКФ-26 на почвенную микрофлору установлено, что это соединение по-разному действует на разные группы фототрофов (рис.). В комплексе зелёных одноклеточных водорослей практически все разведения

вызывают угнетение вегетации этой группы, особенно явно это заметно в варианте с внесением маточного раствора СКФ-26 (в 2,7 раза). Для диатомовых водорослей все концентрации – стимуляторы их размножения, что особенно выражено в вариантах с разведением СКФ-26 1:100, 1:50, 1:1 (в 2,6–3 раза). В целом на группу эукариотных водорослей угнетение оказывает только обработка почвы маточным раствором, а несущественную стимуляцию вызывает обработка с разведением 1:100 и 1:1.

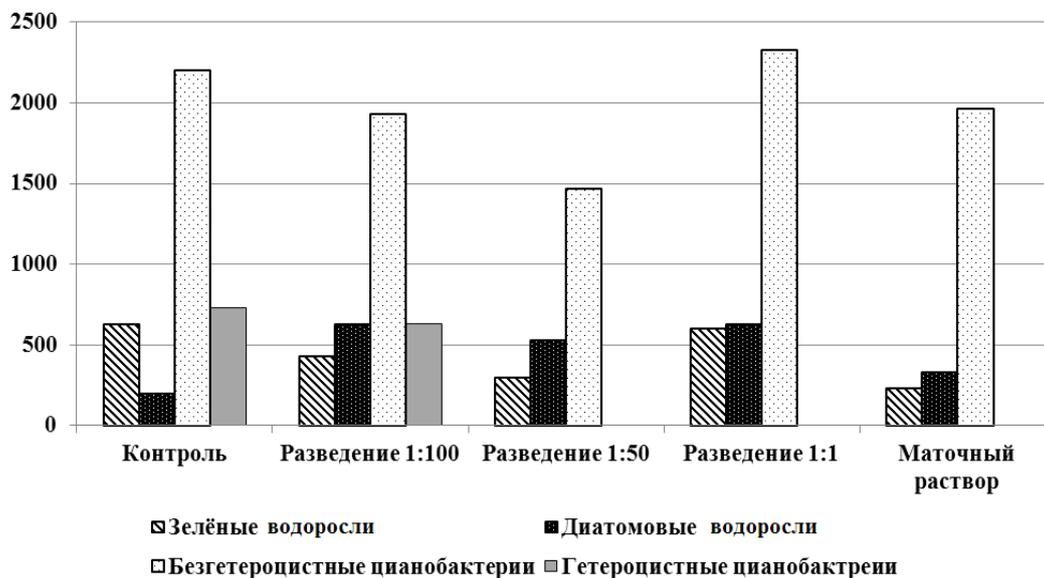


Рис. Влияние возрастающих концентраций СКФ-26 на численность фототрофных организмов (ось ординат – тыс. кл./г почвы)

Более сильное действие оказывает СКФ-26 на развитие цианобактерий. Так, разведение 1:50 полностью подавляет развитие в почве азотфиксирующих гетероцистных цианобактерий или, возможно, замедляет ход их сезонных сукцессий, т.к. гетероцистные цианобактерии при нормальном ходе сезонной сукцессии в массе развиваются в почве в конце лета – начале осени и характеризуют собой наступление климаксовой (завершающей) стадии развития альгоценозов. В то же время, данное соединение практически не оказывает действия на развитие безгетероцистных цианобактерий. В целом, развитие фототрофных группировок в почве под влиянием СКФ-26 несущественно отличается от контроля и, следовательно, практически не токсично для первичных продуцентов почвы после трехмесячной экспозиции.

К активной почвенной биоте относятся и микроскопические грибы. В число показателей, отражающих развитие комплексов микромицетов в почве, в частности, включают длину их мицелия и число фрагментов, характеризующих, в определенной степени, интенсивность размножения. Анализ полученных результатов (табл. 3) показывает, что длина грибного мицелия в исследуемых образцах почв колеблется от 78 до 146 м/г. Число фрагментов от 1400000 до 2300000 в 1 г почвы. Испытуемый препарат по-разному действует на микокомплессы в зависимости от концентрации. Определение длины мицелия показывает, что, начиная с разведения 1:50, происходит угнетение роста мицелия в длину. Но интенсивность размножения, если судить по числу фрагментов, снижа-

ется только при действии разбавления 1:1 и маточного раствора. Следовательно, грибные популяции оказываются более чувствительными к действию СКФ-26, чем фототрофные популяции.

Таблица 3

**Влияние возрастающих концентраций СКФ-26 на количественные показатели комплексов почвенных микромицетов**

Вариант	Длина мицелия (м/г)			Число фрагментов мицелия (тыс./г)		
	Бесцветный	Окрашенный	Всего	Бесцветный	Окрашенный	Всего
Контроль	88,64±3,84	39,40±2,24	128,04±6,08	1530±50	770±100	2300±150
Разведение 1:100	65,60±7,04	80,60±3,20	146,20±10,24	870±30	1400±20	2270±50
Разведение 1:50	32,60±6,10	45,80±4,20	78,40±10,30	570±23	1570±32	2140±55
Разведение 1:1	24,50±11,20	60,20±1,20	84,70±12,40	500±20	1030±150	1530±170
Маточный раствор	26,70±7,40	60,30±2,60	87,00±10,00	370±10	1070±100	1440±110

Изучение структуры популяций микробных комплексов (табл. 4) показывает, что среди фототрофов во всех вариантах наблюдается доминирование цианобактерий.

Беспорное доминирование окрашенных форм микромицетов по мере возрастания концентраций СКФ-26 указывает на возрастание экологической напряженности в почве, так как одним из биоиндикационных признаков оценки состояния почвы является соотношение в структуре популяций грибов бесцветных и окрашенных форм. Подобные реакции проявляются на действие таких поллютантов, как тяжёлые металлы, пестициды, нефть и нефтепродукты, радионуклиды и др. Следовательно, меланизация микоценозов под влиянием СКФ-26 явно указывает на появление в почве определенных токсических признаков.

Таблица 4

**Структура популяций микробных комплексов в почве с внесением возрастающих концентраций СКФ-26 (%)**

Вариант	Фототрофы		Микромицеты			
	Водоросли	Цианобактерии	Длина мицелия		Фрагменты мицелия	
			Бесцветный	Окрашенный	Бесцветный	Окрашенный
Контроль	22,07	77,93	69,23	30,77	66,52	39,48
Разведение 1:100	29,28	70,72	44,87	55,13	38,3	61,7
Разведение 1:50	36,1	63,9	41,6	58,4	26,6	73,4
Разведение 1:1	33,7	66,3	28,9	71,1	32,7	67,3
Маточный раствор	22,2	77,8	30,7	69,3	34,6	75,4

Таким образом, установлено, что СКФ-26 в любых исследуемых разведениях, кроме маточного раствора и разведения 1:1, является безопасным для высшего растения. Говорить о пищевой безопасности зерна ячменя, выращенного в условиях использования фторорганических, можно лишь при определении содержания фтора в зерне.

СКФ-26 оказывает различное действие на развитие альго-микологических группировок. Все испытываемые концентрации тормозят развитие этой группы микробиоты. Аналогично СКФ-26 действует на микофлору почв, за исключением концентрации СКФ-26 1:100, которая оказывает стимулирующее действие на длину мицелия микромицетов.

#### Литература

ГОСТ 18376-79 Фторкаучуки СКФ-26 и СКФ-32. Технические условия.

### НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ ДОЛИННЫХ ЛАНДШАФТОВ р. ВЯТКИ\*

*С. Л. Мокрушин, Е. С. Соболева, Р. Р. Чепурнов,  
Д. Б. Борисов, А. М. Прокашев  
Вятский государственный гуманитарный университет,  
kaf\_geo@vshu.kirov.ru*

Пойменные ландшафты характеризуются динамичностью физико-географических процессов, обусловленных разрушительной, транспортирующей и созидательной работой рек. Под совокупным воздействием пойменно-аллювиальных, геологических по природе, и педогенных процессов формируются синлитогенные аллювиальные почвы, находящиеся на разных стадиях эволюции – от слаборазвитых, на песчаном русловом аллювии, до зрелых аллювиальных дерновых зернистых почв на двучленном по фациальному составу перстративном суглинисто-глинистом кроющем аллювии, подстилаемом базальными русловыми наносами. Поэтому типовой состав, свойства и география аллювиальных почв дают возможность проследить эволюцию пойменного ландшафта и его почвенного покрова вслед за динамикой поймоформирующих процессов. Последние, в свою очередь, во многом детерминированы режимами тектонических движений на различных участках бассейна рек.

Нами исследована серия почв прируслового участка левобережной поймы средней Вятки близ заповедника «Нургуш» с признаками нестабильности тектонического режима в виде слабо выраженных импульсов современного восходящего развития рельефа в субатлантическое время на фоне предшествующего длительного нисходящего развития бассейна реки в более ранние стадии голоцена. Косвенным индикатором последнего может служить трехступенчатое строение поверхности поймы: высокой (не ежегодно затопляемой), среднего и низкого уровней. Особенностью исследуемого участка является его принад-

---

\* Тезисы подготовлены при финансовой поддержке Русского географического общества

лежность к пойме нижнего уровня с контрастным рельефом. Он представлен в виде чередования вытянутых вдоль русла молодых по возрасту грив высотой 2–4 м и межгривных ложбин, частью занятых озёрами-старицами. Такой параллельно-гривистый рельеф образовался в результате ритмичного пульсирующего отступления русла Вятки в сторону нургушского правобережья и наиболее типичен для нижней прирусловой пойменной ступени. Это отразилось на строении современного аллювия, компонентном составе, морфологии и свойствах почв. В частности для материнских пород здесь характерна малая мощность пойменной фации аллювия, более развитой в межгривных котловинах и менее выраженной на гривах, вплоть до её полного отсутствия на бечевнике и первой по счёту прирусловой гриве. Изложенное подтверждается описаниями строения почвенных профилей, данными гранулометрических анализов и гумусного состояния почв (табл.).

Ниже приведены описания ряда почвенных разрезов, заложенных в прирусловой пойме на гривах и в межгривных ложбинах.

Разрез 2/190712 аллювиальной дерновой глееватой малогумусной супесчаной почвы на современном аллювии заложен под крапивно-вейниковым ивняком в первой от русла межгривной котловине глубиной 2 м, шириной по верхнему краю 15 м, по днищу 5 м, расположенной параллельно прирусловому валу. Увлажнение пойменное, в послепаводковый период – грунтовое, избыточное. Верховодка появляется на глубине 120 см.

Гор. A1g (0–20 см) (I): сырой, буро-коричневый, супесчаный, мелкокомковатый, рыхлый, много ржаво-бурых примазок гидроксидов железа, локализованных преимущественно вдоль корневых ходов, корней много, переход ясный, ровный.

Гор. IIg (20–30 см): сырой, супесчаный, бурый с ржавыми пятнами, зернисто-мелкокомковатый, рыхлый, много ржаво-бурых пятен гидроксидов железа и марганца, корней много, переход ясный, ровный.

Гор. IIIg (30–75 см): сырой, буро-коричневый с черновато-бурыми пятнами, легкосуглинистый, мелкокомковато-зернистый, уплотненный, очень много буровато-чёрных примазок гидроксидов Fe и Mn, вдоль корневых ходов тёмная гумусовая пропитка, корней много в верхней части горизонта до глубины примерно 48 см, ниже корней мало, переход ясный, ровный.

Гор. Cg (75–130 см): сырой, в нижней части (с глубины 120 см) мокрый, рыжевато-коричневый, песчаный, бесструктурный, рыхлый, наблюдаются ржавые и сизоватые пятнистые примазки  $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ , корни единичные.

Разрез 3/190712 аллювиальной дерновой зернистой малогумусной среднесуглинистой почвы на современном аллювии заложен на склоне плосковыпуклой гривы в 25 м к северу от разреза 2/190712 под тополево-черёмухово-вейниковым лесом с достаточным увлажнением.

Гор. A0 (0–1 см): сырой, слаборазложившийся древесно-травянистый рыхлый опад из стеблей и листьев трав, древесной растительности.

Гор. A1 (1–25 см): сырой, тёмно-коричневый, тяжелосуглинистый, в нижней части с признаками незначительного облегчения гранулометрического состава, зернистый, рыхлый, корней много, переход ясный, ровный.

Гор. А1В (25–40 см): сырой, тёмно-коричневый, с серым оттенком, тяжелоуглинистый, зернистый, уплотненный, корней меньше, чем в горизонте А1, переход ясный, ровный.

Гор. В (40–58 см): влажный, палево-бурый, супесчаный, непрочно-комковато-бесструктурный, рыхлый, корней меньше, чем в горизонте А1В, переход ясный, ровный.

Гор. ВС (58–110 см): влажный, серовато-желтоватый, песчаный, бесструктурный, рыхлый, корни редкие.

Разрез 7/200712 аллювиальной дерновой малогумусной песчаной почвы на современном аллювии заложен на вершине слабовыпуклой части гривы под разнотравно-злаковым мятликово-камнеломковым лугом с недостаточным увлажнением, на значительном удалении к северу от разреза 3/190712.

Гор. А0 (0–1 см): влажноватый, желтовато-серый, рыхлый, слаборазложившийся опад из стеблей и листьев травянистой разнотравно-злаковой растительности, корней нет, переход ясный, ровный.

Гор. А1 (1–15 см): влажный, тёмно-коричневый, среднесуглинистый, зернисто-мелкокомковатый, рыхлый, корней много, переход ясный, волнистый.

Гор. В1 (15–45 см): влажный, буровато-коричневый, песчаный, бесструктурный, рыхлый, корней меньше, чем в горизонте А1, переход ясный, волнисто-кармановидный.

Гор. В2 (45–65 см): влажный, коричневатобурый, песчаный, бесструктурный, рыхлый, с рыжевато-буроватыми примазками, корни редкие, переход ясный, волнистый.

Гор. ВС (65–120 см): влажный, желтовато-серый, песчаный, бесструктурный, рыхлый, корни редкие.

Таблица

**Гранулометрический состав и содержание гумуса в почвах**

Разрез№	Горизонт, глубина, см	Содержание фракций в мм, %							Содержание гумуса, %
		1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001	<0,01	
2/190712	А <sub>1g</sub> (0-20)	13,6	46,2	24,3	1,1	4,5	10,3	15,9	2,3
	П <sub>g</sub> (20-30)	6,5	41,4	35,3	3,3	6,1	7,4	16,8	1,5
	Ш <sub>g</sub> (30-75)	0,9	17,0	52,4	4,7	7,9	17,1	29,7	0,3
	С <sub>g</sub> (75-130)	82,1	17,1	0,5	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
3/190712	А <sub>1</sub> (1-25)	1,2	16,9	39,9	10,0	12,0	20,0	42,0	5,7
	А <sub>1В</sub> (25-40)	0,6	15,2	34,4	9,7	13,0	27,1	49,8	3,6
	В (40-58)	15,9	57,2	10,0	2,7	5,7	8,5	16,9	1,2
	ВС (58-110)	71,3	26,9	1,5	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2
7/200712	А <sub>1</sub> (1-15)	23,3	18,6	24,1	5,1	12,9	16,0	34,0	6,7
	В <sub>1</sub> (15-45)	54,8	40,6	3,4	0,4	0,2	0,6	1,2	3,9
	В <sub>2</sub> (45-65)	45,5	48,6	5,1	0,5	0,1	0,2	0,8	0,2
	ВС (65-120)	73,8	25,8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0

По гранулометрическому составу почвы прирусловой поймы преимущественно песчаные и супесчаные (табл.). В межгривных ложбинах и на удалении от русла верхние части профилей приобретают суглинистый состав. Мощность суглинистой толщи – около 15–50 см (за счёт пойменной фации аллювия), что свидетельствует о большой роли геологического по природе пойменно-аллювиального процесса в их формировании. При удалении от русла и в ложбинах, вслед за утяжелением гранулометрического состава и улучшением минерального питания, усиливаются процессы педогенной природы, в частности, гумусообразования и гумусонакопления, отчасти подстилкообразования. Это положение подтверждается показателями содержания гумуса, которое возрастает с удалением от русла и в направлении от грив к межгривным ложбинам. Из других педогенных процессов выявлено оглеение, наиболее заметное в почвах, приуроченных к отрицательным формам пойменного рельефа, где создаются более стабильные условия для переувлажнения, несмотря на облегчённый гранулометрический состав прирусловых отложений. По мере удаления от русла, при определённых условиях, в избыточно увлажнённых пойменных ложбинах восстановительные явления в почвах усиливаются и сопровождаются торфяно-перегнойными процессами, о чём можно судить по другим изученным нами разрезам.

## **ИЗУЧЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ АММОНИЯ В р. ВЯТКЕ И ЕЁ ПРИТОКАХ В ПЕРИОД ВЕСЕННЕГО ПОВОДОДЬЯ 2012 Г.**

*О. В. Лебедева<sup>1,2</sup>, Е. В. Дабах<sup>2,3</sup>*

<sup>1</sup> *КОГБУ «Областной природоохранный центр»,*

<sup>2</sup> *Лаборатория биомониторинга Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, ecolab2@gmail.com*

<sup>3</sup> *Вятская государственная сельскохозяйственная академия*

Река Вятка протекает по территории Кировской области на протяжении 1250 км (Природа ..., 1996). На Вятке находится водозабор областного центра – г. Кирова. Выше по течению реки расположены города Слободской и Кирово-Чепецк, коммунальные и промышленные стоки которых поступают в р. Вятка. Кроме этих стоков во время весеннего половодья в реку попадают растворенные и взвешенные вещества с огромной площади водосбора. Каждый год в паводковый период происходит затопление промышленных территорий, потоки воды меняют свое естественное направление и скорость, взмучивают донные отложения и затапливаемые почвы, поднимается уровень грунтовых вод.

При высоких паводках происходит промывка пойменных озер, проток, канав и карьеров, что значительно ухудшает качественные характеристики поверхностного стока и приводит к превышению гигиенических нормативов по аммонийному азоту в воде р. Вятки в районе кировского водозабора (О состоянии ..., 2010).

Полагают, что сверхнормативное загрязнение вод реки Вятки в паводок связано с промывкой пойменных озер в районе Кирово-Чепецкого химического комбината (Дружинин и др., 2006; Ашихмина и др., 2010).

Целью нашей работы является изучение концентрации аммония в р. Вятке и ее притоках, расположенных в зоне влияния Кирово-Чепецкого промышленного узла, в период весеннего половодья 2012 г.

Задачи исследования: определение концентрации аммония в контрольных створах, расположенных на р. Вятке выше по течению водозабора г. Кирова; определение концентрации азота аммония в поверхностных водных объектах в районе Кирово-Чепецкого промузла в период весеннего половодья; изучение распределения азота аммония в поперечном сечении реки Вятки; выявление зависимости азотного загрязнения от уровня паводковых вод.

Отбор и анализ проб проводился Специализированной инспекцией аналитического контроля (СИАК) КОГБУ «Областной природоохранный центр» в створах в соответствии с графиком мониторинга р. Вятки, утвержденным Департаментом охраны окружающей среды и природопользования. Месторасположение створов в условиях большой воды определялось с помощью GPS-приемника. Отбор проб воды проводился у правого, левого берегов р. Вятки и в середине потока. Количественный химический анализ проб выполнен фотометрическим методом с использованием спектрофотометра ПЭ-5300В (ПНД Ф 14.1:2.1-95).

Начиная с 2001 г. СИАК КОГБУ «Областной природоохранный центр» ежегодно проводит наблюдения за изменением химического состава воды в р. Вятке в период весеннего половодья в районе Кирово-Чепецкого промузла и прилегающих к нему территорий.

На рисунке 1 представлена схема расположения створов, в которых сотрудниками СИАК отбирались пробы воды.

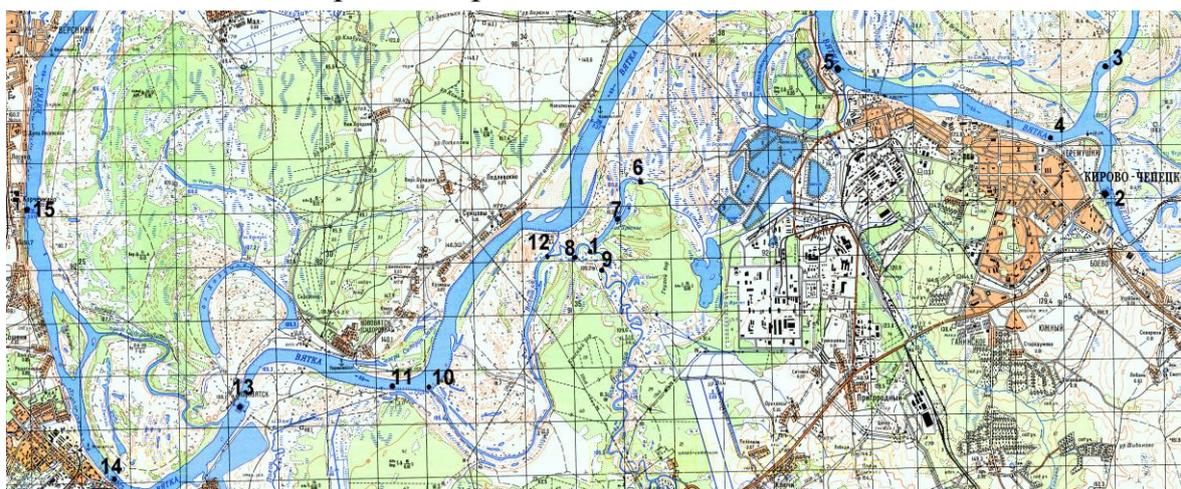


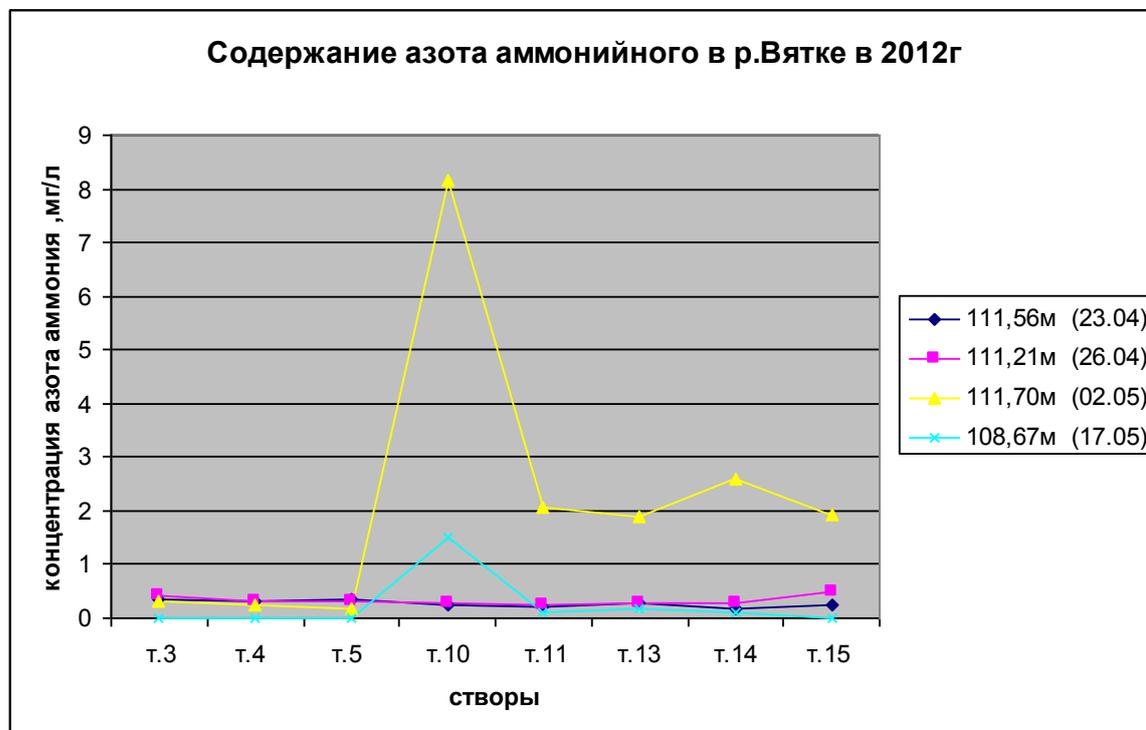
Рис. 1. Схема расположения створов

Концентрация азота в пробах воды, отобранных в контрольных створах на реке Вятке, представлена в таблице 1.

**Изменение концентрации азота аммонийного в русле р. Вятки  
в пик половодья 2012 г.**

Номер створа	Место расположения створа на р. Вятка	Концентрация азота аммонийного, мг/л
№ 3	р. Вятка выше устья р. Чепцы	0,31
№ 4	р. Вятка ниже устья р. Чепцы	0,24
№ 5	р. Вятка ниже г. Кирово-Чепецка, район лесозавода	0,17
№ 10	устье р. Волошки, оз. Глухое	<b>8,16</b>
№ 11	р. Вятка ниже устья р. Волошки	<b>2,07</b>
№ 13	р. Вятка до затона Нововятского ЛПК	<b>1,89</b>
№ 14	р. Вятка у железнодорожного переезда	<b>2,6</b>
№ 15	р. Вятка ниже г. Нововятск	<b>1,91</b>
ПДК р-х =0,39 мг/л		

По данным таблицы 1 можно отметить, что концентрация азота аммония резко возрастает в районе устья р. Волошки, в которую загрязненные воды из пойменных озер в окрестностях КЧХК попадают транзитом через р. Елховку, оз. Просное и р. Просницу. Вторым относительный максимум концентрации азота аммонийного в р. Вятке (2,6 мг/л) отмечается по результатам анализа проб, отобранных у железнодорожного переезда в г. Нововятске. Вероятно, он обусловлен городскими коммунальными и промышленными стоками, связан с



затоплением сельскохозяйственных угодий.

Рис. 2. Изменение содержания азота аммонийного в р. Вятке в зависимости от уровня воды (по данным гидропоста ЭСО КЧХК) в период весеннего половодья 2012 г.

Концентрация азота в поперечном сечении русла р. Вятки неравномерна – наиболее загрязненные воды «прижимаются» к левому берегу, концентрация аммонийного азота у правого берега на уровне фона.

Таким образом, резкое увеличение концентрации азота аммонийного в воде реки Вятки в паводок отмечалось ниже Кирово-Чепецкого промышленного узла – в устье р. Волошки и продолжалось в течение довольно длительного периода (более двух недель).

Анализ проб, отобранных из водных объектов на затопленной территории в районе КЧХК (табл. 2), показал, что концентрированные воды р. Елховки разбавляются, и в контрольном створе на р. Проснице концентрация аммония в воде снижается в 20 раз. Аномально низкое содержание аммонийного азота в середине озера Просного (0,44 мг/л), подтвержденное многократными измерениями, объясняется возможным смещением загрязненного потока к правому берегу озера. Высокие концентрации аммония в контрольном створе на р. Проснице связаны не только с загрязненными водами р. Елховки, поскольку и в фоновом створе на р. Проснице, расположенном выше по течению реки, концентрация аммонийного азота очень высокая (28,3 мг/л).

Таблица 2

**Изменение концентрации азота аммонийного на затопленной территории в районе Кирово-Чепецкого промузла в пик половодья 2012 г.**

Номер створа	Место расположения створа	Концентрация азота аммонийного, мг/л
№ 6	р. Елховка	134,63
№ 7.2	оз.Просное – устье р.Елховки	114,38
№ 7.1	оз. Просное, середина	0,44
№ 1	измерительный лоток	4,32
№ 8	р. Просница, контрольный створ	6,5
№ 9	р. Просница, фоновый створ	28,29

ПДК р-х =0,39мг/л

Резкое увеличение концентрации азота аммония (120 ПДКр-х в р. Елховке) (рис. 3) зафиксировано при уровне воды, соответствующем 111,72 м. На пике паводка в р. Елховке, на оз. Просном в устье Елховки и на фоновом створе отмечены максимальные концентрации азота аммония (350 ПДКр-х).

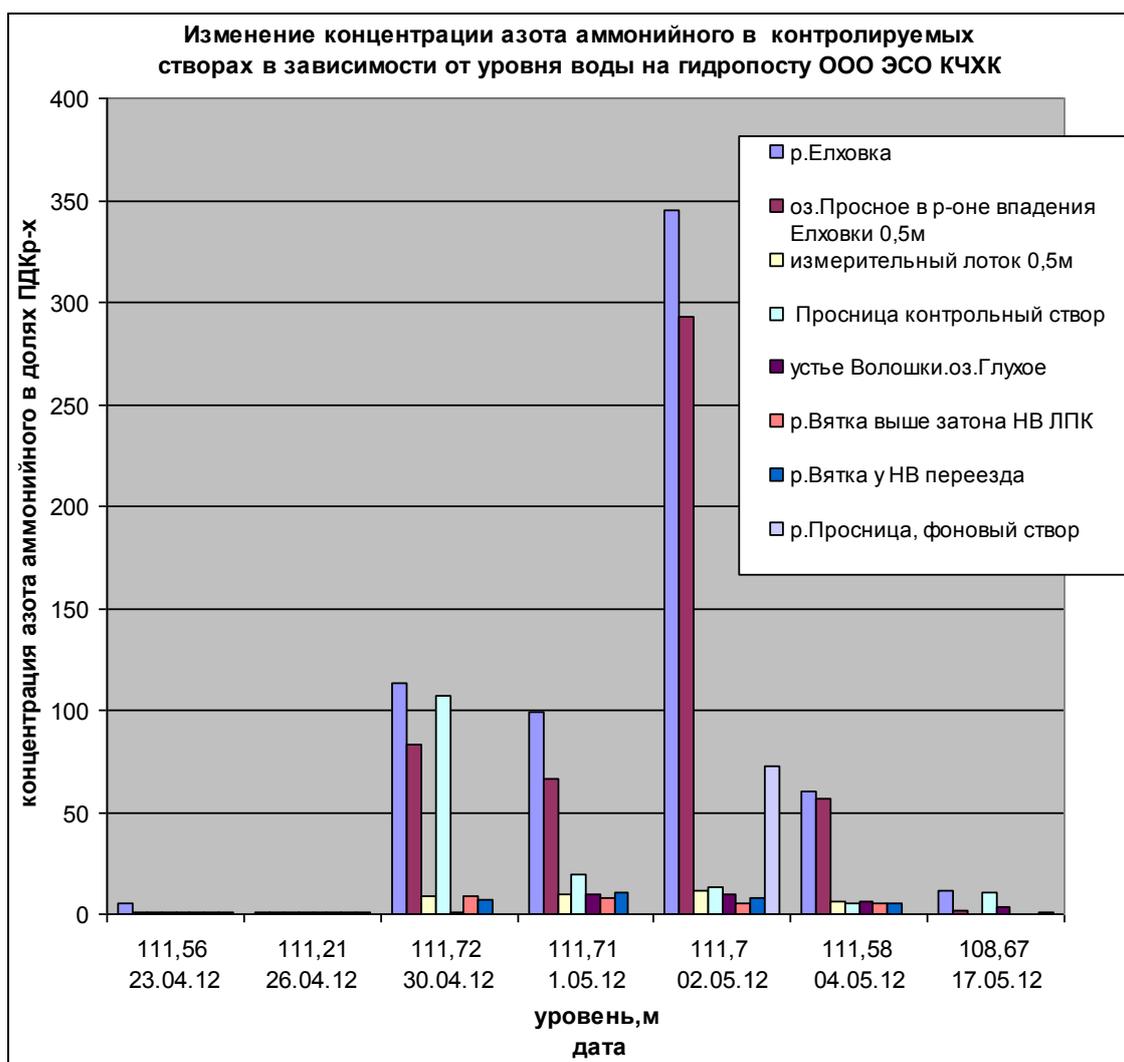


Рис. 3. Изменение концентрации азота аммонийного в контролируемых створах в зависимости от уровня воды в р. Вятке

Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее вероятным источником азотного загрязнения р. Вятки в паводок являются предприятия КЧХК. Загрязненные потоки воды «прижимаются» к левому берегу р. Вятки. По результатам анализа ситуации можно предположить, что первый максимум концентраций аммонийного азота в р. Елховке обусловлен промывкой Бобровых озер, второй – сопровождающийся одновременным скачком концентраций и в фоновом створе – связан с другими источниками.

### Литература

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.

Дружинин Г. В., Лемешко А. П., Синько В. В., Ворожцова Т. А., Нечаев В. А. Загрязнение природных сред вблизи системы водоотведения Кирово-Чепецкого химического комбината // Региональные и муниципальные проблемы природопользования: Материалы 9 науч.-практ. конф. Ч. 2. Кирово-Чепецк, 2006. С. 125-127.

О состоянии окружающей природной среды Кировской области в 2009 году // Региональный доклад / Под общей ред. А. В. Албеговой. Киров: Лобань, 2010. 197 с.

ПНД Ф 14.1:2.1-95 Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера.

Природа. Хозяйство. Экология Кировской области / Под ред. В. И. Колчанова, А. М. Прокашева и др. Киров: 1996. 592 с.

## **ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНАХ КРАПИВЫ ДВУДОМНОЙ**

*Е. П. Ельшина<sup>1</sup>, Е. С. Петухова<sup>1</sup>, Г. И. Березин<sup>1</sup>, Т. Я. Ашихмина<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> *Вятский государственный гуманитарный университет, ecolab2@gmail.com*

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

В районе Кирово-Чепецкого промышленного комплекса нами проводилось исследование по изучению содержания тяжёлых металлов: железа, марганца, никеля, кадмия, меди, свинца и цинка в различных вегетативных органах крапивы двудомной.

На 5 участках мониторинга: № 907 (левый берег р. Елховки, старое устье), № 918 (в 300 м ниже по течению р. Елховки т. 907), № 921 (пойма р. Вятки), П – 13 (оз. Просное), № 913 (между 3-й и 4-й секциями хранилищ отходов) были отобраны листья, стебли, корневища крапивы двудомной.

Минерализация исследуемых проб крапивы проводилась методом сухого озоления по ГОСТ 26657-85. Пробы, массой 5 г, прокачивали при температуре  $525 \pm 25$  °С до достижения постоянной массы. Образующуюся золу смачивали бидистиллированной водой и добавляли 10–15 см<sup>3</sup> азотной кислоты в соотношении (1:1). Содержимое тигля нагревали до кипения, затем охлаждали, тщательно промывали разбавленной азотной кислотой и фильтровали. Одновременно готовили контрольный вариант, включая все стадии анализа, кроме взятия проб растительного материала.

Определение тяжёлых металлов в растворах золы крапивы двудомной проводилось на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС «СПЕКТР-5-4».

Результаты исследования представлены в таблице.

Таблица

**Содержание тяжёлых металлов в различных органах крапивы двудомной, мг/кг**

№ участка	Часть растения	Fe	Mn	Ni	Cd	Cu	Pb	Zn
907	листья	106,58±0,27	339,00±0,78	5,51±0,02	0,075±0,019	6,4±0,15	1,7±0,4	1,0±0,03
	стебли	28,59±0,07	112,98±0,26	3,91±0,01	0,2±0,06	4,8±0,11	7,4±0,15	0,7±0,02
913	листья	200,00±0,50	340,00±0,73	1,38±0,38	0,100±0,030	4,0±0,90	2,9±0,6	28,0±0,92
	стебли	42,00±0,11	118,00±0,27	1,39±0,39	0,125±0,038	2,6±0,60	3,2±0,7	8,9±0,30
	корневища	134,00±0,34	160,00±0,37	2,30±0,06	0,2±0,06	5,0±0,12	2,7±0,6	24,0±0,79
921	листья	289,53±0,72	395,63±0,91	2,03±0,01	0,172±0,043	8,2±0,19	7,2±0,15	1,0±0,03
	стебли	3,75±0,01	83,20±0,19	6,71±0,02	0,2±0,06	2,6±0,06	38,7±0,81	19,1±0,63
	корневища	219,65±5,49	83,35±1,92	7,97±0,22	0,7±0,02	5,5±0,13	5,7±0,12	1,1±0,04
918	стебли	111,1±19,1	19,2±0,1	1,3±0,9	0,075±0,019	4,6±0,11	0,8±0,02	0,7±0,02
П-13	стебли	38,00±0,09	38,00±0,09	3,0±0,08	0,081±0,024	8,4±0,19	1,5±0,03	27,5±0,91

Из данных таблицы следует, что содержание железа, марганца во всех вегетативных органах крапивы двудомной на всех исследуемых участках значительно выше, чем никеля, меди, кадмия, свинца и цинка.

В листьях крапивы на исследуемых участках значения показателей по железу, марганцу и меди существенно отличаются от содержания данных металлов в стеблях крапивы. Содержание железа в листьях изменяется от 106,5 до 289,5 мг/кг, марганца от 339,0 до 395,6 мг/кг, меди от 4,0 мг/кг до 8,2 мг/кг. В то время как в стеблях крапивы содержание железа ниже и отмечается в интервале от 28,59 до 111,1 мг/кг, марганца от 19,2 до 118,0 мг/кг, меди от 2,6 до 4,8 мг/кг.

Анализ данных, приведенных в таблице по участкам № 913, 921 свидетельствует о том, в подземных органах содержание всех исследуемых тяжёлых металлов выше, чем в стеблях. Наряду с этим на участках № 913 и П-13 отмечается высокое содержание цинка в листьях, стеблях и корневищах крапивы двудомной, которое достигает значений от 24 до 28 мг/кг. Значение данного показателя в пробах крапивы с других участков составляет 0,7–1,0 мг/кг.

## **ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В РАЙОНЕ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА**

*Я. В. Новокшинова<sup>1</sup>, Т. А. Адамович<sup>1,2</sup>, Е. В. Дабах<sup>1,2,3</sup>*

<sup>1</sup> *Вятский государственный гуманитарный университет,  
ecolab2@gmail.com*

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

<sup>3</sup> *Вятская государственная сельскохозяйственная академия*

Проблема загрязнения тяжелыми металлами компонентов окружающей природной среды вблизи предприятий Кирово-Чепецкого химического комбината является актуальной в настоящее время. Город Кирово-Чепецк в течение длительного времени входит в список городов, в окружающей среде которых присутствует комплекс токсичных веществ. Это связано с тем, что на территории города функционируют крупнейшие предприятия химической промышленности в Кировской области – ООО «ГалоПолимер Кирово-Чепецк» и Завод минеральных удобрений КЧХК. Данные заводы относятся к предприятиям первой степени опасности (Экологическая безопасность, 2001; Оценка..., 2002).

Известно, что избыточные количества тяжелых металлов (ТМ) оказывают угнетающее и токсическое действие на окружающую среду и человека. Наибольшей токсичностью обладают кадмий, свинец, цинк, способные изменять активность биомолекул в результате связывания с функциональными группами данных соединений, содержащими атомы серы, азота и кислорода.

Целью работы является выявление наиболее загрязненных тяжелыми металлами донных отложений в водных объектах в районе Кирово-Чепецкого химического комбината. Для определения содержания тяжелых металлов в пробах применяли метод пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии.

Комплексную оценку степени загрязнения донных отложений проводили по суммарному показателю химического загрязнения  $Z_c$ . Данный показатель характеризует степень химического загрязнения почв и грунтов. В 2012 г. пробы донных отложений отбирали из русла р. Елховки (930, 904, 907), в которую в течение длительного времени поступали сточные воды предприятий, из озера Прсного (П-13) и из заболоченного водоема вблизи третьей секции хранилища отходов (913) (рис.). Фоновую пробу отбирали выше по течению р. Елховки сбросов стоков предприятий КЧХК.



Рис. Места отбора проб донных отложений в районе Кирово-Чепецкого химического комбината в 2012 г.

Таблица

**Валовое содержание тяжелых металлов в донных отложениях  
поверхностных водных объектов (мг/кг)**

№ участка	Pb	Zn	Cd	Ni	Cu	Fe	Mn	Zc
904	32±7	78±26	0,23±0,06	29±8	28±6	<b>52000±13000</b>	750±190	2,7
913	14,1±3,0	76±25	0,29±0,07	21±6	32±7	26000±6000	560±140	2,0
907	18,9±4,0	<b>270±90</b>	<b>4±1</b>	<b>50±14</b>	34±8	24000±6000	410±140	10,7
930	72±15	<b>250±80</b>	0,35±0,09	<b>41±11</b>	35±8	41000±10000	101±33	12,2
П-13	<b>720±150</b>	<b>350±110</b>	<b>3,1±0,8</b>	<b>64±18</b>	<b>152±41</b>	10100±2500	290±100	54,7
ПДК (ОДК) для почв	32–65– 130	55–110– 220	0,5–1–2	20–40– 80	33–66– 132	–	1500	–
фон	16,8±3,5	121±40	0,46±0,12	28±8	31±7	18000±5000	840±210	

Высокое значение суммарного показателя химического загрязнения ( $Z_c=54,7$ ;) отмечено в донных отложениях оз. Прсного (П-13). В пробе выявлены высокие содержания тяжелых металлов (Pb, Zn, Cd, Ni и Cu) по сравнению с фоновыми. Уровень загрязнения оценивается как сильный. Слабым уровнем загрязнения характеризуются пробы 907 ( $Z_c=10,7$ ) и 930 ( $Z_c=12,2$ ), отобранные в

русле реки Елховки (рис.) В них отмечены повышенные концентрации Ni, Cd, Zn. Минимальный уровень загрязнения донных отложений тяжелыми металлами отмечен в пробах 904 и 913.

Таким образом, показано, что наиболее загрязненными являются донные отложения озера Просного (П-13) и протоки в старом русле р. Елховки (907).

Отмеченные максимумы содержания тяжелых металлов носят локальный характер и могут быть связаны с деятельностью предприятий, входящих в состав КЧХК. Особенно высокий уровень загрязнения отмечен в оз. Просном. В течение 25 лет до ввода в эксплуатацию шламонакопителей и хвостохранилищ огромное количество взвешенного материала попадало в озеро со сточными водами, вследствие чего на дне его накопилась масса техногенных отложений (Дабах, 2012). По сравнению с данными прошлых лет закономерности распределения загрязненных донных отложений по руслу р. Елховки сохраняются (Ашихмина, 2012). Наиболее высокие значения коэффициента суммарного загрязнения сохраняются в местах, где скорость течения низкая (в заболоченном рукаве – т. 907, оз. Просном – т. П-13, на прирусловой отмели у завода Полимеров – т. 930).

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ в области знаний Науки о Земле, экологии и рационального природопользования № НШ-2037.2012.5.

#### Литература

Ашихмина Т. Я., Дабах Е. В., Кантор Г. Я., Лемешко А. П., Скугорева С. Г., Адамович Т. А. Состояние природного комплекса в зоне влияния КЧХК // Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН, №3 (173), 2012. С. 9–15.

Дабах Е. В. Почвообразование на техногенных илах озера Просного // Почвы России: современное состояние, перспективы изучения и использования: Материалы докладов VI съезда Общества почвоведов им. В. В. Докучаева. Всерос с международным участием науч. конф. Петрозаводск – Москва, 13–18 августа 2012 г. Петрозаводск, 2012. С. 193–194.

Оценка и мониторинг антропогенного влияния на природный комплекс и здоровье населения в районе промышленной агломерации гг. Киров–Кирово-Чепецк // Отчет о НИР. Киров: ВятГГУ, 2002. 348 с.

Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) / Под ред. Т. Я. Ашихминой, М. А. Зайцева. Киров: Вятка, 2001. 416 с.

### **РАСЧЁТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ СЖИГАНИИ ТОПЛИВА В КОТЕЛЬНЫХ П. ШУРМА УРЖУМСКОГО РАЙОНА КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Д. А. Батинов, А. М. Слободчиков*  
*Вятский государственный гуманитарный университет,*  
*kaf\_chem@vshu.kirov.ru*

Годовое производство тепла тремя котельными п. Шурма составляет  $(0,0283+0,7292+0,6355)=1,3931$  тыс. Гкал/год. Годовой расход топлива равен  $231,5(4,5+113,5+113,5)$  т у.т. /год. Используя средние значения калорийных эквивалентов для перевода натурального топлива в условное, рассчитаем необхо-

димое количество газа, резервные количества угля, торфа или дров для обеспечения котельных пос. Шурма. Калорийный эквивалент природного газа: 1 т газа соответствует 1,15 т у.т. Потребность существующих котельных в природном газе: (котельная № 1) 3,9 тыс. м<sup>3</sup>/год, (котельная № 2) 101,3 тыс. м<sup>3</sup>/год, (котельная № 3) 99,3 тыс. м<sup>3</sup>/год. Суммарная потребность котельных в природном газе равна 204,5 тыс. м<sup>3</sup> газа в год. В случае замены природного газа на Воркутинский уголь для резервных котлов потребуется 282 т угля (1 т угля эквивалентна 0,822 т у.т.). Калорийный эквивалент фрезерного торфа (при условной влажности 40%): 1 т торфа равноценна 0,340 т у.т. Следовательно, годовая потребность в торфе составит 681 т. Для перерасчёта потребности в дровах при замене твёрдого топлива (угля или торфа) на дрова используем следующий коэффициент: 1 м<sup>3</sup> (плотный) дров эквивалентен 0,266 т у.т. Расчётная потребность котельных в плотных дровах составит 870 м<sup>3</sup>/год.

Методика (1985) предназначена для расчета выбросов вредных веществ с газообразными продуктами сгорания при сжигании твердого топлива, мазута и газа в топках действующих промышленных и коммунальных котлоагрегатов и бытовых теплогенераторов (малометражные отопительные котлы, отопительно-варочные аппараты, печи).

1. Расчет выбросов твердых частиц летучей золы и недогоревшего топлива (т/год), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами котлоагрегата в единицу времени при сжигании твердого топлива и мазута, выполняется по формуле  $M_{TE} = BA^r f(1 - \eta_3)$ ,

где  $B$  – расход топлива, т/год;

$A^r$  – зольность топлива на рабочую массу, %;

$\eta_3$  – доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях;

$f = a_{yH} / (100 - \Gamma_{yH})$ ;

$a_{yH}$  – доля золы топлива в уносе, %;

$\Gamma_{yH}$  – содержание горючих частиц в уносе, %.

Значения  $A^r$ ,  $\Gamma_{yH}$ ,  $a_{yH}$ ,  $\eta_3$  принимаются по фактическим средним показателям; при отсутствии этих данных  $A^r$  определяется по характеристикам сжигаемого топлива,  $\eta_3$  – по техническим данным применяемых золоуловителей, а  $f$  – по формуле  $f = a_{yH} / (100 - \Gamma_{yH})$ ;

Суммарная годовая потребность в топливе ( $B$ ) составляет: каменный уголь – 282 т; торф – 681 т; дрова – 870 куб. м. Зольность топлива на рабочую массу ( $A^r$ ): каменный уголь – 31, торф – 12%, дрова – 0,6%. По справочным данным коэффициент  $f = a_{yH} / (100 - \Gamma_{yH})$  для каменного угля равен 0,0011.

При улавливании твердых продуктов сгорания в батарейных циклонах БЦУ при скорости газов 5 м/с степень улавливания составляет 75–80%, при гидравлическом сопротивлении аппарата 1,2 кПа. При этом температуру газа во избежание конденсации паров серной кислоты рекомендуется поддерживать на уровне 180–200 °С. На золоуловителях типа БЦ при скорости газов 2,5–3 м/с степень очистки твердых продуктов сгорания падает до 50–60%.  $\eta_3$  – доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях типа БЦ, составляет в среднем 0,55 (55%).

Следовательно выброс твёрдых частиц при сжигании каменного угля в котельных пос. Шурма составил  $M_{TE} = BA'f(1-\eta_3) = 282 \text{ т/год} \cdot 31 \cdot 0,0011(1-0,55) = 4,327 \text{ т/год}$ .

При использовании торфа в качестве топлива выброс твёрдых частиц  $M_{TE} = BA'f(1-\eta_3) = 681 \text{ т/год} \cdot 12 \cdot 0,0125 \cdot (1-0,55) = 45,968 \text{ т/год}$ . Коэффициент  $f$  рассчитывается по формуле  $f = a_{yH} / (100 - \Gamma_{yH}) = 0,25 / (100 - 80) = 0,0125$ , где доля золы в уносе при сжигании торфа  $a_{yH} = 0,25$ ;  $\Gamma_{yH}$  торфа = 80%.

При замене каменного угля дровами потребуется 870 куб. м плотных дров. При плотности 0,45 это составит 391,5 т в год (В). Зольность дров (А) принята за 0,6%, а коэффициент  $f = a_{yH} / (100 - \Gamma_{yH})$  для дров равен 0,005. Выброс твёрдых частиц при сжигании в котлах котельных дров  $M_{TE} = BA'f(1-\eta_3) = 391,5 \text{ т/год} \cdot 0,6 \cdot 0,005(1-0,55) = 0,528 \text{ т/год}$ .

По нашим расчётам, выброс твёрдых частиц при сжигании твёрдого топлива в котельных п. Шурма составил: каменный уголь – выброс 4,327 т/год; торф – выброс 45,968 т/год; дрова – выброс 0,528 т/год.

2. Расчет выбросов оксидов серы в пересчете на SO<sub>2</sub> (т/год), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами котлоагрегатов в единицу времени, выполняется по формуле  $M_{SO_2} = 0,02BS^r(1-\eta'_{SO_2})(1-\eta''_{SO_2})$ ,

где  $B$  – расход, т/год (твёрдого и жидкого топлива); тыс. м<sup>3</sup>/год, (газообразного топлива): уголь – 282 т; торф – 681 т; дрова – 870 м<sup>3</sup>/год (391,5 т); газ – 204,5 тыс. м<sup>3</sup>.

$S^r$  – содержание серы в топливе на рабочую массу, %, (для газообразного топлива в кг/100 м<sup>3</sup>). Содержание серы в Воркутинском угле составляет 0,7%. В органической части торфа среднее содержание серы колеблется в зависимости от его вида от 0,3 до 0,7%. Дрова содержат менее 0,35% серы. Российские требования к качеству природного газа по содержанию в нём серы установлены в двух нормативных документах: ГОСТ 5542 и ОСТ 51.40. Согласно этим стандартам, содержание серосодержащих соединений в природном газе не должно превышать: сероводорода 20 мг/м<sup>3</sup>, меркаптановой серы 36 мг/м<sup>3</sup>. Единая Европейская спецификация на качество газа для всех поставщиков и потребителей природного газа (согласно требованиям EASEE-gas) устанавливает более жёсткие требования по содержанию сероводорода и меркаптановой серы: 5 мг/м<sup>3</sup> и 6 мг/м<sup>3</sup> соответственно. Контрактные требования ОАО «Газпром» для поставки газа в Европу предусматривают ещё более низкие концентрации — 2 и 5,6 мг/м<sup>3</sup> соответственно.

Доля оксидов серы, связываемых летучей золой топлива ( $\eta'$ ), принимается при сжигании для углей – 0,1; торфа – 0,15; мазута – 0,02; газа – 0,0.

$\eta''$  – доля оксидов серы, улавливаемых в золоуловителе, принимается равной нулю для сухих золоуловителей, для мокрых - в зависимости от щелочности орошающей воды.  $\eta''_{SO_2} = 0$  (доля оксидов серы для сухих золоуловителей).

Выбросы оксидов серы в пересчете на SO<sub>2</sub> (т/год) при сжигании каменного угля вычисляем по формуле  $M_{SO_2} = 0,02BS^r(1 - \eta'_{SO_2})(1 - \eta''_{SO_2}) = 0,02 \cdot 282 \cdot 0,7(1-0,1) \cdot (1-0) = 3,553$  т/год.

Выбросы оксидов серы при сжигании торфа в пересчете на SO<sub>2</sub> (т/год) определяем по формуле  $M_{SO_2} = 0,02BS^r(1 - \eta'_{SO_2})(1 - \eta''_{SO_2}) = 0,02 \cdot 681 \cdot 0,5(1 - 0,15) \cdot (1 - 0) = 5,788$  т/год.

Расчёт массы выбросов оксида серы (т/год) при использовании дров:  $M_{SO_2} = 0,02 \cdot 392 \cdot 2 \cdot (1 - 0,15) = 13,328$  т/год. Для дров  $\eta^I = 0,15$ ,  $\eta''_{SO_2} = 0$ .

Расчёт выбросов оксида серы (т/год) при использовании в качестве топлива природного газа производим по формуле  $M_{SO_2} = 0,02BS^r(1 - \eta'_{SO_2})(1 - \eta''_{SO_2}) = 0,02 \cdot 204,5 \cdot 10^3 \text{ м}^3 \cdot 0,710 \text{ кг/м}^3 \cdot (1 - 0) = 2903,9 \text{ кг/год} = 2,904$  т/год, где  $204,5 \cdot 10^3 \text{ м}^3$  – объём потребляемого газа,  $0,710 \text{ кг/м}^3$  – плотность природного газа,  $\eta^I = \eta''_{SO_2}$  газа = 0.

3. Расчет выбросов оксида углерода в единицу времени (т/год), выполняется по формуле  $M_{CO} = 0,001C_{CO}B(1 - \frac{q_1}{100})$ , где  $B$  – расход топлива, т/год.

$C_{CO}$  – выход оксида углерода при сжигании топлива, в кг/т или кг/тыс. м<sup>3</sup> газа, рассчитывается по формуле  $C_{CO} = q_3RQ_i^r$  где

$q_3$  – потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, %. Для угля  $q_3 = 0,5\%$ ; торфа  $q_3 = 1,0\%$ ; дров  $q_3 = 2,0\%$ , газа  $q_3 = 0,5\%$ .

$R$  – коэффициент, учитывающий долю потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленную наличием в продуктах неполного сгорания оксида углерода, принимается для твердого топлива (уголь)  $R = 1,0$ ; торфа  $R = 2,0$ ; дров  $R = 2,0$ ; газа  $R = 0,5$ .

$Q_i^r$  – низшая теплота сгорания натурального топлива, МДж/кг, МДж/м<sup>3</sup>. Низшая теплота сгорания каменного угля  $Q_i^r = 28,0$  МДж/кг; торфа  $8,38$  МДж/кг; дров  $12,5$  МДж/кг; газа  $43,76$  МДж/кг.

Потери тепла вследствие механической неполноты сгорания топлива –  $q_4$  в %:

$q_4$  каменного угля  $5,5\%$ ; торфа  $2,0\%$ ; дров  $2,0\%$ ; природного газа  $0,5\%$ .

Выход оксида углерода при сжигании каменного угля, в кг/т, рассчитывается по формуле  $C_{CO} = q_3RQ_i^r = 0,5 \cdot 1,0 \cdot 28,0 = 14,0$ . Расчет выбросов оксида углерода в единицу времени (т/год), при использовании в качестве топлива каменного угля, выполняется по формуле  $M_{CO} = 0,001C_{CO}B(1 - \frac{q_4}{100}) = 0,001 \cdot 14 \cdot 282(1 - 5,5/100) = 3,731$  т/год.

Выход оксида углерода при сжигании торфа, в кг/т, рассчитывается по формуле  $C_{CO} = q_3RQ_i^r = 1,0 \cdot 2,0 \cdot 8,38 = 16,76$ . Выбросы угарного газа в единицу времени (т/год), при использовании в качестве топлива торфа, выполняется по формуле  $M_{CO} = 0,001C_{CO}B(1 - \frac{q_4}{100}) = 0,001 \cdot 16,76 \cdot 681(1 - 2,0/100) = 11,391$  т/год.

Выход оксида углерода при сжигании дров, в кг/т, рассчитывается по формуле  $C_{co} = q_3 R Q_i^y = 2,0 \cdot 2,0 \cdot 12,5 = 50,0$ . Выбросы СО в единицу времени (т/год), при использовании в качестве топлива дров, выполняются по формуле  $M_{co} = 0,001 C_{co} B (1 - \frac{q_4}{100}) = 0,001 \cdot 50,0 \cdot 391,5 (1 - 2,0/100) = 19,536$  т/год.

Выход оксида углерода при использовании газа, в кг/т, рассчитывается по формуле  $C_{co} = q_3 R Q_i^y = 0,50 \cdot 0,50 \cdot 43,76 = 10,94$ . Выбросы угарного газа в единицу времени (т/год), при использовании в качестве топлива природного газа, составляют:  $M_{co} = 0,001 \cdot 10,94 \cdot 145,20 (1 - 0,5/100) = 1,580$  т/год.

**Вывод.** При переводе котельных п. Шурма с Воркутинского каменного угля на природный газ резко сократились выбросы ЗВ в окружающую среду. Масса выброса твёрдых частиц уменьшилась на 4,327 т/год; масса SO<sub>2</sub> снизилась на  $M(SO_2) = 3,553 - 1,580 = 1,973$  т/год; выбросы угарного газа сократились с 3,731 до 1,580 (на 2,151 т/год).

### Литература

Методические указания по расчёту выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 т/ч, утверждённые Государственным комитетом СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды 5 августа 1985 г.

Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения МДК 4-05. 2004 (утв. Госстроем РФ 12 августа 2003 г.).

## ВЛИЯНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ г. ВЛАДИКАВКАЗА НА СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ

*К. В. Кокоулина, Е. И. Лялина, З. В. Кабалоев*  
*Вятский государственный гуманитарный университет,*  
*kabaloev\_zalim@mail.ru*

Город Владикавказ – один из промышленных городов, где антропогенные воздействия биосферы носят угрожающий характер. В центре города расположены два известных действующих предприятия цветной металлургии – ОАО «Электроцинк» и АО «Победит». Накопление элементов-загрязнителей в городских почвах происходит в течение всего периода урбанизации территории. В республике не решены вопросы защиты почв и сельскохозяйственных культур от загрязнений тяжелыми металлами (ТМ), расположенных вблизи автодорог, а также урбанизированных городских почв.

Целью работы стало изучение содержания Cu, Zn, Ni, Cd и Pb в почве на территории г. Владикавказа.

Объекты и методы исследования. Исследованы образцы почв, отобранные в осенний период 2012 г. с территории г. Владикавказа. В качестве фоновой взята проба почвы вблизи поселения Гизель, расположенного в Пригородном районе Северной Осетии, в 9 км к западу от Владикавказа. Смешанные образцы почв и грунтов отобраны с 18 площадок с глубины 0–5 см (рис.). Содер-

жание ТМ в почве определяли методом ААС (Методика ..., 2007) на базе; научно-исследовательской экоаналитической лаборатории ВятГГУ.

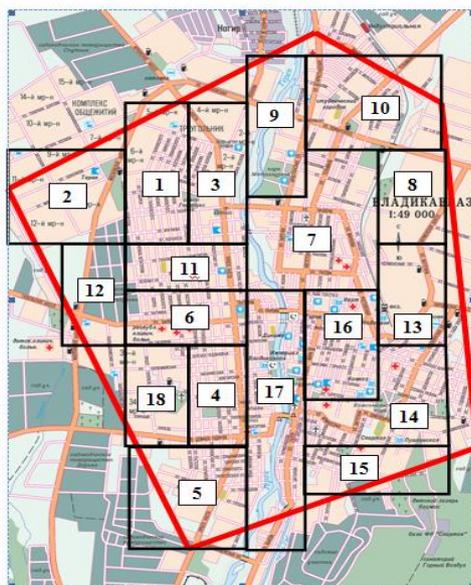


Рис. Схема отбора проб почв

Содержание валовых форм тяжёлых металлов в пробах почв представлено в табл. 1.

Таблица 1

**Содержание валовых форм тяжелых металлов в почве, мг/кг**

№ п/п	Никель	Свинец	Цинк	Кадмий	Медь
1	40±8,91	330±56,3	1300±168	7,8±1,73	158±26,9
2	36±7,94	830±142	2000±557	18±3,88	104±17,7
3	33±7,18	420±71,5	2400±680	9,9±2,18	83±14,1
4	34±7,46	300±51,4	1200±349	5,9±1,3	74±12,6
5	37±8,04	177±30	220±61,3	1,10±0,241	44±7,44
6	37±8,03	610±104	1800±492	11,8±2,6	106±18,01
7	47±10,4	980±167	3200±883	19±4,24	123±20,9
8	33±7,41	750±128	1700±489	11,4±2,5	98±16,7
9	29±6,39	220±37	1200±342	4,9±1,09	74±12,5
10	36±7,81	430±72,4	1400±388	8,6±1,89	79±13,4
11	25,08±3,02	250±14	899±140	1,5±0,34	30±5,12
12	30±7	821±100	1900±690	0,71±0,21	70±14,05
13	38±8,35	270±46,2	730±206	4,6±1	67±11,3
14	29±6,4	480±81,9	1500±419	7,4±1,63	71±12,2
15	32±6,99	330±56,3	1070±299	6,1±1,34	65±11,1
16	42±9,31	159±27	220±61,3	1,25±0,275	40±6,75
17	36±7,95	430±72,7	1800±494	9,0±1,99	86±14,7
18	–	220±38,1	1100±308	5,2±1,14	52±8,82
Фон	37±8,08	116±19,6	120±33,6	0,64±0,14	25±4,26
ПДК	85,0	32,0	100,0	ОДК=0,5	55,0

Картины распределения всех металлов очень сходны между собой: наиболее загрязнены участки № 7, 12, 11 и 2, содержание валовых форм превышает ПДК в десятки раз. Повторный пробоотбор и анализ подтвердили высокое содержание ТМ на удалённом от металлперерабатывающих предприятий участке № 12. Вероятнее всего, такой вектор усиленного загрязнения носит техногенный, а не природный характер. Роза ветров направлена на северо-восток и если бы загрязнение просматривалось именно в этом направлении, то можно было бы объяснить распространение за счёт ветра со стороны предприятий, примыкающих к участку № 7. Однако загрязнение идёт на юго-запад. Это явление закономерно, так как вывоз отходов с предприятия через идет по двум дорогам через р. Терек на юго-запад, а загрязнение имеет, скорее всего, локальный характер, но очень сильный, повлиявший на результаты анализа. Возможно, что на окраине юго-западной части города находятся несанкционированные места хранения отходов, которые и являются источником мощного загрязнения. Природный фактор (роза ветров направлена на северо-восток) играет свою роль в распространении облака загрязнителей на северную часть города.

Наименее загрязнена южная часть, значения содержания ТМ в большинстве точек пробоотбора приближается к значениям, равным ПДК и ниже. Исключение составляет цинк, содержание которого и в южной части достаточно высокое.

Таблица 2

**Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве, мг/кг**

№ п/п	Никель	Свинец	Цинк	Кадмий	Медь
1	1,18±0,26	51±8,7	460±129	3,8±0,835	3,0±0,508
2	1,19±0,262	270±45,8	800±223	12,8±2,82	4,4±0,754
3	–	65±11,1	840±234	4,4±0,971	–
4	1,42±0,312	47±7,921	550±153	2,6±0,574	2,5±0,429
5	1,28±0,282	11,3±1,92	48±13,4	0,44±0,0968	1,9±0,326
6	1,5±0,323	200±33,8	730±204	6,7±1,48	6,5±1,1
7	2,0±0,43	310±52,4	1140±321	11,3±2,48	9,7±1,65
8	1,04±0,228	90±32,4	620±175	5,2±1,14	3,9±0,668
9	1,0±0,388	36±6,17	640±178	2,4±0,527	6,6±1,12
10	1,29±0,285	59±10,1	560±158	4,1±0,909	4,8±0,808
11	–	–	–	–	–
12	–	–	–	–	–
13	1,37±0,301	22±3,79	200±54,9	3,7±0,808	1,9±0,323
14	1,31±0,287	70±12	540±150	2,8±0,619	2,6±0,446
15	0,79±0,307	1,8±0,309	360±102	0,46±0,102	2,8±0,473
16	1,27±0,279	10,2±1,74	54±15,3	4±0,851	0,54±0,091
17	0,76±0,298	41±6,92	550±154	2,4±0,518	2,2±0,375
18	1,23±0,272	42±7,09	510±142	3,8±0,835	2,8±0,468
Фон	0,91±0,354	5,0±0,857	10,3±2,87	0,29±0,0638	0,66±0,112
ПДК	4,0	6,0	23,0	ОДК=0,5	3,0

Примечание: «–» – не определяли.

Как и результаты анализа валовых форм, количественное определение подвижных форм показало сильнейшее загрязнение (табл. 2). В перечень самых загрязнённых участков опять попадают № 2 и 7. Как и в случае с валовыми формами, менее загрязнена южная часть города.

Таким образом, в результате проведенных исследований было выявлено, что наиболее загрязнена центральная часть города. Это вектор распространения самого сильного загрязнения направлен от зоны расположения заводов по переработке ТМ на юго-западную часть города. Данная направленность обусловлена техногенными причинами. Кроме «человеческого» фактора в распространении загрязнения имеют место и природные. Таким образом, появляется в меньшей степени, но тоже очень сильное загрязнение северной части города, обусловленное направлением ветра. Меньше всего загрязнена северная часть г. Владикавказа. Выявленный уровень загрязнения указывает на необходимость реабилитационных мер. Вызывает опасение высокий уровень загрязнения некоторых жилых микрорайонов.

### **Литература**

Горностаева Е. А., Кабалоев З. В., Кокоулина К. В., Фокина А. И. Состояние микробных комплексов почв города Владикавказа // Экология родного края: проблемы и пути решения: Материалы Всероссийской молодёжной научно-практической конференции с международным участием. Киров, 2012. С. 150–155.

ГОСТ 17.4.3.06-86. Охрана почв. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ.

Домрачева Л. И. «Цветение» почвы и закономерности его развития. Сыктывкар, 2005. 334 с.

Зангелиди В. В. Влияние техногенного загрязнения на состояние почв г. Владикавказа. Дисс. ... канд. геогр. наук., Владикавказ, 2009. 140 с.

Методика выполнения измерений массовых долей токсичных металлов в пробах почв атомно-абсорбционным методом. ФР.1.31.2007.04106. М. 13 с.

## **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ АЗИДА НАТРИЯ НА ПОЧВЕННУЮ МИКРОФЛОРУ**

*А. Р. Гайфутдинова*

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
gajfutdinova.alina@mail.ru*

В современном мире одной из наиболее острых проблем является экологическая. Для улучшения экологической обстановки необходимо не только не производить вредных соединений, но и безопасным способом уничтожать уже применяемые или находить пути их полезного использования.

Одним из таких токсичных соединений является азид натрия - взрывчатое вещество, которое применяется в подушках безопасности и в других сферах. В настоящее время его используют также для консервирования органов и тканей, для дезинфекции газонов и других городских почв против яиц гельминтов (Ашихмин и др., 2007). Имеются сведения о гербицидной активности азидна

натрия (Попов и др. 2007; 2010). Для безопасности его применения необходимо провести исследования о влиянии азида натрия на почвенную микрофлору.

Целью нашего опыта является установление степени и характера влияния азида натрия на почвенную микрофлору.

Закладка опыта проведена совместно с к.с.-х.н. доцентом Д. Л. Старковой на опытном поле Вятской ГСХА под посевами лядвенца рогатого.

В полевом опыте были следующие варианты:

1. Контроль (без азида натрия).
2. Внесение азида натрия в концентрации 0,1.
3. Внесение азида натрия в концентрации 0,3%.

Обработка участков была проведена 04.07.12, отбор почвенных образцов для анализа произведен через 1 неделю.

Почву помещали в стерильные чашки Петри, увлажняли ее до 60% от полной влагоемкости и на выровненную поверхность раскладывали покровные стекла. В дальнейшем учет численности водорослей, цианобактерий (ЦБ) и микромицетов производился методом прямого микроскопирования.

Результаты количественного учета микрофототрофов представлены в таблице 1. Анализ полученных результатов показывает, что азид натрия по-разному влияет на разные группы фототрофов.

Таблица 1

**Влияние возрастающих концентрация азида натрия на фототрофные микроорганизмы**

Вариант	Численность фототрофных микроорганизмов, клеток/см <sup>2</sup>			
	Одноклеточные зеленые водоросли	Диатомовые водоросли	Цианобактерии	Всего
Контроль	270,0±130,0	270±125	3733±602	4273±837
Азид натрия 0,1%	550±420	157±53	352233±20609	352940±21082
Азид натрия 0,3%	116±40	200±0	76133±9415	776450±9455

Так, на развитие одноклеточных зеленых водорослей в концентрации 0,1% азид натрия оказывает стимулирующее действие: по сравнению с контролем их численность возросла в 2 раза. В концентрации 0,3% препарат оказывает угнетающее действие: по сравнению с контролем количество водорослей уменьшилось в 2,3 раза.

На диатомовые водоросли препарат в любой исследуемой концентрации действует угнетающе: в случае внесения азида натрия в концентрации 0,1% в 1,7 раза, при концентрации 0,3% в – 1,3 раза.

На ЦБ азид натрия оказывает резкое стимулирующее действие. Препарат в концентрации 0,1% вызвал рост численности популяций в 94,3 раза по сравнению с контролем, в концентрации 0,3% в – 20,4 раза.

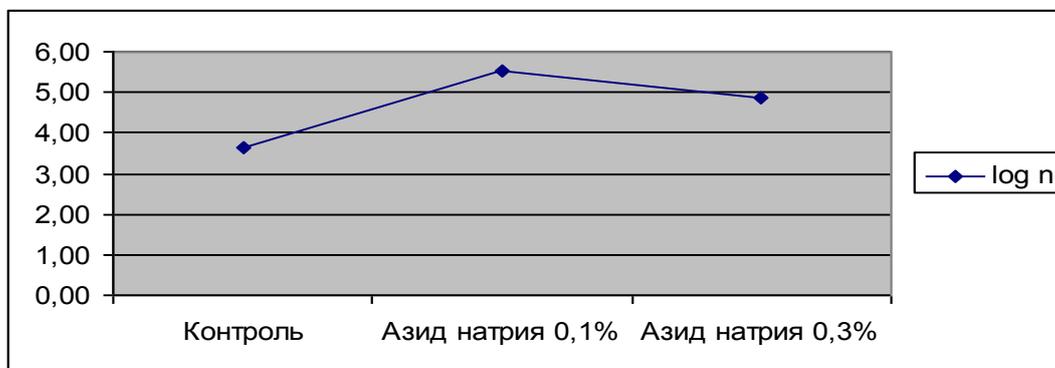


Рис. 1. Влияние возрастающих концентрация азид натрия на численность фототрофных микроорганизмов

Действие азид натрия на суммарную численность клеток отражена на рис. 1, из которого становится ясно, что исследуемый препарат за очень короткий срок (1 неделя) способен активизировать размножение водорослей и ЦБ в почве, особенно стремительно при концентрации 0,1%.

Ускорение размножения ЦБ приводит и к изменению структуры альгоценоза, что проявляется в усилении доли прокариотного фототрофного комплекса (рис. 2).

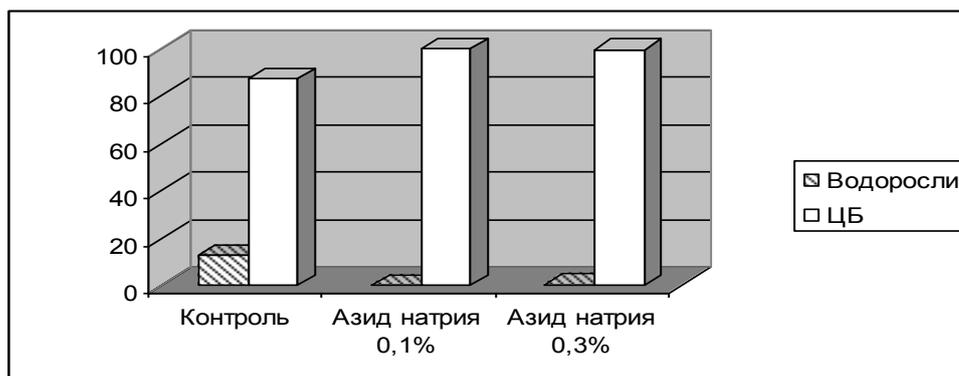


Рис. 2. Влияние возрастающих концентрация азид натрия на структуру альгоценоза (%)

Другой группой учитываемых микроорганизмов были микроскопические грибы, у которых мы дифференцированно определяли численность фрагментов бесцветного и меланизированного мицелия (табл. 2).

Таблица 2

**Влияние возрастающих концентраций азид натрия на микромицеты**

Вариант	Численность фрагментов мицелия на 1 см <sup>2</sup>		
	С бесцветным мицелием	С окрашенным мицелием	Всего
Контроль	650,0±173,0	216,0±147,0	866,0±320,0
Азид натрия 0,1%	225,0±95,7	175,0±50,0	400,0±145,0
Азид натрия 0,3%	475,0±50,0	175,0±95,7	650,0±145,7

На микромицеты азид натрия в любых концентрациях оказывает угнетающее действие в большей или меньшей степени (табл. 2). При этом на микромицеты с бесцветным мицелием азид натрия в концентрации 0,1% оказывает более угнетающее влияние (их в 2,9 раза меньше, чем в контрольном варианте),

по сравнению с концентрацией 0,3%, в данном варианте микромицетов было в 1,4 раза меньше чем в контроле.

Влияние азидата натрия на структуру микромицетов неоднозначна, хотя внесение этого препарата в почву, в отличие от многих поллютантов не ведет к доминированию меланизированных форм грибов. Во всех вариантах (контроль, азид в концентрациях 0,1% и 0,3%) сохраняется преобладание неокрашенных форм (рис. 3).

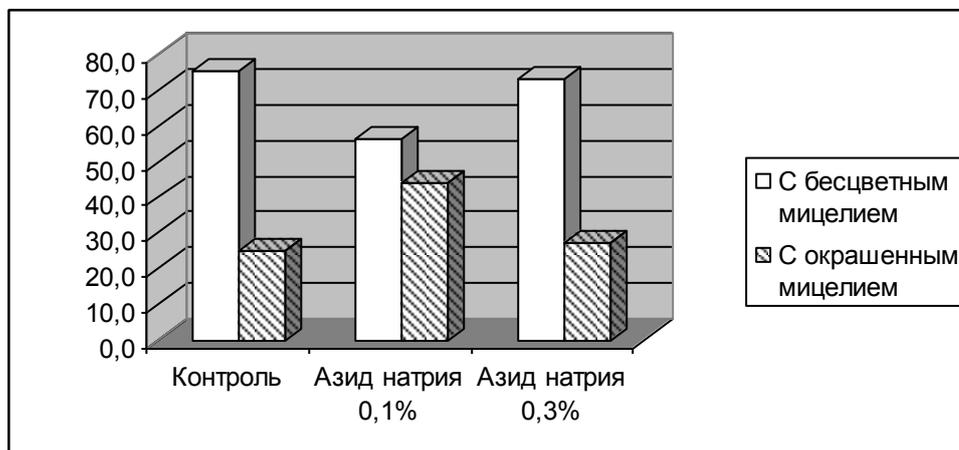


Рис. 3. Влияние возрастающих концентрация азидата натрия на структуру микоценоза (%)

Однако в связи с тем, что обе концентрации препарата оказывают подавляющее действие на развитие всех группировок микромицетов, можно сделать предположение о возможной фунгицидной активности препарата.

Выводы: 1. Азид натрия в концентрации 0,1 % безопасен для почвенных водорослей и даже оказывает стимулирующее воздействие на их развитие.

2. Препарат в концентрации 0,3% подавляет развитие эукариотных почвенных водорослей, однако стимулирует развитие ЦБ.

3. Отмечена фунгицидная активность препарата в исследуемых концентрациях, причем большей активностью обладает препарат в концентрации 0,1%.

### Литература

Ашихмин С. П., Жданова О. Б., Распутин П. Г., Мартусевич А. К. Применение азидата натрия для борьбы с токсикарозом // Естественное и гуманизм: Сб. науч. трудов. Томск, 2007. Т. 4. № 2. С. 44.

Попов Л. Б., Домрачева Л. И. и др. Изучение безопасности азидата натрия для высших растений и почвенных микроорганизмов // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития. Матер. Всеросс. науч.-практ. конф. Вып. 5. Ч. 1. Киров: Изд-во ВятГГУ, 2007. С. 128–131.

Попов Л. Б., Домрачева Л. И., Жданова О. Б. Биологическая оценка риска от применения азидата натрия при дезинвазии урбаноземов // Современные проблемы биомониторинга и биоиндикации: Материалы 8-й науч.-практ. конф. с международным участием. Киров, 2010. С. 114–117.

## ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ГРИБАХ И ПОКАЗАТЕЛЯМИ КАЧЕСТВА ПОЧВЫ

*А. В. Обухова, А. И. Фокина*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
anna-obukhova@rambler.ru*

Грибы как объекты биомониторинга хорошо зарекомендовали себя в качестве индикаторов загрязнения окружающей среды. Особенностью грибов является их способность аккумулировать химические элементы из субстрата (почвы). Одними из самых распространённых загрязнителей почвы являются тяжёлые металлы (ТМ). Плодовые тела шляпочных грибов интенсивно накапливают тяжелые металлы и другие токсичные элементы. Именно этот факт явился основанием для возможности применения анализа содержания вредных веществ в грибах в качестве одного из инструментов мониторинга загрязнения почвы и окружающей среды в целом. Содержание, а также изменение концентрации тех или иных веществ в образцах грибов позволяет судить не только о степени загрязнения почвы, но и о процессах протекающих в ней. Содержание ТМ в грибах зависит от содержания ТМ в почве, поэтому *целью работы* было исследование влияния химического состава почвы на содержание Cd, Pb, Cu, Zn в грибах, собранных из различных экотопов.

*Объекты и методы исследования.* Объектами были пробы различных видов грибов (маслята зернистые, опята луговые, сыроежки) и образцы почвы, отобранные в месте произрастания грибов. Сыроежки отбирали из пяти экотопов: лес вблизи с. Монастырское Кировской области, придорожная полоса вдоль улицы Некрасова г. Кирова, лес вблизи железной дороги п. Марадыково, п. Гирсово, п. Лянгасово. Пробы отбирали летом 2012 г. Для оценки влияния рода грибов на степень накопления ТМ отобраны пробы масленников и опят вблизи с. Монастырское. Предметом исследования было содержание Cd, Pb, Cu, Zn в пробах грибов и почвы, а также содержание органического вещества, фосфора и нитратов в пробах почвы. Содержание ТМ в почве определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии (ГОСТ 26488-85), в грибах – инверсионной вольтамперометрии (ГОСТ 26207-91). Нитраты в образцах определяли фотометрическим методом с предварительным извлечением их из почвы раствором хлористого калия и последующим восстановлением нитратов до нитритов гидразином, с образованием окрашенного в розовый цвет комплекса с реактивом Грисса (ГОСТ 26213-91); подвижный фосфор – фотометрическим методом в виде синего фосфорно-молибденового комплекса (Орлов, 1953); органическое вещество – окислением раствором дихромата калия в серной кислоте с последующим фотометрическим определением (Сборник ..., 2004).

Результаты определения содержания ТМ в образцах грибов и почвы представлены в таблице.

## Содержание тяжёлых металлов в пробах грибов и почвы

Род грибов/рН солевой вытяжки из почвы	ТМ	Содержание ТМ, мг/кг			ПДК, мг/кг		
		Почва		Грибы	Вал. форма	Под. форма	Грибы
		Валовая форма	Подвижная форма				
Маслята зернистые/ рН = 3,79	Cd	0,09±0,01	0,03±0,00	0,05±0,00	Cd – 0,5–2 Pb – 30–35 Zn – 100 Cu – 55	Cd – 1 Pb – 4–6 Zn – 23,00 Cu – 3,0	Cd – 0,10 Pb – 0,50 Cu – 5,00 Zn – 20,00
	Pb	3,24±0,05	0,94±0,06	0,36±0,03			
	Zn	6,86±0,06	0,64±0,06	2,96±0,03			
	Cu	1,04±0,01	0,042±0,012	–			
Опята луговые/ рН = 3,64	Cd	0,13±0,01	–	0,04±0,01			
	Pb	3,16±0,03	0,59±0,06	0,32±0,03			
	Zn	4,58±0,05	0,22±0,02	–			
	Cu	0,89±0,05	0,03±0,00	1,06±0,01			
Сыроежки (с. Монастырское) /рН = 3,56	Cd	0,18±0,08	–	0,03±0,00			
	Pb	4,32±0,04	0,63±0,063	0,24±0,02			
	Zn	3,89±0,04	0,58±0,01	1,02±0,01			
	Cu	1,13±0,04	0,04±0,00	0,96±0,01			
Сыроежки (г. Киров) /рН = 6,61	Cd	1,49±0,26	0,23±0,02	0,18±0,09			
	Pb	19,85±1,00	2,96±0,62	0,65±0,04			
	Zn	57,00±6,00	18,00±2,00	4,98±0,05			
	Cu	36,00±4,00	0,19±0,04	15,54±1,00			
Сыроежки (п. Марадыково) /рН = 5,10	Cd	0,02±0,00	–	–			
	Pb	0,87±0,08	0,18±0,09	0,12±0,01			
	Zn	3,74±0,75	1,30±0,05	0,96±0,04			
	Cu	0,89±0,05	0,053±0,005	9,46±0,06			
Сыроежки (п. Гирсово) /рН = 5,16	Cd	0,06±0,00	0,02±0,00	0,02±0,00			
	Pb	1,48±0,27	0,24±0,13	0,21±0,02			
	Zn	15,8±1,00	0,55±0,03	2,54±0,03			
	Cu	3,31±0,03	0,029±0,005	12,32±1,00			
Сыроежки (п. Лянгасово) /рН = 5,20	Cd	0,03±0,01	–	–			
	Pb	3,33±0,66	0,27±0,05	0,35±0,04			
	Zn	11,3±0,00	0,17±0,02	1,92±0,02			
	Cu	2,31±0,09	0,06±0,02	10,54±1,00			

Примечание: «←» – не обнаружено.

Анализируя концентрация тяжелых металлов в почвах и в сыроежках из разных мест обитания можно сделать следующие выводы: максимальное накопление всех изученных тяжелых металлов происходит и в почвах, и в грибах г. Кирова. Почвы города отличаются нейтральной реакцией среды и более высоким содержанием органического вещества (3,46%), что характерно для почв урбанизированных территорий (Герасимова и др., 2003). Концентрации валовых и подвижных соединений тяжелых металлов в них сравнительно высокие, но не превышают ПДК. В грибах, растущих в городской черте, содержание ТМ (Cd, Pb) превышает нормы ПДК в среднем в 1,8 раза по содержанию Cd, в 1,3 раза по содержанию Pb.

Почвы остальных местообитаний сыроежек характеризуются слабо кислой реакцией и низким содержанием органического вещества – от 1,23% до

2,30%. При близких значениях рН содержание подвижного фосфора в почвах существенно отличается: от низкого в п. Марадыково ( $27,5 \pm 0,27$  мг/кг) до среднего и повышенного в п. Гирсово ( $77,50 \pm 0,78$  мг/кг) и п. Лянгасово ( $145,00 \pm 0,15$  мг/кг). Кислые почвы из с. Монастырского характеризуются более высокими концентрациями свинца, однако в грибах накопления его не происходит. В качестве общей тенденции можно отметить накопление в сыроежках цинка и меди, причем отчетливой корреляции между концентрациями подвижных соединений этих элементов в почве и в грибах не наблюдается. Такую особенность концентрирования цинка и меди в грибах отмечают и другие авторы (Орлов, 1953).

В грибах, собранных вокруг с. Монастырское, произрастающих на близких по составу и свойствам почвах, независимо от их рода, также проявляется относительное накопление цинка и меди.

Таким образом, при высоком уровне загрязнения почв, характерном для урбанизированных территорий, происходит накопление тяжелых металлов и в произрастающих на них грибах. Независимо от местообитания, свойств почв и рода грибов отмечается накопление в них меди и цинка.

#### Литература

ГОСТ 26488-85 Почвы. Определение нитратов по методу ЦИНАО.

ГОСТ 26207-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.

ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества. Методика выполнения измерений массовых долей токсичных металлов в пробах почв атомно-абсорбционным методом. ФР.1.31.2007.04106. М., 13 с.

Орлов Н. И. Съедобные и ядовитые грибы. М.: Медгиз, 1953. 272 с.

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.

Герасимова М. И., Строганова М. Н., Можарова Н. В., Прокофьева Т. В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Смоленск: Ойкумена, 2003. 268 с.

## СОНОХИМИЧЕСКАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛЛЮТАНТОВ В ВОДНОЙ СРЕДЕ НА ПРИМЕРЕ ФЕНОЛА

*Д. В. Сабашный, В. В. Григорьев, Д. Н. Данилов,  
Е. Н. Резник, В. И. Жаворонков*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
sabdenis@yandex.ru*

Экологическая проблема, рассматриваемая как неизбежный результат производства и потребления, сопровождала общественное развитие на всем его протяжении. Наблюдаемые в настоящее время изменения в биосфере, являющиеся результатом активной человеческой деятельности, известны сейчас каждому человеку и связаны, прежде всего, с загрязнением природной среды противостоящими ей по своей структуре многочисленными синтетическими веществами, отходами многих тысяч производств. Переработка этих отходов имеет

большое значение для культурного, физического и социального здоровья нашего общества в целом.

Существует множество способов переработки загрязняющих веществ. Выбор того или иного способа зависит от свойств загрязняемого вещества, форм нахождения поллютантов и т. д.

Альтернативным методом переработки поллютантов является их сонохимическая деструкция. Сонохимическая деструкция возможна в жидкой среде при создании кавитации. Преимущество этого метода заключается в его универсальности и применимости ко многим видам поллютантов.

Кавитация – нарушение сплошности жидкости (Маргулис, 1984). Кавитация представляет собой эффективное средство концентрации энергии звуковой волны низкой плотности в высокую плотность энергии (Физика ..., 1967). При схлопывании кавитационных пузырьков достигаются высокие давления и температуры. Было установлено, что в материале вблизи схлопывающегося пузырька температура повышается на 500–800° С (Рыжонков др., 2008). Имеются данные, что внутри каверн давление может достигать  $10^8$  Па, а температура  $10^4$  К (Кнэпп и др., 1974).

Кавитация сопровождается различными химическими и физико-химическими эффектами, к которым относятся: сонолюминесценция, диспергирование твердых тел, эмульгирование и возникновение сонохимических реакций. Инициация сонохимических реакций в водной среде осуществляется радикалами, возникающих в процессе сонолиза воды:

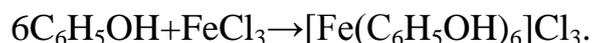


Образовавшиеся радикалы взаимодействуют между собой, рекомбинируют и взаимодействуют с растворенными в воде веществами, вызывая химические превращения.

Возникновение сонохимических реакций лежит в основе протекания сонохимической деструкции органических веществ (Быков и др., 2009).

На базе НИЛ нанохимии и нанотехнологии и НИЛ функциональной электроники ВятГГУ была смонтирована экспериментальная лабораторная установка для проведения акустической кавитации и изучения сонохимических процессов. В качестве объекта исследования было выбрано органическое соединение – фенол. Фенольные загрязнения характерны для стоков предприятий различных производств. Токсичность, низкое значение ПДК и высокая растворимость в воде делают фенол одним из самых опасных органических поллютантов.

Суть эксперимента заключалась в сравнении водных растворов фенола до и после кавитационного воздействия фотометрическим методом. Для проведения фотометрических исследований использовали цветную качественную реакцию, которая обладает высокой чувствительностью на присутствие фенола, с хлоридом железа (III):



Данная реакция протекает с образованием трихлоридфенолят железа (III) и изменением окраски раствора (фиолетовое окрашивание). По изменению оптической плотности растворов до и после кавитационного воздействия можно судить об изменении концентрации фенола (по закону Бугера-Ламберта-Бера).

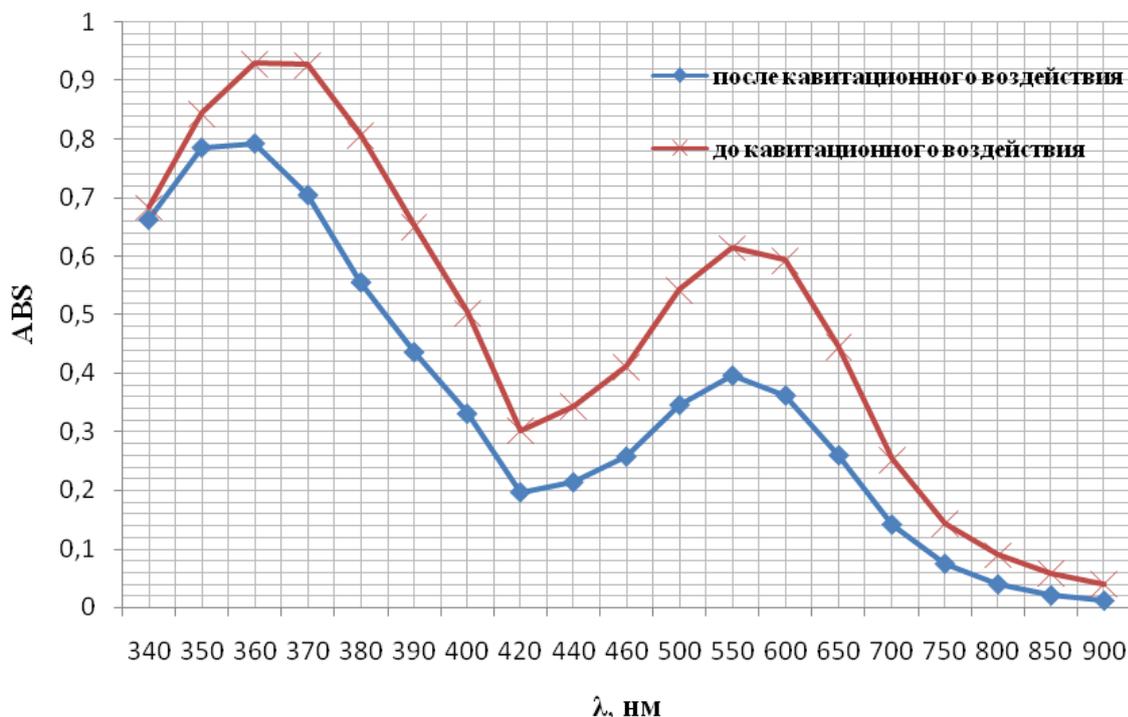


Рис. Зависимость оптической плотности ABS от длины волны  $\lambda$  окрасенных водных растворов фенола ( $c=0,025$  М)

Наибольшее изменение оптической плотности наблюдается на длине волны 550 нм (рис.). Это изменение соответствует уменьшению концентрации трихлоридфенолят железа (III), и соответственно, фенола в 1,5 раза. Подобные закономерности наблюдаются у растворов фенола с другими концентрациями (0,001 М, 0,005 М, 0,01 М, 0,05 М).

Таким образом, в результате кавитационной обработке водных растворов фенола происходит уменьшение его концентрации за счет протекания сонохимических реакций и образованием иных веществ. Идентификация и количественное определение продуктов сонохимической деструкции фенола будут являться продолжение данной работы.

### Литература

- Быков А. В., Мирошников С. А., Межуева Л. В. К пониманию действия кавитационной обработки на свойства отходов производств // Вестник ОГУ, 2009. № 12 (106). 80 с.
- Кнэпп Р., Дейли Дж., Хэммит Ф. Кавитация. М.: Мир, 1974. 678 с.
- Маргулис М. А. Основы звукохимии: химические реакции в акустических полях. М.: Высшая школа, 1984. 272 с.
- Рыжонков Д. И., Лёвина В. В., Дзидзигури Э. Л. Наноматериалы: учебное пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. С. 34–35.
- Физика акустической кавитации в жидкостях // Физическая акустика: в 2 т.; Т. 2. Ч. Б. / Под ред. У. Мезона. М.: Мир, 1967. С. 7–138.

## НОВЫЙ ПОДХОД К ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ УГЛЕВОДОРОДОВ

*И. А. Золотарева, К. С. Родыгин*

*Вятский государственный гуманитарный университет*

Проблема определения углеводов на сегодняшний день не является новой, тем не менее, ее актуальность очевидна. В первую очередь это связано с необходимостью контроля количественного содержания углеводов в воздушных средах. Такие задачи решаются как в промышленности, так и при работе экоаналитических лабораторий (например, при определении предельных, непредельных, ароматических углеводов в атмосферном воздухе или при аттестации рабочих мест). Известно множество методов определения углеводов. Каждый из методов имеет свои преимущества и свои недостатки, которые проявляются непосредственно в методиках количественного определения. Любая оптимизация имеющихся методик или качественно новый подход заслуживает внимания, т. к. это позволяет сократить временные и/или денежные затраты.

Широко распространенным методом определения углеводов является газовая хроматография. Однако в основном газохроматографические методики определения углеводов предполагают использование поверочных газовых смесей (ПГС) для градуировки хроматографа. Одним из существенных недостатков использования ПГС является их высокая стоимость. В настоящей работе мы предлагаем новый подход в определении углеводов газохроматографическим методом без использования ПГС.

Известно, что отклик пламенно-ионизационного детектора для конкретного соединения составляет строго определенную величину. Эти цифры (или величины соответствия) приводят в методиках или в справочной литературе. Зная время удерживания двух различных компонентов, отклик детектора и концентрацию одного из соединений, можно рассчитать концентрацию другого без его непосредственного введения в хроматограф. Введением ПГС мы создаем реперную точку, от которой производятся все дальнейшие расчеты. В нашей работе опорная точка создавалась введением раствора одного компонента (ГСО гексана) определенной концентрации непосредственно в испаритель. Для построения градуировочной характеристики были приготовлены растворы гексана в бензоле различной концентрации. В ходе работы была получена стабильная градуировочная характеристика. Результаты количественного определения углеводов, полученные с использованием ПГС и без их применения, оказались аналогичными.

Таким образом, в настоящей работе предложен новый подход к газохроматографическому определению углеводов. Работа с использованием нового подхода не предполагает применение дорогостоящих ПГС, сокращает время работы и является более удобной. Результаты исследований могут быть полезны в работе экоаналитических лабораторий, при аккредитации и инспекционном контроле, а также в случае разовых определений.

### Литература

- Гишон Ж., Гийемен К. Количественная газовая хроматография для лабораторных анализов и промышленного контроля: В 2-х частях. Ч. I: Пер. с англ. М.: Мир, 1991. 582 с.
- Другов Ю. С., Родин А. А. Газохроматографическая идентификация загрязнений воздуха, воды и почвы. С.Пб.: Теза, 1999. 623с. процессы. Т. 1. Газовая хроматография. М.: Наука, 2003. 425 с.
- Руденко Б. А., Руденко Г. И. Высокоэффективные хроматографические процессы. Т. 1. Газовая хроматография. М.: Наука, 2003. 425 с.

## МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СУБСТРАТОВ ПРИ НЕПРЯМОЙ ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКЕ РАСТВОРОВ ХЛОРИДОВ

*Н. Е. Захарищева, В. Е. Зяблицев*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
kaf\_chem@vshu.kirov.ru*

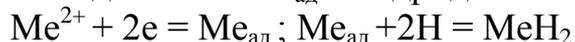
Метод электрохимического окисления (ЭО) органических субстратов (ОС) активными формами хлора и кислорода нашел применение при очистке сбросовых растворов хлоридов щелочных металлов, образующихся в производствах органических продуктов хлорным методом. Интерес к этому методу очистки заметно возрос в конце XX века в связи с ужесточением требований к экологии и потребности в чистых продуктах. При использовании метода электрохимической очистки основное внимание уделяют повышению глубины деструктивного окисления ОС (до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ) применяя каталитически активные анодные (стеклоуглерод, металл, допированный алмазом и соединениями рутения, и др.) и химически устойчивые катодные (титан и др.) материалы и катализаторы окисления - металлы переменной валентности (преимущественно соединения кобальта и никеля) (Электрохимия ..., 2008). Работы по разработке химически устойчивых и каталитически активных электродных материалов доведены до промышленного освоения. Рекомендации по применению катализаторов ЭО органических соединений в основном базируются на экспериментальных данных без глубокого научного обоснования механизма процесса. Отмечается что катализаторы ЭО при продолжительном использовании «стареют» (теряют активность), что приводит к необходимости регенерации (Зяблицева и др., 1981).

Известно, что в условиях процесса электрохимической очистки растворов хлоридов, прямое ЭО органических веществ не происходит, поскольку поверхность анода блокирована ионами и молекулам хлора. Окислительный процесс протекает на поверхности катализатора в объеме раствора при взаимодействии ОС с активными формами хлора и кислорода (Зяблицева и др., 1984). Следовательно, поверхность катализатора должна быть достаточно большой и каталитически активной. Полагают, что такой фазой является гидроксид металла переменной валентности, образующийся в процессе электролиза (Зяблицева и др., 1983). Прямые доказательства такого механизма отсутствуют и не рассматривается возможность разряда на катоде ионов металлов переменной валентности с образованием каталитически активных наночастиц – адатомов, атомных агло-

мератов и гидридов металлов. Исключать возможность такого механизма нельзя, поскольку содержание катализатора (не превышает 1,5 г/л (Зяблицева и др., 1984) и процесс протекает на предельном токе.

В свете этих представлений механизм электрокаталитического окисления ОС с участием соединений металлов переменной валентности можно представить следующей схемой (Глинка, 1988; Карапетьянц, Дракин, 1981).

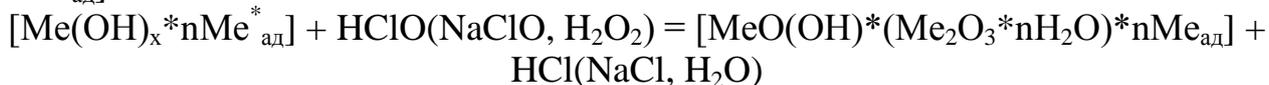
1. Поверхность катода: восстановление ионов металлов переменной валентности с образованием адатомов  $\text{Me}^0_{\text{ад}}$  и гидридов  $\text{MeH}_2$



2. Прикатодная зона: образование гидроксидов металлов переменной валентности  $\text{Me}(\text{OH})_x$ , допированных адатомами  $\text{Me}^0_{\text{ад}}$



3. Межэлектродная зона: взаимодействия  $[\text{Me}(\text{OH})_x * n\text{Me}_{\text{ад}}^0]$  с окислителями и образование активизированного комплекса  $[\text{MeO}(\text{OH}) * (\text{Me}_2\text{O}_3 * n\text{H}_2\text{O}) * n\text{Me}_{\text{ад}}^0]$



4. Поверхность активизированного комплекса: окисление ОС на поверхности  $[\text{MeO}(\text{OH}) * (\text{Me}_2\text{O}_3 * n\text{H}_2\text{O}) * n\text{Me}_{\text{ад}}^0]$  и образование малоактивных и неактивных продуктов окисления



Таким образом, при непрямом ЭО органических субстратов с использованием катализатора – ионов металлов переменной валентности можно допустить образование активизированного комплекса

$[\text{MeO}(\text{OH}) * (\text{Me}_2\text{O}_3 * n\text{H}_2\text{O}) * n\text{Me}_{\text{ад}}^0]$ , состоящего из метагидроксида и продуктов катодного восстановления катализатора. Активизированный комплекс имеет значительную удельную поверхность, на которой с высокой скоростью протекают окислительно-восстановительные реакции с участием окислителей и ОС. Метогидроксиды  $\text{CoO}(\text{OH})$  и  $\text{NiO}(\text{OH})$  являются сильнейшими окислителями, что повышает эффективность активизированного комплекса (Карапетьянц, Дракин, 1981). Старение катализатора является результатом образования малоактивных оксидов  $\text{Me}_2\text{O}_3 * n\text{H}_2\text{O}$  и неактивных металлорганических соединений  $\text{Me}(\text{R})$ .

### Литература

Глинка Н. Л. Общая химия. Учебное пособие для вузов / Под ред. В.А. Рабиновича. Л.: Химия, 1988. 704 с.

Зяблицева М. П., Тюрин Б. К., Кудинов В. И. и др. Утилизация солевых отходов производства пропиленоксида // Химическая промышленность, 1983. № 2. С. 82–83.

Зяблицева М. П., Сфонова Т. Я., Петрий О. А. Окисление пропиленгликоля на оксидных рутениево-титановых анодах в хлоридных растворах // Электрохимия, 1984. Т. 20. С. 134–137.

Зяблицева М. П., Тюрин М. Б., Коновалов Б. К., Смирнов В. А. Электрохимическая очистка минерализованных сточных вод от органических примесей // Химия и технология воды. 1981. Т. 3. С. 525–526.

Карапетьянц М. Х., Дракин С. И. Общая и неорганическая химия. Учебное пособие для вузов. М.: Химия, 1981. 632 с.

Электрохимия органических соединений в начале XXI века / Под ред. В. П. Гультия, А. Г. Кривенко, А. П. Томилова. М.: Компания спутник +, 2008. 578 с.

## **К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА РАСТВОРА В ЗОНЕ ПРОТЕКАНИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ**

*Н. Е. Захарищева, В. Е. Зяблицев*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
kaf\_chem@vshu.kirov.ru*

Электрохимическая реакция – это гетерогенный окислительно-восстановительный процесс на границе электрод/электролит. Зона электрохимической реакции рассматривается как двойной электрический слой (ДЭС), подобный плоскому конденсатору с обкладками в виде поверхности электрода и примыкающего слоя электролита. Строение ДЭС и протекающие в нем процессы определяют механизм и кинетические закономерности электрохимической реакции (Антропов, 1975).

Экспериментальные методы исследования ДЭС (отбор проб, замораживание, микрозондирование и др.) позволяют проводить исследования далеко за пределами зоны электрохимической реакции (величина ДЭС не превышает радиус иона) и дают ориентировочную, но одновременно ценную информацию. Наиболее достоверные результаты получают зондированием ДЭС с помощью капилляра с ионоселективной мембраной на торцевой части. При измерении рН раствора в зоне электрохимической реакции ( $pH_s$ ) мембрану (поверхность до  $3 \text{ мм}^2$ , толщина менее  $0,1 \text{ мм}$ ) из электродного стекла напаявают на торец стеклянного капилляра. Микрозонд такой конструкции известен как микростеклянный электрод и позволяет проводить измерения  $pH_s$  в приэлектродном пространстве (Зяблицев и др., 1974). Техническая сложность изготовления и применения ограничивает использование микростеклянного электрода (Овчинникова и др., 1978).

Ассортимент отечественных ионоселективных электродов промышленного производства достаточно обширен. Для измерения величины рН растворов наиболее применимы стеклянные электроды, рабочая часть которых выполнена в виде шарика диаметром до  $10 \text{ мм}$  (поверхность порядка  $70 \text{ мм}^2$ , толщина около  $0,3 \text{ мм}$ ) из электродного стекла. Конструкция шарикового стеклянного электрода не позволяет проводить контроль величины  $pH_s$  электрохимических процессах.

Для изучения возможности применения ионоселективных электродов для контроля состава раствора в зоне электрохимической реакции проведена модернизация шарикового стеклянного электрода ЭСК-106, используемого для контроля рН растворов. Модернизация заключалась в уменьшении рабочей поверхности электрода до  $3\text{--}5 \text{ мм}^2$  нанесением на мембрану слоя изолятора (нитролак, нитроэмаль, липкая лента). Предварительно (до модернизации) проведе-

на калибровка электрода в стандартных буферных растворах (построена зависимость ЭДС – рН), позволившая установить наличие устойчивой водородной функции: наклон зависимости ЭДС – рН составил 60 мВ/рН при теоретическом значении 59 мВ/рН. Модернизированный ЭСК-106 исследовали на наличие водородной функции в стандартных буферных растворах с величиной рН 1,68–9,18. При электролизе 0,5М NaCl с рН 5,5 проводили измерения величины рН<sub>s</sub> в области прианодного и прикатодного пространства. Для измерения параметра (ЭДС, рН) использовали рН-метр типа рН 150МИ и насыщенный каломельный электрод сравнения.

Результаты измерения параметров (рН, ЭДС) модернизированного ЭСК-106 в стандартных буферных растворах показали изменения ЭДС и рН до установления стационарных значений. Различия между начальными и стационарными значениями параметров существенны и составили до 2 единиц рН и до 80 мВ. Продолжительность достижения стационарных значений ЭДС и рН практически не зависела от рН буферных растворов и составила до 5 минут. Калибровочная кривая ЭДС – рН, построенная по стационарным значениям ЭДС практически совпадала с аналогичной зависимостью для не модернизированного ЭСК-106 и имела наклон близкий к теоретическому. Это свидетельствует о наличии водородной функции модернизированного ЭСК-106. Смещения параметров модернизированного ЭСК-106, по-видимому, связаны с уменьшением рабочей поверхности и как результат продолжительность установления динамического равновесия между ионоселективной мембраной и раствором.

Измерения величины рН<sub>s</sub> приэлектродной области при электролизе раствора NaCl показали подкисление до рН 2–3 у поверхности анода и защелачивание до рН 10–11 в прикатодном слое. Результаты измерения близки значениям рН<sub>s</sub>, полученным при использовании микростеклянного электрода (Овчинникова и др., 1978).

Результаты исследований свидетельствуют о возможности использования отечественных ионоселективных электродов для изучения состава раствора в зоне протекания электрохимической реакции.

### Литература

- Антропов Л. И. Теоретическая электрохимия. М.: «Высшая школа», 1975. 560 с.
- Зяблицев В. Е., Кибардина Т. Н., Овчинникова Т. М. К вопросу о методике измерения кислотности в зоне реакции // Новая технология гальванических покрытий: Тезисы докладов к совещанию. Киров, 1974. С. 9–10.
- Овчинникова Т. М., Зяблицев В. Е., Хмелина Л. Я. Распределение кислотности в межэлектродном пространстве при электролизе растворов хлористого натрия с ртутным катодом // Журнал прикладной химии, 1978. Т. 46. № 11. С. 2589–2590.

## РЕГЕНЕРАЦИЯ БРОМА И ЙОДА ИЗ ПРИРОДНЫХ СОЛЕВЫХ РАСТВОРОВ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

*В. В. Седельников, Н. Е. Захарищева, В. Е. Зяблицев*  
*Вятский государственный гуманитарный университет,*  
*kaf\_chem@vshu.kirov.ru*

Соединения брома и йода, содержание которых в земной коре невелико (бром – до  $3 \cdot 10^{-5}\%$ , йод – до  $10^{-4}\%$ ), нашли применение при производстве медицинских препаратов и в органическом синтезе. Основные запасы этих элементов сосредоточены в водах морей и океанов, и в природных солевых растворах. Проведенные в СССР геологические изыскания позволили выявить в южных районах страны (Краснодарский край, Кубань, Крым, Туркмения) месторождения природных хлоридно-сульфатных растворов (Краснодарский край: Славянско-Троицкое, Туркмения: Челекенское, Боядагское и Небитдаг-Монджуклинское и др.) с содержанием брома до  $0,8 \text{ кг/м}^3$ , йода до  $0,05 \text{ кг/м}^3$ . На базе этих месторождений были созданы предприятия по производству брома и йода производительностью до нескольких тысяч тонн в год (Глинка, 1988).

После распада СССР большая часть месторождений брома и йода и предприятий по их производству оказалась в ближнем зарубежье. Используемые при производстве брома и йода технологии (окисление газообразным хлором с последующим отдувом и извлечением продуктов в виде солей металла) и оборудование технически устарели и экологически не безопасны. В результате этого следует ожидать существенного снижения поступления на российский рынок брома и йода и их соединений.

В качестве источника брома и йода можно, по-видимому, использовать сточные воды курортно-санаторных учреждений, сбросовые растворы, образующиеся при обессоливании и обезвоживании нефти (содержание Br не менее  $0,46 \text{ кг/м}^3$ ) и органоминеральные сточные воды некоторых медицинских (содержат бромфенол, хлориды и другие соединения) и химических предприятий. Очистка этих растворов позволит не только увеличить банк брома и йода, но и несколько улучшить экологическую ситуацию (Линевич и др., 1985; Линевич и др., 1985; Линевич и др., 1993;).

Высокоэффективным методом очистки растворов считают электрохимический метод, который рекомендован при разработке процесса утилизации хлорида натрия из органоминеральных стоков (Краснобородько, 1988). Сведения о применении электрохимического метода для очистки и регенерации брома и йода единичны (Фесенко, 1982), а применительно к органоминеральным отходам отсутствуют.

В сообщении приведены результаты апробации применения электрохимического метода для регенерации брома и йода из модельных органоминеральных растворов. Исследования проводили с использованием электролизеров с неразделенным и разделенным (брезентовая и керамическая проточные и ионообменная мембраны марок МФ-4СК-100 и МА-40) межэлектродным про-

странством, оснащенных титановым катодом и оксидными рутениево-титановыми анодами.

Параметры процесса: содержание в рабочем растворе ионов брома и йода до 10 г/л, рН 4,5–5,5, температура 298 К, перемешивание, плотность тока 100–500 А/м<sup>2</sup>. Рабочие растворы готовили на дистиллированной воде, примеси вносили в виде солей КВr и КJ. Ряд опытов выполнен с добавлением в рабочий раствор глицерина и этилендиамина из расчета до 1,5 г/л органического углерода.

Результаты исследований показали принципиальную возможность электрохимической регенерации брома и йода из водных растворов. Выход по току и степень регенерации брома и йода составили до 60% (электролизер с неразделенным межэлектродным пространством) и более 90% (с разделенным межэлектродным пространством). Низкие значения выхода по току и степени регенерации в отсутствие диафрагмы, очевидно, связаны с потерей продуктов реакции (бром и йод) в результате восстановления на катоде. При использовании катионообменной мембраны МФ-4СК 100 в катодном пространстве электролизера происходит регенерация КОН. Замечено повышение величины напряжения на электролизерах по мере снижения концентрации брома и йода в рабочем растворе. Снижение содержания органического углерода в регенерированных растворах составило 30–40%, что можно объяснить низкой окислительной способностью продуктов реакции. Сделан вывод о необходимости проведения процесса с использованием замкнутого технологического цикла в мембранном электролизере. Для повышения степени деструктивного окисления органических примесей следует использовать катализаторы и католитически активные анодные материалы.

### Литература

Глинка Н. Л. Общая химия. Учебное пособие для вузов / Под ред. В.А. Рабиновича. Л.: Химия, 1988. 704 с.

Линевич С. Н., Фесенко Л. Н., Шевченко Е. Г. и др. Очистка сточных вод от брома. Новочеркасск 1985. 14 с.

Линевич С. Н., Фесенко Л. Н., Шевченко Е. Г. и др. Очистка сточных вод от йода. Новочерк, 1985. 13 с.

Фесенко Л. Н., Линевич С. Н., Шевченко Е. Г. и др. Способ очистки углекислых вод от бромидов. 1991. Б. № 37.

Линевич С. Н., Шевченко Е. Г., Фесенко Л. Н. и др. Способ очистки сточных вод от йодидов. 1993. Б. № 15.

Краснобородько И. С. Деструктивная очистка сточных вод от красителей. М.: Химия, 1988. 122 с.

Фесенко Л. Н., Енигибарьянц Н. В. Патент 2316616 IN с 25В1/24 Способ электрохимического окисления бромида до брома. Исследование взаимодействия иодид - и бромид - ионов с гипохлоридом натрия // Технические аспекты рационального использования ресурсов: Межвуз. Сб. Новочеркассы: НИИ, 1982. С. 71–74.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАДМИЯ, СВИНЦА, МЕДИ И ЦИНКА В РАСТЕНИЯХ

*Е. С. Петухова<sup>1</sup>, Е. П. Ельшина<sup>1</sup>, Е. С. Сунцова<sup>1</sup>,  
Г. И. Березин<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*

На территории в районе расположения объектов Кирово-Чепецкого промышленного комплекса сотрудниками лаборатории биомониторинга более десяти лет проводятся работы по изучению состояния окружающей среды.

Нами в течение трёх лет (2010–2012 гг.) изучалось содержание тяжёлых металлов: кадмия, меди, свинца и цинка в растительных объектах. С этой целью для анализа отбирались корни и стебли бодяка полевого, крапивы двудомной, полыни обыкновенной, мари белой, пырея ползучего, хвоя сосны, листья черёмухи. Отбор проб проводился сотрудниками лаборатории биомониторинга в июле и октябре на 10 участках, расположенных в окрестностях комбината.

Озольнение растительных проб проводили по ГОСТ 26657-85. Для анализа отбирались пробы массой 5 г, которые прокаливались при температуре  $525 \pm 25$  °С в течение 3 часов, до отсутствия частичек угля, что указывает на полное озольнение растительного материала. После этого золу смачивали несколькими каплями бидистиллированной воды, добавляли 10–15 см<sup>3</sup> азотной кислоты концентрации (1:1) и нагревали до кипения. Смесь охлаждали и фильтровали с разбавленной азотной кислотой. Одновременно проводился контрольный опыт, включающий все стадии анализа. Кадмий, медь, свинец и цинк в растворах определялись на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС «СПЕКТР-5-4».

Содержание кадмия в растительных объектах на всех исследуемых участках значительно ниже, чем меди, свинца, цинка и находится в пределах 0,1–0,7 мг/кг. Концентрация меди в растениях находится в пределах от 2,6 до 27,6 мг/кг, свинца – 1,5–75,3 мг/кг.

В корнях полыни обыкновенной и мари белой в большей степени накапливаются тяжелые металлы и в особенности медь, свинец, цинк, чем в корнях бодяка полевого, крапивы двудомной. Содержание меди в корнях мари белой, полыни обыкновенной составляет 23,8–27,6 мг/кг, в то время как в корнях крапивы двудомной 5–5,5 мг/кг, бодяка полевого – 6,9 мг/кг.

У всех растений наибольшей способностью к накоплению кадмия, меди, свинца и цинка обладают корни, в меньшей степени металлы накапливаются в листьях и стеблях растений.

Выявлены сезонные изменения содержания тяжелых металлов в листьях и стеблях растений. Например, на участках 913 и 930, расположенных в экотонных сообществах болота (около 4-ой секцией хвостохранилища) и реки (Елховки), содержание цинка в листьях бодяка полевого в июне составляет 1,4 мг/кг, в октябре – 1,3 мг/кг. Концентрация свинца в листьях бодяка, отобранных на обоих участках в июне и октябре составляет 5,1 мг/кг, т.е. практически не изменяется. Содержание меди на этих же участках летом в листьях

бодяка полевого составляет 5,5 мг/кг, а осенью 10,1 мг/кг, то есть в 2 раза больше чем в летний период. Противоположная тенденция проявляется в отношении содержания меди в стеблях бодяка: летом она составляет 11,5 мг/кг, осенью снижается до 5,7 мг/кг.

Исследование содержания меди, кадмия, свинца, цинка в хвое сосны обыкновенной, собранной в Глухом бору выявляет наибольшее содержание цинка – 6,7 мг/кг и меди – 5,9 мг/кг по сравнению с кадмием, содержание которого составляет лишь 0,1 мг/кг, концентрация свинца – 1,5 мг/кг.

Наибольшее содержание цинка в пырее ползучем проявляется на участке № 930 (берег р. Елховки в районе завода полимеров) – 51,5 мг/кг, а также в листьях – 28 мг/кг, корнях – 24 мг/кг и стеблях – 27,5 мг/кг крапивы двудомной на заболоченном участке № 913 (у 4-й секции хвостохранилища).

В условиях засушливого лета 2010 г. содержание всех изучаемых металлов в корнях, стеблях и листьях исследуемых растений было значительно выше, чем в 2011 и 2012 гг.

Таким образом, наиболее высокие концентрации тяжелых металлов в растениях отмечены на 2-х участках: 1-й (930) расположен непосредственно около завода полимеров, второй (913) – на заболоченной территории между 3-ей и 4-й секциями хранилищ отходов. Наиболее высокой аккумулярующей способностью по отношению к тяжелым металлам характеризуются корни бодяка полевого. Концентрация меди в листьях бодяка к осени возрастает, в стеблях, напротив, снижается. Концентрации тяжелых металлов во всех растениях значительно возрастают в условиях засушливого лета.

## **ТРАНСФОРМАЦИЯ КОМПЛЕКСА СТРЕПТОМИЦЕТОВ В ПОЧВАХ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ЗА ПЕРИОД ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБЪЕКТА «МАРАДЫКОВСКИЙ» В РЕЖИМЕ УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ**

*Е. В. Товстик<sup>1</sup>, И. Г. Широких<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> ГНУ НИИСХ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого,  
*tovstik2006@inbox.ru*

<sup>2</sup> Лаборатория биомониторинга Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, *irgenal@mail.ru*

Целью работы была оценка экологического состояния почв лесных фитоценозов вблизи объекта хранения и уничтожения химического оружия (ОХУХО) «Марадыковский» с использованием данных о структуре почвенных стрептомицетных комплексов.

Объектами исследования служили образцы почвы, отобранные на участках, удаленных от объекта на 1,5; 2,7; 3,1 км, в начальный (2007, 2008 г.) период деятельности ОХУХО в режиме уничтожения химического оружия (спустя 1, 2 года с момента пуска) и по прошествии 6 лет – в 2012 г. Почвы исследуемых участков пробоотбора – средне- и сильноподзолистые песчаные и дерново-подзолистая суглинистая. Выявляли изменения в структуре комплексов стреп-

томицетов за период деятельности объекта, сравнивая почвы-аналоги на одном удалении от объекта.

Анализ показал, что в 2012 г., по сравнению с начальным периодом работы объекта в режиме уничтожения ХО, численность актиномицетов в исследуемых почвах возросла в 1,4–5,4 раза (рис. 1).

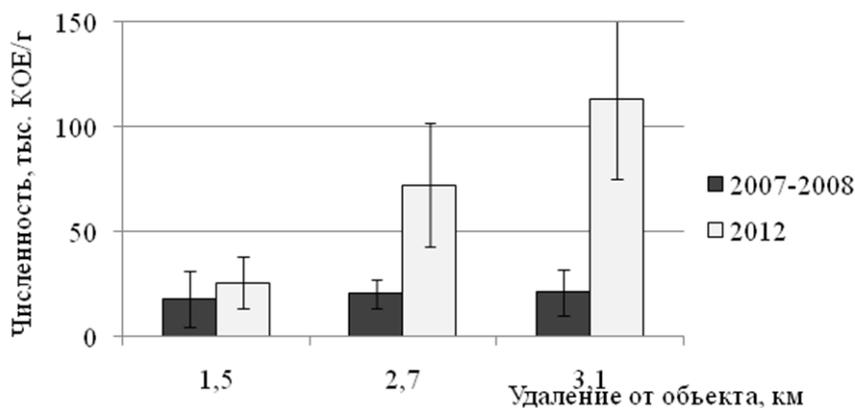


Рис. 1. Численность стрептомицетов в исследуемых почвах в разные годы пробоотбора

Видовое разнообразие комплекса стрептомицетов в подзолистых почвах изменилось за исследуемый период времени незначительно (табл.). Достоверно более высокое разнообразие ( $H=2,33\pm 0,18$  бит/г) мицелиальных прокариот отмечено в дерново-подзолистой почве на удалении 2,7 км от объекта, отобранной в 2007 г.

Таблица

**Видовое разнообразие стрептомицетов в почвах лесного фитоценоза в зависимости от года пробоотбора**

Год	Удаление от объекта, км		
	1,5	2,7	3,1
	Разнообразие, H		
2007–2008	0,80±0,47	2,33±0,18	1,39±0,54
2012	0,76±0,29	1,42±0,17	1,52±0,28

В составе стрептомицетных комплексов исследуемых почв с различной частотой встречались виды из 9 серий, относящихся к 5 цветовым секциям. В начальный период уничтожения химоружия в комплексе подзолистой почвы, непосредственно примыкающей к объекту (1,5 км), доминировали (частота встречаемости 80–100%) представители одной секции Imperfectus, а в комплексе почвы, удаленной на 3 км, выявить доминанты не представлялось возможным. В 2012 г. стрептомицетные комплексы этих почв характеризовались структурой, близкой к типичной для зональных типов почв (Звягинцев, Зенова, 2001; Широких, Широких, 2004). В каждой из них доминировали виды трех секций и серий, включая представителей *Cinereus Achromogenes* и *Albus Albus* (рис. 2). Из пигментированных форм в комплексе приближенной к объекту почвы в число доминантов входили виды, относящиеся к серии *Cinereus Aureus*,

а в комплексе более удалённой подзолистой почвы – виды серии *Cinereus Chromogenes*.

Удаление, км	Год	Частота встречаемости видов, %								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,5	2008	г	б				а		в	г
	2012	а		а		г			а	
2,7	2007	а	а			а	а	а	а	а
	2012	а		а	г		а		а	
3,1	2007	а	а	г	г		а	г	а	
	2012	а	а	а	г		а	а	а	

Примечание: 1. *Cinereus Achromogenes*; 2. *Cinereus Chromogenes*; 3. *Cinereus Aureus*; 4. *Cinereus Violaceus*; 5. *Roseus Ruber*; 6. *Imperfectus*; 7. *Helvolo-Flavus Helvolus*; 8. *Albus Albus*; 9. *Albus Albocoloratus*

а – типичные доминирующие виды, б – типичные частые виды, в – типичные редкие виды, г – случайные виды, д – вид не обнаружен

а – типичные доминирующие виды, б – типичные частые виды, в – типичные редкие виды, г – случайные виды, д – вид не обнаружен

Рис. 2. Частота встречаемости видов в стрептомицетном комплексе исследуемых почв в зависимости от года пробоотбора

Образцы почв 2012 г. отличались большим количеством доминантов в стрептомицетных комплексах по сравнению с начальным периодом наблюдений, за исключением почвы, отобранной на удалении 2,7 км от объекта. Однако причиной этому может являться принадлежность сравниваемых образцов к различным почвенным типам.

По долевого участию в комплексах исследуемых почв как в начальный период наблюдений, так и в 2012 г. преобладали виды *Cinereus Achromogenes*. При этом в 2007, 2008 гг. долевого участия видов *Cinereus Achromogenes* в комплексе было в среднем более низким (28%), чем в последующий (65%) период наблюдений (2012 г.). За период исследований выявлено значительное (>50%) сокращение долевого участия в комплексах видов, принадлежащих к секциям и сериям: *Cinereus Aureus*, *Roseus Ruber*, *Imperfectus*, *Helvolo-Flavus Helvolus*, тогда как долевого участия представителей секций и серий *Albus Albus*, *Cinereus Chromogenes*, *Cinereus Violaceus* в комплексах исследуемых почв изменилось за период деятельности объекта незначительно.

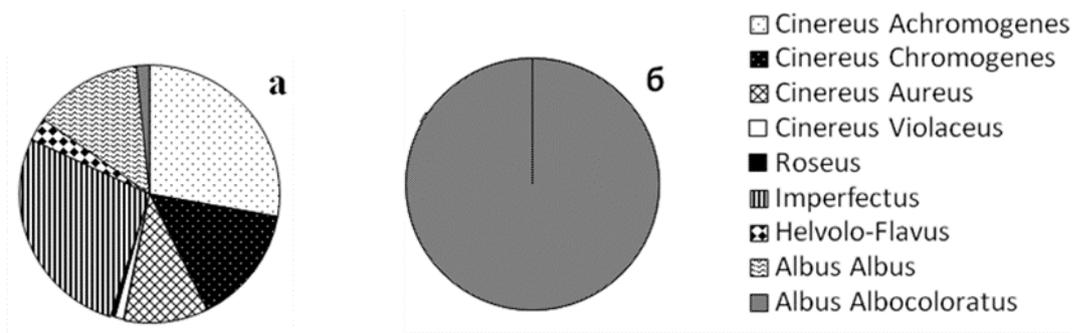


Рис. 3. Долевого участие видов в стрептомицетном комплексе исследуемых почв в зависимости от года пробоотбора: а – 2007-2008 гг, б – 2012 г.

Таким образом, структура почвенных стрептомицетных комплексов лесных фитоценозов, расположенных вблизи ОХУХО «Марадыковский» за период с 2007 по 2012 гг. претерпела изменения, которые выразились в увеличении численности стрептомицетов, расширении набора доминантных видов в комплексе, возрастании долевого участия в комплексе представителей секций и серий *Cinereus Achromogenes*, *Cinereus Aureus*, при одновременном снижении относительного обилия видов из секций и серий *Imperfectus*, *Helvolo-Flavus* *Helvolus*.

Полученные результаты свидетельствуют о возвращении структуры стрептомицетных комплексов к исходному состоянию, характерному для почв зональных типов. Это может объясняться тем, что за период деятельности объекта в режиме уничтожения химического оружия, прекратились неконтролируемые ранее утечки химически опасных веществ во внешнюю среду, которые и могли быть причиной выявленных в 2007–2008 гг. отклонений в структуре комплексов почвенных стрептомицетов.

#### Литература

Звягинцев Д. Г., Зенова Г. М. Экология актиномицетов. М.: ГЕОС, 2001. 257 с.

Широких И. Г., Широких А. А. Микробные сообщества кислых почв Кировской области. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2004. 324 с.

### **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДОБАВОК СОВМЕСТНО С МЕТОДОМ РАЗБАВЛЕНИЯ ПРОБЫ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ**

*С. В. Потапов, А. И. Фокина, Е. И. Лялина*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
r1ver235@mail.ru*

Большинство методик количественного химического анализа (КХА) основано на использовании предварительно откалиброванных аналитических приборов. Это оправдано при выполнении серийных анализов, когда не требуется высокой точности измерений. В тех же случаях, когда требуется повышенная точность анализа (например, при проведении научных исследований или в потенциально конфликтных ситуациях, когда наблюдаемые концентрации близки к предельно допустимым количествам) метод предварительной градуировки может привести дополнительную ошибку. Основной недостаток метода градуировки заключается в том, что при калибровке применяют растворы чистых стандартных реактивов в дистиллированной воде, а реальные пробы содержат разнообразные мешающие примеси в неизвестных концентрациях. Таким образом, условия анализа отличаются от условий калибровки, что может приводить к грубым систематическим ошибкам. От всех вышеуказанных недостатков практически свободен метод добавок, существующий в определённых вариантах, в том числе и в сочетании с разбавлением пробы. При применении этого метода погрешности, обусловленные операциями разбавления и введения

добавок, не являются статистически значимой частью погрешности результатов измерений содержания компонента (Внутренний контроль ..., 2006).

Целью работы было апробировать метод добавок совместно с методом разбавления пробы при определении содержания свинца в пробах природной воды.

Объектами исследования были пробы природной воды, отобранные в осенний период 2012 г. из р. Терек на участке реки, расположенном в черте г. Владикавказа. Предметом исследования стало содержание свинца в отобранных пробах. Определение проводили методом инверсионной вольтамперометрии на приборе марки «Экотест-ВА». За основу работы был взят алгоритм определения содержания анализируемого компонента с применением метода добавок совместно с методом разбавления пробы. Необходимость применения данного алгоритма была вызвана нестабильностью получаемых результатов способом, регламентированным методикой к прибору (Сборник методик ..., 2004).

Возможность применения алгоритма в инверсионном электрохимическом анализе показывают результаты эксперимента, в котором искусственно загрязняли фоновый раствор нитрата ртути (II) (Потапов и др., 2012). Для анализа использовали модельные растворы с известными концентрациями катиона  $Cd^{2+}$  равными 4, 8 и 12 мкг/дм<sup>3</sup>. Для внесения систематической погрешности использован фоновый раствор нитрата ртути (II) с примесями, мешающими анализу. Для анализа применяли регламентированную к прибору методику (Сборник методик ..., 2004). Результаты представлены в табл. 1. Видно, что значения результатов значительно ниже, чем значения заданных концентраций иона кадмия в растворе. Такой результат считается неправильным.

Таблица 1

**Результаты, полученные в присутствии фонового раствора с мешающими примесями**

Модельный раствор, мкг/дм <sup>3</sup>	Содержание, мкг/дм <sup>3</sup>
4	2,70±0,10
8	4,67±0,10
12	8,83±0,71

В проверенном нами опыте испытуемым раствором был выбран раствор с концентрацией кадмия 4 мкг/дм<sup>3</sup>, эксперимент построили следующим образом:

1. Сняли вольтамперограмму исследуемого раствора;
2. Сняли вольтамперограмму исследуемого раствора с добавкой;
3. Разбавили раствор с добавкой в два раза и с полученного раствора тоже сняли вольтамперограмму;
4. Провели расчёты 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>;

ΔC – известная добавка, мкг/дм<sup>3</sup>;

y1 – площадь пика исходной пробы;

у2 – площадь пика исходной пробы с добавкой;

у3 – площадь пика исходной пробы с добавкой, разбавленная в два раза.

Таблица 2

**Результаты анализа, полученные методом сочетания добавки и разбавления пробы в присутствии «некачественного» фоновго раствора**

Концентрация ионов кадмия в модельном растворе, мкг/дм <sup>3</sup>	Содержание, мкг/дм <sup>3</sup>
4	3,98±0,37

Получается значение очень близкое к заданному.

После отработки методики было определено содержание свинца в пробах природной воды (табл. 3).

Таблица 3

**Результаты анализа определения содержания свинца в пробах природной воды**

Номер пробы	Содержание, мкг/дм <sup>3</sup> (по стандартной методике)	Содержание, мкг/дм <sup>3</sup> (расчёт с помощью градуировочного уравнения)
1	7,53±2,26	8,15±2,45
2	2,62±0,79	2,83±0,85
3	1,90±0,57	7,26±2,18
4	5,70±1,71	9,40±2,82

Из результатов анализа видно, что содержание ионов свинца, при определении по стандартной методике меньше, иногда даже в несколько раз (проба № 3), чем при расчете с помощью градуировочного уравнения. Это объясняется присутствием мешающих примесей в неизвестных концентрациях, из-за которых занижается результат. При использовании градуировочного уравнения мы можем получить верный результат анализа.

**Литература**

Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа (РМГ 76-2004). М.: Стандартинформ, 2006.

Потапов С. В., Фокина А. И., Кантор Г. Я. Получение правильных результатов анализа в условиях систематической погрешности // Экология родного края: проблемы и пути решения: Материалы Всерос. молодёжной науч.-практ. конф. с международным участием. Киров: ВятГГУ, 2012. С. 233–235.

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.

## ИЗУЧЕНИЕ АКТИВНОСТИ КАТАЛАЗЫ В ПОЧВАХ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ В пос. МИРНЫЙ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*К. С. Кулакова<sup>1</sup>, О. В. Шаповал<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,  
ecolab2@gmail.com*

На территории Кировской области функционирует большое число крупных промышленных объектов, среди которых к предприятиям 1-ой степени опасности относится объект хранения и уничтожения химического оружия (ОХУХО). Экологический мониторинг почв является важной и необходимой составной частью оценки состояния окружающей среды в районе комплекса объектов хранения и уничтожения химического оружия.

Среди компонентов окружающей среды почва отличается ярко выраженными аккумулялирующими свойствами, что позволяет выявлять антропогенные воздействия на ранней стадии. Загрязнение почвы в первую очередь отражается на микробиоценозе, как наиболее чувствительном компоненте почвенной экосистемы.

Активность почвенных ферментов относится к показателям, характеризующим состояние основных звеньев микробиологических процессов: синтеза и распада гумуса, гидролиза органических соединений, минерализации остатков высших растений и почвенного эдафона, окислительно-восстановительных процессов и т. д. (Звягинцев, 1987; Сэги, 1983).

Необходимо отметить малую информативность показателей ферментативной активности почв в случае единичного анализа. Однако, при проведении многолетних мониторинговых исследований, такие материалы становятся все более ценными.

Целью работы было изучить активность каталазы в почвах, расположенных на территории вблизи ОХУХО в 2012 г. и сравнить с данными полученными в 2011 г.

Каталаза относится к ферментам класса оксидоредуктаз, которые катализируют окислительно-восстановительные реакции в почве. Каталаза (Н<sub>2</sub>О<sub>2</sub>-оксидоредуктаза) расщепляет токсичную для живых организмов перекись водорода, образующуюся в процессе дыхания растений и в результате биохимических реакций окисления органических соединений (углеводов, белков и жиров):



Образующийся при разложении перекиси кислород принимает участие в окислении органических соединений.

Методы определения каталазной активности почвы основаны на измерении скорости распада перекиси водорода при взаимодействии ее с почвой по объему выделяющегося кислорода.

Активность каталазы определяют газометрическим методом, основанным на измерении объема кислорода, выделяющегося при взаимодействии почвы с перекисью водорода (Хазиев, 2005).

Определение активности каталазы было выполнено в 14 почвенных пробах, которые были отобраны в сентябре 2011 и 2012 гг. На изучаемой территории распространены подзолистые и дерново-подзолистые почвы.

Установлено что активность каталазы в почвах, отобранных вблизи ОХУХО в 2011 г., варьировала от 2,55 до 19,10  $O_2$  см<sup>3</sup>/г мин<sup>-1</sup> (рис.). Активность каталазы в подзолистых почвах изменялась в пределах от 7,4 до 19,1  $O_2$  см<sup>3</sup>/г мин<sup>-1</sup>, что несколько выше чем в дерново-подзолистых почвах, где активность фермента составляла 2,55 до 4,45  $O_2$  см<sup>3</sup>/г мин<sup>-1</sup>.

В 2012 активность каталазы в почвах варьировала от 2,6 до 16,7 см<sup>3</sup>/г мин<sup>-1</sup>. Как и в 2011 г. дерново-подзолистые почвы отличались повышенной каталазной активностью, по сравнению с подзолистыми почвами.

Изучение динамики каталазы по годам позволило выявить участки с подзолистой почвой, где активность фермента варьирует значительно. В 2012 г., по сравнению с 2011 г., отмечали существенное снижение каталазной активности в почвах, отобранных на участках 13, 17, 18, 19, 47, 59. На остальных участках с подзолистой почвой 5, 36 изменения активности каталазы по годам были не достоверны. Стабильными значениями каталазной активности в почве отличался фоновый участок 112.

Участки с дерново-подзолистой почвой отличались большей стабильностью ферментативной активности. Снижение активности каталазы выявлены на участках мониторинга 10 и 60.

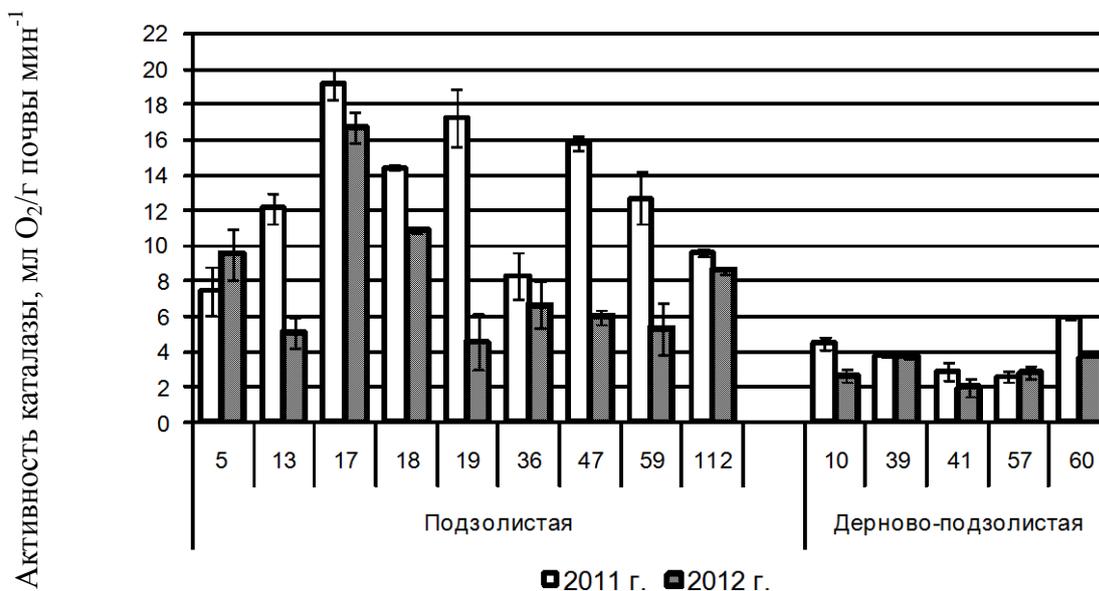


Рис. Активность каталазы в почвах вблизи ОХУХО за 2011–2012 гг.

В почвах, отобранных на участке мониторинга 19, отмечено значительное в 3–4 раза снижение активности ферментов в 2012 г., по сравнению с 2011 г. Данный участок мониторинга испытывает существенную антропогенную

нагрузку: расположен в лесополосе непосредственно напротив ОХУХО и между автомобильной и железной дорогами. Кроме того, в летний период 2012 г. на участке 19 был вырублен весь подрост и подлесок, что привело к изменению светового и водного режима экотопа и отразилось на почвенном микробном комплексе и ферментативной активности почв. Установлено, что в 2012 г. на участках 18, 47 и 59 ферментативная активность почв была ниже, по сравнению с 2011 г. Существенной антропогенной нагрузки эти участки не испытывают, поэтому для установления причины подобных изменений требуются дальнейшие исследования.

Таким образом, на основании изучения динамики каталазы по годам выявлены участки, где активность фермента варьирует значительно: 13, 19, 47, 59, 60. На фоновом участке 112, который максимально удален от ОХУХО, активность каталазы по годам стабильна.

### Литература

- Звягинцев Д. Г. Почва и микроорганизмы. М.: Изд-во МГУ, 1987. 286 с.  
Сэги И. Методы почвенной микробиологии. М.: Колос. 1983. 296 с.  
Звягинцев Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.  
Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 2005. 252 с.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК: ПОНЯТИЕ И ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ

*Д. В. Попыванов<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,  
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.

Экологический риск – вероятность неблагоприятных для человека и средообразующих экологических компонентов, обеспечивающих экологическое равновесие и формирующих качество окружающей среды, последствий реализации экологической опасности.

Химическое загрязнение окружающей среды является одним из наиболее опасных факторов, влияющих на качество среды обитания и здоровье человека.

Оценка риска здоровью является одним из элементов методологии анализа риска, включающей в себя оценку риска, управление риском и информирование о риске.

В научном отношении оценка риска здоровью – это последовательное, системное рассмотрение всех аспектов воздействия анализируемого фактора на здоровье человека, включая обоснование допустимых уровней воздействия (Руководство ..., 2004).

В научно-практическом приложении основная задача оценки риска состоит в получении и обобщении информации о возможном влиянии факторов

среды обитания человека на состояние его здоровья, необходимой и достаточной для гигиенического обоснования наиболее оптимальных управленческих решений по устранению или снижению уровней риска, оптимизации контроля (регулирования и мониторинга) уровней экспозиций и рисков.

Анализ риска – процесс получения информации, необходимой для предупреждения негативных последствий для здоровья населения, состоящий из трех компонентов: оценка риска, управление риском, информирование о риске.

1. Оценка риска для здоровья – процесс установления вероятности развития и степени выраженности неблагоприятных последствий для здоровья человека или здоровья будущих поколений, обусловленных воздействием факторов среды обитания.

2. Управление риском – процесс принятия решений, включающий рассмотрение совокупности политических, социальных, экономических, медико-социальных и технических факторов совместно с соответствующей информацией по оценке риска с целью разработки оптимальных решений по устранению или снижению уровней риска, а также способам последующего контроля (мониторинга) экспозиций и рисков.

3. Информирование о риске представляет собой процесс распространения результатов определения степени риска для здоровья человека и решений по его контролю среди заинтересованной части населения (например, среди врачей, научных сотрудников, политиков, лиц, принимающих управленческие решения, населения и общества в целом).

Оценка риска для здоровья человека – это количественная и/или качественная характеристика вредных эффектов, способных развиться в результате воздействия факторов среды обитания человека на конкретную группу людей при специфических условиях экспозиции.

Применение методологии оценки риска здоровью позволяет:

- разрабатывать механизмы и стратегию различных регулирующих мер по снижению риска;
- снижать неопределенности анализа в процессе принятия решений;
- устанавливать более надежные безопасные уровни воздействия и гигиенические нормативы;
- определять приоритеты экологической политики и политики в области охраны здоровья;
- корректировать планы проведения социально-гигиенического мониторинга с учетом приоритетных источников загрязнения среды обитания человека, приоритетных загрязненных сред и химических веществ, вносящих наибольший вклад в риск развития канцерогенных и неканцерогенных эффектов;
- совершенствовать систему гигиенического нормирования и ее гармонизацию с международно признанными принципами, критериями и методами установления безопасных уровней воздействия химических веществ.

Оценка риска, как правило, осуществляется в соответствии со следующими этапами.

1. Идентификация опасности (выявление потенциально вредных факторов, оценка связи между изучаемым фактором и нарушениями состояния здоровья человека, составление перечня приоритетных химических веществ, подлежащих последующей характеристике).

2. Оценка зависимости "доза-ответ": выявление количественных связей между показателями состояния здоровья и уровнями экспозиции.

3. Оценка воздействия (экспозиции) химических веществ на человека: характеристика источников загрязнения, маршрутов движения загрязняющих веществ.

4. Характеристика риска: анализ всех полученных данных, расчет рисков для популяции и ее отдельных подгрупп, сравнение рисков с допустимыми (приемлемыми) уровнями, сравнительная оценка и ранжирование различных рисков по степени их статистической, медико-биологической и социальной значимости, установление медицинских приоритетов и тех рисков, которые должны быть предотвращены или снижены до приемлемого уровня.

В Российской Федерации руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Human Health Risk Assessment from Environmental Chemicals) впервые разработано в 2004 году (Руководство ..., 2004). Целью данного методического документа является унификация требований, принципов, методов и критериев оценки риска для здоровья, связанного с воздействием химических веществ, загрязняющих окружающую среду, с учетом отечественных, зарубежных и международных организаций (Программа ООН по защите окружающей среды, Организация по экономическому сотрудничеству и развитию, Всемирная организация здравоохранения, Международная организация труда, Международная программа по химической безопасности, Комиссия Евросоюза).

Оценку риска в Кировской области осуществляет Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Кировской области в соответствии с вышеописанным руководством. Ежегодно составляются отчеты по величине риска поступления химических веществ с питьевой водой по районам области.

#### **Литература**

Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 269 с.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ (НА ПРИМЕРЕ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК ДИОКСИДА ГЕРМАНИЯ)**

*А. И. Макаров, Д. В. Сабашный, Д. Н. Данилов*  
*Вятский государственный гуманитарный университет,*  
*denisdanilov@rambler.ru*

Изучение и применение наноразмерных объектов является одним из ведущих направлений научно-технического прогресса. Ежегодно объем промышленного производства наноматериалов увеличивается и уже достигает десятков тысяч тонн в год в странах Европейского союза и США. Однако любые нанотехнологии содержат в себе не только преимущества практического использования, но и недостатки, связанные с опасностью вредного воздействия наночастиц и наноматериалов на окружающую среду и организм человека.

Малый размер наночастиц может увеличивать проникающую способность веществ. Опасны последствия попадания наночастиц в кровь, мозг, печень и другие жизненно важные органы человека и животных (Годымчук, 2012). Попав в кровоток, наночастицы могут способствовать активации тромбоцитов и вызывать тромбоз кровеносных сосудов. Например, углеродные нанотрубки являются причиной воспалительных процессов, фиброза, дисфункции нервной и выделительной системы (Donaldson et al., 2006). При попадании наночастиц цинка в кровеносную систему развивается анемия (Wang et al., 2006). В присутствии наночастиц  $TiO_2$  при дополнительном облучении света в клетках человека могут разрушаться молекулы ДНК. При воздействии наночастиц меди усиливается агрегация и осаждение белков.

Специфическое воздействие вещества на организм может быть обусловлено непосредственно тем, что оно находится в наносостоянии. Например, химически инертный и безопасный полимер фторопласт, широко используемый для изготовления посуды, будучи распыленным в воздухе в виде наночастиц диаметром 26 нм в ничтожной концентрации ( $60 \text{ мкг/м}^3$ ) способен убивать крыс за 30 минут, вызывая кровоизлияния в легких. Фторопластовая нанопыль на порядок токсичнее, чем боевое отравляющее вещество VX нервно-паралитического действия.

Вдыхание ультрадисперсных частиц оксида бериллия вызывает заболевание легких со смертельным исходом – бериллоз. В то время как компактный оксид бериллия является безвредным для здоровья материалом. Попадая в клетки легких, наночастицы этого оксида дают растворимый фосфатный комплекс бериллия, который ингибирует фосфатазу и вызывает гибель клеток.

Таким образом, специфика наночастиц состоит в большой роли поверхности. Даже если попавшие в организм наночастицы сами по себе безвредны, некоторые из них могут выступать в роли катализаторов образования токсичных веществ (Елисеев, Лукашин, 2010).

Многочисленные примеры токсического действия наночастиц указывают на необходимость учета экологических свойств создаваемых наноматериалов. При разработке исходных наноматериалов необходимо сочетать высокий уровень технологических и эксплуатационных параметров и низкую токсичность. В качестве исходных материалов следует выбирать малотоксичные материалы, т.е. материалы с низким классом опасности.

Актуальным вопросом для нанотехнологии в электронике является переход от токсичных квантовых точек на основе комбинации CdSe, CdS, PbS к более безопасным материалам, таким как соединения германия.

Для синтеза наночастиц германия используют такие методы, как химическое осаждение пара, травление, плазмохимический и газофазный пиролиз (Lee et. al., 2009). Известные методы получения наночастиц диоксида германия в растворах (Chou et. al., 2009) основаны на проведении реакций в суспензиях на основе органических растворителей и являются весьма сложными и трудоемкими. Для получения наночастиц германия из растворов проводят термическое разложение металлоорганических комплексов в высококипящих растворителях или в сверхкритическом углекислом газе, а также химическую обработку солей германия такими сильными восстановителями, как щелочные металлы, *n*-бутиллитий, нафталиды щелочных металлов и гидриды металлов. Последние методы позволяют получать наночастицы германия при комнатной температуре.

В настоящей работе предлагается иной, более выгодный и экологически безопасный путь синтеза квантовых точек диоксида германия. В ходе синтеза разбавленный раствор тетрахлорида германия в тетрахлориде углерода добавляется по каплям в водный раствор, содержащий небольшое количество *n*-амилового спирта (ПАВ). В результате гидролиза при заданной температуре получается коллоидный раствор диоксида германия в воде. Данный золь подвергается воздействию высокочастотной звуковой кавитации. Звуковая кавитация – это образование в жидкости полостей, образующихся в результате локального понижения давления в той или иной точке в жидкости, создаваемого звуковыми волнами. При схлопывании такой полости образуется мощная ударная волна, способная дробить коллоидные частицы. Это позволяет диспергировать их до нанометровых размеров.

Анализ морфологии и размера микро- и наночастиц, полученных по указанной методике, проводился методами сканирующей электронной и сканирующей зондовой микроскопии. Анализ оптических свойств проводился методами флуоресцентной спектроскопии, УФ-спектроскопии и спектроскопии видимой области.

Результаты исследования подтверждают эффективность использования предложенной методики синтеза и регулирования размера микро- и наночастиц. Для оценки экологического риска и степени токсичности полученных наноматериалов в дальнейшем будут использованы методы биотестирования.

#### Литература

Годымчук А. Ю. Экология наноматериалов: учебное пособие / Под ред. Л. Н. Патрикеева и А. А. Ревина. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 272 с.

Елисеев А. А., Лукашин А. В. Функциональные наноматериалы / Под ред. Ю. Д. Третьякова. М.: Физматлит, 2010. Р. 452.

Chou N. M., Oyler K. D., Motl N. E., Schaak R. E. Colloidal Synthesis of Germanium Nanocrystals Using Room-Temperature Benchtop Chemistry // Chem. Mater. 2009. 21. P. 4105–4107.

Donaldson K. et al. Carbon nanotubes: review of their properties in relation to pulmonary toxicology and workplace safety // Toxicological Science. 2006. V. 92. № 1. P. 5–22.

Lee D. C., Pietryga J. M., Robel I., Werder D. J., Schaller R. D., Klimov V. I. Colloidal Synthesis of Infrared-Emitting Germanium Nanocrystals // J. Am. Chem. Soc. 2009. 131. P. 3436–3437.

Wang B. Acute toxicity of nano- and micro-scale zinc powder in healthy adult mice // Toxicology Letters. 2006. V. 161. № 2. P. 115–123.

## ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ р. ВЯТКИ В СРЕДНЕМ ЕЁ ТЕЧЕНИИ

*Ю. Ю. Лимонов<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,  
ecolab2@gmail.com*

В среднем течении р. Вятки на относительно небольшом удалении друг от друга располагаются города Слободской, Кирово-Чепецк, Киров, Орлов, Котельнич, оказывающие существенное влияние на формирование качества речной воды. В данных городах сосредоточены ведущие промышленные предприятия региона, на начало 2012 г. проживало 647440 человек, что составляет практически половину всего населения Кировской области (1327915 человек) (Оценка численности ..., 2012). Поэтому актуальным является изучение видов загрязнения и потенциала загрязнения р. Вятки в среднем её течении промышленным и бытовым комплексом урбанизированных территорий, чтобы своевременно оценить и прогнозировать техногенную нагрузку и принимать меры по снижению загрязнения.

Размер города и его отраслевая специализация определяют объёмы и виды загрязнения. Объем сброса загрязненных вод примерно пропорционален численности населения города (Лаппо, 1997). В Кировской области безусловным лидером по численности населения является г. Киров, в нем проживает 478012 человек и по классификации городов он относится к категории крупных. К категории средних относится г. Кирово-Чепецк с численностью 78635 жителей. К категории малых городов относятся г. Слободской – 33845 человек, г. Котельнич – 24908, г. Орлов – 6968.

Среди рассматриваемых городов по данным муниципальных образований наибольшую площадь занимает г. Киров – 559,98 км кв. Основная часть города расположена на левом коренном берегу. Ряд микрорайонов находятся на правом пойменном берегу, который испытывает подтопление в период весеннего паводка. Города Кирово-Чепецк и Слободской близки по площади 53,36 и 49,6 км кв. соответственно, при том, что население последнего практически в два раза меньше. Кирово-Чепецк компактно расположен на левом коренном берегу р. Вятки при впадении в неё р. Чепцы. Часть промышленной зоны города располагается вблизи пойменной территории левобережной части р. Вятки и подтопляется весенним паводком. Основная часть г. Слободского расположена на правом коренном берегу, а два микрорайона на левобережной подтопляемой территории. Котельнич расположен на площади 29,2 км кв., основная часть города расположена на правом коренном берегу и один микрорайон на пойменном левом берегу. Наименьшую площадь из городов среднего течения р. Вятки имеет г. Орлов – 2,98 км кв., он компактно расположен на правом коренном берегу р. Вятки.

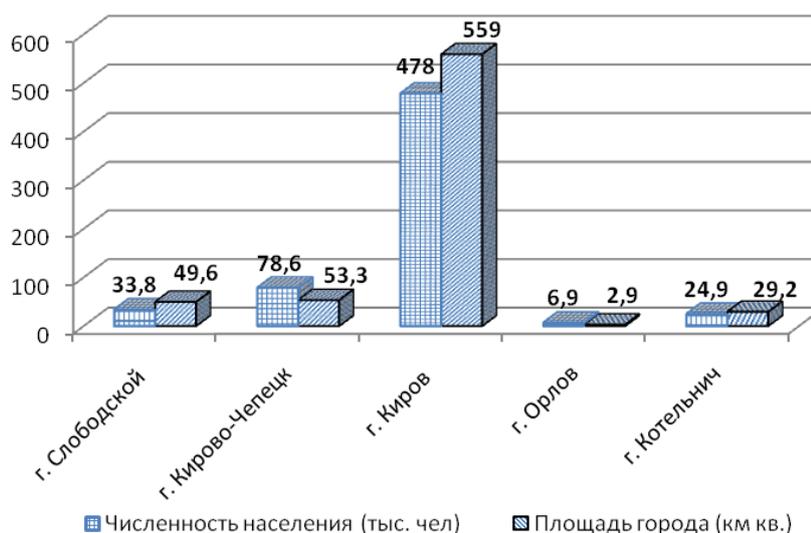


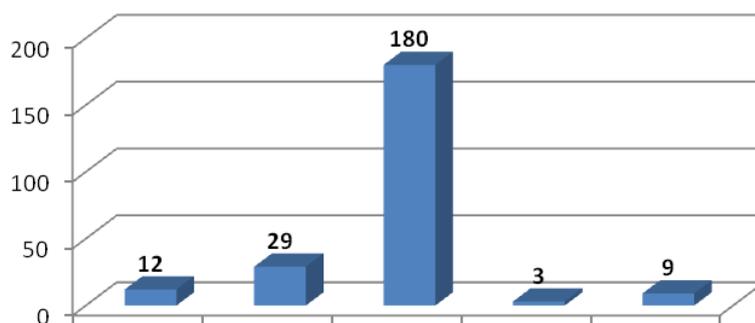
Рис. 1. Сравнительная диаграмма численности населения и площади городов среднего течения р. Вятка в 2012 г.

Города, расположенные на берегах р. Вятки являются источником техногенной нагрузки, привнося в водную экосистему отходы промышленного производства и жизнедеятельности человека. Рассматривая транспорт загрязняющих веществ с территории городов, выделяют организованный сток через систему канализации и неорганизованный (поверхностный) сток ливневых, талых, грунтовых вод. Организованный сток поддается учёту состава и объёмов загрязняющих веществ, очистке до определенных нормативов на канализационных очистных сооружениях, возможности внедрения новых технологий очистки в связи с появлением новых видов загрязнений или повышением требований к качеству очистки стоков. Основными рисками системы организованного стока, приводящими к повышенному загрязнению водного объекта, являются аварии на канализационных сетях, приводящие к попаданию значительных объёмов неочищенных стоков в русло реки, и залповые сбросы высокотоксичных веществ в систему канализации промышленными предприятиями. Это приводит к гибели активного ила на биологической ступени очистки воды сооружений. В результате неочищенные сточные воды города поступают в водный объект.

Неорганизованный сток городов оказывает значительное негативное воздействие на экосистему реки, поскольку приводит к залповым выносам загрязнений с территории города, особенно в период бурного таяния снега весной и при сильных ливнях в летне-осенний период. Кроме того, усугубляет ситуацию сильное загрязнение малых рек, протекающих по территории городов, которые, по сути, превратились в сточные каналы и ускоряют вынос загрязняющих веществ в русло р. Вятки.

Среди городов среднего течения р. Вятки наибольшее количество отраслей производства представлено в г. Кирове (табл.). Практически все жидкие отходы предприятий областного центра поступают в городскую систему канализации и, разбавляясь бытовыми стоками, транспортируются по канализационным коллекторам на Городскую станцию аэрации, где проходит механическая,

биологическая очистка и обеззараживание сточных вод. Баланс промышленных и бытовых стоков в г. Кирове за последние 20 лет изменился кардинальным образом и составляет 30% стоков от промышленных предприятий и 70% бытовых стоков от населения города. В советский период данные величины были обратно пропорциональны. Главным образом это связано со снижением промышленного производства и реализацией предприятиями ресурсосберегающих программ. В настоящее время на станции ежедневно очищается порядка



180 тысяч кубометров загрязненных вод.

г. Слободской    г. Кирово-Чепецк    г. Киров    г. Орлов    г. Котельнич

Рис. 2. Объем очищаемых сточных вод в среднем течении р. Вятки, тыс. м куб. в сутки (расчетные данные)

Таблица

**Отрасли промышленного производства городов среднего течения р. Вятки**

Города	Отрасли
Киров	Машиностроение и металлообработка Энергетика Химическая и нефтехимическая промышленность Деревообрабатывающая Пищевая промышленность Металлургия Промышленность строительных материалов Производство кожевенных и меховых изделий
Кирово-Чепецк	Химическая Энергетика Машиностроение Промышленность строительных материалов Деревообрабатывающая Пищевая промышленность
Слободской	Деревообрабатывающая Пищевая промышленность Машиностроение Производство меховых изделий
Котельнич	Пищевая промышленность Деревообрабатывающая Машиностроение Химическая промышленность
Орлов	Деревообрабатывающая Пищевая промышленность

В г. Кирово-Чепецке представлены различные отрасли производства, но ведущими градообразующими являются предприятия химической отрасли «Завод минеральных удобрений» и завод «Полимер», образованные при реструктуризации Кирово-Чепецкого химического комбината им. Константинова. За период деятельности этого промышленного гиганта в припойменной территории р. Вятки были накоплены отходы производства его деятельности и в пик весеннего паводка может происходить вторичное загрязнение аммонийным азотом и другими загрязняющими веществами речной воды (Кантор и др., 2012). Это ставит под угрозу водоснабжение г. Кирова, поскольку водозабор города располагается в 30 км ниже по течению от данного источника загрязнения.

Промышленные предприятия малых городов (Слободской, Котельнич, Орлов) также сбрасывают свои стоки в систему городской канализации. Смешанный сток проходит очистку на канализационных очистных сооружениях и поступает в р. Вятка.

Участок р. Вятка от г. Слободского до г. Кирова входит во II пояс зоны санитарной охраны Кировского водозабора и испытывает большую техногенную нагрузку предприятий г. Слободского, г. Кирово-Чепецка и Нововятского района г. Кирова. Также большое влияние на качество реки оказывают неорганизованные ливневые и талые воды, поступающие с территорий улиц городов и промышленных предприятий.

По данным АУ «Вятский научно-технический информационный центр мониторинга и природопользования» качество воды р. Вятки в 2010 г. на рассматриваемом участке, в основном, оценивается как 3–4 класс («умеренно-загрязненная» – «загрязненная»).

Третий класс качества («умеренно загрязненная») воды р. Вятка отмечается в большинстве створов, расположенных в границах городов Слободского, Кирово-Чепецка и Нововятского района г. Кирова, где сбросы сточных вод поступают непосредственно в р. Вятку.

Четвертый класс загрязнения воды р. Вятки отмечался в Слободском районе выше и ниже сброса сточных вод городского водоканала, также выше и ниже устья р. Чумовица в Нововятском районе г. Кирова. Наибольшие концентрации по ХПК, как и в прошлые года, зафиксированы в створах выше и ниже сброса водоканала г. Слободской.

Во всех створах, где проводились наблюдения, отмечается повышенное содержание железа, природный фон которого на территории Кировской области превышает установленные значения ПДК. Превышение допустимых концентраций находится в диапазоне от 1,09 до 9,58 ПДКр.х.

Превышение по меди растворенной в поверхностной воде р. Вятки встречается на участке водопользования ЗАО «Ново-Вятка» выше и ниже устья реки Чумовицы, а также превышение по меди отмечается в створах водоканала г. Кирово-Чепецка выше и ниже Ивановской протоки. Наряду с этим в створах ОСП Кировской ТЭЦ-3 выше и ниже Ивановской протоки ежеквартально регистрируется превышение по алюминию растворенному.

Превышения предельно допустимой концентрации по содержанию фенолов на низком уровне фиксировалось в створах предприятий г. Слободского, ниже Ивановской протоки водоканала г. Кирово-Чепецка.

Содержание азота аммонийного в большинстве створов соответствует низкому уровню загрязнения или его содержание не превышает ПДКр.х.

В створах ООО «Нововятской УК» как выше, так и ниже сброса ежеквартально отмечается превышение допустимой концентрации по формальдегиду.

На условном участке среднего течения р. Вятки от г. Кирова до г. Котельнича основное влияние на качество воды в реке оказывают водоканалы городов Киров, Орлов, Котельнич и кожевенно-обувные предприятия п. Вахруши, а также поверхностный ливневой сток с территорий предприятий и улиц г. Кирова.

Качество воды р. Вятки в контрольном створе водоканала г. Кирова оценивается 4 классом – «загрязненные воды». В фоновом створе качество воды оценивается 3 классом «умеренно загрязненных вод». В фоновом створе превышение на низком уровне фиксируется по железу, БПК, ХПК, алюминию и марганцу. В поверхностных водах ниже выпуска сточных вод средний уровень загрязнения отмечается по азоту нитритов, фосфатам, БПК и ХПК. Низкий уровень загрязнения отмечается по азоту аммония, нефтепродуктам, железу, марганцу, алюминию.

В среднем течении реки Вятки основным загрязнителем являются сточные воды водоканала г. Котельнича. Выпуск с биологических очистных сооружений г. Котельнича расположен за пределами населенного пункта в р. Вятка с правого берега на 531 км от устья. В сточных водах предприятия водоканала в 2010 г. отмечается превышение по содержанию азота аммонийного, азота нитритов, нефтепродуктам, железу. Дополнительно в перечень загрязняющих веществ в 2010 г. вошли органические вещества, выраженные в ХПК и БПК.

По данным наблюдений водоканала г. Котельнича в местах водопользования реки Вятки отбираются пробы воды для определения в них железа растворенного, органических веществ, выраженных в ХПК, нефтепродуктов, фенолов и азота аммония.

Качество поверхностной воды р. Вятки в фоновом створе водоканала г. Котельнич оценивается как 3 класс – «умеренно загрязненная». В контрольном створе качество улучшается в пределах 3 класса (Отчет ведения . . . , 2010).

Анализ данных по очистке контролируемого стока городов среднего течения р. Вятки свидетельствует что, выполняя свою функцию по защите водного бассейна, они не достигают современных нормативов очистки сточных вод по целому ряду показателей. Главная проблема кроется в том, что изначально сооружения городов были спроектированы и построены для очистки стоков с менее жесткими требованиями. Для достижения современных требований необходима перестройка технологии очистки с реконструкцией сооружений. В ближайшие годы на городской станции аэрации г. Кирова будет реализован проект с внедрением технологии ацидофикации с целью доведения очистки стоков до нормативных значений по соединениям азота и фосфора.

Очевидно, что поверхностный сток городов несет значительное загрязнение р. Вятки и он будет усиливаться в связи с увеличением количества автомобильного транспорта в городах. Поэтому для снижения техногенной нагрузки в среднем течении р. Вятки необходимы гидротехнические работы по регулированию поверхностного стока и строительство сооружений по очистке ливневых сточных вод во всех городах, расположенных на берегах р. Вятки – главного питьевого источника Кировчан.

#### Литература

Лаппо Г. М. География городов. Учеб. пособие для геогр. ф-тов вузов. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1997. С. 43, 134.

Оценка численности постоянного населения по муниципальным образованиям Кировской области на 1 января 2012 года / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Кировской области. Официальный сайт.

[http://kirovstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/kirovstat/ru/municipal\\_statistics/main\\_indicators/](http://kirovstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/kirovstat/ru/municipal_statistics/main_indicators/)

Кантор Г.Я. Дабах Е.В., Кантор Е.В. Особенности водообмена между грунтовыми и поверхностными водами после весеннего половодья в пойме р. Вятки в районе г. Кирово-Чепецка. – Киров: Материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 2012. С. 23

Отчет ведения территориального мониторинга водных объектов в Кировской области в 2010 г. / АУ «Вятский научно-технический информационный центр мониторинга и природопользования». Киров, 2010.

### **ИЗУЧЕНИЕ НАКОПЛЕНИЯ ОБЩЕГО ФОСФОРА В ЛИШАЙНИКЕ ГИПОГИМНИЯ ВЗДУТАЯ И ХВОЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТА УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ В пос. МИРНЫЙ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*С. В. Мергасова<sup>1</sup>, С. Ю. Огородникова<sup>1,2</sup>, Е. А. Домнина<sup>1</sup>*

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

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

*ecolab2@gmail.com*

В Кировской области расположено ряд техногенных объектов, которые представляют потенциальную опасность для природных систем. Объект по уничтожению химического оружия в пос. Мирный Кировской области начал свое функционирование в сентябре 2006 г. На объекте ведется уничтожение фосфорсодержащих отравляющих веществ (зарин, зоман, Vх). В ходе функционирования объекта в окружающую среду могут поступать продукты разложения химического оружия, к числу которых относится оксид фосфора (Ашихмина, 2002).

Фосфор – один из важнейших биогенных элементов, необходимых для жизнедеятельности всех организмов. Анион фосфорной кислоты является «физиологическим», общее токсическое действие ее солей на растения возможно лишь при весьма высоких дозах. Известно, что растительные объекты могут накапливать в клетках различные вещества, содержащиеся в окружающей сре-

де. Лишайники представляют своеобразную группу симбиотических организмов, которые все питание они получают из воздуха, атмосферных осадков и пыли и способны аккумулировать различные поллютанты, в том числе и фосфорсодержащие соединения.

Хвоя сосны так же является хорошим аэрогенным биоиндикатором, так как обладает эффективным поглощением субмикронных аэрозолей за счет механизмов диффузионного осаждения в подустьичных полостях и воздушных каналах межклетников мезофилла внутри листовой пластинки.

Целью работы было изучить накопление фосфора в эпифитном лишайнике гипогимния вздутая (*Hypogymnia physodes* L. Nyl.) и хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на пробных площадках мониторинга, расположенных в районе размещения объекта уничтожения химического оружия в пос. Мирный Кировской области.

Пробы лишайников и хвои сосны отбирали на участках соснового леса, расположенных в разных сторонах горизонта, и на разном удалении от объекта уничтожению химического оружия. В мае 2011 и 2012 гг. с 9 и 17 пробных площадок мониторинга (ППМ) соответственно нами была отобрана для анализа хвоя сосны обыкновенной и с 8 ППМ – талломы эпифитного лишайника гипогимния вздутая.

Содержание общего фосфора в лишайниках и хвое сосны определялось фотометрическим методом. Сущность метода заключается в минерализации пробы способом сухого озоления с образованием солей ортофосфорной кислоты и последующим фотометрическим определением фосфора в виде окрашенного в желтый цвет соединения – гетерополикислоты, образующегося в кислой среде в присутствии ванадат- и молибдат ионов (ГОСТ 26657-97).

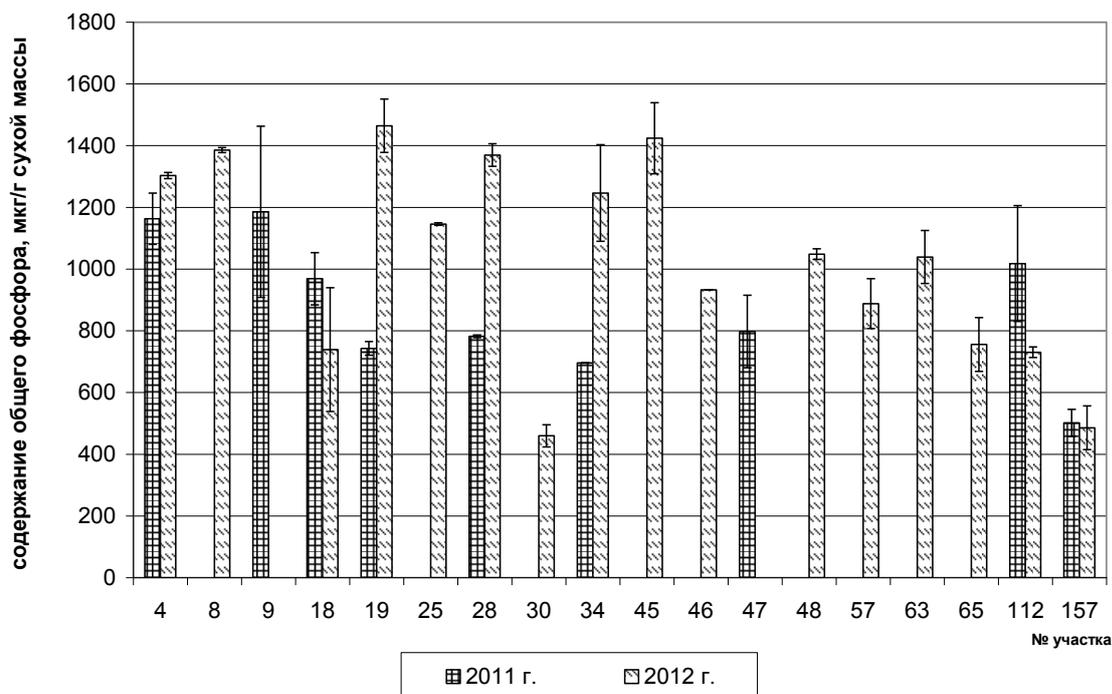


Рис. 1. Содержание общего фосфора в хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.)

На основании проведенных в 2011 г. исследований установлено, что содержание общего фосфора в хвое сосны варьировало в пределах 501,3–1185,6 мкг/г сух. м. (рис. 1). Максимальная концентрация фосфора выявлена в хвое сосны, отобранной на ППМ 4 и 9, расположенных вблизи объекта. Минимальные количества фосфора в хвое отмечены на ППМ 19, 34, 157.

В 2012 г. содержание общего фосфора в хвое сосны находилось в пределах от 459,4 до 1464,2 мкг/г сух. м. Максимальные концентрации фосфора в хвое сосны выявлены в пробах, отобранных на участках 4, 8, 19, 28 и 45, расположенных на небольшом расстоянии от объекта. Минимальное количество фосфора в хвое отмечено на ППМ 30, 112 и 157.

Сравнение данных содержания общего фосфора в хвое сосны обыкновенной в 2012 году с результатами 2011 года показывает, что минимальные концентрации фосфора наблюдаются на участке удаленном от объекта – 157, а максимальные показатели на участках наиболее приближенных к объекту – 4, 9, 8, 18, 19.

Определено накопление общего фосфора в талломах лишайника *Hypogymnia physodes* в 2011–2012 гг. (рис. 2). Установлено, что в 2011 г. содержание фосфора в талломах лишайников было выше, по сравнению с 2012 г. Пробы лишайников отбирали в мае 2011 г. Повышенное накопление фосфора, по-видимому, связано с климатическими особенностями лета 2010 г., когда в течение длительного времени была высокая температура, отсутствовали осадки и происходило накопление загрязняющих веществ в слоевище. По данным за 2 года исследований выявлено, что наибольшее накопление фосфора наблюдались в лишайниках, отобранных на участках 4, 9, 47, наименьшее – на участках 19, 47, 157.

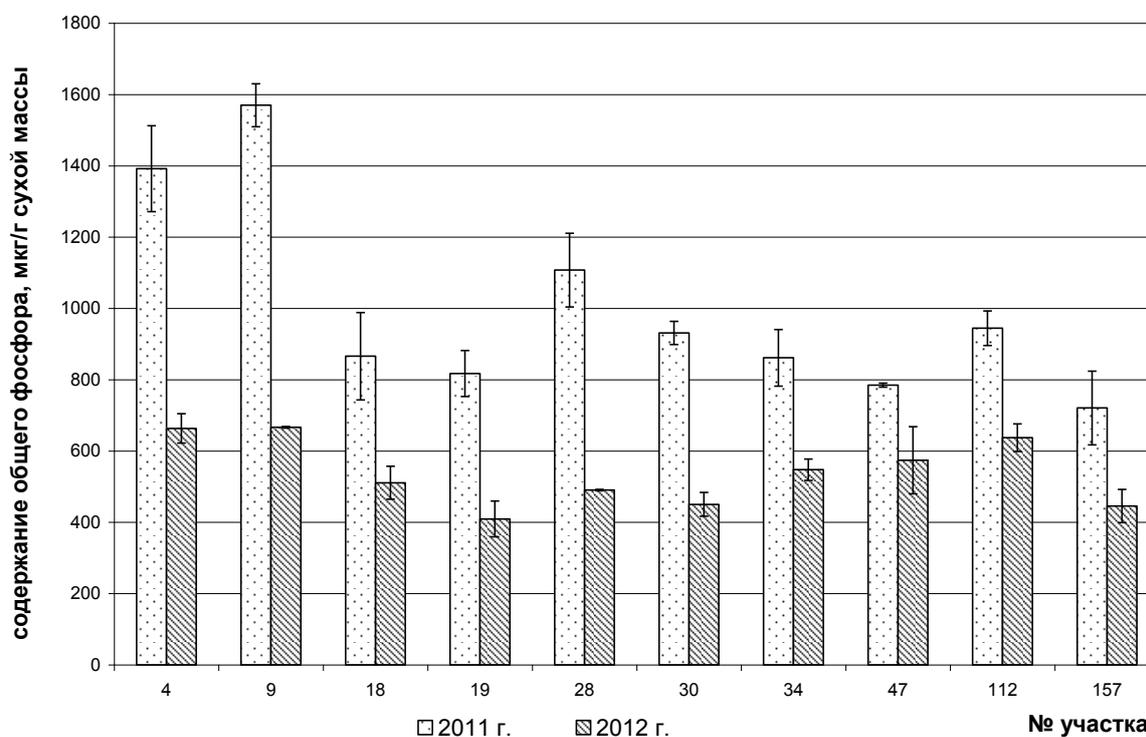


Рис. 2. Содержание общего фосфора в лишайнике *Hypogymnia physodes*

При сравнении данных по содержанию фосфора в хвое сосны обыкновенной и в талломах лишайника гипогимния вздутая за 2011–2012 гг., выявлены следующие закономерности: на ППМ 157 отмечено наименьшее содержание фосфора; на участках наиболее приближенных к объекту (4, 9, 18) наблюдаются максимальные концентрации общего фосфора в изученных растительных объектах.

В лишайниках, в отличие от хвои сосны, отмечено снижение содержания фосфора за период 2012 г. по сравнению с 2011 г. Это может быть связано с физиологическими особенностями лишайников, которые получают питательные вещества из воздуха, кроме того, засушливое лето 2010 г. могло повлиять на повышенное накопление в талломах поллютантов. По результатам проведенных исследований выявлено увеличение содержания общего в талломах лишайника *Hypogymnia plisodes* (L.) Nyl. и хвои сосны фосфора по мере приближения к источнику загрязнения.

#### Литература

Ашихмина Т.Я. Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия. Киров: Вятка, 2002. 544 с.

ГОСТ 26657-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора. 1997. 11 с.

### ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА В ПОЧВАХ В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТА УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ В пос. МИРНЫЙ

*О. А. Филёва*

*Вятский государственный гуманитарный университет*

Почва является сложной многофазной системой, которая выполняет разнообразные функции в биосфере. В почве протекают биологические, биохимические и физико-химические процессы, она служит средой жизни. Почва является депонирующей средой, где происходит накопление различных поллютантов, поступающих в окружающую среду в ходе хозяйственной деятельности. В почве загрязняющие вещества могут сорбироваться почвенными частицами, связываться органическим веществом почв, разлагаться под действием редуцентов. Наиболее опасными загрязнителями почв являются тяжелые металлы, нефтепродукты, пестициды. Помимо токсичных поллютантов в почву могут поступать и соединения, необходимые для жизнедеятельности растений, в состав которых входят биогенные элементы. Повышение уровня данных соединений в почве служит индикатором техногенного загрязнения почв.

В Кировской области расположен объект уничтожения химического оружия (ОУХО) в пос. Мирный, где ведется уничтожение фосфорсодержащих отравляющих веществ. В ходе функционирования ОУХО в окружающую среду могут поступать соединения фосфора в виде метилфосфонатов, фосфатов (Ашихмина, 2002).

Целью работы было – изучить содержание подвижного фосфора в почвах в районе расположения ОУХО.

Пробы почв были отобраны в летний период 2011–2012 гг. на ключевых участках экологического мониторинга в санитарно-защитной зоне и в зоне защитных мероприятий ОУХО специалистами лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ. Для данной территории характерны среднеподзолистые песчаные (участки 4, 9, 19, 18, 28, 34) подзолистые песчаные (участок 30), подзолистые глеевые супесчаные (участок 157) и слабоподзолистые песчаные (участок 112), дерново-подзолистые почвы (участок 57). Для анализа отбирали верхний горизонт почв, глубина отбора 0–5 см. В почвах определено содержание подвижного фосфора по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207-91).

Содержание подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) в почвах в 2011 г. составляло 5–95 мг/кг. Разные типы почв отличались по содержанию подвижного фосфора. Наименьшее количество фосфора отмечено в подзолистых песчаных почвах 5–29 мг/кг. Самое высокое содержание подвижного фосфора выявлено в почве, отобранной на участке 57 (дерново-подзолистая почва). В пробах почвы, отобранных 2012 г. содержание подвижного фосфора составляло 8–125 мг/кг. Как и в 2011 г., в 2012 г., минимальное количество фосфора отмечали в подзолистых почвах, максимальное – в дерново-подзолистых (участок 57).

На рис. 1, 2 приведены данные по содержанию подвижного фосфора в почвах в 2011–2012 гг. Уровень подвижного фосфора в почвах, отобранных на участках, находящихся на разном удалении от ОУХО, за 2011–2012 гг. изменяется по-разному. Можно выделить ряд участков, где содержание подвижного фосфора в почве достаточно стабильно: 9, 18, 34, 112, 157. В почвах, отобранных на участках 19, 30, 47 происходит возрастание количества подвижного фосфора в 3–7 раз. Наиболее удаленными участками от ОУХО являются 112 и 157, в почвах, отобранных на данных участках, уровень подвижного фосфора по годам варьировал в пределах 30%. Существенное возрастание подвижного фосфора в почвах на участках 19, 30, 47, по-видимому, связано с поступлением фосфатов в почву в ходе деятельности ОУХО.



Рис. 1. Содержание подвижного фосфора в подзолистых песчаных почвах

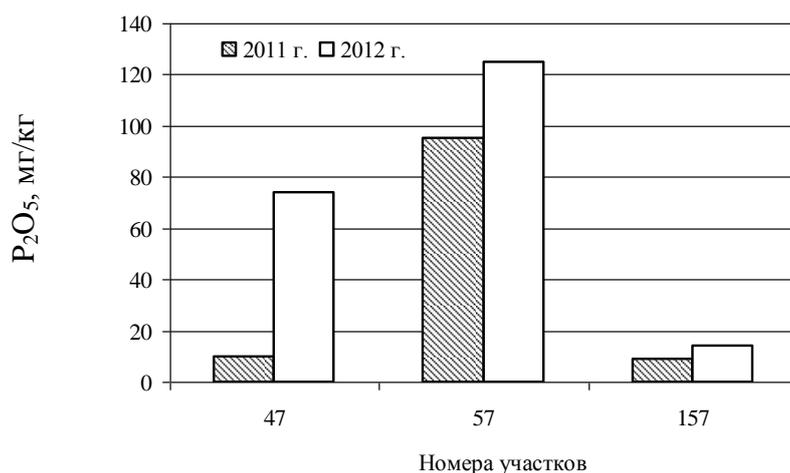


Рис. 2. Содержание подвижного фосфора в подзолистых глеевых и дерново-подзолистых почвах

### Литература

Ашихмина Т. Я. Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия. Киров: Вятка, 2002. 544 с.

Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. М.: Издательство стандартов, 1992.

## КОМПЬЮТЕРНЫЙ ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ РАСТЕНИЙ С КЛАССИФИКАТОРОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

**В. В. Рутман<sup>1</sup>, Г. Я. Кантор<sup>1,2</sup>**

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

<sup>2</sup> Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,  
*ecolab@vshu.kirov.ru*

Современная эпоха характеризуется повсеместным распространением информационных технологий, проникающим практически во все сферы человеческой деятельности. Научные исследования и образовательный процесс сегодня немыслимы без использования самого разнообразного программного обеспечения – от универсальных офисных программ до узкоспециальных программных продуктов и информационных систем.

Хотя для поддержки экологических исследований и экологического образования создано большое количество компьютерных программ, задачу комплексной информатизации этой сферы деятельности никоим образом нельзя считать решенной, так что создание и модернизация программных продуктов для экологии в самом широком смысле этого термина никогда не потеряет своей актуальности.

Стремительное совершенствование аппаратных средств (появление новых мобильных устройств – планшетных компьютеров, смартфонов и т. д.) ставит задачи разработки разнообразных прикладных программ, которыми можно было бы пользоваться непосредственно в условиях проведения полевых работ. Описываемая в данной статье разработка относится к программным продуктам,

которые могут использоваться как в полевых условиях при проведении ботанических (в частности, геоботанических) исследований, так и при камеральной обработке результатов полевых работ.

Для экологической оценки какого-либо необходимо выполнить описание климата, рельефа местности, почв и биоты. Основной частью биоты являются растения, так как они являются основой биогеоценозов, и по растениям можно судить о состоянии данного природного объекта. Здесь важен не только количественный, но и видовой состав растительности. Для выявления видов, произрастающих на данной территории, используются определители растений. Традиционно они представляют собой книги с большим количеством текстового и графического описания растений. Использование книжных определителей в полевых условиях значительно затрудняет работу и приводит к быстрому износу бумажного носителя информации.

Нами был разработан компьютерный аналог бумажного определителя растений. Он удобен как для использования на портативных компьютерах, во время полевых исследований, так и для камерального определения взятых образцов и гербариев. Данная программа позволяет выявлять классифицировать растения по отношению к определенным экологическим группам, соответствующим среде обитания, в которой они произрастают. Определитель растений подходит для всех ЭВМ с операционной системой Windows.

В качестве программной платформы для создания подобного программного проекта была выбрана операционная система Microsoft Windows как наиболее распространенная на повсеместно используемых IBM-совместимых компьютерах. Главным требованием к графическому интерфейсу программы была его простота и интуитивная ясность даже для непрофессионального пользователя. Из большого множества инструментов программирования был выбран объектно-ориентированный алгоритмический язык высокого уровня Object Pascal в интегрированной среде разработки Borland Delphi. В качестве основного источника информации использовался атлас-определитель сосудистых растений таежной зоны Европейской России (Скворцов, 2000).

Данная программа реализует не только возможность определения основных таксонов определяемого растения, но также позволяет выявить отношение растения к различным условиям окружающей среды – экологическим факторам, элементам среды, непосредственно влияющим на растения. Экологическая шкала представляет собой список видов и уровни отношения каждого вида к различным абиотическим факторам окружающей среды: свету, теплу, влаге, кислотности почв и др. По шкале определяется оптимум растения для каждого фактора, и совокупность оптимумов для всего флористического списка является экологической характеристикой местообитания.

Проект представляет собой программный пакет, состоящий из исполняемого файла и двух папок, в которых расположены графические и текстовые файлы, которые загружаются программой по мере надобности.

После запуска программы на 1,5 секунды показывается заставка, после чего отрывается главное окно программы, из которого можно начать определение семейства исследуемого растения. Если семейство очевидно или определе-

но, то можно определить род и вид растения. Помимо родового и видового названия на русском и латинском языках, выдается информация об экологических группах, к которым относится растение, и изображение растения с выделением его характерных признаков. В качестве шкалы экологических характеристик растений используется серия шкал Д. Н. Цыганова.

После нажатия на кнопку «Определить семейство», программа задает пользователю ряд вопросов, касающихся строения и морфологии определяемого вида, в итоге определяется семейство по вегетативным и генеративным признакам. После определения семейства определяются род и вид. Для этого нажимается кнопка «Запуск», после чего в двух текстовых полях появляются альтернативные описания растения. В нижней части окна, нужно выбрать верное утверждение и нажать «Далее». Появятся следующие два альтернативных утверждения и т. д., пока не определятся род и вид. При этом открывается окно с русским и латинским названиями вида растения и его изображение. Если при поиске была допущена ошибка, то по кнопке «Назад» можно вернуться к предыдущему шагу. Ошибочный выбор ответа при этом не учитывается. В итоге в верхнем текстовом поле появятся русское и латинское видовые названия, а также описание растения. Для определения растения, принадлежащего к другому семейству, или другого растения из этого же семейства нужно выбрать семейство и нажать кнопку «Перезапуск». Если семейство то же самое, то перед перезапуском выбирать семейство не нужно.

На рисунках 1–3 приведены примеры экранных форм программы в различных режимах её работы.

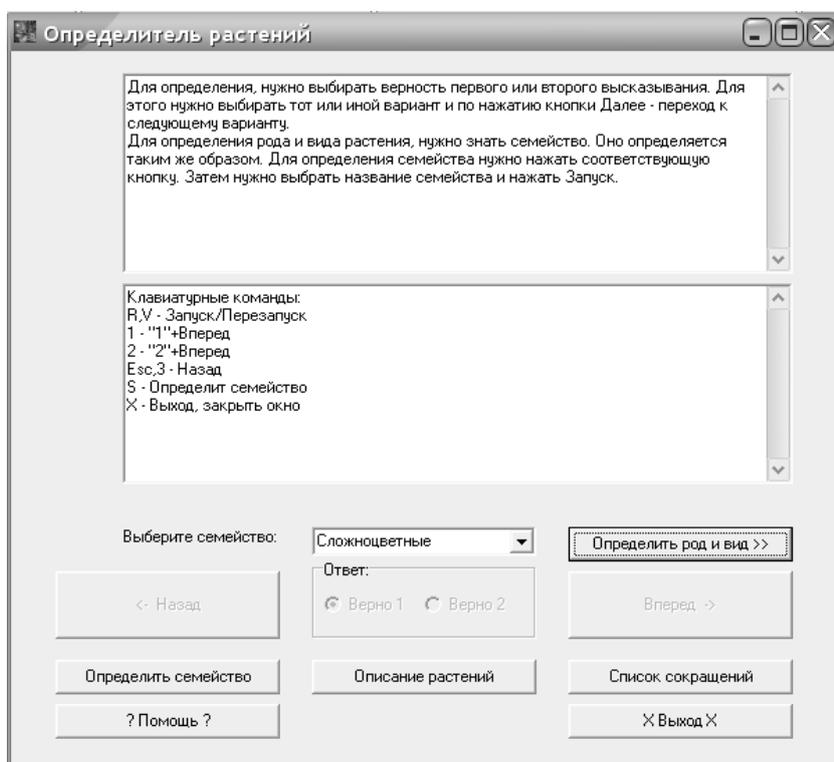


Рис. 1. Начальная форма электронного определителя растений

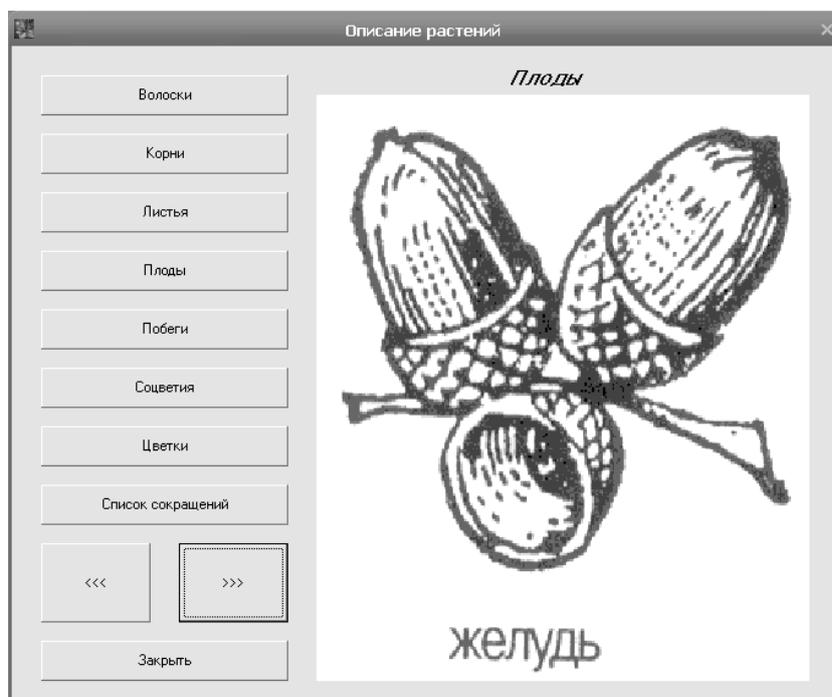


Рис. 2. Иллюстрированный справочник по морфологии растений

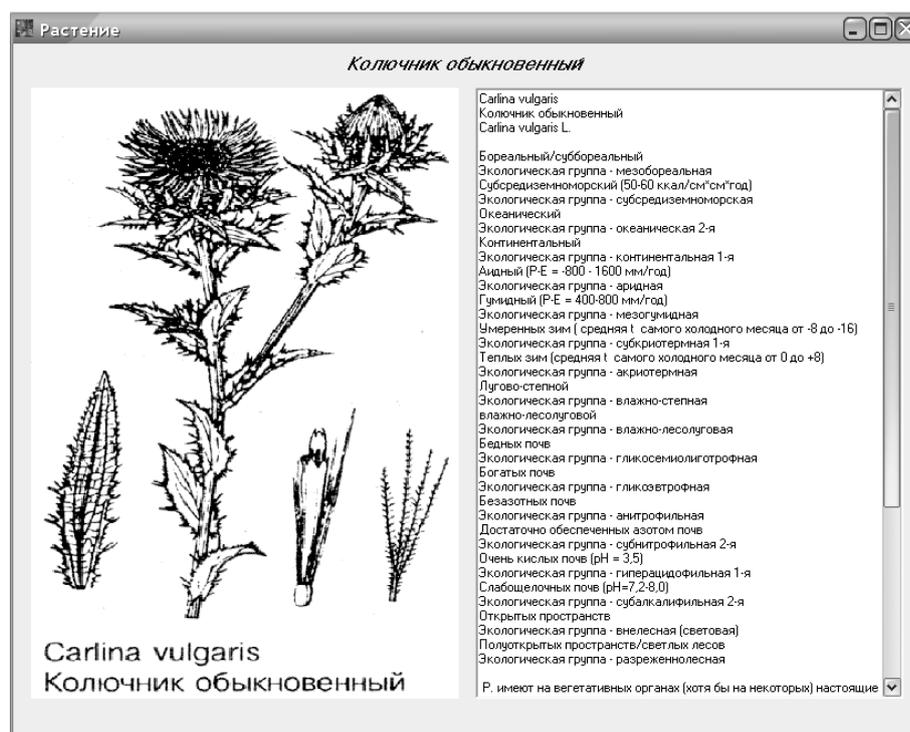


Рис. 3. Результат определения вида

### Литература

- Архангельский А. А. Программирование в Delphi 7. М.: Бинوم, 2003. 1152 с.
- Могилев А. В., Пак И.Н., Хеннер Е. К. Информатика: учеб. пособие для студ. пед. вузов / Под ред. Е. К. Хеннера. М.: Академия, 2003. 816 с.
- Скворцов В. Э. Атлас-определитель сосудистых растений таежной зоны Европейской России: определитель по генеративным и вегетативным признакам, региональные списки редких и охраняемых видов. М.: Гринпис России, 2000. 587 с.
- Цыганов Д. М. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 195 с.

## СЕКЦИЯ 5 СОЦИАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ. КУЛЬТУРА. ОБРАЗОВАНИЕ

### О СООТНОШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ РАЗВИТИЯ

*Н. А. Бурков*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
Общественная палата Кировской области,  
kaf\_eco@vshu.kirov.ru*

Одной из причин трудностей в принятии решений, касающихся использования природных ресурсов часто является отсутствие ясности в понимании соотношения между экономикой и экологией, точнее, между экономической и экологической составляющими социального развития. Между тем, такое понимание является принципиально важным как для формирования научной парадигмы социального развития, так и для решения сугубо практических экономических задач.

И в теории и на практике часто возникает вопрос о выборе приоритета между решением экономических задач и охраной природы. Практика решения таких коллизий общеизвестна: приоритет экономике и остаточный подход к решению экологических проблем. Это часто объясняется непониманием экологических проблем или недоброй волей отдельных лиц. На самом деле неразрешимости эколого-экономического противоречия есть более фундаментальные объяснения.

В попытке найти ответ на этот вопрос мы опираемся на труды Н. Ф. Реймерса (1994); Т. А. Акимовой, В. В. Хаскина (2006), Д. Медоуза и др. (1994), В. Г. Горшкова (1995). Исходным утверждением при этом является необходимость удовлетворения потребностей человека как биосоциального существа.

В рамках социальной экологии классическая формула «организм и среда», приобретает значение, что «организмом» служит все многообразие людей, их групп и человечество в целом, а средой – все природные и социальные процессы, явления и объекты.

*В этом смысле потребности человека – это система его требований к окружающей его среде, включая других людей.*

Существует множество классификаций потребностей людей. В настоящее время основной считается классификация потребностей, предложенная американским психологом А. Маслоу. Он выделяет пять групп потребностей: физиологические, безопасности, причастности (к коллективу, обществу), признания и самореализации (самовыражения). Эти группы составляют иерархическую структуру, т. е. предполагается, что потребности удовлетворяются последова-

тельно в том порядке, в котором они перечислены. Такую схему обычно изображают в виде пирамиды или лестницы потребностей.

Потребности можно подразделить на естественные и культурные. Первые из них запрограммированы на генетическом уровне, а вторые формируются в процессе общественной жизни.



Рис. Потребности человека

Природа – предпосылка и естественная основа жизнедеятельности людей, формирующая группу *естественных потребностей*.

Большинство естественных потребностей – это одновременно первичные, элементарные, необходимые для всех людей потребности, сравнительно мало зависящие от социальной организации, уровня экономического развития общества или географической, расовой или этнической принадлежности. К числу таких потребностей относятся потребности в чистом воздухе, воде, пище, пространстве, которые принято называть экологическими. Совокупность физико-химических и биологических показателей определяет *качество окружающей среды*.

Когда скорость изменения качества окружающей природной среды превышает приспособительные возможности организма человека, тогда наступают патологические явления, ведущие, в конечном счете, к гибели людей. В связи с этим возникает необходимость соотнесения темпов изменения окружающей среды с адаптационными возможностями человека и человеческой популяции, определения допустимых пределов их воздействия на биосферу, исходя из допустимых границ ее изменения.

Известно, что качество окружающей человека среды формируется главным образом за счет двух механизмов:

- биотической регуляции как деятельности всех живых существ в биосфере, обеспечивающей действие системного принципа Ле Шателье-Брауна;
- антропогенных изменений окружающей среды на глобальном, региональном, местном уровнях.

Причем, антропогенные воздействия на биосферу имеют пределы, за которыми она выходит из «нормального», квазистационарного состояния. Экологическим пределом такого воздействия является потребление человеком порядка единиц процентов первичной биологической продукции глобальной биоты. Отсюда следует, что *экологическая составляющая социального развития призвана обеспечить первичные естественные потребности человека за счет сохранения естественных экосистем биосферы в объеме, достаточном для выполнения ими средорегулирующей функции.*

За первичными следует огромное количество самых разнообразных вторичных человеческих потребностей. Далеко не все они имеют экологическое значение.

*Вторичные потребности человека, особенно удовлетворяемые товарами, потенциально безграничны.* Эту особенность и эксплуатирует современная экономика, развиваясь почти исключительно за счет сферы вторичных потребностей и всячески стимулируя расширение этой сферы. Одним из производственных факторов экономики которой является «природа». В начале нашего века каждый землянин в среднем в год потреблял 50 т. горной массы, 800 т. воды, которые с помощью 2,5 кВт энергии превращались в конечную продукцию и огромные массы отходов, отравляющих биосферу. Таким образом, социальные корни противоречия между экономическим развитием, направленным на удовлетворение постоянно растущих вторичных потребностей людей, с одной стороны, и экологическими требованиями, исходящими из стабильности качества окружающей среды, кроются в системе потребностей человека и механизмах их социальной регуляции. Экономическая и экологическая составляющие развития обслуживают различные потребности людей, и в рамках существующей социально-экономической системы и потребительской парадигмы развития несовместимы.

Другим объяснением такой несовместимости является фундаментальный закон природы.

Каждый отдельный человек стремится сохранить свою среду обитания, а вместе они действуют уничтожающе разрушительно. Происходит это потому, что, исходя из второго начала термодинамики, перефразированного для больших открытых систем в форме «любая (неограниченно растущая) система может развиваться только лишь за счет (деструкции) окружающей ее среды», экономическое (и любое другое) развитие человечества возможно при неременном условии постепенного разрушения окружающей его природы. В этом смысле *экономика, основанная на принципе расширенного экстенсивного производства, всегда противостоит сохранению природы.* Чем интенсивнее потребление естественных ресурсов и больше доля их изъятия из природы, тем значительнее нарушение окружающей человека природной среды - экосистем и геосистем.

Н. Ф Реймерс отмечает, что в пределах относительно коротких интервалов времени по сравнению с индивидуальными сроками существования организма, вида негэнтропийные процессы могут преобладать или находиться в равенстве с энтропией. Однако такое явление ограничено во времени и пространственно. Принцип «что-то всегда за счет чего-то» сохраняется неукоснительно. Кажущиеся пренебрежимо малыми изменения в среде, происходящие при негэнтропийном развитии относительно небольшого объекта игнорируются нами из-за кратковременной несущественности, но постепенно накапливаются во времени и пространстве до качественного сдвига, воспринимаемого в мире живой природы как старение системы, а в соотношении природы и человека как экологический кризис.

Следовательно, пока развитие антропосистемы неизбежно разрушает природную среду, можно рассчитывать лишь на относительно кратковременные (в историческом масштабе времени) негэнтропийные успехи. Именно этот факт сближает цели экологии и экономики, эксплуатации и охраны природы. Поэтому вопрос: что же важнее: экономическое развитие или сохранение природы является некорректным. Стремление лишь к экономическим целям ведет к ускорению нарастания энтропии и к экологической катастрофе. Если бы попробовали нацело законсервировать всю природу, то экономическое развитие остановилось бы. Более того, мы должны были бы перестать есть, пить, дышать, т. е. вычеркнули бы себя из текста природы. *Следовательно, не «что важнее», а в каких пропорциях с энтропийной динамикой среды должно идти экономическое развитие с тем, чтобы давление человечества на природу не превышало границ, за пределами которых биосфера выводится из устойчивого состояния вследствие нарушения регуляторных механизмов, а качество окружающей среды становится несовместимым с жизнью биологических видов.*

Следствием отмеченных причин является устройство и принципы функционирования экономики и обслуживающей ее экономической теории.

В основе парадигмы современной экономики лежит концепция экономического роста, традиции макроэкономики закладывались в эпоху, когда общее воздействие человеческой деятельности на окружающую среду не превышало границ устойчивости природных систем. Сейчас ситуация другая: по многим параметрам антропогенная нагрузка превысила предел устойчивости природных комплексов и экосферы в целом. Ситуация требует *смены парадигмы экономики – образа ее структуры и функционирования.* Необходим переход на новую ступень материальной культуры, совместимой с уже оскудевшим природным потенциалом планеты.

Можно отметить следующие причины нечувствительности современной экономики и обслуживающей ее экономической теории к экологическим проблемам, среди которых можно отметить следующие.

1. *Отсутствие экологических регламентов экономического развития.* Традиционная парадигма экономики основана на ресурсной концепции развития, которая рассматривает нашу планету в основном как источник ресурсов. Главной целью такой концепции является постоянный экономический рост без учета возможностей природных систем, главным объектом управления - эконо-

мическая система, критерии оптимизации которой не согласуются с целями сохранения экологических систем.

## 2. *Непонимание необходимости смены объекта управления.*

Необходима смена самого объекта экономической теории: переход от экономической системы к эколого-экономической системе (ЭЭС). Тогда основными критериями оптимизации системы станут соразмерность, сбалансированность природных и производственных потенциалов в ЭЭС. С помощью ЭЭС макроэкономика человеческого хозяйства может быть вписана, включена в экономику природы Земли. Смена объекта управления потребует пересмотра целей развития.

3. *Неспособность включать труд природы в систему экономических отношений.* Одна из важнейших причин нечувствительности экономики к экологическим проблемам – это различия объектов экономики и экологии и их разные временные характеристики, разная «тактовая частота». Объектом экономики являются общественные отношения между людьми в сфере производства, обмена и распределения продукции. Объектом экологии являются отношения живых организмов их сообществ между собой и с окружающей природной средой. И хотя в обоих случаях речь идет о круговороте ценностей - производстве, обмене и потреблении веществ, энергии и информации, принципы авторегуляции и временная организация этих процессов в экономике человека и в природе очень разные.

Из всех ценностей окружающего мира политическая экономия допускала в круг экономических категорий только продукты человеческого труда. В то же время с позиций здравого смысла условия, при которых в окружающей человека среде оказывается больше солнечного света и тепла, чистой воды, свежей зелени, цветов и тишины, обладают не только повышенной «ценностью», но и вполне реальной стоимостью, хотя на наличие всего этого не был затрачен человеческий труд.

4. *«Экологическая» ошибка ВВП.* Важнейшим показателем макроэкономики является валовой национальный продукт (ВВП), т.е. рыночная стоимость всех конечных товаров и услуг, произведенных в стране в течение года. Однако на каждую единицу массы продукции производится до 10 и более единиц массы различных отходов. Если вся эта масса имела бы нулевую стоимость, то это никак не могло бы повлиять на «истинный» ВВП. Но фактически *отходы имеют отрицательную стоимость*, так как загрязняют землю, воздух, воду, пищу и тем самым уменьшают обеспеченность людей необходимыми условиями жизни, снижают их благосостояние.

Кроме того, в объем ВВП входит сумма амортизационных отчислений на обновление основных производственных фондов. Для этого учитывается амортизация сооружений и оборудования в процессе производства, *но не учитывается амортизация (ухудшение состояния) окружающей среды.* Результат тот же: ВВП завышает видимое благополучие.

5. *Сохранение традиционных целей развития экономической системы.* Мировая экономика всегда имела целью обеспечение благосостояния людей за счет более полного удовлетворения потребностей. Вооружившись научными

достижениями и созданными на их основе техническими средствами, мировое хозяйство так повлияло на земную природу и окружающую человека среду, что поставило под вопрос совместимость жизни с изменившимся качеством этой среды. Уже более 40 лет существует предложенная авторами «Пределов роста» концепция нулевого роста экономики, до сих пор часто воспринимаемая как посягательство на святая святых социально – экономического развития.

Игнорирование системного подхода при выработке целей развития человечества, приобретенная в процессе развития цивилизации новая идеология, *идеология раковой клетки*, при которой реализация собственной свободы и независимости напрямую связана с отказом выполнять цели вышестоящей системы, есть системное противоречие в глобальной эколого – экономической системе. Решение системных противоречий известно: игнорирование целей надсистемы означает конец того элемента, который ее игнорирует.

### Литература

Акимова Т. А., Хаскин В. В. Экономика природы и человека. М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2006. 334 с.

Горшков В. Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни. М., 1995. 470 с.

Данилов – Данильян В. И., Лосев К. С., Рейф И. Е. Перед главным вызовом цивилизации. Взгляд из России. М.: ИНФРА – М, 2005. 224 с.

Медоуз Д. Х., Медоуз Д. Л., Рандерс И. За пределами роста: Учебное пособие. М.: Прогресс, 1994. 304 с.

Реймерс Н. Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы). М.: Россия молодая, 1994. 367 с.

## ПРИРОДОРЕСУРСНЫЕ ПЛАТЕЖИ И ИХ РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ БЮДЖЕТА КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Н. А. Бурков*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
Общественная палата Кировской области,  
kaf\_eco@vshu.kirov.ru*

Плата за природные ресурсы занимает центральное место в экономическом механизме природопользования. Научной основой взимания платы за природные ресурсы является теория природной ренты, достаточно подробно разработанная в трудах классиков экономической науки (А. Смит, Д. Рикардо, К. Маркс) и современных ученых (например, Хачатуров, 1991, Лукьянчиков, 2004; Медведева, 2003). Общее понимание ренты связано с доходом, не требующим дополнительного вложения труда и капитала, т. е. сверхдохода, превышающего среднюю по отрасли норму прибыли. Образование же ренты возникает в ходе производственной деятельности в условиях ограниченности природных ресурсов.

Вопрос распределения рентных доходов является одним из наиболее обсуждаемых в науке и практической деятельности, но в целом сводится к утверждению, что рента должна принадлежать собственнику природного ресурса. В условиях, когда таким собственником является государство, оно через механизмы платы за природные ресурсы, загрязнение окружающей среды, таможенные пошлины на экспорт, налоги изымает часть ренты в свой доход.

Несмотря на значительную долю природно-ресурсных платежей в доходах федерального бюджета, которая составляет около 26%, действующая система налогообложения является крайне неэффективной с точки зрения интересов общества и развития экономики. Она не позволяет получать природную ренту, которая вымывается из доходов государства. Суммарная величина недополученной государством ренты по некоторым оценкам составляла в начале 10-х годов около \$40–52 млрд. Это около половины бюджета страны.

Правовой основой изъятия рентных платежей является российское законодательство о налогах и сборах, природоресурсное законодательство и законодательство об охране окружающей среды. Существующие методы экономической оценки природных ресурсов, лежащие в основе ставок платежей за природные ресурсы, не обеспечивают выявление их адекватной стоимости, а процедуры взимания не обеспечиваются эффективным механизмом реализации. Это приводит к тому, что природные ресурсы перепотребляются, а развитие промышленного производства, в том числе и экологически вредного, оказывает негативное воздействие на окружающую среду. Существующие экологические платежи в форме платы за негативное воздействие на окружающую среду взимаются в размерах, не достаточных ни для финансирования государственных программ по охране окружающей среды, ни для стимулирования отказа от существующих технологий и внедрения экологически безопасного производства на предприятиях.

Интерес к изучению основ природоресурсных платежей обусловлен не только их неоднородностью и чисто научным интересом, а, в первую очередь, их значимостью как экономического регулятора обеспечения экологической безопасности и рационального использования природных ресурсов.

Комплексный характер природоресурсных платежей проявляется и в многообразии их функций, важнейшими из которых являются регулятивная, фискальная и экологическая.

С 1 января 2005 г. согласно Налоговому кодексу РФ начала действовать следующая система налогов и сборов, относящихся к природоресурсным платежам: федеральные налоги и сборы – налог на добычу полезных ископаемых, водный налог, сборы за пользование объектами животного мира и за пользование объектами водных биологических ресурсов; местные налоги и сборы – земельный налог.

К неналоговым платежам относятся плата за пользование лесными ресурсами (лесные подати, плата по договору купли – продажи лесных насаждений), плата за пользование водными объектами, платежи за пользование недрами (за исключением НДС), плата за негативное воздействие на окружающую среду.

Таблица 1

**Размер платы за природные ресурсы по Кировской области в бюджетную систему Российской Федерации  
в действующих ценах, тыс. руб.**

Вид платежа	Год						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Плата за использование лесов	286000	423900	657748,1	867715,1	542700	749 308,9	751299,0
Водный налог	52100	64000	61507	64779	50767	38 237,0	38 237,0
Плата по договору водопользования					3688,77	18091,02	20004,57
Земельный налог	189000	65000	96877	204089	362721	411 415,0	424635,0
Арендная плата за землю	552814	1003450	675776	663966	660422	749496	660633
Платежи за негативное воздействие на окружающую среду	50500	65900	74751,5	82463,8	90490,8	108 320,8	137276,8
Налог на добычу полезных ископаемых	11700	15400	27067	42892	31775	38 191,0	47016,0
Сбор за право пользования объектами животного мира	2700	3200	3454	4065	4336	4 428,0	4702
<b>Итого</b>	<b>1144814,0</b>	<b>1640850,0</b>	<b>1597180,6</b>	<b>1929969,9</b>	<b>1746900,6</b>	<b>2117487,72</b>	<b>2083803,37</b>

Таблица 2

**Плата за природные ресурсы в областной бюджет, тыс. руб.**

Вид платежа	Год						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Плата за использование лесов	-	185200	300941,6	468181,5	195500	278521,1	307694,2
Арендная плата за землю	252400	648000	257800	96900	97800	110200	104400
Платежи за негативное воздействие на окружающую среду	19800	26200	29900,6	32985,5	36196,3	43328,3	54910,7
Налог на добычу полезных ископаемых	8600	7600	12483	19324	16287	16385	18586,0
Сбор за право пользования объектами животного мира	2700	3200	3456	4052	4336	4427	4701,0
<b>Итого, тыс. руб.</b>	<b>283500</b>	<b>870200</b>	<b>604581,2</b>	<b>621443</b>	<b>350119,3</b>	<b>452861,4</b>	<b>490291,9</b>
Доля в общей сумме природоресурсных платежей, %	24,8	53,0	37,85	32,2	20,0	21,4	23,5
Доход бюджета, тыс.руб.	13054796,2	17149222,8	23052709,57	27962510,61	31046251,0	37279945,1	38603
Доля природоресурсных платежей в доходе областного бюджета, %	2,17	5,1	2,6	2,2	1,1	1,2	1,27

Нами проанализированы природно-ресурсные платежи в Кировской области и соотнесены с доходами областного бюджета за 2005–2011 гг. (табл. 1, 2). Данные об арендных платежах за земельные участки приняты по данным территориального управления Росимущества в Кировской области и департамента государственной собственности Кировской области.

Из данных таблиц вытекают следующие выводы:

1. В областной бюджет за 2005–2011 гг. поступало от 53% (2006 г.) до 20% (2009 г.) от общей суммы природоресурсных платежей в зависимости от федерального законодательства, регулирующего долю поступления в бюджеты разных уровней. В последние годы доля поступления природоресурсных платежей в областной бюджет составляет 20–23,5% от их общей суммы.

2. Доля природоресурсных платежей в доходной части областного бюджета составляла от 5,1% (2006 г.) до 1,1% (2009 г.) и имеет тенденцию к снижению, что указывает на относительное обесценивание природных ресурсов, снижение их роли в формировании бюджета и перераспределении природной ренты не в пользу публичных собственников.

3. Наиболее значимый «вклад» в формирование природоресурсных платежей в бюджетную систему вносят плата за использование лесов (от 25% в 2005 г. до 45% в 2008 г.) и плата за землю (от 40% в 2009 г. до 65% в 2006 г.).

#### **Литература**

Лукьянчиков Н. Н. Природная рента и охрана окружающей среды: Учебное пособие для студентов вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. 176 с.

Львов Д. С. Перспективы долгосрочного социально-экономического развития России // Вестник Российской Академии Наук. 2003. Т. 73, № 8, С. 675-697.

Медведева О. Е. Оценка стоимости лесных земель // Вопросы оценки. № 2. 2003. С. 2–8.

Региональные доклады «О состоянии окружающей среды Кировской области» за 2005–2011 гг.

Ялбулганов А. А. Правовое регулирование природоресурсных платежей: схемы, таблицы, анализ судебно-арбитражной практики. Система ГАРАНТ, 2009. 99 с.

<http://www.depfin.kirov.ru/ispbudget/ispb2011/otchispb/>

### **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИННОВАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА КОСМИЧЕСКИХ УСЛУГ ВЯТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГУМАНИТАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

***В. А. Титова***

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
ecolab2@gmail.com*

26 апреля 2012 г. на базе Вятского государственного гуманитарного университета был открыт Инновационно-образовательный Центр космических услуг (ИО ЦКУ ВятГГУ), оснащённый интернет-сервером с установленным специальным программным обеспечением Научно-производственной корпора-

ции «РЕКОД», 12 рабочими станциями для выполнения геоинформационных проектов и обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса.

ВятГГУ осуществляет свою деятельность на основании заключенных соглашений и договоров с Научно-производственной корпорацией «РЕКОД» (НПК «РЕКОД»), Кировским областным государственным бюджетным учреждением «Центр информационных технологий» (КОГУ «ЦИТ»), Открытым акционерным обществом «Институт территориального планирования «Кировское архитектурное, землеустроительное проектно-изыскательское предприятие» (ОАО «Кировгипрозем»).

Основными направлениями деятельности ИО ЦКУ являются:

- образовательная деятельность по подготовке, переподготовке и повышению квалификации специалистов по эффективному использованию геоинформационных систем (ГИС) и результатов космической деятельности (РКД) в интересах государственного управления, производственной деятельности, научных исследований, охраны окружающей среды, рационального природопользования, мониторинга и предупреждения чрезвычайных ситуаций, образования, здравоохранения, культуры и спорта;

- развитие инновационно-образовательной инфраструктуры использования результатов космической деятельности (РКД) в интересах социально-экономического развития Кировской области;

- разработка инновационных тематических проектов в интересах социально-экономического развития Кировской области с использованием ГИС и РКД.

На базе ИО ЦКУ ВятГГУ проводится обучение студентов, магистрантов и аспирантов по дисциплине «Геоинформационные системы». Организована работа творческих лабораторий для учащихся средних общеобразовательных школ г. Кирова по применению ГИС и РКД в практической деятельности и семинаров для сотрудников университета по теме: «Геоинформационных системы и применение космических технологий для ведения дистанционного мониторинга».

В рамках гранта Президента РФ для поддержки ведущих научных школ на 2012–2013 гг. на базе ИО ЦКУ ВятГГУ выполнены работы по проекту «Космический мониторинг, геоэкологическая оценка и реабилитация территорий, пострадавших от техногенных воздействий».

В текущем году планируется проведение курсов повышения квалификации для руководителей и специалистов администраций городов и районов области, организаций и предприятий по образовательной программе: «Применение геоинформационных систем (ГИС) и методов дистанционного зондирования Земли в практической деятельности учреждений и предприятий» и издание методических пособий по применению геоинформационных систем и методов дистанционного зондирования Земли в экологических исследованиях. В стадии разработки инновационный проект «Развитие региональной инфраструктуры переработки древесных отходов на территории Кировской области с использованием геоинформационных систем и космических технологий (на примере модельных районов)». Совместно с ОАО «Кировгипрозем» специалисты ИО

ЦКУ ВятГГУ участвуют в разработке проекта «Виртуальная Вятская губерния».

## **РЕАЛИЗАЦИЯ ПИЛОТНОГО ПРОЕКТА «ВЯТКА – ТЕРРИТОРИЯ ЭКОЛОГИИ»**

**Т. Я. Ашихмина<sup>1,2</sup>, Л. В. Кондакова<sup>1,2</sup>, Е. В. Рябова<sup>2</sup>, И. М. Зарубина<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,  
ecolab2@gmail.com,*

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

<sup>3</sup> *Департамент экологии и природопользования Кировской области*

Областным департаментом экологии при участии и поддержке Координационно-методического совета по экологическому образованию, воспитанию и просвещению населения был разработан Пилотный проект по развитию системы экологического образования и просвещения «Вятка – территория экологии». Его реализация осуществляется в период с 2012 по 2014 гг. Направленность данного проекта основывается на стратегии: повысить экологическую культуру подрастающего поколения через участие в практических природоохранных акциях, конкурсах, проектах, конференциях, круглых столах. Необходимо не просто дать детям сумму знаний об объектах и явлениях окружающей среды, но и сформировать потребность в созидательной экологической деятельности и ответственном отношении к природе. Проект призван объединить учреждения образования, культуры, органы государственной власти области, органы местного самоуправления и общественные организации для формирования экологической культуры подрастающего поколения.

Координатором пилотного проекта является департамент экологии и природопользования Кировской области. На конкурсной основе определен ответственный исполнитель проекта – Вятский государственный гуманитарный университет (ВятГГУ). На исполнителей проекта возложены: подготовка серии учебно-методических пособий и DVD-дисков «Экологическая мозаика»; проведение обучающих семинаров по реализации проекта в муниципальных районах (городских округах), фонового мониторингового обследования учащихся пяти модельных муниципальных районов (городских округов) и двух контрольных муниципальных районов (городских округов) области; участие в организации и проведении районных (межмуниципальных) мероприятий в учреждениях образования, культуры с привлечением молодежных, общественных и иных организаций; разработка показателей эффективности проекта.

Данный проект был одобрен Правительством Кировской области и получил на 2012–2014 гг. финансовую поддержку 8,9 млн. руб. Актуальность данного проекта подтверждена не только на уровне Кировской области. В октябре 2012 г. проект «Вятка – территория экологии» участвовал в международном экологическом конкурсе «ЕВРОРОСС»: Партнёрство, Опыт, Инновации» в Европейском Фонде содействия развитию природоохранных проектов на территории России ЕРЦ «ЕвроРосс» в номинации «Экологическое образование». По

итогах данного конкурса 6 ноября 2012 г. Вятский государственный гуманитарный университет признан лауреатом международного экологического Конкурса «ЕВРОРОСС»: Партнёрство, Опыт, Инновации» в номинации «Экологическое образование» с вручением ему диплома и гранта Европейского фонда экологических инициатив «ЕвроРосс» для дальнейшей реализации представленного на конкурс проекта по развитию системы экологического образования и просвещения «Вятка – территория экологии».

Реализация проекта открывает перспективы для целенаправленной педагогической, просветительской и управленческой деятельности всех работников системы образования и культуры области, для сотрудничества с администрациями муниципальных образований, субъектами природоохранной деятельности, общественностью и средствами массовой информации в объединении усилий по экологическому образованию, просвещению и формированию экологической культуры подрастающего поколения, воспитанию законопослушных граждан.

В феврале 2013 г. на конкурсной основе были определены модельные муниципальные районы (городские округа), которые получают финансовую поддержку на проведение экологических и природоохранных мероприятий из областного бюджета. Победителями экологических программ признаны: гг. Киров, Кирово-Чепецк, Вятские Поляны, Уржумский, Зуевский, Богородский и Омутнинский районы, которые приступили к реализации заявленных программ по экологическому просвещению населения. Кроме того, определены контрольные муниципальные районы (городские округа) – г. Слободской и Юрьянский район.

Участвующими в проекте преподавателями ВятГГУ разработаны методики по определению уровня экологической культуры учащихся, определены критерии эффективности конкурсных программ победителей. В модельных и контрольных муниципальных образованиях проведены фоновые мониторинговые исследования учащихся по оценке уровня экологической культуры на начало эксперимента. Аналогичные исследования будут проведены при завершении реализации программ. Полученные результаты позволят оценить эффективность проведенных экологических мероприятий в рамках пилотного проекта.

В ходе реализации проекта в модельных муниципальных районах (городских округах) научный коллектив ВятГГУ оказывает научно-методическую и консультационную помощь. Подведение итогов реализации проекта состоится при проведении семинаров, круглых столов, конференций.

*В рамках реализации проекта будут апробированы инновационные формы и методы экологической работы в детских домах, школах, учреждениях дополнительного образования, библиотеках, музеях, домах культуры. Надеемся, что реализация мероприятий пилотного проекта «Вятка – территория экологии» будет способствовать формированию экологической культуры населения.*

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПИТЬЕВОЙ ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ

*А. Н. Окишева, Е. В. Береснева*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
okisheva.anna@mail.ru, evberesneva@mail.ru*

Вода чрезвычайно необходима человеку, поскольку он практически на 70% состоит из воды, она влияет на его здоровье и настроение. Очень важно, чтобы вода была чистой, иначе она может принести вред.

К сожалению, вода практически никогда не бывает чистой, то есть всегда содержит какие-то примеси и растворенные вещества. Она растворяет в себе огромное количество химических веществ, как органических, так и неорганических (Ахманов, 2002).

Для нашего здоровья очень важен правильный питьевой режим и качество потребляемой воды.

*Целью нашей работы* явилось следующее: проанализировать качество питьевой водопроводной воды в двух районах г. Кирова и качество ее очистки различными фильтрами.

*Объектами* исследования явились: водопроводная вода в районе Малых Чижей (корпус №2 ВятГГУ) и в районе Юга-Запада (ул. Московская, 140).

При анализе воды немаловажное значение имеют ее физические свойства, такие как мутность, цвет, запах, вкус. Чистая вода, приносящая здоровье, должна быть прозрачной, не иметь цвета, запаха, не иметь ярко выраженного вкуса.

Из народных средств самый доступный способ улучшения качества воды – кипячение. Воду кипятить следует не больше 15 минут (Ефремов, 2010).

Отстаивание также является одним из способов очистки воды. Для отстаивания воды используют чистый небольшой сосуд – 3-х литровую банку, кастрюлю или ведро. Через 6-7 часов можно употреблять такую воду, дольше отстаивать нежелательно, т.к. в воде возможно развитие бактерий (Зацепина, 1971).

Самый надежный, эффективный и современный способ очистки питьевой воды – это установка бытовых фильтров. Выбор фильтров достаточно многообразен – это и фильтры-накопители, и проточные фильтры. В магазинах имеется огромный ассортимент всевозможных фильтров различных моделей, окраски и объемов – «Аквафор», «Барьер», «Гейзер», «Брита» и другие.

Фильтры-накопители в виде кувшинов удобны в использовании, не дороги, картридж (кассета), отслуживший свой срок, легко заменяется. Самыми простыми в использовании и эксплуатации являются фильтры-кувшины. Фильтры-кувшины эффективно очищают воду от активного хлора, органических соединений, нефтепродуктов, пестицидов, а также удаляют неприятные запахи. Они уstraняют тяжелые металлы и отлично смягчают воду. Данные фильтры для воды очень просты в применении.

Проточные фильтры – это фильтры, которые подсоединяются к крану и фильтрация происходит под давлением воды. Они бывают в виде насадок на

кран или встраиваются в водопровод, некоторые виды фильтров оснащены автоматической очисткой картриджа, а многие имеют съемный картридж. Они очищают воду от вредных веществ, механических примесей, от тяжелых металлов, удаляют вредные бактерии, вирусы (Миклашевский, Королькова, 2000).

Питьевая вода в разных регионах отличается по своему составу, по содержанию вредных примесей и солей, поэтому и разработаны фильтры для очистки разной воды. Сменные кассеты не только очищают воду от загрязнения и бактерий, но и от хлора и тяжелых металлов, удаляют марганец и железо, смягчают жесткость воды, обогащают воду фтором. Надо своевременно менять картриджи или кассеты, ведь они имеют определенный ресурс, который указан на упаковке, периодически мыть кувшин и сам сосуд с фильтром, не хранить долго профильтрованную воду во избежание заражения микробами. Не следует держать фильтр постоянно в воде; когда вода профильтруется, необходимо просушить и убрать фильтр. Если он будет постоянно влажный, то там тоже могут поселиться микробы (Хорн, 1972).

Мы провели эксперимент по определению основных показателей качества питьевой водопроводной воды в двух районах г. Кирова и этой же воды, пропущенной через фильтры двух типов – фильтр-кувшин и проточный фильтр, проанализировали полученные данные и сравнили результаты. Для выполнения данной работы были отобраны методики, которые позволяют сделать заключение о качестве воды по следующим показателям: органолептические показатели (запах, вкус, рН, цветность, цвет, пенистость, прозрачность), физико-химические показатели (жесткость, нитрат-ионы, нитрит-ионы, активный хлор, хлориды, общее железо) (табл. 1 и 2).

Таблица 1

**Результаты эксперимента по определению качества питьевой водопроводной воды и воды, пропущенной через фильтр-кувшин (район Малых Чижей)**

Показатели	Вода до фильтрования	Вода после фильтрования	ПДК не более мг/л
Запах	0	0	2
Цвет	0	0	0
Прозрачность	0	0	2
Пенистость	Пены нет	Пены нет	Пены нет
Цветность	10	10	20
рН	6,9	6,9	6–9
Нитрит-ионы	0,85±0,05	0,75±0,04	3,3
Нитрат-ионы	37,8±4,5	33,7±4,0	45
Хлориды	12,05±0,02	10,63±0,02	350
Активный хлор	0,7±0,04	0,4±0,02	0,3-0,5
Жесткость	7,15±0,64	5,1±0,45	7,0
Общее железо	0,45±0,14	0,25±0,07	0,3–0,5
Ионы аммония	0,1±0,03	0,1±0,03	2,0

**Результаты эксперимента по определению качества питьевой водопроводной воды и воды, пропущенной через проточный фильтр (Юго-Западный район)**

Показатели	Вода до фильтрования	Вода после фильтрования	ПДК не более мг/л
Запах	0	0	2
Цвет	0	0	0
Прозрачность	0	0	2
Пенистость	Пены нет	Пены нет	Пены нет
Цветность	10	10	20
pH	7,2	7,2	6–9
Нитрит-ионы	0,4±0,03	0,5±0,03	3,3
Нитрат-ионы	42,6±5,1	22,4±2,7	45
Хлориды	2,8±0,01	1,4±0,01	350
Активный хлор	0,8±0,13	0,4±0,06	0,3-0,5
Жесткость	4,8±0,43	2,3±0,20	7,0
Общее железо	0,5±0,15	0,4±0,12	0,3–0,5
Ионы аммония	0,3±0,1	0,1±0,03	2,0

Из полученных экспериментальных данных следует, что водопроводная вода в районе Малых Чижей не полностью соответствует требованиям ГОСТа: превышены ПДК по жесткости и содержанию активного хлора. Однако после очистки воды фильтром-накопителем эти показатели оказались в норме. Вода в Юго-Западном районе также содержала повышенное по сравнению с ПДК содержание активного хлора, которое после очистки проточным фильтром значительно уменьшилось. Из данных эксперимента можно сделать вывод, что оба фильтра качественно очищают воду от остаточного хлора и смягчают ее.

#### Литература

- Ахманов М. И. Книга о проблеме качества питьевой воды. СПб: Невский проспект, 2002. 192 с.
- Зацепина Г. Н. Свойства и структура воды. М.: Издательство Московского университета, 1971. 161 с.
- Хорн Р. А. Морская химия. М.: Мир, 1972. 398 с.
- Миклашевский Н. В., Королькова С. В. Чистая вода. Системы очистки и бытовые фильтры. СПб.: Арлит, 2000. 240 с.
- Ефремов О. П. Вся правда о воде. М.: Издательство Вектор, 2010. 128 с.

### СОСТОЯНИЕ СНАБЖЕНИЯ ЖИТЕЛЕЙ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО РАЙОНА И ГОРОДА КИРОВО-ЧЕПЕЦК ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ

*А. А. Шишова, А. А. Хохлов*  
*Вятский государственный гуманитарный университет,*  
*kaf\_eco@vshu.kirov.ru*

Реки Чепца и Быстрица являются основными источниками питьевого водоснабжения г. Кирово-Чепецка и значительной части района. Земли Коньп-

ского, Просницкого, Чувашевского сельских поселений находятся в санитарно-защитной зоне Кирово-Чепецкого водозаборных сооружений.

Кроме водозабора из р. Чепца жителями районного центра используется 33 артезианские скважины. На территории сельских поселений района насчитывается 330 водозаборные скважины, из них 322 скважины закреплены за 102 недропользователями и 7 скважин (бывших колхозных) являются бесхозными. Глубина скважин колеблется от 17 (п. Васькино) до 230 м (д. Кузнецы). Суммарная мощность водозаборных сооружений составляет 1922,76 тыс. куб. м в год.

Только в 147 скважинах вода полностью соответствует требованиям СанПиН, в 185 скважинах вода не соответствует СанПиН по одному или нескольким показателям. Наиболее часто отмечается превышение ПДК по общей жёсткости – в 53 скважинах, содержанию железа – в 33, рН – в 32, запаху – в 31, мутности – в 29, сульфат-аниону – в 21,  $\text{NO}_3^-$  – в 16 скважинах. В 16 скважинах Кирово-Чепецкого района отмечается повышенная минерализация воды от 1,5 до 16,2 г/литр. Чаще всего это связано с особенностями геологического строения территории. Для 31 скважины отсутствуют данные о химическом составе воды.

Одновременно источниками питьевого водоснабжения в мелких сельских поселениях являются колодцы и родники, которые не имеют данных о качестве воды. Можно предположить, что эта вода не соответствует нормам СанПиН. Отсутствие очистных сооружений в районе (кроме г. Кирово-Чепецк) приводит к тому, что значительная часть сельского населения употребляет не совсем качественную воду. В г. Кирово-Чепецке простое смешивание воды из различных скважин позволяет добиться того, что в водопроводную сеть поступает качественная вода.

Заметно снижает качество воды износ водопроводных сетей, особенно в бывших центрах колхозов и совхозов. 65%, от общей протяженности водопроводных сетей в районе нуждаются в замене. При такой изношенности сетей ежегодно возрастают потери воды от скважин до потребителя.

Таким образом, для повышения качества питьевой воды и снижения ее потерь необходимо строительство локальных очистных сооружений и своевременный ремонт водопроводных сетей.

## **СПЕЦИФИКА И ПРОБЛЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ В КИРОВО-ЧЕПЕЦКОМ РАЙОНЕ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*А. А. Шишова, А. А. Хохлов*

*Вятский государственный гуманитарный университет*

Географическое положение Кирово-Чепецкого района во многом определяет специфику водоотведения. Это один из самых густонаселенных районов области, граничащий с областным центром. Районный центр г. Кирово-Чепецк располагается в устье р. Чепцы всего лишь в нескольких десятках километров от водозабора г. Кирова. При этом это крупный промышленный центр, где рас-

полагаются предприятия химической промышленности. Следовательно, необходима организация строжайшего контроля за сбросом в реки Чепцу и Вятку канализационных вод.

Общая протяженность канализационных сетей в районе составляет всего 63,0 км. Причем, кроме районного центра канализационные сети функционируют только в 13 сельских поселениях района, там где ранее были центры колхозов и совхозов.

Общая производительность очистных сооружений составляет 1714,7 тыс. куб. м. в год, Ежегодно же через них проходит лишь до 625,4 тыс. куб. м. стоков. Большинство сточных вод после их простейшей очистки сбрасывается в мелкие речки или непосредственно в почву, что способствует загрязнению как поверхностных, так и грунтовых вод. Жидкие отходы в населенных пунктах, где отсутствуют канализационные сети, сбрасываются в грунт без всякой очистки.

При этом значительный износ оборудования, минимальный набор технологического оборудования способствует тому, что качество очистки вод не всегда отвечает требованиям законодательства. Износ канализационных сетей района составляет 62,0%. Требуется капитального ремонта 12% канализационных сетей. Отсутствие финансов у сельхозпроизводителей не позволяет проводить своевременный ремонт и строительство очистных сооружений.

В подавляющем большинстве сельскохозяйственных предприятий не оборудованы мойки передвижной техники с локальными очистными сооружениями и отсутствуют локальные очистные сооружения у животноводческих ферм. В районе ежегодно отмечаются факты сброса навозосодержащих сточных вод в малые реки района и на водосборные площади. Основными нарушителями водоохранного режима остаются ККРС д. Бигичи, с. Кстинино, д. Чуваши, с. Полом, с. Фатеево, так как на этих комплексах до сих пор применяется гидросмыв.

Таким образом, рассмотрев специфику и особенности системы водоотведения можно сделать вывод, что для снижения загрязнения водных объектов сточными водами необходимо срочно решить вопрос с финансированием реконструкции имеющихся очистных сооружений и строительство их во всех населенных пунктах.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ, ПОСТУПАЮЩЕЙ В ТОРГОВУЮ СЕТЬ г. КИРОВА**

*М. В. Туголукова, М. А. Зайцев, Л. В. Даровских  
Вятский государственный гуманитарный университет,  
chemistry@vshu.kirov.ru*

Среди природных лечебных средств одно из первых мест принадлежит минеральным водам. В нашей стране они находят широкое применение, как в курортных, так и во внекурортных условиях. Правильное использование их да-

ет прекрасный эффект при лечении многих заболеваний. Кроме того, они используются в качестве профилактического средства.

В настоящее время, как никогда, остро стоят вопросы качества минеральной воды, которые не соответствует нормам по разным показателям: по критериям безвредности химического состава, по критериям физиологической полноценности макро и микроэлементов, по степени минерализации. Так же, несмотря на многочисленные проверки, наличие лицензий и сертификатов соответствия, встречается фальсификация минеральной воды в торговых точках, где производители заменяют минеральную воду водопроводной с добавлением соли, соды, йода, а в некоторых случаях – просто насыщенной углекислым газом.

Целью данной работы является исследование качества минеральной воды, поступающей в торговую сеть г. Кирова, на ионный состав; сравнение полученных результатов с данными ГОСТа и сравнение результатов, полученных с помощью параллельных методик; определение рН и жесткости минеральной воды.

В результате социологического опроса (участвовало 220 студентов химического факультета ВятГГУ) для исследования были взяты 5 наименований минеральной воды, как наиболее востребованные среди населения города и области: «Ессентуки» № 4, «Архыз», «Бонаква», «Нарзан», «Святой источник».

Таблица 1

**Содержание катионов в пробах минеральной воды (мг/л)**

Наименование минеральной воды	Массовая концентрация катионов, мг/л						
	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	По данным ГОСТа (Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> )	Mg <sup>2+</sup>		Ca <sup>2+</sup>	
	Метод ионной хроматографии			Метод ионной хроматографии	По данным ГОСТа	Метод ионной хроматографии	По данным ГОСТа
«Архыз»	11,4±1,7	1,30±0,20	5–30	12,2±1,2	5–20	35±4	25–50
«Бонаква»	18,8±2,8	<0,1	<40	4,0±0,4	10–25	15,4±0,5	15–30
«Ессентуки» №4	2900±400	2,3±0,4	2000–3000	3,00±0,20	<100	120±12	<150
«Нарзан»	170±25	9,5±1,4	50–250	105,0±21,0	50–120	377±38	200–400
«Святой источник»	3,2±0,5	0,60±0,10	<20	11,7±1,2	5–20	44±4	25–80

Таблица 2

**Величина рН и жесткости в пробах минеральной воды**

Наименование минеральной воды	рН	Жесткость, моль/л
«Архыз»	7,8±0,2	2,58±0,23
«Бонаква»	6,8±0,2	3,12±0,28
«Ессентуки» № 4	6,6±0,2	4,16±0,37
«Святой источник»	7,1±0,2	2,22±0,20
«Нарзан»	6,3±0,2	4,6±0,4

Таблица 3

Наименование минеральной воды	Массовая концентрация анионов, мг/л									
	Cl <sup>-</sup>			NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>			HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	
	Аргентометрический метод	Метод ионной хроматографии	По данным ГОСТа	Фотометрический метод	Метод ионной хроматографии	По данным ГОСТа	Титриметрический метод	По данным ГОСТа	Метод ионной хроматографии	По данным ГОСТа
«Архыз»	4,3±0,4	3,7±0,4	<10	7,88±0,02	7,3±0,7	<45,00	173±21	150-250	20,1±2,0	<25
«Бонаква»	101±12	103±10	90-130	7,21±0,02	6,9±0,7		18,3±3,8	<40	14,4±1,4	<20
«Ессентуки» №4	1350±131	1398±140	1300-1900	-	<0,1		3486±350	3400-4800	<0,2	<25
«Святой источник»	57±8	53±5	<140	3,35±0,01	3,40±0,30		84±10	150-300	7,6±0,8	<20
«Нарзан»	90±9	93±9	50-150	0,35±0,02	0,90±0,10		1366±1378	1000-1500	387±39	259-500

1. Минеральная вода «Архыз» – гидрокарбонатная натриево-магниево-кальциевая вода с минерализацией 0,2–0,4 г/л. Место добычи: Архызское месторождение п. Архыз Зеленчукского р-на Карачаево-Черкесской Республики.

2. Минеральная вода «Нарзан» – это лечебно-столовая сульфатно-гидрокарбонатная магниево-кальциевая природная минеральная вода, разливается в г. Кисловодск Ставропольского края РФ.

3. Минеральная вода «Ессентуки» № 4. Минеральные воды типа «Ессентуки» № 4 характеризуются хлоридно-гидрокарбонатным натриевым составом, минерализация их лежит в пределах от 7,0 до 10,0 г/л. Место добычи: Ставропольский край, г. Ессентуки.

4. Минеральная вода «БонАква» – питьевая магниево-кальциевая хлоридная вода Украины, общая минерализация которой не более 0,25 г/л.

5. Минеральная вода «Святой источник» — магниево-кальциевая гидрокарбонатная вода с общей минерализацией 0,3–0,6 г/л (Воды минеральные).

Для определения ионного состава мы использовали методики измерений массовой концентрации нитрат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой (ПНД Ф 14.1:2:4.4-95); измерений массовой концентрации хлоридов в пробах природных и очищенных сточных вод аргентометрическим методом (ПНД Ф 14.1:2.96-97); измерений массовой концентрации гидрокарбонатов в пробах природных вод титриметрическим методом (ПНД Ф 14.2.99-97); измерений жесткости в пробах природных и очищенных сточных вод титриметрическим методом (ПНД Ф 14.1:2.98-97); измерений рН в водах потенциометрическим методом (ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97), методики определения массовой концентрации основных анионов и катионов в питьевых, минеральных, столовых, лечебно-столовых, природных и сточных водах методом ионной хроматографии (ФР.1.31.2005.01724 и ФР.1.31.2005.01738).

Результаты исследований приведены в таблицах 1, 2 и 3.

По данным измерений водородного показателя минеральные воды «Бонаква», «Ессентуки» №4, «Нарзан» являются слабокислыми, «Святой источник» относят к нейтральным водам, «Архыз» – слабощелочная минеральная вода. По результатам измерений жесткости минеральные воды «Архыз», «Бонаква», «Святой источник» являются мягкими; «Нарзан» и «Ессентуки» №4 имеют среднюю жесткость. Содержание анионов и катионов в пробах соответствует нормам, а значит минеральная вода «Ессентуки» № 4, «Архыз», «Нарзан» соответствует требованиям ГОСТа. В минеральной воде «Бонаква» обнаружено низкое содержание ионов магния. В минеральной воде «Святой источник» выявили меньшее содержание гидрокарбонат-ионов, что может объясняться повышенным содержанием ионов кальция и щелочной реакцией раствора. Эти данные не противоречат классификации минеральной воды «Святой источник» по назначению, как питьевой столовой. В результате сравнения результатов, полученных с помощью параллельных методик, обнаружили незначительные расхождения.

## Литература

Бурков Н. А. Прикладная экология с практикумом: учебное пособие. Киров: Вятка, 2008. 173 с.

Воды минеральные питьевые лечебные и лечебно-столовые. Технические условия. ГОСТ 13273-88.

Девяткин В. В., Ляхова Ю. М. Химия для любознательных // Академия Холдинг, Ярославль, 2000.

Третьяков Ю. Д., Мартыненко Л. И., Григорьев А. Н. Неорганическая химия // Химия, 2001.

## ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ УПАКОВКИ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВОРОГА

*В. А. Долгополова, А. С. Ярмоленко*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
kaf\_chem@vshu.kirov.ru*

В настоящее время для пищевых продуктов появляется все больший выбор упаковки различной химической природы. К сожалению, некоторые производители изготавливают недоброкачественную упаковку, которая оказывает отрицательное влияние на качество творога. В связи с этим цель работы: изучение влияния химической природы упаковки на физико-химические свойства творога.

В работе изучен творог классический «Вятушка» с массовой долей жира 9%, произведенный на ЗАО «Кировский молочный комбинат» по нормативному документу ТУ 9222-019-00433093-03. Срок годности творога 4 суток. Упаковка творога: пленка FPO (содержит натуральные минералы), пленка полиэтиленовая (предельный полимер), стакан из полистирола (содержит ароматическое кольцо).

Для творога классического нормируются следующие физико-химические показатели: массовая доля жира (ГОСТ 5867 – 90 «Молоко и молочные продукты. Метод определения жира»), белка и влаги (ГОСТ 23327 – 98 «Молоко и молочные продукты. Метод измерения массовой доли общего азота по Кьельдалю и определение массовой доли белка»), общая кислотность (ГОСТ 3626 – 73 «Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества»). Физико-химические показатели творога классического определяются по нормативному документу ТУ 9222-019-00433093-03. Оценка изменений показателей физико-химических свойств творога проводилась через 0, 2, 4 суток. Образцы хранились в промышленной холодильной установке с соблюдением режимов температуры и влажности.

Проведенными исследованиями установлено, что массовые доли жира и белка в твороге не изменяются в течение его срока хранения и не зависят от типа упаковки (рис. 1, 2). Массовая доля влаги творога при хранении уменьшается. Это изменение в большей степени выявлено у творога в полиэтиленовой упаковке (рис. 3). Кислотность творога при хранении увеличивается. Это изме-

нение в меньшей степени отмечено у творога в полиэтиленовой упаковке (рис. 4), в большей – из пленки FPO.

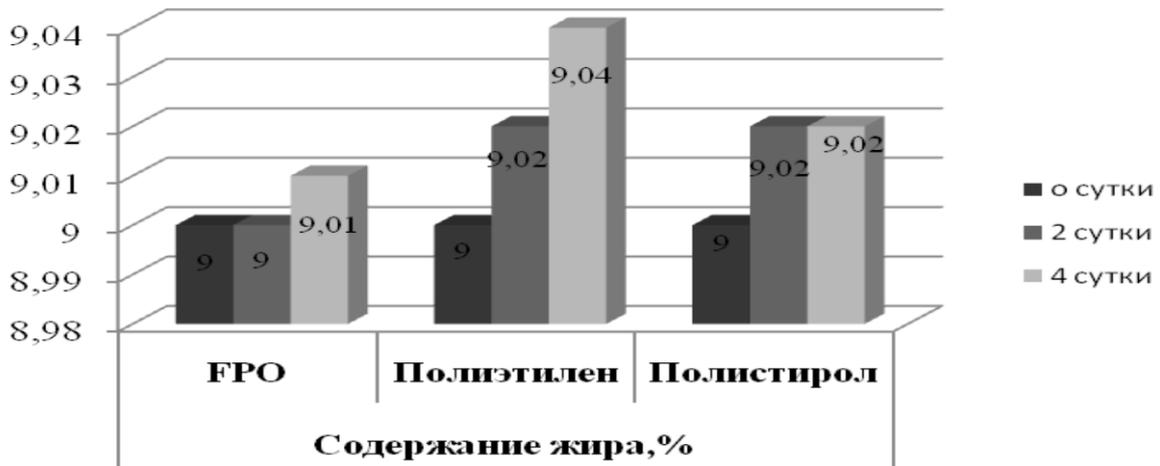


Рис. 1. Изменение массовой доли жира в твороге в зависимости от срока хранения и типа упаковки

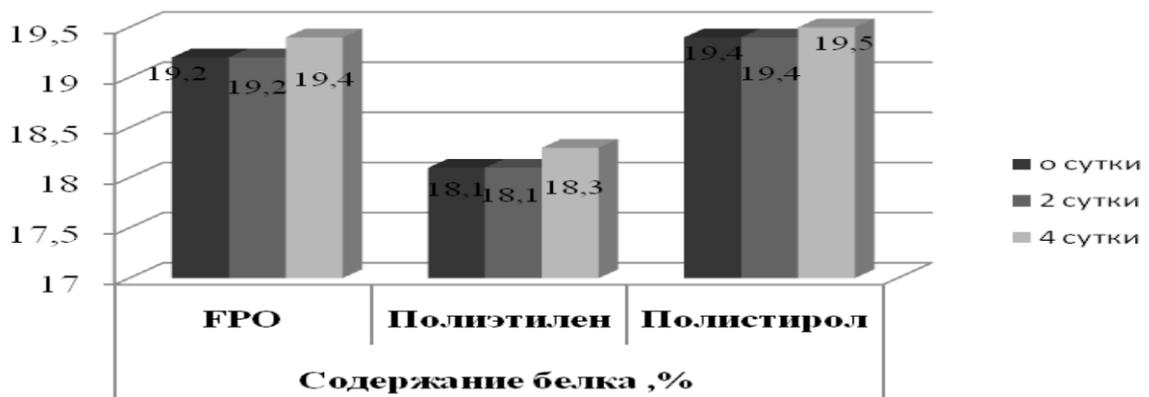


Рис 2. Изменение массовой доли белка в твороге в зависимости от срока хранения и типа упаковки

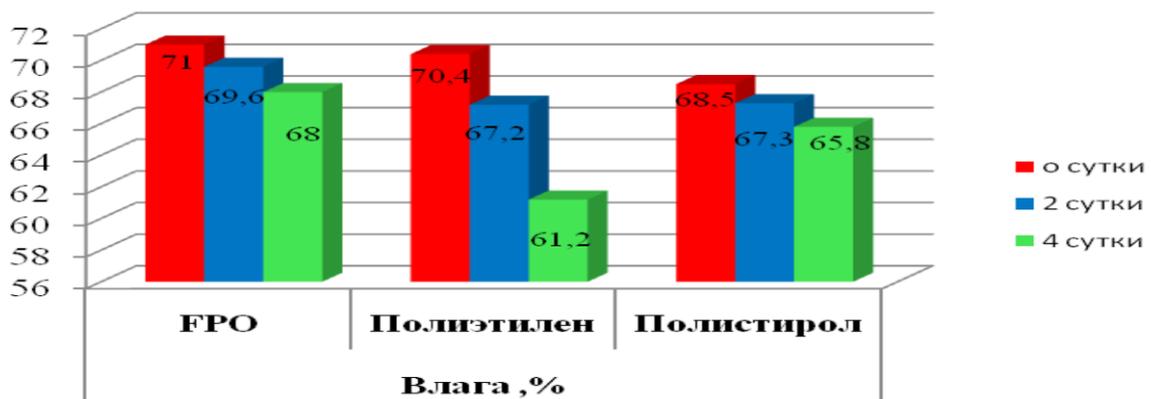


Рис 3. Изменение массовой доли влаги в твороге в зависимости от срока хранения и типа упаковки

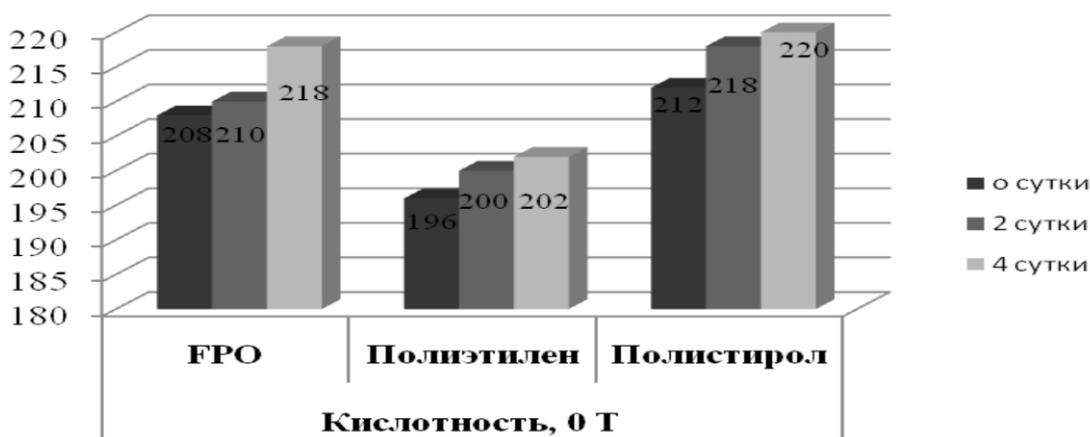


Рис 4. Изменение кислотности в твороге в зависимости от срока хранения и типа упаковки

Таким образом, химическая природа упаковки творога влияет на изменение его кислотности и влаги в процессе хранения. Проведенными исследованиями показано, что физико-химические свойства творога «Вятушка» соответствуют требованиям нормативных документов. Вся продукция качественная и безопасная.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОЛОКА

*С. М. Ронжина, Е. В. Береснева*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
ronzhina.svetlana@bk.ru, evberesneva@mail.ru*

Молоко – натуральный, высокопитательный продукт, включающий все вещества, необходимые для поддержания жизни и развития организма в течение длительного времени. Установлено, что этот продукт содержит свыше 100 ценнейших компонентов (Инихов, Брио, 1971). С давних времен молоко используется как лечебное средство от многих болезней: при лечении сердца, почек и других органов.

Но, к сожалению, молоко научились прекрасно фальсифицировать, иногда продавая продукт вообще не содержащий молока. Практически все химические вещества, добавляемые в молоко, опасны для человека. К сожалению, своевременную и полную информацию о качестве молочных продуктов потребитель сегодня получает далеко не всегда, а нередко население с целью повышения покупательского спроса специально дезинформируется (Крусь и др., 2006; Святкина, 2011).

В связи с этим целью данной работы явилось исследование химических и физико-химических показателей молока различных производителей Кировской области, которые широко используются для последующей оценки его качества. В качестве объекта исследования было выбрано молоко трёх производителей:

1. Молоко питьевое пастеризованное, жирность 3,5% (производитель – ЗАО «Кировский молочный комбинат»).

2. Молоко питьевое пастеризованное, жирность 3,5–4,5% (производитель – ООО «Куршино» Вятско-Полянского района Кировской области).

3. Молоко питьевое пастеризованное, жирность 3,2% (производитель – ОАО «Городской молочный завод» г. Кирово-Чепецк).

Согласно ГОСТ Р 52090-2003 качество молока оценивается по органолептическим, физическим и химическим показателям. Также в данной работе использованы дополнительные показатели, которые широко используются при оценке качества молока. Но не все физико-химические показатели контролируются ГОСТом, поэтому для некоторых из них мы использовали литературные данные (5).

Органолептические показатели молока определяли с помощью органов чувств по ГОСТ 28283-89. Исследования проводились на всех объектах и были получены следующие результаты:

- цвет – во всех пробах белый;
- вкус – чистый, приятный, слегка сладковатый;
- запах – приятный во всех пробах;
- консистенция – однородная, без слизи и хлопьев белка.

К показателям, характеризующим физические свойства молока, в первую очередь относят плотность, температуру замерзания и поверхностное натяжение. Плотность и температуру замерзания определяли на экспресс-анализаторе качества молока MilkoScan FT – 120. Для определения поверхностного натяжения на границе с воздухом применяли метод счёта капель в сталагмометре (Твердохлеб, Раманаускас, 2006).

Анализируя химический состав молока, определяют его кислотность, органические (содержание белка, жира, лактозы) и неорганические (содержание ионов кальция, хлорид-ионов, воды и сухих веществ) составные части. Титруемую кислотность молока определяли по ГОСТ 3624-92. Массовую долю белка, жира, лактозы, сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) определяли на экспресс-анализаторе качества молока MilkoScan FT – 120. Массовую долю воды и сухих веществ определяли в молоке методом высушивания в сушильном шкафу при температуре  $105 \pm 2$  °С. Содержание ионов кальция в молоке определяли комплексонометрическим методом. Содержание хлорид-ионов определяли аргентометрическим титрованием по методу Мора. Реакции на пероксидазу служат для определения качества пастеризации. Определяли по ГОСТ 3623-73.

К дополнительным показателям, характеризующим качество молока, относят отсутствие примесей дихромата калия, пероксида водорода, нитратов, соды, крахмала, формалина. Результаты всех исследований представлены в табл.

**Результаты эксперимента по определению качества молока  
различных производителей**

Показатель	Требования стандарта	Литературные данные	Экспериментальные данные		
			ЗАО «Кировский молочный комбинат»	ООО «Куршино»	ОАО «Городской молочный завод»
<b>Физические показатели</b>					
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,027–1,032		1,027	1,027	1,028
Температура замерзания, °С	Не выше –0,520		–0,518	–0,451	–0,508
Поверхностное натяжение, дин/сим		50 дин/сим	52,42	55,58	52,47
<b>Химические показатели</b>					
Кислотность, °Т	16–18		17	16	17
Содержание белка, %	Не менее 2,6		3,02	2,80	3,07
Содержание жира, %	2,7–4,5		3,48	4,31	3,28
Сухие вещества, %	11,0–13,0		12,63	12,61	12,48
Содержание воды, %	87,0–89,0		87,37	87,38	87,51
Содержание лактозы, %	4,8		4,53	3,90	4,51
СОМО, %	Не менее 8,0		8,69	8,79	8,74
Содержание ионов Са <sup>2+</sup> , мг%		120	86	109	90
Содержание СГ, мг		110	115	101	118
<b>Показатели безопасности</b>					
Пероксидазы	Отсутствует		Отсутствует		
Примеси дихромата		Отсутствуют	Отсутствуют		
Примеси формалина	Отсутствуют		Отсутствуют		
Пероксид водорода	Отсутствует		Отсутствует		
Примеси соды	Отсутствуют		Отсутствуют		
Примеси нитратов		Отсутствуют	Отсутствуют		
Примеси крахмала		Отсутствуют	Отсутствуют		

Из полученных результатов можно сделать *вывод*, что выбранные образцы молока соответствуют требованиям по органолептическим показателям, плотности, кислотности, содержанию жира, белка, сухих веществ, воды и СОМО (сухого обезжиренного молочного остатка). В ходе исследований обнаружили отклонения от стандарта по температуре замерзания и содержанию лактозы молока у всех производителей, особенно ООО «Куршино». Содержание ионов кальция и хлорид-ионов во всех пробах молока по результатам исследований также не соответствует литературным данным. Но в целом молоко выбранных производителей является качественным и безопасным, а также полезным, питательным и приятным на вкус.

### Литература

Инихов Г. С., Брио Н. П. Методы анализа молока и молочных продуктов. Справочное руководство. М.: Пищевая промышленность, 1971. 368 с.

Крусь Н. Г., Храмцов А. Г., Волокитина З. В., Карпычев С. В. Технология молока и молочных продуктов: Учеб. пособие для студентов высших учеб. заведений / Под ред. А.М. Шалыгиной. М.: КолосС, 2006. 455 с.

Святкина Л. И. Идентификация и фальсификация пищевых продуктов: лабораторный практикум. Иркутск: Издательство Иркутского государственного университета, 2011. 60 с.

Твердохлеб Г. В., Раманаускас Р. И. Химия и физика молока и молочных продуктов. М.: ДеЛи принт, 2006. 360 с.

Шепелев А. Ф., Кожухова О. И. Товароведение и экспертиза молока и молочных продуктов. Ростов Н/Д.: Март, 2001. 128 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА

*И. С. Беляева, Т. А. Адамович*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
kaf\_chem@vshu.kirov.ru*

Растительное масло – продукт повседневного питания, отличающийся высокой калорийностью и имеющий большое физиологическое значение. Оно занимает основную долю отечественного рынка масложировой продукции. В последнее время ассортимент масличного сегмента значительно расширился.

Поэтому производителя, возникают соблазны подделать, или увеличить объемы своей реализации путем подмены одного вида масла другим менее ценным. Кроме того, на сегодняшний день, на рынок поступает не только пищевое масло, но и масло техническое, технологически переработанное под пищевое (Стопский, 1992).

Цель данной работы – анализ физико-химических показателей растительных масел различных производителей, идентификация в соответствии с установленными стандартами и определение наличия фальсификации.

Для исследования были взяты 5 образцов растительных масел различных торговых марок и разной ценовой категории: «Здрава», «Аведовъ», «Чудесная семечка», «Жемчужина Поволжья», «Олейна».

В соответствии с ГОСТ Р 52465-2005 качественная фальсификация масла выявляется по органолептическим и физическо-химическим показателям (ГОСТ Р 52465-2005). Результаты проведенных исследований представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

**Органолептические показатели экспериментальных образцов**

Наименование масла	Наименование показателя	
	Прозрачность	Запах и вкус
«Здрава» Первый сорт	Прозрачное без осадка	Без запаха, обезличенный вкус
«Чудесное семечко» Первый сорт	Прозрачное без осадка	Привкус отбеленной глины и исходного сырья.
«Аведовъ» Первый сорт	Прозрачное без осадка	Без запаха, послевкусие исходного сырья
«Олейна» первый сорт	Прозрачное без осадка	Без запаха, обезличенный вкус
«Жемчужина поволжья» Первый сорт	Прозрачное без осадка	Вкус и запах исходного сырья

Таблица 2

**Физико-химические показатели экспериментальных образцов**

Наименование показателя	Здрава		Чудесное семечко		Аведовъ		Олейна		Жемчужина поволжья	
Цветное число, мг йода, не более	5		6		4		5		4	
Кислотное число, мг КОН/г, не более	0,22	0,22	0,21	0,23	0,25	0,29	0,22	0,22	0,27	0,27
	0,22		0,22		0,27		0,22		0,27	
Массовая доля нежировых примесей, %, не более	отсутствие									
Массовая доля фосфоросодержащих веществ, %, не более	отсутствие									
Мыло	отсутствие									
Массовая доля влаги и летучих веществ, %, не более	0,067	0,067	0,10	0,12	0,097	0,099	0,058	0,064	0,063	0,067
	0,067		0,11		0,098		0,061		0,065	
Перекисное число, моль активного кислорода, не более	0,30	0,30	1,71	1,90	2,08	2,12	1,00	0,60	3,46	3,52
	0,30		1,80		2,10		0,80		3,49	

Проанализировав полученные данные, можно сделать следующие выводы: экспериментальные образцы подсолнечного рафинированного дезодорированного вымороженного масла первого сорта по физико-химическим показателям соответствуют стандарту. Качественная фальсификация по органолептическим

ским показателям обнаружена у образцов «Чудесное семечко» и «Жемчужина Поволжья». Запах и вкус не соответствует показателям ГОСТа, что может быть связано с нарушениями в технологии производства масла и нарушениями технологии очистки.

#### Литература

ГОСТ Р 52465-2005. Масло подсолнечное. Технические условия. Стандартформ, 2007.  
Стопский Н. А. Химия жиров и продуктов переработки жирового сырья: учеб. М.: Колос, 1992. 285 с.

### ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МАЙОНЕЗНОЙ ПРОДУКЦИИ ПО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

*Н. И. Петик, Т. А. Адамович*  
*Вятский государственный гуманитарный университет,*  
*kaf\_chem@vshu.kirov.ru*

Современная пищевая промышленность выпускает огромное количество различных сортов майонеза. Майонез – продукт, приготовленный из высококачественного растительного масла, яичного желтка, уксуса или лимонного сока, горчицы, сахара иногда и других приправ. Майонез является часто потребляемым разными слоями населения продуктом, и необходимым является соблюдение качества майонеза, поступающего на российский рынок.

Целью данной работы является оценка качества майонезов различных производителей Российской Федерации по физико-химическим показателям. Объектами исследования служили образцы майонеза «Провансаль» с массовой долей жира 67% торговых марок: «Солнечная линия», «Сдобри», «Московский провансаль», «Ряба» и «Здрава».

Оценка физико-химических показателей майонеза проводилась в соответствии с ГОСТ Р 53595-2009. Исследовались следующие физико-химические показатели майонезов: уровень рН, кислотность, массовая доля влаги, стойкость эмульсии. Значения рН майонеза измеряли потенциометрически на рН-метре (табл.). Кроме того, исследуемые марки майонеза проверяли на наличие в них патогенных микроорганизмов (ГОСТ Р 52816–2007), плесневых грибов (ГОСТ 10444.12–88), дрожжей (ГОСТ 10444.12–88).

В образцах майонеза торговых марок «Ряба», «Московский провансаль» и «Солнечная линия» наблюдалось расслаивание эмульсии, а именно отделение капель воды или растительного масла, что может являться следствием нарушений хранения и эксплуатации данного продукта. Образец майонеза торговой марки «Московский провансаль» обладает наибольшим значением кислотности и наименьшим уровнем рН, что свидетельствует о накоплении кислот и как следствие начавшейся порче продукта. В целом, определяемые физико-химические показатели соответствуют требованиям ГОСТ Р 53595-2009.

**Результаты определения физико-химических показателей  
в майонезах различных марок**

Определяемый показатель	Марка майонеза					Норма
	«Здрава»	«Ряба»	«Сдобри»	«Московский провансаль»	«Солнечная линия»	
Кислотность (ср. знач.), %	0,24	0,21	0,24	0,27	0,24	не более 1,0%
Массовая доля влаги, %	28,7	27,9	28,5	28,0	28,4	в соответствии с техническим документом на продукт конкретного наименования
рН	3,8±0,2	3,9±0,2	3,7±0,2	3,6±0,2	4,0±0,2	–
Стойкость эмульсии, % неразрушенной эмульсии	100%	98% наблюдается отделение капель растительного масла	100%	98% наблюдается отделение капель воды	98% наблюдается отделение капель растительного масла	не менее 98%

При анализе всех изучаемых образцов майонеза содержание микроорганизмов не превысило предусмотренные ГОСТом нормы. Таким образом, в целом все исследуемые образцы являются качественными по физико-химическим показателям.

#### Литература

ГОСТ Р 53595–2009. Майонезы и соусы майонезные. Правила приемки и методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2009.

ГОСТ Р 52816–2007. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек. М.: Стандартинформ, 2008.

ГОСТ 10444.12–88. Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов. М.: Издательство стандартов, 1990.

### ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ В КАРТОФЕЛЕ, МОРКОВИ, СВЁКЛЕ И КАПУСТЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ХРАНЕНИЯ

*Е. В. Чащина<sup>1</sup>, Т. Я. Ашихмина<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> *Вятский государственный гуманитарный университет,  
ecolab2@gmail.com*

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

Содержание нитратов в растениях, выращенных в естественных условиях, обычно небольшое, так как они полностью переходят в органические соедине-

ния. Однако если это же самое растение возделывается на удобренном поле, садовом участке, то минеральных солей азота в нем, как правило, в несколько раз больше. При чрезмерном внесении минеральных удобрений содержание нитратов может достигать и значительной величины.

В незрелых овощах, а также овощах раннего созревания нитратов содержится больше, чем в достигших нормальной уборочной зрелости. Ранее, в 2006–2007 гг. на кафедре химии исследовалось содержание нитратов в клубнях картофеля, выращенного в разных районах Кировской области (Ануфриев, Ашихмина, 2007; Ануфриев, Ашихмина, 2006). В Оричевском районе исследовался картофель взятый в с. Пищалье. Содержание нитратов в нем составляло 138,3 мг/кг; картофель из п. Мирный с двух разных участков содержал нитратов составляло – 125 мг/кг и 131,4 мг/кг и в п. Оричи – 140 мг/кг. Исследовалось содержание нитратов в картофеле, выращенном в Кирово-Чепецком районе: с Полем содержание нитратов – 132,5 мг/кг, ст. Просница – 152,6 мг/кг. В исследуемом картофеле из д. Луза Слободского района нитратов в клубне картофеля содержалось 125 мг/кг, взятом в п. Кирс Верхнекамского района – 135 мг/кг, с Калинино Малмыжского района – 125 мг/кг, выращенном в пригороде г. Кирова – 127,5 мг/кг. Авторами в работах (Ануфриев, Ашихмина, 2007; Ануфриев, Ашихмина, 2006) установлено, что содержание нитратов в клубнях картофеля из разных районов Кировской области находится в пределах от 125 до 160 мг/кг.

По данным исследования овощей на содержание нитратов, которое проводилось на кафедре товароведения и экспертизы Кировской государственной медицинской академии в марте 2006 года, получены следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1

**Содержание нитратов в овощах**

Наименование продукции	Допустимый уровень	ЗАО АКПЗ «Красногорский»	Личные хозяйства районов области		
			Средний показатель	Минимальный показатель	Максимальный показатель
Картофель	250	52	107	17	370
Свекла столовая	1400	30	796	13	1944
Капуста поздняя	500	116	327	60	520
Морковь	250	10	61	3	488

Предельно допустимые концентрации нитратов в овощеводческой продукции утверждены Главным санитарным врачом РФ (Постановление ..., 2003). Для картофеля они равны 250 мг/кг, свёклы – 1400 мг/кг, капусты ранней – 900 мг/кг, капусты поздней – 500 мг/кг, моркови ранней – 400 мг/кг и моркови поздней – 250 мг/кг.

Норма содержания нитратов в различных растительных объектах установлена Институтом почвоведения и фотосинтеза РАН, например, для картофеля она находится в пределах от 44 мг/кг<sub>мин.</sub> до 968 мг/кг<sub>макс.</sub>

Нами исследовалось содержание нитратов в клубнях картофеля, корнеплодах моркови и свёклы и кочанах капусты, образцы которых отбирались на территории северного района Кировской области (на участке пгт. Подосиновец, Подосиновский район).

Для измерения количественного содержания нитратов, использовался прибор нитратомер «Нитрат-тестер». Прибор удобен в работе, каждому овощу или группе овощей у него соответствует определенная клавиша. В растительный объект вводится электрод от прибора и на экране отображаются цифры, соответствующие содержанию в нём нитратов в процентах от массы. Затем рассчитывается количество мг нитратного азота, приходящееся на 1 кг продукта.

Образцы исследуемых овощей выдерживались при разных условиях хранения: овощная яма, на свету в комнате, в закрытом ящике.

Анализ проб из овощной ямы выявил в них следующее содержание нитратов: картофель  $125 \pm 10$  мг/кг, капуста  $270 \pm 20$  мг/кг, свёкла  $420 \pm 20$  мг/кг, морковь  $70 \pm 5$  мг/кг.

Затем данные образцы в течение 3-х суток хранились в комнате на свету, после чего в них было определено вновь содержание нитратов: картофель  $120 \pm 5$  мг/кг, капуста  $210 \pm 25$  мг/кг, свёкла  $400 \pm 20$  мг/кг, морковь  $70 \pm 10$  мг/кг.

Полученные результаты свидетельствуют о некотором снижении содержания нитратов во всех пробах, за исключением моркови.

Кроме того, картофель, свёкла и морковь хранились в закрытом ящике в домашних условиях. Проведенный анализ проб данных овощей на содержание в них нитратов выявил повышенные их значения как в январе, так и в начале марта, особенно в свёкле (табл. 2).

Таблица 2

**Содержание нитратов в растительных образцах  
в различные сроки хранения**

Наименование продукции	Январь	Март
Картофель	$150 \pm 20$ мг/кг	$145 \pm 15$ мг/кг
Свёкла	$980 \pm 35$ мг/кг	$980 \pm 35$ мг/кг
Морковь	$87 \pm 20$ мг/кг.	$90 \pm 35$ мг/кг.

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что содержание нитратов в картофеле, свёкле, моркови, и капусте не превышает значений ПДК, установленных Главным государственным санитарным врачом РФ от 14 ноября 2001 г. № 36 «О введении в действие санитарных правил» (с изменениями от 31 мая, 20 августа 2002 г., 15 апреля 2003 г.).

**Литература**

Ануфриев Д. С., Ашихмина Т. Я. Определение нитратов в клубнях картофеля // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Материалы второй областной науч.-практ. конф. молодежи 25 апреля 2007 г. Киров: ООО «Типография «Старая Вятка»», 2007. 155 с.

Ануфриев Д. С., Ашихмина Т. Я. Определение содержания нитратов в продуктах // Экология родного края-проблемы и пути их решения. Материалы первой областной науч.-практ. конф. молодежи 25 апреля 2006 г. Киров: Типография «Старая Вятка», 2006. 168 с.

Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 14 ноября 2001 г. № 36 «О введении в действие санитарных правил» (с изменениями от 31 мая, 20 августа 2002 г., 15 апреля 2003 г.).

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ АТОМНО-АБСОРБЦИОННЫМ МЕТОДОМ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КАРТОФЕЛЕ, МОРКОВИ И СВЁКЛЕ**

*М. А. Трапезникова<sup>1</sup>, Г. И. Березин<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,*  
*ecolab2@gmail.com*

Проблеме загрязнения окружающей среды тяжёлыми металлами за последние годы уделяется всё большее внимание. Ряд тяжёлых металлов из-за своей опасности включен в международные и отечественные списки загрязняющих веществ, подлежащих контролю. По степени опасности химические элементы подразделяются на три класса: 1 класс – высокоопасные (кадмий, свинец, ртуть, селен, цинк); 2-класс умеренно опасные (кобальт, никель, молибден, медь); 3-класс малоопасные (барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций) (Муравин и др., 2005).

В овощах (картофель, морковь, свёкла), отобранных нами на садовом участке в п. Черная Холуница Омутнинского района определялись кадмий, свинец, цинк, относящиеся к 1 классу – высокоопасные элементы. Из числа умеренно опасных элементов 2 класса изучалось содержание в данных овощах меди.

Следует отметить, что все четыре изучаемых элемента: медь, свинец, кадмий и цинк являются элементами антагонистами, т.е. при совместном присутствии они тормозят всасывание друг друга в желудочно-кишечном тракте, оказывают противоположное влияние на ряд биохимических функций в организме (Скальный, 2004). В малых количествах цинк и медь относятся к биогенным элементам, а свинец и кадмий элементы техногенного характера. Предельно допустимые концентрации (ПДК<sub>пр</sub>) данных металлов в продуктах питания - в овощах: меди – 10 мг/кг, свинца – 0,5 мг/кг, кадмия – 0,03 мг/кг, цинка – 10 мг/кг (Мамин, 2003).

Для определения элементов – кадмия, свинца, меди и цинка в продуктах пищевого и продовольственного сырья в лабораторной практике используются инверсионно-вольтамперометрический и атомно-абсорбционный методы.

Определение металлов проводилось по ГОСТу ФР.1.31.2007.04106. Минерализацию проб картофеля, моркови, свёклы выполняли методом сухого озоления. Для растворения золы использовали азотную кислоту (плотностью 1,40 г/мл), разбавленную дистиллированной водой в соотношении 1:1. Определение металлов проводилось после минерализации анализируемого материала методом спектрального анализа на атомно-абсорбционном спектрофотометре (Муравин и др., 2005).

Атомно-абсорбционный метод основан на определении способности свободных атомов определяемых элементов, образующихся при введении в высокотемпературное пламя анализируемых растворов, селективно поглощать резонансное излучение определённых для каждого элемента длин электромагнитных волн. Для атомизации элементов нами использовалось воздушно-ацетиленовое пламя.

Концентрация анализируемых металлов в растворах определялась путем сравнения их поглощения с поглощением стандартных растворов изучаемых элементов. Для каждого элемента строился градуировочный график. По оси абсцисс откладывали массовую концентрацию элемента в растворах сравнения, а по оси ординат – соответствующие им показания оптической плотности. Используя градуировочный график, находили массовую концентрацию элемента в растительных образцах. При определении спектра поглощения использовали следующие аналитические линии: для цинка – 213,8 нм, меди – 324,7 нм, свинца – 217,0 нм, кадмия – 228,8 нм (Муравин и др., 2005).

По результатам количественного химического анализа, который проводился в ноябре 2012 г. и в марте 2013 г. нами получены следующие результаты, (табл).

Таблица

**Содержание меди, свинца, кадмия и цинка в овощах**

Исследуемый объект	Определяемый компонент	Массовая доля (мг/кг) в овощах при хранении и их анализе	
		15.11.2012	20.03.2013
Свекла	Медь	1,33±0,31	1,3±0,4
Морковь	Медь	3,3±0,8	3,3±0,8
Картофель	Медь	1,9±0,4	1,61±0,37
Свекла	Кадмий	0,03±0,01	0,02±0,01
Морковь	Кадмий	0,069±0,021	0,06±0,05
Картофель	Кадмий	0,057±0,017	0,054±0,016
Свекла	Свинец	0,64±0,16	0,54±0,14
Морковь	Свинец	0,44±0,21	0,4±0,1
Картофель	Свинец	0,31±0,08	0,29±0,07
Свёкла	Цинк	27,0±0,9	29,0±0,8
Морковь	Цинк	37,0±1,2	32±7

Анализ полученных данных по содержанию тяжёлых металлов (меди, кадмия, свинца, цинка) в исследуемых растительных объектах свидетельствует о том, что значения их близки и в зависимости от срока хранения изменяются незначительно.

**Литература**

Муравин Э. А., Обуховская Л. В., Ромодина Л. В. Практикум по агрохимии. М.: КолосС, 2005. 288 с.  
 Скальный А. В. Микроэлементы для вашего здоровья. М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. 320 с.  
 Мамин Р. Г. Безопасность природопользования и экология здоровья. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. 238 с.

# МЕТОДОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ НАПРЯЖЕННОСТИ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В РЕГИОНЕ КАК ИНФОРМАЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМНОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

*А. В. Молодцева, Н. В. Яковенко*  
*Ивановский государственный университет,*  
*anastasiia01@mail.ru*

Разработка и осуществление профилактических мероприятий по сохранению и укреплению здоровья населения, в т. ч. снижение заболеваемости и смертности, преодоление демографического спада входят в число первоочередных задач устойчивого развития страны. В этой связи совершенствование концепции гигиенической безопасности, направленной на устранение риска здоровью населения, вызванного неблагоприятным воздействием факторов среды обитания на организм человека, приобретает особую актуальность. При этом основное внимание уделяется действию природно-климатических факторов, влияющих на состояние здоровья населения, степени суммарного загрязнения объектов окружающей среды, в первую очередь химическими токсикантами (Омарова и др.). Анализ социально-эпидемиологической обстановки, с целью обоснования решения в области управления состоянием окружающей среды и здоровья населения, предъявляет повышенные требования к количеству и качеству информации. Задачами СГМ являются:

- формирование федерального информационного фонда о здоровье населения и факторах среды обитания;
- выявление причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания человека на основе эпидемиологического анализа;
- обеспечение межведомственной координации деятельности по ведению мониторинга в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, выработки предложений для принятия решений федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов российской федерации и органами местного самоуправления (Никонов, 1996).

Сущность медико-экологической оценки изменений здоровья населения (в связи с действием вредных факторов среды обитания) заключается в экспертном исследовании и анализе динамики отклонений уровней от среднего – «фонового», «регионального» или «контрольного», как отдельных показателей (характеризующих состояние здоровья популяции или отдельных социальных групп), так и общих медико-демографических характеристик.

Методология определения состояния напряженности медико-экологической ситуации в регионе включает оценку качества среды обитания и здоровья населения по следующим группам показателей (рис.).



Рис. Методологические основы определения медико-экологической ситуации в регионе

Медико-экологическую ситуацию в любом регионе (или населенном пункте), по нашему мнению, следует оценивать по одной из 5-ти категорий: 1 – удовлетворительная; 2 – относительно напряженная; 3 – существенно напряженная; 4 – критическая или чрезвычайная экологическая; 5 – катастрофическая или ситуация экологического бедствия.

В современных условиях для комплексной оценки состояния здоровья населения необходимо изучение качества жизни – интегрального показателя физического, психологического и социального функционирования человека, основанного на его субъективном восприятии (Новик и др., 2004). Для субъективной оценки качества и образа жизни населения региона, с целью повышения информационной составляющей медико-экологической ситуации в регионе предлагаем использовать следующую схему, состоящую из 4 блоков, каждый из которых включает ряд вопросов.

I. Паспортная часть, наряду с паспортными данными (пол, возраст, национальность), содержит вопросы, позволяющие оценить социальный статус и материальное благосостояние анкетированного: образование, сфера деятельности, семейное положение, наличие детей, семейный подушевой доход.

II. Состояние здоровья и образ жизни. Данная позиция содержит вопросы, касающиеся субъективной оценки собственного здоровья в динамике за определенный период, отношение к здоровью, наличие поведенческих факторов риска, характер и рацион питания, наличие хронических заболеваний, частота и причины обращения в лечебно-профилактическое учреждение, субъективная

оценка качества оказания медицинской помощи при обращении, отношение к ежегодному профилактическому осмотру и т.д.

III. Оценка доступности и качества профилактической деятельности на амбулаторно-поликлиническом уровне. Этот раздел анкеты состоит из 20 вопросов, которые посвящены проблеме медицинского обслуживания на селе. Респондентам предлагается оценить качество обслуживания в территориальном медицинском учреждении, его доступность, эффективность, регулярность проводимой профилактической работы (измерение артериального давления при каждом посещении, гигиенические рекомендации, рекомендации по соблюдению принципов здорового образа жизни и т. д.), уровень информированности пациентов о наличии тематической «школы здоровья» в лечебно-профилактическом учреждении, удовлетворенность проводимой профилактической и разъяснительной работой и т.д. В конце данного раздела анкеты респондентам предлагается высказать пожелания по улучшению профилактической и лечебно-консультативной работы на амбулаторно-поликлиническом уровне.

IV. Состояние психологического здоровья. Ответы на вопросы данного раздела анкеты позволят оценить эмоциональное состояние и психологическое здоровье анкетированного. Завершает анкету предложение респонденту субъективно оценить уровень удовлетворенности своим внутренним состоянием, взаимоотношениями в семье, коллективе и с окружающими людьми в целом (Омарова и др., 2012).

Таким образом, считаем, что представленные методологические основы изучения медико-экологической ситуации в регионе могут способствовать формированию многоаспектного и разноаспектного банка данных о санитарно-гигиенических, медико-социальных, производственных и бытовых условиях населения региона, что на перспективу позволит определить наиболее общие тенденции, оказывающие влияние на ее формирование.

### **Литература**

Никонов Б. И. Научные и организационные основы системы социально-гигиенического мониторинга на региональном уровне: На примере Свердловской области: Автореф. дис ... к. мед. н. М.: Моск. НИИ гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана, 1996. 51 с.

Новик А. А., Ионова Т. И. Исследование качества жизни в медицине. Учебное пособие / Под ред. Ю. Л. Шевченко. М.: ГЭОТАР МЕД, 2004. 304 с.

Омарова М. Н., Тотанов Ж. С., Бекшин Ж. М., Черепанова Л. Ю., Оракбай Л. Ж., Глубоковских Л. К., Строева А. А. Совершенствование методологии изучения здоровья сельского населения и определения приоритетных факторов, формирующих его уровень [http://www.rusnauka.com/35\\_OINBG\\_2012/Medecine/9\\_122716.doc.htm](http://www.rusnauka.com/35_OINBG_2012/Medecine/9_122716.doc.htm)

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОЗНИКШИЕ В г. СТАВРОПОЛЕ ЗА 2010–2012 ГГ. С ПОЗИЦИИ ИНЖЕНЕРА МЧС

*Ф. А. Халиков, В. А. Работенко, Р. Н. Теймуров*  
*Северо-Кавказский Федеральный университет,*  
*halikov.fed@mail.ru*

Актуальность: Вот уже 3 года начиная с середины лета можно заметить «пожухшие» листья придорожных каштанов. Из этого явления можно сделать несколько выводов относительно его природы появления. Увеличение числа машин, и как следствие загрязнение атмосферы, изменение климатических условий в крае (особо жаркое лето), а также химическое загрязнения атмосферы предприятиями. Данная проблема только кажется незначительной. На самом деле она имеет важный инженерный аспект. Многие люди жалуются, что волосы на улице быстро загрязняются, особенно от дождей. Имеющиеся примеси оседают не только на наших волосах, но и на линиях электропередач, на технических сооружениях, что может являться причиной коррозии и разрушения металлоконструкций. Резкие перемены температур, так же не продляют жизнь инженерных и промышленных сооружений, подвергающиеся многократным расширениям и сжатиям. Данные факторы являются расчетными, но в большинстве случаев не учитываются, что может привести к авариям и гибели людей. Следовательно, именно специалистам МЧС следует обратить бдительное внимание на данную проблему, так как она может повлечь за собой многочисленные жертвы.

*Цель.* На основании данного исследования выявить изменения в экологической обстановки города и определить угрозу для уже существующих зданий и сооружений, а так же для только проектируемых.

*Результаты.* Увеличение числа предприятий, автомашин является неизбежным сопутствующим фактором индустриализации края. На данный момент только в Ставрополе работают 5 предприятий использующие в своем производстве химически опасные вещества. Это МУП «Водоканал», применяющий хлор для обеззараживания воды и канализации. Три аммиачных предприятия – ОАО «Иней», ОАО «МКС» и ОАО «Ставропольский пивоваренный завод». А также ЗАО «Люминофор – Сервис». Большинство предприятий игнорируют замечания специалистов ГО и ЧС и являются скрытой угрозой для нашего города. Все предприятия являются потенциальным источником загрязнения природы. В случае техногенной аварии, землетрясения, либо теракта именно эти предприятия могут стать источником заражения среды. На некоторых предприятиях, таких как Люминофор-сервис абсолютно отсутствует система мониторинга выбросов химикатов в окружающую среду. А следовательно, есть вероятность небольшого загрязнения, но которого оказывается достаточно для гибели растений. Полный контроль на этих предприятиях будет установлен только к 2014 г.

Количество автомобилей в городе за период 2010–2012 гг. увеличилось на 30–35% , что само по себе является своего рода катастрофой, из-за неспособности дорог нашего города обеспечить непрерывный транспортный поток,

что является причиной пробок. Во время пробок выхлоп CO<sub>2</sub> увеличивается на 19–23%. Это также может служить причиной экологического бедствия.

Последние летние сезоны запомнились нам переменчивой, но крайне жаркой погодой. Достигалась температура в 40–45°. Само по себе это не является бедствием, но в сочетании с вышеперечисленными факторами может являться причиной гибели растений.

*Вывод.* Изменяющиеся экологические факторы должны закладываться в инженерные сооружения на проектном уровне в качестве многократного запаса прочности. От этого зависит их срок эксплуатации в нашем городе. Сотрудники МЧС должны тщательно следить за составом воздуха и наличием в нем вредных примесей. Если на погоду нам трудно повлиять, то на выбросы предприятий загрязняющих веществ в атмосферу повлиять можно и нужно. Также требуется внедрять в автопром новые технологии, которые уменьшат загрязнение окружающей среды.

#### Литература

Никитин Д. П., Новиков Ю. В. Окружающая Среда и человек. М., 2011.

Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 2010.

Радзевич Н. Н., Пашканг К. В. Охрана и преобразование природы. М.: Просвещение, 2012.

### ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С МЕДИЦИНСКИМИ ОТХОДАМИ В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Г. Л. Иванцова, А. С. Олькова*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
kaf\_eco@vshu.kirov.ru*

В 1972 г. Всемирная организация здравоохранения отнесла медицинские отходы по специфическим особенностям к группе опасных и указала на необходимость создания специальных служб по их обеззараживанию. Россия подписала ряд международных соглашений, в соответствии с которыми обязана уменьшить негативное воздействие на окружающую среду, в том числе на основе замены устаревшего оборудования и использования «наилучших доступных технологий». Сложившаяся ситуация усугубляется недостаточностью в Российской Федерации экономически эффективных нормативно правовых, институциональных и организационных условий в области обращения с биологическими и медицинскими отходами.

Согласно классификации СанПиН 2.1.7.728-99 «Правила сбора, хранения и удаления отходов лечебно-профилактических учреждений» под отходами лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) понимаются все виды отходов, образующихся в больницах, диспансерах, оздоровительных учреждениях, медицинских лабораториях и т.д. Согласно данным санитарным правилам выделяется 5 классов отходов ЛПУ:

1. Отходы класса А (неопасные): пищевые отходы всех отделений, кроме инфекционных (в т.ч. кожно-венерологических) и фтизиатрических; инвентарь; неинфицированная бумага и прочие неопасные отходы.

2. Отходы класса Б (опасные и рискованные): материалы и инструменты, загрязненные выделениями, в т.ч. кровью; выделения пациентов; патологоанатомические отходы; органические операционные отходы (органы, ткани и т.д.); все отходы из инфекционных отделений, в том числе пищевые.

3. Отходы класса В (чрезвычайно опасные): материалы, контактирующие с больными особо опасными инфекциями; отходы из лабораторий, работающих с микроорганизмами I-IV групп патогенности; отходы фтизиатрических больниц; отходы от пациентов с анаэробной инфекцией.

4. Отходы класса Г (отходы, близкие по составу к промышленным): просроченные и фальсифицированные лекарственные препараты и другие химпрепараты, допустимые для термического обезвреживания.

5. Отходы класса Д (радиоактивные отходы): все виды отходов, содержащие радиоактивные компоненты.

В состав медицинских отходов входят: отработанные перевязочные материалы; просроченные и отработанные одноразовые шприцы, капельные системы и другие медицинские инструменты; отработанные средства индивидуальной защиты (перчатки, халаты, другая спецодежда); рентгеновские пленки; отходы пищеблока; анатомические отходы (кровь, иссеченные органы, кожные лоскуты и т.д.); просроченные и фальсифицированные лекарственные препараты, допустимые для термического обезвреживания и т. д.

Образующиеся в ЛПУ отходы сложны и разнообразны по своему морфологическому составу и относятся к категории опасных отходов, которые содержат вещества, обладающие опасными свойствами или возбудителями инфекционных болезней, и представляют опасность для окружающей среды и здоровья человека. Одним из основных моментов в сфере обращения с отходами ЛПУ является правильная организация технологического процесса сбора, транспортировки, обеззараживания и удаления отходов, которая позволила бы свести к минимуму все нежелательные последствия их опасного действия на всех этапах обращения с медицинскими отходами. В 2010 г. в России введены в действия санитарно-эпидемиологические правила и нормативы 2.1.7.2790-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами», где определены основные положения и требования к процессу обеззараживания отходов ЛПУ.

Целью нашей работы стало изучение особенностей и проблем обращения с медицинскими отходами на примере Кировской области.

Нами был проведен анализ ситуации вывоза и обезвреживания медицинских отходов в Кировской области за период с 2009 по 2012 гг. по данным ООО «Экологическая инициатива».

Предприятие ООО «Экологическая инициатива» было создано в 2005 г. как специализированное предприятие по обращению с отходами. На тот момент, одной из самых острых проблем в г. Кирове и Кировской области явля-

лась проблема сбора и обезвреживания медицинских отходов. Предприятие стало специализироваться на их утилизации.

Общая динамика обращения с медицинскими отходами отражена на рис. 1.

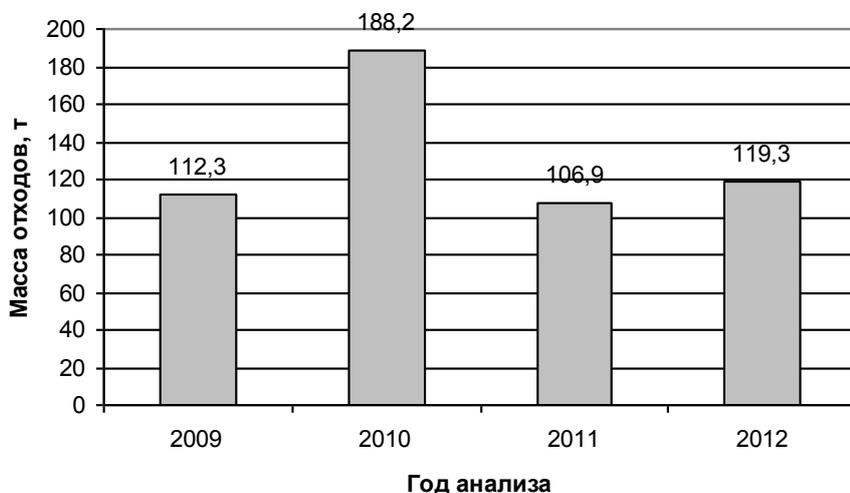


Рис. 1. Динамика вывоза и обезвреживания медицинских отходов в ОАО «Экологическая инициатива»

Наибольший объем отходов поступил в 2010 г. Это связано с активным лицензированием медицинской деятельности учреждений в 2010 г. Без договора на вывоз и обезвреживание опасных медицинских отходов учреждению отказывалось в лицензировании. С 2011 г. наблюдается спад за счет внедрения системы электронных торгов и обращения медицинских учреждений к другим организациям, в том числе за пределами Кировской области.

В общей массе отходов, принятых на обезвреживание, были выделены отходы от различных учреждений. К бюджетным организациям относятся городские больницы и поликлиники, центральные районные больницы, детские сады, центры социальной помощи, дома-интернаты, психоневрологические интернаты. Федеральные учреждения представлены: колонии, санатории, центрбанк, подразделения МЧС и МВД по Кировской области, центр гигиены и эпидемиологии Кировской области. К частным фирмам отнесли медицинские центры, аптеки, стоматологии, санатории, медпункты частных учреждений. Выделялись также индивидуальные предприниматели, представленные стоматологическими кабинетами, небольшими аптечными пунктами и т.д. Поступление медицинских отходов от этих групп учреждений показано на рис. 2.

Можно отметить (рис. 2), что большая часть медицинских отходов поступает от бюджетных организаций регионального уровня, их доля больше всего на рынке медицинских услуг. Постепенно растет объем отходов, идущих на утилизацию от частных фирм и индивидуальных предпринимателей, что связано как с возрастанием их количества, так и с привлечением таких организаций в правовое поле обращения с медицинскими отходами.



Рис. 2. Вывоз и обезвреживание медицинских отходов по группам предприятий

Кроме представленных данных, нами проанализирована общая ситуация в области обращения с медицинскими отходами. На основе собственного опыта и специалистов ОАО «Экологическая инициатива» выделены следующие проблемы:

- 1) медицинское учреждение заключает договор, но отходы не поставляет на утилизацию;
- 2) недостаточное финансирование данной статьи расхода в области здравоохранения, что касается прежде всего государственных организаций;
- 3) неэффективные экономические меры стимулирования по обращению с опасными медицинскими отходами;
- 4) предоставление опасных медицинских отходов не в полном объеме их образования;
- 5) проблема вывоза таких отходов из дальних районов области.

Таким образом, обращение с медицинскими отходами в силу их особенности, опасности требует совершенствования.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕНОЛСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ДЛЯ СИНТЕЗА ОЛИГОМЕРОВ

*С. В. Хитрин, Е. Г. Ханжина, Е. И. Арсланова*  
*Вятский государственный университет,*  
*Вятский государственный гуманитарный университет,*  
*akiele@mail.ru*

Синтетические фенолы являются дорогостоящими продуктами многостадийных нефтехимических синтезов, часто сопровождающихся образованием промышленных отходов, содержащих фенольные соединения. В России наиболее крупнотоннажными фенолсодержащими отходами нефтехимической про-

мышленности являются фенольная смола производства фенола и ацетона и кубовый остаток производства дифенилпропана. Ресурсы фенольных соединений в составе этих отходов составляют свыше 10 тыс. тонн в год.

Фенольная смола производства фенола и ацетона и кубовый остаток производства дифенилпропана большей частью обезвреживаются сжиганием или используются в качестве котельного топлива. При этом уничтожается перспективное и дешевое фенольное сырье.

Кроме того, экстракционная очистка при процессах переработки твердых ископаемых позволяет получать большие количества фенолов различного строения, в первую очередь, содержащих несколько гидроксильных групп и представляющих большой интерес для получения олигомеров.

Целью настоящей работы является исследование возможности применения фенольного сырья для синтеза различных олигомеров.

Выделяемые фенолы: резорцин, пирогаллол, гидрохинон, пирокатехин, флороглюцин, крезолы, нитрофенолы использованы нами для синтеза олигомеров на основе  $\epsilon$ -капролактама.

Исследована возможность проведения синтезов с одно- и многоатомными фенолами при температурах 160–220 °С, времени синтеза от 24 до 78 часов и различном мольном соотношении реагентов.

Таблица

**Характеристики олигомеров на основе КЛ и фенолов  
в зависимости от условий проведения синтезов**

№	T <sup>0</sup> С	$\tau$ , ч	Фенол	Соотношение КЛ и фенола	N <sub>ам</sub>	n	M	Выход, %
1	180	24	гидрохинон	1:1	1,1	2	336	48,4
2	200	48	пирогаллол	3:1	2,1	5	691	83,9
3	180	72	м-крезол	3:1	1,69	6	709,4	15,06
4	220	78	резорцин	2:1	3,27	7	855	45
5	160	48	о-нитрофенол	1:1	2,1	5	666	85,1
6	180	48	агидол 2	3:1	0,75	8	1244	63,4

Были выделены с высоким выходом до 83,9% олигомеры, содержащие в молекуле до 8 капроамидных остатков. Новые олигомеры проявили себя как эффективные модифицирующие добавки в полимерных композициях.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
НАТУРАЛЬНОЙ КОЖИ**

*И. П. Абашева, А. С. Ярмоленко*

*Вятский государственный гуманитарный университет,*

*inga-abasheva@rambler.ru*

Потребительские свойства натуральной кожи зависят от ее качества, которое оценивается по массовой доле минеральных веществ, кислотности и пределу прочности при удлинении. Они обуславливают продолжительность эксплуатации изделий из натуральной кожи. По количеству минеральных веществ

в коже судят о правильности проведения технологического процесса. Избытки минеральных веществ на поверхности кожи образуют солевой налет или другие нежелательные изменения в лицевом слое кожи. Кислотность кожи обусловлена содержанием кислот в свободном или связанном с белком состояниях. Кислоты накапливаются при хранении кож и вызывают разрушение кожи. Предел прочности характеризует степень сохранности волокнистой структуры дермы, однородности кожи.

Исследовано 6 образцов натуральных кож различной отделки, толщины, цвета и назначения, предоставленных кожевенным предприятием ООО «Арт-экс» г. Кирова (табл.). Минеральные вещества в коже определены по ГОСТ 938.2-67, кислотность по ГОСТ 938.8-69, предел прочности при удлинении – ГОСТ 938.11-69.

Таблица

**Характеристики исследованных образцов натуральных кож**

№ п/п	Название	Цвет	Отделка	Толщина, мм
1	Нубук обувной	Черный	Гладкая	1,2–1,4
2	Кожа для галантерейных изделий	Белый	Нарезная	1,0–1,2
3	Спилоч для подкладки обуви	Голубой	Велюр	1,0–1,2
4	Кожа «Наплак» для галантерейных изделий	Красный	Лаковая	1,0–1,2
5	Кожа «Наплак» для верха обуви	Черный	Гладкая	1,2–1,4
6	Кожа «Грейт» для верха обуви	Коричневый	Гладкая	1,2–1,4

Проведенными исследованиями установлено, что содержание минеральных веществ в исследуемых образцах натуральной кожи соответствуют установленным нормативам – 4–12% (рис. 1). Наименьшее содержание минеральных веществ обнаружено в спилке для подкладки обуви (образец 3), наибольшее – в нубуке (образец 1). По результатам исследования сделан вывод, что у всех исследуемых образцов кислотность не превышает нормы, установленной в стандарте – 3,5–5,0. Выявлено, что наивысшей кислотностью обладает галантерейная кожа «Наплак» (образец 5). При этом следует отметить, этот же образец имеет наивысший предел прочности (рис. 3). У спилка для подкладки обуви наименьший показатель кислотности и наименьший предел прочности. Спилоч для подкладки обуви является нижним срезом кожи (бахтармянный спилоч) и содержит малое количество коллагена, который обуславливает прочность.



Рис. 1. Содержание минеральных веществ в натуральной коже, %\*



Рис. 2. Кислотность натуральной кожи (pH)\*



Рис. 3. Предел прочности при удлинении натуральных кож, кПа\*  
\* Нумерация образцов приведена в таблице выше.

Таким образом, проведенные исследования показали, что образцы натуральных кож соответствуют государственному стандарту. Полученные результаты физико-химических свойств позволяют прогнозировать хорошие потребительские свойства обувных, подкладочных и галантерейных натуральных кож ООО «Артэкс».

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТИРКИ НА ГИГРОСКОПИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛЬНЯНОЙ ТКАНИ

*Т. В. Злобина, В. А. Долгополова, В. Ю. Водопьянова,  
М. Н. Кунаева, Л. В. Морилова, А. С. Ярмоленко  
Вятский государственный гуманитарный университет,  
zlobinat@list.ru*

Льняные ткани, которые еще недавно предлагались для одежды, были малопопулярны, а одежда из них с трудом находила своего потребителя, так как была невыразительной и «вне моды». Дизайнеры редко обращали внимание на льняные грубые ткани. Ярким примером применения грубой ткани может служить этническая одежда, которая всегда шьется из натуральных тканей. Серая вареная или суровая неотбеленная льняная ткань с непропрядами, пестроткань, способны передать настроения народности и экологичности. Натуральность таких тканей ни у кого не вызывает сомнения. Однако качество льняных тканей, их гигиенические свойства часто не отвечают требованиям производства и потребителя. Потребителя волнуют качество, гигиеничность, внешнее оформление одежды и простой уход за ней. В связи с этим актуально определение этих свойств, их изменение после стирки, как гидролитической деструкции льна, в основе которого – целлюлоза.

Цель работы: исследование изменения гигроскопических свойств в процессе эксплуатации, в частности стирки льняных тканей для одежды вологодского и итальянского производства.

В работе исследованы гигроскопические свойства (ГОСТ-3816-81) натуральных льняных тканей, отличающихся по цвету и структуре. Исследуемые образцы подвергались механическому воздействию машинной стирки семь раз при температуре 40 °С в течение 75 мин. синтетическими моющими средствами. После каждой стирки образцы льняных тканей высушивались в расправленном виде при комнатной температуре. С каждой стиркой льняная ткань становится мягче. Такие условия стирки можно рассматривать как гидролитическое, термическое, механическое и химическое старение (деструкцию) натуральной льняной ткани.

Лен хорошо впитывает влагу, поэтому в жаркую погоду он обеспечивает естественную вентиляцию, позволяя коже дышать. Льняная ткань после погружения в воду и ее стекания высыхает почти в полтора раза быстрее, чем синтетическая. Ткани из льна и с его содержанием имеют высокую влагоотдачу, то есть лучше впитывают влагу и быстрее высыхают. Гигроскопичность волокон обеспечивает в одежде поглощение пота, выделяемого кожей человека, и отдачу его во внешнюю среду. Таким образом, как при поглощении влаги волокном, так и при испарении влаги волокна благодаря своей гигроскопичности защищают тело от резкого влияния температуры окружающего воздуха. Чем выше поглощение влаги волокном, тем сильнее его защитное действие от резких изменений температуры, тем выше его гигиеничность.

Проведенными исследованиями установлено, что влажность итальянской льняной ткани до и после стирки меньше, чем отечественного вологодского льна (рис. 1). При этом следует отметить, что влажность после стирки как итальянских, так и вологодских исследованных тканей всех выбранных цветов изменяется незначительно ( $\approx 3\%$ ). Гигроскопичность, так же как и влагоотдача, вологодской льняной ткани до и после стирки меньше, чем итальянской (рис. 2, 3). Следует отметить, что влагоотдача и гигроскопичность до и после стирки итальянского натурального льна изменяется незначительно ( $\approx 1\%$ ).

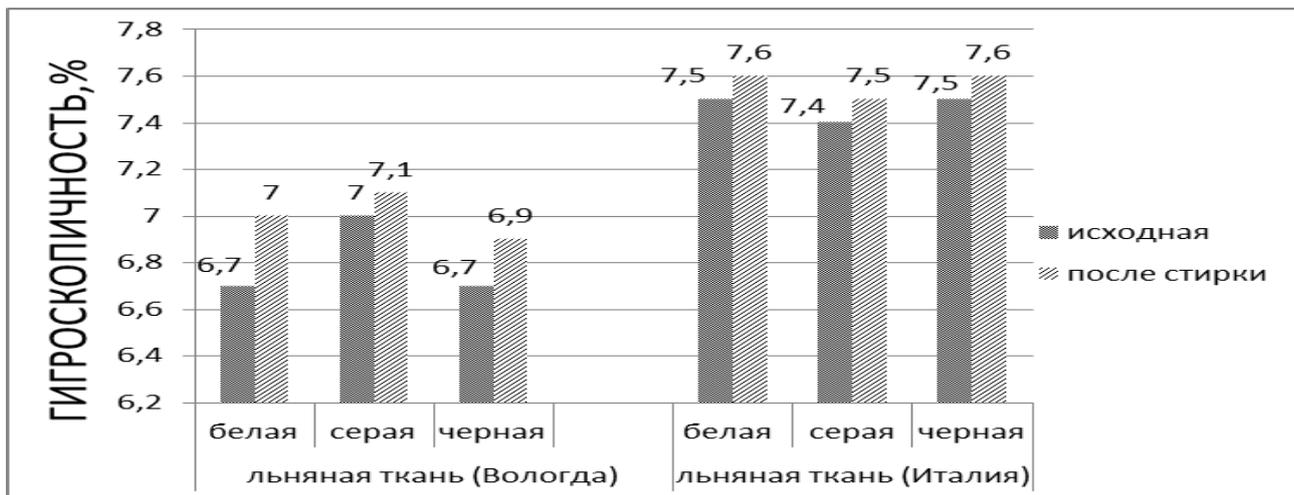


Рис. 1. Влияние стирки на влажность льняных тканей

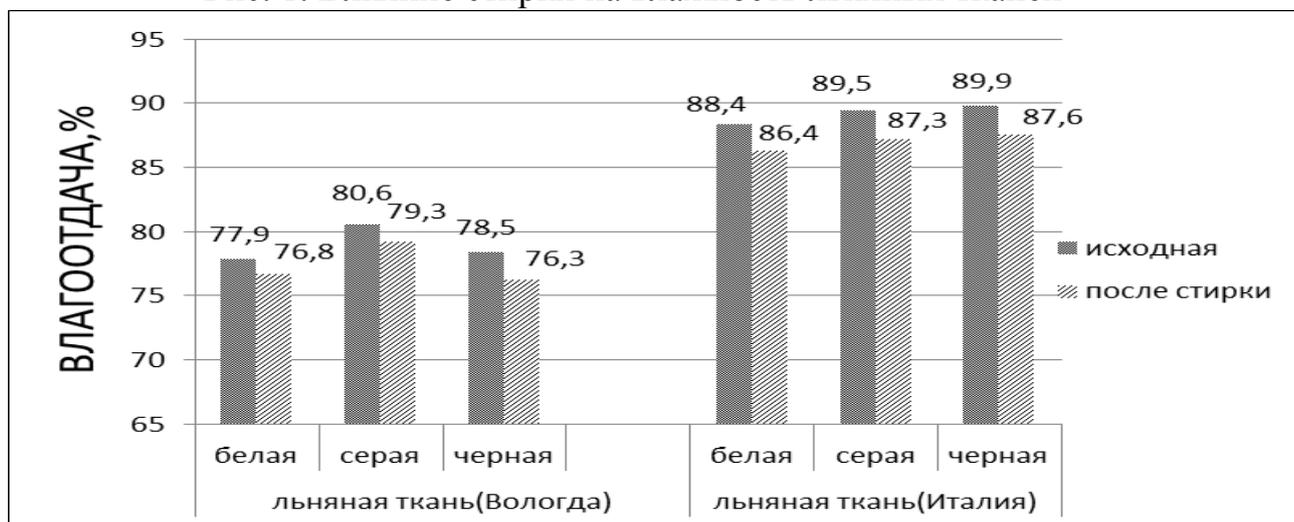


Рис. 2. Влияние стирки на гигроскопичность льняных тканей

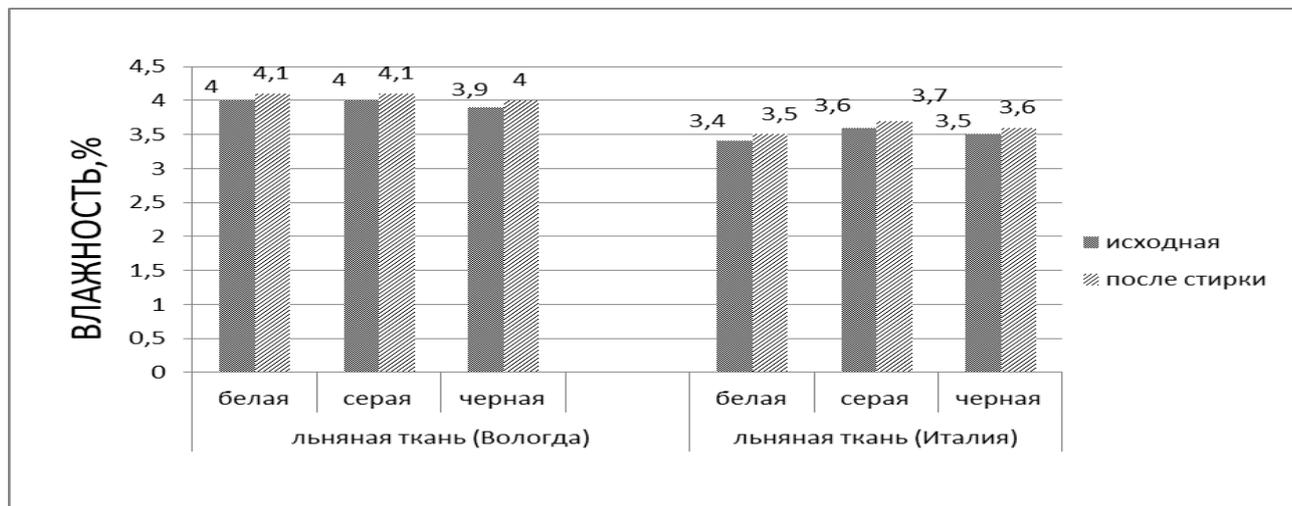


Рис. 3. Влияние стирки на влагоотдачу льняных тканей

Таким образом, изменение гигроскопических свойств натуральных льняных тканей после семикратной стирки и последующей сушки объясняется тем, что молекулы воды могут поглощаться поверхностью волокна, проникать в пространство между макромолекулами полимеров, химически связываться или разрушать (деструктировать) их.

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ТКАНЕЙ НАТУРАЛЬНОГО И ХИМИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

*М. Н. Кунаева, Т. В. Злобина, Л. В. Морилова, А. С. Ярмоленко*  
*Вятский государственный гуманитарный университет,*  
*mark93kun@mail.ru*

Для изготовления одежды высокого качества необходим правильный и научно обоснованный подбор материалов. Свойства каждого из комплектующих швейного изделия материалов должны быть учтены и обоснованы.

В ходе работы были исследованы потребительские показатели качества тканей: гигиенические – гигроскопичность, влажность; показатель надежности – усадка.

В качестве объектов исследования выбраны два образца платьевых тканей натурального (№1) и химического происхождения (№ 2).

Использованы стандартные методики.

Результаты исследования представлены на рис. 1, 2.

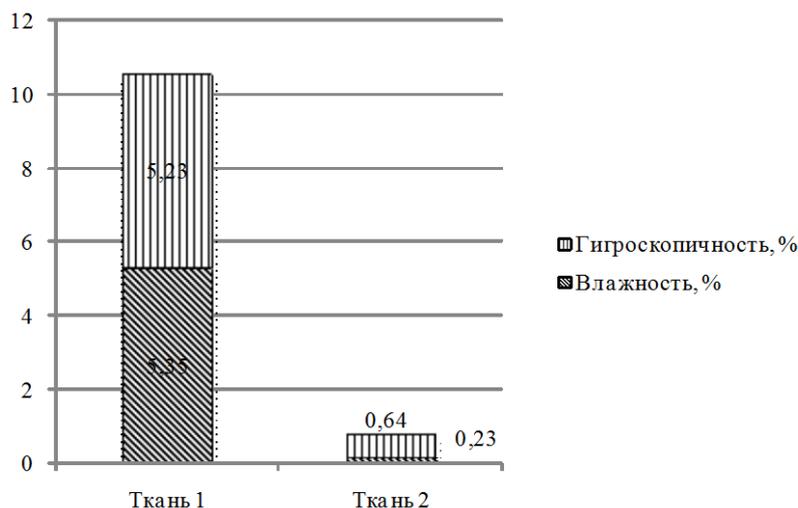


Рис. 1. Показатели гигроскопических свойств тканей натурального и химического происхождения

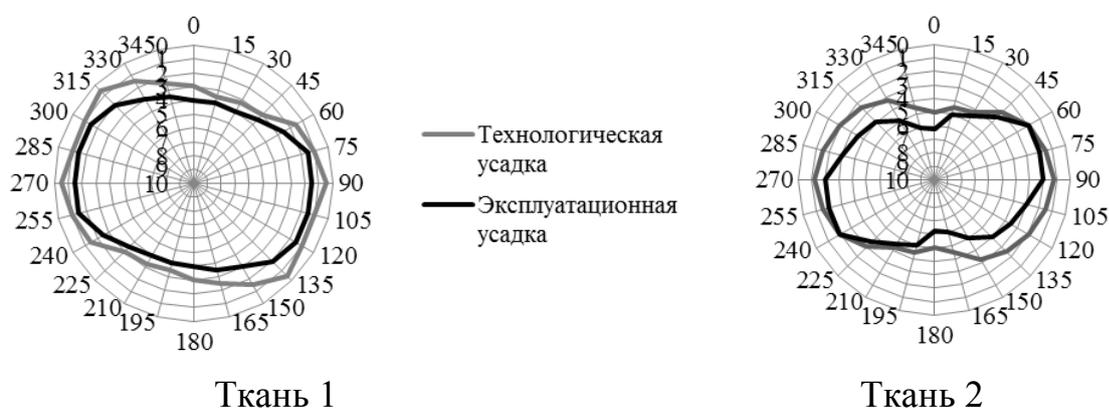


Рис. 2. Показатели усадки тканей натурального и химического происхождения

Анализ результатов исследования свойств тканей установлено, что льняная ткань имеет лучшие показатели гигроскопических свойств: влажность – 5,34%, гигроскопичность – 5,23%, чем ткань из лавсана с добавлением полиуретана: влажность – 0,23%, гигроскопичность – 0,64%.

Это обусловлено, прежде всего, химическим составом и надмолекулярной структурой волокон: высокие гигроскопические свойства льняных волокон обусловлены наличием в целлюлозе гидрофильных групп. Полиэфирные волокна обладают малой способностью к поглощению влаги, так как в их составе почти отсутствуют гидрофильные группы.

Согласно нормам изменения линейных размеров после мокрой обработки льняная ткань является малоусадочной. Лавсановая ткань показала большие значения усадки.

По результатам исследования были разработаны рекомендации по рациональному использованию данных тканей при проектировании одежды платьев-ассортимента.

## ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ СРЕДСТВАМИ ФЛОРИСТИКИ

*С. В. Трефилова*

*КОГОВУ ДОД «Эколого-биологический центр»*

В наши дни, когда повсюду ухудшается экологическая обстановка, а природа не в силах противостоять воздействию человека, роль зеленых растений особенно велика.

Фитодизайн – это жанр декоративно-прикладного искусства, это дословно «художественное конструирование из растений», включающий аранжировку цветов (срезанных, засушенных, комнатных, искусственных) как дизайна отдельных частей интерьера, флористику и озеленение интерьера в целом.

Важным направлением деятельности КОГОВУ ДОД «Эколого-биологический центр» является художественно-эстетическое (флористическое) направление.

Флористическое направление включает в себя занятия с детьми младшего и среднего школьного возраста в объединениях «Юный флорист» и с детьми среднего и старшего школьного возраста в объединении «Школа фитодизайна». Цель данного направления: привлечь внимание обучающихся к проблемам охраны окружающей среды, воспитания бережного и внимательного отношения к природе средствами художественного творчества, повышения общего эстетического и культурного уровня обучающихся.

Флористика привлекает и взрослых, и детей. Практически все, даже не умеющие рисовать, используя готовые природные формы, могут создать простую, изящную композицию.

Дети, занимающиеся флористикой, учатся понимать и ценить красоту природы, в них формируется желание беречь и охранять её.

Одна из главных задач флористов – показать, как прекрасны самые обычные растения и какой яркий, выразительный мир образов можно создать из природного материала.

Где, как не в образовательном учреждении человек может получить начало эстетического воспитания, на всю жизнь приобрести чувство прекрасного, умение понимать и ценить произведения искусства, приобщиться к художественному творчеству? Фитодизайн – это и есть художественное творчество, основой для которого служат засушенные цветы, листья, семена растений, солома и другой природный материал.

Восприятие прекрасного в природе приучает детей к наблюдательности, сосредоточенности, вдумчивости, укрепляет нервную систему, закаляет характер, развивает воображение. Эстетическая культура, умение беречь красоту родной земли, создавать красивые творения и задавать тон в этом направлении – все берет начало в эстетическом развитии детей.

Ежегодно в школе фитодизайна и объединениях «Юный флорист» КОГОВУ ДОД «Эколого-биологический центр» обучается более 100 воспитан-

ников. Дети получают необходимые знания для работы в области фитодизайна от высококвалифицированных педагогов дополнительного образования.

Для того, чтобы это направление охватывало как можно больше заинтересованных людей, педагогами Центра разработаны и проводятся различные мероприятия:

– для педагогов дополнительного образования города и области – обучение основам фитодизайна, семинары по проблемным вопросам в области флористики и аранжировки, консультации;

– для детей города и области – обучение по дополнительным образовательным программам, которые включают в себя теоретический материал и практические занятия с использованием природного материала; областные выставки-конкурсы творческих работ юных флористов «Зеркало природы», новогодних и рождественских композиций юных флористов.

Областные мероприятия ежегодно охватывают более 400 участников из 22 районов области и г. Кирова.

Более половины воспитанников школы фитодизайна продолжают обучение в высших и средних специальных учебных заведениях в области дизайна (ландшафтный, фитодизайн, конструирование и моделирование одежды, роспись игрушек) как в г. Кирове так и других городах России.

Во флористических салонах г. Кирова можно встретить опытных флористов-дизайнеров, прошедших обучение в школе фитодизайна по авторской программе педагогов.

Экологическое образование и флористическое творчество образовали прочный союз, который воплощает грамотное отношение к природе, дает возможность учащемуся раскрыть свои творческие возможности и научиться видеть мир в его полной красе.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОРИЕНТИРОВАНИЕ УЧАЩИХСЯ ЧЕРЕЗ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ЕСТЕСТВОЗНАНИЮ**

*И. Б. Попыванова, О. Б. Жданова, С. П. Ашихмин,  
А. К. Мартусевич, Л. Р. Мутшвили, М. В. Черемисинов  
Кировская государственная медицинская академия,  
Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
Нижегородский научно-исследовательский институт  
травматологии и ортопедии*

Экологическое образование в настоящее время принято рассматривать как единую систему, основными компонентами которой выступают формальное (дошкольное, школьное, среднее специальное и высшее) образование и неформальное образование взрослого населения. На ступени старшей школы экологические знания обучающиеся получают в ходе более углубленного изучения таких учебных предметов, как биология, химия, основы безопасности жизнедеятельности, география, обществознание и др. В силу жизненной важности эко-

логической проблематики обязательным принципом методологии экологического образования должен стать принцип его непрерывности. Это позволяет не только приобретать новые знания и применять их на практике, но и формировать самостоятельность, активную позицию учащихся. Решение этой проблемы эффективно происходит в процессе организации исследовательской деятельности детей во внеурочное время учителем и консультантом – преподавателем ВУЗа.

*Цель нашей совместной работы* создать в учебном процессе мотивационные условия для экологического образования детей через проектную исследовательскую деятельность в процессе взаимодействия школы с научным обществом учащихся «Вектор» и ВУЗом. Более 8 лет старшеклассники православной гимназии, являясь членами НОУ «Вектор», занимаются исследовательской деятельностью, выполняя интересные проекты по ландшафтному дизайну, оценке качества воздуха и воды в городе, культуре питания и здоровому образу жизни. Занятия проходят на базе гимназии, в ЦДЮТ и в лабораториях ВГСХА, КГМА. Начальным этапом такой работы является определение круга детей, которым интересно проводить исследования в природе. При посещении конференций, экскурсий, сразу видно учащихся, которые внимательно слушают экскурсовода, задают вопросы по данной проблеме. Если работа запланирована не на один год, то в процессе ее выполнения постепенно усложняется исследовательская деятельность учащихся и увеличивается доля их самостоятельной работы. Со своими научными работами школьники участвуют в Российской научно-социальной программе для молодежи и школьников «Шаг в будущее» по Кировской области, выступая с докладами на гимназических и городских конференциях, конкурсах, олимпиадах, выставках, региональных и Российских конгрессах молодых исследователей. Региональный и координационный центр этой программы работает на базе ЦДЮТ. Наиболее интересные доклады учащихся публикуются.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ ЧЕРЕЗ ПРОЕКТНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

***Н. Н. Черных***

*МАОУ «Русская гимназия», Сыктывкар  
chernyh.nina@inbox.ru*

*«Корень, источник доброты в созидании, в творчестве, в утверждении жизни и красоты. Доброе неразрывно связано с красотой, и любование ею – это лишь первый росток доброго чувства, которое надо развивать, превращая в активное стремление к деятельности».*

*В. А. Сухомлинский*

Одним из направлений в «Программе духовно-нравственного развития и воспитания младших школьников» по ФГОС является воспитание ценностного отношения к природе, окружающей среде в учебно-воспитательном процессе. Анализ исследований, проводившихся в 80-е годы прошлого века, показал, что

у школьников слабо развита потребность практического участия в решении экологических проблем. Причина заключалась в том, что главной задачей школы была передача знаний, трансляция информации. Сегодня практическая направленность является одним из ключевых принципов экологического образования. Приоритетом становится не степень осведомлённости учащихся об экологических проблемах, а уровень экологической культуры школьников, т.е. осознание своей ответственности за дальнейшую судьбу эволюции, а также действия способствующие решению проблем окружающей среды, её устойчивому развитию, сохранению жизни на Земле.

Решению данных задач в современной школе способствует внедрение инновационных форм обучения. Одной из таких форм в экологическом образовании является метод проектов. Хотя данный метод имеет почти вековую историю существования, именно в последнее время он выдвигается в ряд ведущих методов обучения. По своей сути метод проектов относится к методам проблемного обучения. Проблемное обучение – один из видов развивающего обучения, при котором знания, умения и навыки формируются, применяются и сохраняются в тесной связи с активными действиями самих обучающихся. Учитель переходит от задачи «дать новые знания» к задаче «создать условия для получения новых знаний учащимися», в учебном процессе используется исследовательский подход к приобретению знаний.

Проблемное обучение является ведущим принципом построения процесса обучения в Образовательной системе «Школа 2100». Проектная деятельность в ОС «Школа 2100» рассматривается как основная форма внеурочной деятельности. Проектная деятельность позволяет развивать познавательные навыки учащихся, умение самостоятельно конструировать свои знания, умения ориентироваться в информационном пространстве, развивать критическое мышление. Метод проектов даёт возможность при решении какой-либо проблемы интегрировать знания и умения, полученные из разных областей науки, техники, технологии.

Каждый проект имеет видимый результат: в теоретическом проекте – это решение существующей проблемы, в практическом – конкретный продукт, готовый к внедрению. При этом результат проекта является скорее не конечной целью, а началом новой стадии в непрерывном процессе самообразования.

Для определения вида проектов, целесообразных во внеурочной деятельности, следует иметь ввиду следующее:

- 1) цели внеурочной деятельности;
- 2) цели обучения, которым необходимо уделить дополнительное внимание; (в презентации схематично).

Основная цель внеурочной деятельности – создание условий для реализации детьми потенциала личности и развитие своих способностей. К важным целям обучения, которым целесообразно уделить дополнительное внимание, следует отнести:

- формирование коммуникативных навыков (партнёрское общение);
- формирование навыков организации рабочего пространства и использования рабочего времени;

- формирование навыков работы с информацией (сбор, систематизация, хранение, использование);
- формирование умения оценивать свои возможности, осознавать свои интересы и делать осознанный выбор.

Применение метода проектов всегда ориентировано на самостоятельную деятельность учащихся – индивидуальную, парную, групповую. В создании и организации проектов могут участвовать сами ученики начальной школы, их родители, дети старшего возраста, что помогает развивать коммуникативные навыки. При осуществлении проектов может проводиться исследовательская, поисковая, творческая, прикладная деятельность. Любой проект должен носить динамичный характер, иметь разумные временные рамки и учитывать возрастные особенности детей.

Основные этапы внеурочной проектной деятельности: 1. Выбор темы. 2. Сбор сведений. 3. Выбор проектов. 4. Реализация проектов. 5. Презентация.

Вот один пример экологического проекта – проект «В защиту ели».

Цель проекта: привлечение внимания школьников к проблеме массовых самовольных вырубок ёлок в предновогодний период; создание условий для формирования у детей и их родителей экологической сознательности.

Этапы работы над проектом:

1. Выбор темы исходил от самих учащихся, когда в начале декабря проводился классный час с презентацией «Традиции встречи Нового года». На занятии кружка «Экология» мы совместно поставили цель и задачи проекта. В соответствии с этими задачами дети разбились на 4 группы.

2. Сбор информации. I группа занялась сбором информации о пользе ёлок и хвойных деревьев. II группа изучала местную прессу о подготовке к Новому году, в частности о вырубках и ярмарках по продаже живых елей. III группа изучала рынок искусственных ёлок и возможности изготовления елочки своими руками. IV группа искала материал для выступления агитбригады перед учащимися гимназии.

3. Выбор проектов. Из собранной информации получились 3 мини-проекта: стенгазета «В защиту ели», сценарий «Ёлке жить в лесу!», выставка «Ёлка своими руками».

4. Над реализацией этих мини-проектов ребята работали 2 недели. Одни готовили из собранной информации материал для стенгазеты, провели конкурс плакатов в классе; другие приготовили и репетировали сценарий; третьи подготовили мастер-класс по самостоятельному изготовлению елки из подручных материалов и показали её во всех начальных классах.

5. Презентация проекта прошла в канун новогоднего праздника. В фойе гимназии была организована выставка поделок и ёлок, сделанных руками детей. Стены украшали плакаты и стенгазета «В защиту ели». Кружковцы выступили со своим сценарием перед учащимися начальных классов.

Материалы работы над проектом «В защиту ели» были высланы на муниципальный конкурс экологических проектов «Юнэко», в котором наш проект занял I место.

Вывод. При работе над проектом ребята активно вовлекаются в трудовую деятельность, развивают свой творческий потенциал и эстетический вкус, участвуя в защите природных объектов родного края получают пример гражданско-патриотического и экологического воспитания.

Проектная деятельность интересна младшим школьникам, в неё легко вовлечь родителей, она даёт возможность коммуникации как между детьми, так и между детьми и взрослыми.

### Литература

Бондаренко А. И. Проект как одна из форм организации образовательно-воспитательного процесса в начальной школе // Начальная школа плюс До и После, 2004. № 5. С. 9–11.

Горячев А. В. Проектная деятельность в Образовательной системе «Школа 2100» // Начальная школа плюс До и После, 2004. № 5 С. 3–8.

Духовно-нравственное развитие и воспитание младших школьников. Пособие для учителей общеобразовательных учреждений. В 2 ч. / Под ред. А. Я. Данилюка. М.: Просвещение, 2011.

Ласкина Л. Д. и др. Экологическое образование младших школьников: рекомендации, конспекты, занимательные материалы. Волгоград: Учитель, 2011.

## РАЗВИТИЕ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

*Л. В. Пантюшина<sup>1</sup>, О. А. Токарева<sup>1</sup>, Г. А. Воронина<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> МОАУ СОШ № 14, Киров,*

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

Педагогический коллектив МОАУ СОШ № 14 г. Кирова решает стратегическую задачу в сфере образования, отраженную в национальной образовательной программе «Наша новая школа» (Национальная ..., 2010). Коллектив определил в качестве инновационного подхода экологическое образование и воспитание. Оно даёт возможность раскрыть способности каждого ученика и способствует развитию личности, готовой к жизни в этом изменяющемся мире. В 2012–2013 гг. один из разделов программы направлен на формирование экологического здоровьесберегающего пространства образовательного учреждения. Целью данного направления было повышение уровня знаний педагогов по экологии родного края.

Задачи: 1) воспитывать экологическую культуру учащихся, бережное отношение к окружающей природе;

2) применять и развивать разнообразные формы и методы экологического образования и практической природоохранной деятельности;

3) развивать наблюдательность, применять знания в жизни для сохранения здоровья и природоохранной деятельности;

4) учить видеть и понимать прекрасное, включать эти вопросы в творческие и проектные работы детей.

Обучение педагогов идёт на семинарах, педагогических советах по теме «Экологическое воспитание учащихся», «Гендерный подход в обучении, воспитании и сохранении здоровья школьников». Учителя делятся опытом работы по данной проблеме, активно участвуют в мастер-классах. На базе отдыха для учителей был организован экологический десант на тему «Учимся у природы», «На природу за здоровьем» с целью повышения уровня знаний по экологии родного края. Учителям независимо от специализации необходимо было применить экологические знания на практике, использовать разнообразные формы работы со школьниками по природоохранной деятельности. Основные принципы, по которым оценивалась результативность работы учителей в команде, были следующие: комплексный подход, ценностная ориентация при изучении проблемы, выбор форм и методики с учётом возрастных и индивидуальных особенностей учащихся, правовые основы экологического воспитания и некоторые другие. Деятельностный подход при проведении данной формы работы даёт возможность развивать познавательный интерес, восстанавливать физический и нравственный компоненты здоровья, использовать данную форму в работе с учащимися. Выбор экологического направления работы вполне обоснован. Ещё К. Д. Ушинский писал: « Природа имеет огромное воспитательное значение в развитии молодой души». В. А. Сухомлинский считал природу родного края источником знаний и образцовым учителем.

Команды осуществляли путешествие по станциям. Названия, которых приводятся ниже: 1-я станция – «Весенняя», 2-я станция – «Ключевая», 3-я станция – «Растения-целители», 4-я станция – «Спортивная», 5-я станция – «Безопасное питание» с обоснованием меню походного завтрака, 6-я станция – «Сортировочная», 7-я станция – «Берегиня», 8-я станция – «Экология и художественный образ». По содержанию, формам и методам работы были подготовлены презентации, которые можно использовать классным руководителям (Ануфриева, 2002; Экология ..., 1996).

В предыдущие годы наиболее перспективными явились направления по формированию экологических знаний, безопасному образу жизни и природоохранной деятельности обучающихся. Применялись более 30 форм и методов работы, которые были зафиксированы в методических материалах. Например, составлен словарь «Азбука природы», видеофильм «Живая вода», игра «Экологический светофор», конкурс «Экологическая кухня», конкурсы рисунков и поделок из отходов природных материалов, игра «Экологическая почта», праздник «Березки», фотоконкурс «Красота родного края» и «Берегите природу». Школьники участвуют в акциях «Чистая улица», работают по озеленению кабинетов и школьного двора. На помощь детям приходят родители, запоминающимися являются совместный труд и отдых родителей и детей «Вся семья вместе и душа на месте», «Природа в истории моей семьи», праздник «Широкая масленица» и другие. В МОУА СОШ ведётся работа по безопасному здоровому образу жизни, она направлена на активизацию двигательной активности, предупреждение гиподинамии, привитие навыков личной гигиены. В школе работает бассейн, дети принимают участие в празднике Нептуна. Большое внимание школа уделяет организации питания детей, в классах школьники пьют артези-

анскую воду «Ключ здоровья». Разнообразное меню школьной столовой удовлетворяет родителей и учащихся. На классных часах выполняются практические работы по физиологическим основам здорового питания (Воронина, Морозова, 2011; Воронина, 2008). Ежегодно в школе работает летний трудовой экологический лагерь, где проводятся исследовательские работы по экологии, очищается территория берега Вятки и школы.

Реализуется подпрограмма «Профилактика вредных привычек» (Воронина, Морозова, 2011). Школа сотрудничает с Общественной организацией «Молодежный Фонд Жизнь» города Кирово-Чепецка, общественным движением «Кировский молодежный союз борьбы за народную трезвость». Совместно со студентами ВятГГУ и специалистами «Кировского областного наркологического диспансера» проводятся занятия «Антинаркотический десант» в 9 классах. Школа взаимодействует с клубом волонтеров «Перспектива» по вопросам профилактики ВИЧ и СПИДа. Учащиеся участвуют в международном проекте «dance4lif» (танцуй ради жизни).

Наши ученики принимают активное участие в городских конкурсах: социальных реклам «День отказа от алкоголя», агитбригад «Я выбираю здоровый образ жизни», акциях «Трезвость – норма жизни», «Выход есть!» За участие в конкурсах, акциях наши ученики имеют дипломы, грамоты, благодарственные письма. Мы гордимся их победами.

Результаты анкетирования учащихся по экологии, безопасному здоровому образу жизни, сочинений на тему: «Экология души» показали, что дети заинтересованы в данной проблеме и желают активно участвовать в совершенствовании школьного экологического пространства. Коллектив школы МОАУ СОШ №14 продолжает искать новые формы работы с детьми по организации экологического образования и практической природоохранной деятельности, безопасному здоровому образу жизни обучающихся.

### **Литература**

- Ануфриева Г. Аптека здоровья. Киров: ГИПП «Вятка», 2002. 512 с.
- Воронина Г. А. Школа здоровья: Учебно-методическое пособие для учителей и студентов педагогических вузов. Издание 4-е, дополненное. Киров: Изд-во ВГПУ, 2008. 104 с.
- Воронина Г. А., Морозова М. А. Школа здоровья (Физиологические основы здорового питания): учебно-методическое пособие для педагогов, родителей, студентов. Киров: Изд-во ВятГГУ, 2011. Ч. 2. 174 с.
- Национальная образовательная инициатива «Наша новая школа», Утверждена Президентом РФ Д. Медведевым 21.01 2010.
- Экология родного края / Под ред. Т. Я. Ашихминой. Киров: Вятка, 1996 с.

## ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННОЙ МУЗЫКИ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СТУДЕНТОВ

*М. А. Морозова, Н. А. Сентяков, А. Н. Чернов*  
*Вятский государственный гуманитарный университет,*  
*Morozova\_2406@mail.ru, cent\_nick@mail.ru*

Ранее нами проведено исследование музыкальных предпочтений студентов ВятГГУ. Было показано, что 28% респондентов предпочитают фоновое прослушивание музыки стиля рок. В связи с тем, что в доступной литературе, данных о влиянии на организм человека музыки этого направления нами не обнаружено, в данной работе представлены результаты такого исследования.

Рок музыка, в отличие от других, характеризуется наличием искажённых эффектом дисторшен звуков (звуковой эффект, достигаемый искажением сигнала путём его «жёсткого» ограничения по амплитуде) электрогитары, затяжных гитарных соло, агрессивным ритмом, как правило шести-, восьми- или двух- дольным размером такта (количество и относительная длительность долей, которые он способен содержать).

*Цель исследования:* выявить влияние рок музыки на умственную работоспособность студентов.

*Организация исследования:* в исследовании приняли участие 20 студентов ВятГГУ в возрасте 19-21 лет, составивших контрольную (n=10) и экспериментальную (n=10) группы

Умственная работоспособность оценивалась по методике Анфимова. Обе группы выполнили тест дважды с интервалом в полтора часа. В интервале между обследованиями обе группы занимались одинаковой деятельностью (собирали пазлы): контрольная группа работала без сопровождения музыки, а экспериментальная – при прослушивании рок музыки направления death metal умеренной громкости. В состав экспериментальной группы вошли студенты из числа респондентов – слушателей рока. Применение методики Анфимова позволила оценить исходный уровень работоспособности, внешнее торможение, внутреннее торможение и дифференцировочное торможение.

*При оценке результатов исследования* вычисляли: коэффициент точности (А):  $A = M/N$ , где М – число правильно отмеченных букв, N – число букв, которые необходимо было отметить; коэффициент умственной продуктивности (Р):  $P = A * S$ , где S – число проверенных знаков; объем зрительной информации (Q):  $Q = 0,5936 * S$ , где 0,5936 – средний объем информации на один знак; скорость переработки информации (СПИ):  $СПИ = Q - 2,07(n/t)$ , где 2,07 – биты потери информации, t – время выполнения работы, n – число ошибок.

Данные исследования подвергнуты статистической обработке (вычисление средних показателей и оценка достоверности различий по критерию t –Стьюдента) и представлены в табл. 1–3.

Показано, что исходные показатели работоспособности не имели достоверных различий в контрольной и экспериментальной группе. Показатели, характеризующие внешнее и внутренне торможение также не имели достоверных

различий как до, так и после эксперимента. Установлено, что складывание пазлов не вызывает выраженных изменений показателей внешнего и внутреннего торможения (табл. 1, 2).

Таблица 1

**Средние показатели внешнего торможения при оценке умственной работоспособности студентов**

Этап	Показатель	Контрольная группа	Экспериментальная группа
До эксперимента	Коэффициент точности (А)	0,97±0,02	0,96±0,01
	Коэффициент умственной продуктивности (Р)	375,00±25,74	406,13±25,93
	Объем зрительной информации (Q)	229,59±17,02	251,88±16,88
	Скорость переработки информации (СПИ)	229,54±17,01	251,81±16,87
После эксперимента	Коэффициент точности (А)	0,98±0,01	0,97±0,01
	Коэффициент умственной продуктивности (Р)	396,17±14,5	397,94±11,56
	Объем зрительной информации (Q)	238,96±8,96	245,42±9,78
	Скорость переработки информации (СПИ)	238,93±8,96	245,35±9,76

Таблица 2

**Средние показатели внутреннего торможения при оценке умственной работоспособности студентов**

Этап	Показатель	Контрольная группа	Экспериментальная группа
До эксперимента	Коэффициент точности (А)	0,95±0,01	0,93±0,03
	Коэффициент умственной продуктивности (Р)	240,78±9,55	230,01±19,36
	Объем зрительной информации (Q)	149,92±6,30	145,37±10,94
	Скорость переработки информации (СПИ)	149,85±6,28	145,31±10,94
После эксперимента	Коэффициент точности (А)	0,94±0,02	0,85±0,04
	Коэффициент умственной продуктивности (Р)	243,84±16,15	223,48±13,53
	Объем зрительной информации (Q)	154,07±8,89	158,62±12,76
	Скорость переработки информации (СПИ)	159,99±8,89	158,48±12,72

При этом, следует отметить, что показатели дифференцировочного торможения (объем зрительной информации и скорость переработки информации)

достоверно изменились к концу эксперимента только в контрольной группе, а в экспериментальной группе остались близкими к исходному уровню (табл. 3).

Таблица 3

**Средние показатели дифференцировочного торможения  
при оценке умственной работоспособности студентов**

Этап	Показатель	Контрольная группа	Экспериментальная группа
До эксперимента	Коэффициент точности (А)	0,83±0,07	0,93±0,03
	Коэффициент умственной продуктивности (Р)	210,58±21,99	229,4±22,79
	Объем зрительной информации (Q)	151,10±9,63	145,79±13,01
	Скорость переработки информации (СПИ)	150,73±9,58	145,7±13,01
После эксперимента	Коэффициент точности (А)	0,92±0,03	0,95±0,02
	Коэффициент умственной продуктивности (Р)	181,89±14,62	195,19±15,98
	Объем зрительной информации (Q)	118,65±9,82*	121,89±9,56
	Скорость переработки информации (СПИ)	118,5±9,79*	121,8±9,56

\* – различия с соответствующим показателем до начала эксперимента достоверны,  $p < 0,05$

Таким образом, можно утверждать, что прослушивание рок музыки в пределах 1,5 часов не изменяет показатели умственной работоспособности, а также препятствует развитию утомления в аспекте дифференцировочного торможения.

**РАЗВИТИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРЕСА ВОСПИТАННИКОВ  
НА ЗАНЯТИЯХ ШКОЛЫ ФИТОДИЗАЙНА «Ф»  
КОГБУ ДОД «ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОГО ЦЕНТРА» –  
ВАЖНЕЙШАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ФОРМИРОВАНИЯ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ПОДРАСТАЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ**

*О. Ю. Сысолятина  
КОГБУ ДОД «Эколого-биологический центр»*

В современных условиях проблема интереса как важнейшего стимула развития личности все больше привлекает к себе внимание как учителей, ищущих эффективные приемы и средства развивающего обучения, так и исследователей – психологов и педагогов дополнительного образования.

«Важнейшая область общего феномена интереса – это *познавательный интерес*. Его предметом является отличительное свойство человека: познавать окружающий мир не только с целью биологической и социальной ориен-

тировки в действительности, но в самом существенном отношении человека к миру - в стремлении проникать в его многообразие...» (Машарова, 2008).

С точки зрения Г. И. Щукиной, *познавательный интерес* – это «избирательная направленность личности, обращенная к области познания, к ее предметной стороне и самому процессу овладения знаниями» (Щукина, 1979, 1984). Психологи утверждают, что истоки интереса лежат в общественной жизни, что развивается и обогащается интерес в деятельности, в которой формируется и конкретное содержание интересов человека, т.е. источником познавательного интереса является жизнь, окружение человека, окружающая его природная среда.

А. Н. Леонтьев (1981), Л. И. Божович (1995), Ю. К. Бабанский (1977) рассматривали познавательный интерес как сильный мотив учения, как важный фактор успешности овладения знаниями. Исследования показали, что источником самой сильной стимуляции учения в глазах учащихся является не только содержание обучения и процесса учебной деятельности, сколько социальные стимулы (вера в свои силы, воля, поощрение, отношения и т. п.), которые для личности обучающегося важнее и сильнее всех остальных. «Социальные стимулы не выступают обособленно от стимулов содержания и процесса деятельности; они, переплетаясь друг с другом, влияя друг на друга, побуждают познавательный интерес, оказывают воздействие на нравственное развитие личности» (Щукина, 1962).

В нашей стране эта проблема обостряется в связи с тем, что в условиях стремительных социально-экономических перемен падает престиж образования, интересы людей смещаются на материальное благополучие, обладание которыми не зависит от полученного образования. Интерес создаёт благоприятные условия для развития активности и самостоятельности учащихся, нейтрализуя равнодушие и инертность. Важнейшим показателем наличия и уровня познавательного интереса является мотивируемая им деятельность.

Школа фитодизайна «Ф» КОГОБУ ДОД «Эколого-биологический центр» осуществляет свою деятельность с 1996 г. С воспитанниками работают опытные педагоги высшей квалификационной категории – О. Ю. Сысолятина и С. В. Трефилова. Работа ведётся по двум уровням: учащиеся младших и средних классов посещают объединения «Юный флорист», а учащиеся старших классов обучаются в школе фитодизайна по авторской трёхгодичной программе «Основы фитодизайна». Программой предусмотрено изучение таких предметов, как аранжировка цветов (западная и восточная), плоскостная флористика, ботаника с основами экологии, основы изобразительного искусства и др. Более 65% учебного материала осваивается воспитанниками на практике.

Для формирования и развития познавательного интереса у воспитанников используются ряд условий:

1. В процессе обучения обучающиеся действуют активно, вовлекаются в процесс самостоятельного поиска и «открытия» новых знаний, решают вопросы проблемного характера.
2. Учебный труд интересен тогда, когда он разнообразен.
3. Обучение должно быть трудным, но посильным.

4. Чем чаще проверяется и оценивается работа воспитанников, тем интереснее им работать.

5. Понимание важности, целесообразности изучения фитодизайна в целом и отдельных его разделов.

6. Яркость, эмоциональность, практическая значимость учебного материала.

Как показывают наши наблюдения, особенно высоким потенциалом развития познавательного интереса подростков обладает их внеучебная деятельность, в которой они находят возможности для личностного самовыражения и самоутверждения. Творческая деятельность подростков, в том числе их деятельность в художественно-эстетическом направлении, создает условия для развития креативности, раскрепощения, ухода от стереотипов, формирования продуктивного и экологического типов мышления.

Участие в мероприятиях Школы фитодизайна «Ф» развивает у подростков ответственность за общее дело, стремление найти своё место в жизни. Как известно, основным противоречием подросткового периода является настойчивое стремление ребёнка к признанию своей личности взрослыми, при отсутствии реальной возможности утвердить себя среди них. Поэтому участие во внеклассных мероприятиях позволяет подростку утвердиться в своей среде, завоевать авторитет, повысить степень вероятности ситуации успеха в познавательной деятельности, и, следовательно, интереса к ней.

«Фитодизайн является таким средством, когда природа используется не только как вещественный материал, но и как носитель выявленных чувственных характеристик этого материала, способных становиться источником художественных образов, вызывает к себе определенное эмоциональное отношение и благодаря этому становится интегративным средством для организации формирующего учебно-воспитательного пространства. Необходимо педагогическое осмысление возможностей использования фитодизайна, ... в целостности формирующего процесс эстетизации и экологизации образования» (Осипова).

За последние три года воспитанники Школы фитодизайна, участвуя в областных выставках-конкурсах юных флористов, завоевали более 30% призовых мест; коллектив Школы регулярно становится лауреатом областных выставок – конкурсов творческих работ юных флористов «Зеркало природы» и «Зимних и новогодних композиций».

Более 50% выпускников Школы связывают свою жизнь с фитодизайном, получая высшее и среднее образование по специальностям «Флорист», «Ландшафтный дизайн», «Дизайнер», и пр., а так же работают в качестве флористов в фирмах и салонах города, как в нашей стране, так и за рубежом.

Школа фитодизайна, способствуя развитию познавательного интереса, формирует экологическую культуру подрастающего поколения, воспитывает у обучающихся бережное отношение к природе средствами художественно-эстетического творчества.

#### Литература

Бабанский Ю. К. Оптимизация процесса обучения. М., 1977.

- Божович Л. И. Проблемы формирования личности. М., 1995.
- Денисова В. Г. Система дидактических игр, как средство формирования познавательного интереса учащихся: Дис... канд. пед. наук. Волгоград, 1996.
- Леонтьев А. Н. Проблемы развития психики. М., 1981.
- Машарова В. А. Познавательный интерес школьников с позиции современности // Письма в Emissia. Offline: электронный научный журнал. 2008.
- Осипова Н. В. Фитодизайн как педагогическое средство учебно-воспитательного процесса // Письма в Emissia. Offline: электронный научный журнал.
- Рудков А. В. Условия развития познавательного интереса подростков. // Письма в Emissia. Offline: электронный научный журнал.
- Щукина Г. И., Лигшик В. Н., Роботова А. С. и др. Актуальные вопросы формирования интереса в обучении / Под ред. Г. И. Щукиной. М.: Просвещение, 1984.
- Щукина Г. И. Активизация познавательной деятельности учащихся в учебном процессе. М.: Просвещение, 1979.
- Щукина Г. И. Формирование познавательных интересов учащихся в процессе обучения. М., 1962.

## ИХ ПУТЬ В НАУКУ НАЧИНАЛСЯ В ШКОЛЕ

*А. А. Хохлов*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
kaf\_eco@vshu.kirov.ru*

В нашей стране немало ученых, чей путь в науку начинался еще в школьные годы. Есть такие ученые и в Вятской губернии – Кировской области. Среди таких ученых можно назвать профессоров, докторов биологических наук Э. А. Штину, М. К. Хохрякова и, к сожалению, не успевшего защитить диссертацию из-за гибели на Финской войне П. Н. Никольского.

Родилась Эмилия Чашникова, так была в детстве фамилия Штиной, в семье учителя и агронома. С детства от своего отца Адриана Тимофеевича много слышала о растениях, мама – Юлия Трофимовна привила любовь к чтению. Большую роль в выборе жизненного пути Эмилии Адриановны сыграли учителя Нолинской школы, где она обучалась в классе со специализацией биология и сельское хозяйство. Учитель биологии Попова Агния Павловна постоянно выводила школьников на экскурсии в природу, а в летнее время организовывала специальную биологическую школу, где учила ребят проведению наблюдений, сбору биологических коллекций. Уже в 6 классе Миля самостоятельно собрала и определила около 300 видов растений, которые составили ее личный гербарий. К выпускному классу она прочитала все книги по биологии, которые можно было найти в Нолинске. Преподаватель сельского хозяйства Батурин Сергей Иванович прививал школьникам практические навыки агрономии и ведения личного подсобного хозяйства. Уже в 5 классе Миля Чашникова написала необычный реферат, который назывался «Как перейти с трехполя на многополье». Большой опыт был приобретен ею во время практических занятий на пришкольном участке [1]. Это и определило ее дальнейший путь – поступление в Вятский государственный педагогический институт. А затем была аспирантура, защита кандидатской и докторской диссертаций по альгологии. Э. А. Штина

фактически была родоначальницей альгологии в Кировской области. Самая большая ее заслуга – созданная ею научная школа альгологов.

Летом 1919 г. в Вятском музее был создан кружок юных натуралистов, которым руководил А. Д. Фокин. Среди тех, кто начал посещать это кружок, были четырнадцатилетние ученики Михаил Хохряков и Павел Никольский. Им стали доверять не только ответственную работу по сбору, обработке коллекций музея, но и научное описание собранных образцов флоры Вятской губернии. Дирекция музея оформила их лаборантами ботанического кабинета естественно-научной лаборатории. Михаил Хохряков начал изучать грибы и болезни растений, Павел Никольский – лишайники и мхи [2].

В 1920 г. еще будучи школьниками они участвуют в ботаническом обследовании Уржумского и Яранского уездов, в 1921 г. – в геоботанической экспедиции агрослужбы Северной железной дороги [3, 4, 5]. В 1923 г. они ведут ботанические исследования в Нолинском уезде, где, в составе научной экспедиции изучают грибы, мхи, лишайники Медведского бора [4, 6, 7].

По-разному сложилась судьба друзей после окончания в 1924 г. школы. Михаил Хохряков поступает учиться на биологический факультет ЛГУ, а его друг Павел Никольский в Ленинградский географический институт, но через два года переводится на географический факультет ЛГУ. После окончания университета М. К. Хохряков поступает в аспирантуру при кафедре ботаники ЛГУ, а Павел Никольский при кафедре географии. Затем их пути разошлись.

С первого курса друзья в свободное от работы время проходят стажировку в Главном ботаническом саду (теперь Ботанический институт РАН), где отшлифовывают полученные еще в Вятке научные навыки, углубляют и увеличивают научные знания.

Обучаясь в университете и позже в аспирантуре Павел Никольский в летнее время работал в экспедициях под руководством профессора В. П. Савича, где продолжал изучать растительность болот и лишайники. Он привез с собой из Вятки обширные коллекции лишайников как своего сбора, так и сборов А. Д. Фокина и других коллекторов. Все свое свободное от учебы в университете, время посвящал научной обработке этих коллекций и углубленному изучению лишайников. Первая научная публикация П. Никольского появилась в Трудах Вятского Государственного музея в 1927 г. Она была написана совместно с А. Д. Фокиным и посвящена семейству *Peltigeraceae*. По статье были описаны новые для науки формы пелтигер, а именно: *Peltigera aphthosa* (L.) Hoffm. f. *Angustiloba* Nikolski et Fokin и *P. rispate* Fokin et Nikolski и приведены интересные эколого-биологические наблюдения над пелтигерами и нефромами [8]. Фактически это был первый научный труд по лихенологии на Вятской земле. Далее были работы по лишайниковым формациям Медведского бора [9], обзор литературы о лишайниках Вятского края [10], о новых видах для флоры лишайников Вятской губернии [11] и Кировского края [12]. До сегодняшнего дня эти работы являются актуальными.

В 1930 г. П. Н. Никольский становится геоботаником Ленинградского отделения Научно-исследовательского торфяного института, работает в Ленинградской области, в Карелии и на Кольском полуострове. С 1935 г. он руково-

дил (до призыва в ряды действующей армии) ботанико-технологическими исследованиями болот от Ленинградского института проектирования торфяных заводов. Он впервые дал генетическую классификацию торфов Ленинградской области и новую оригинальную классификацию болот, деятельно участвовал в разработке методики исследования болот для промышленного использования. Интересно и то, что академик В. П. Савич, узнав о гибели своего ученика на Карельском фронте, написал некролог, где называл П. Н. Никольского крупным специалистом-болотоведом [13].

Михаил Кузьмич Хохряков под руководством А. А. Ячевского защитил кандидатскую диссертацию по микологии и начал трудиться в Микологической лаборатории, которая вместе с рядом других учреждений, входила в состав организованного в 1929 г. Всесоюзного Института защиты растений. Вернувшись с фронта, Хохряков вновь продолжил работать в родном институте. В 1953 г. он защитил докторскую диссертацию; с 1956 по 1977 гг. возглавлял лаборатория микологии им. А. А. Ячевского, которая стала крупнейшим центром по экспериментальному изучению грибов на территории бывшего СССР. Под его руководством сотрудники лаборатории проводили исследования в разных направлениях микологии. Исследования имели большое практическое значение, поскольку обосновывали меры борьбы с болезнями, и в то же время представляли теоретический интерес в плане понятия вида у паразитных грибов [14].

#### Литература

1. ГАКО. Ф. р-3838. Оп. 2. Д. 1. Л. 1–3.
2. Хохряков М. К. Воспоминания о А. Д. Фокине // Проблемы изучения, использования и охраны природы Кировской области: материалы первых естественно-научных краеведческих чтений, посвященных памяти А. Д. Фокина. Киров, 1992. С. 17–19.
3. ГАКО. Ф. р-2222. Оп. 1. Д. 6. Л. 3.
4. ГАКО. Ф. р-2222. Оп. 1. Д. 17. Л. 20.
5. Фокин А. Д. Обзор ботанических исследований в Кировской области за 1917–1927 годы // Труды НИИ краеведения. Вып. 115. Киров, 1939. С. 4–17.
6. ГАКО. Ф. р-1148. Оп. 1. Д. 29. Л. 57.
7. ГАКО. Ф. р-2222. Оп. 1. Д. 19. Л. 40.
8. Фокин А. Д., Никольский П. Н. К лишайниковой флоре Вятского края. I сем. Peltigeraceae // Труды Вятского Государственного музея. Вятка, 1927.
9. Никольский П. Н. Лишайниковые формации Медведского бора // Известия Главного ботанического сада СССР. Т. XXVII.
10. Никольский П. Н. Обзор литературы о лишайниках Вятского края // Известия Главного ботанического сада СССР. Т. XXVIII, 1929. С. 610–623.
11. Никольский П. Н. Новинки для флоры лишайников Вятского края // Известия Главного ботанического сада СССР. Т. XXIX, 1930. С. 326–328.
12. Никольский П. Н. Новинки для флоры лишайников Кировского края // Труды БИН Акад. Наук, Сер. II. Вып. III. 1936. С. 664–668.
13. Савич В. П. Памяти Павла Николаевича Никольского (1905–1939) // Природа 1940. № 12. С. 92–4.
14. Хохрякова Е. Моя Семья и Великая Победа (Балкашины и Хохряковы в тылу и боях) // [http://leningrad-spb-blokada.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=59&Itemid=61](http://leningrad-spb-blokada.net/index.php?option=com_content&view=article&id=59&Itemid=61)

## РЕЗУЛЬТАТЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ТУРА РЕГИОНАЛЬНОГО ЭТАПА ОЛИМПИАДЫ ПО БИОЛОГИИ

*А. Н. Лянунов*

*КОГАОУ ДОД «Центр дополнительного образования одаренных школьников»,  
owls\_bats@mail.ru*

В г. Кирове в очередной раз прошёл региональный этап олимпиады по биологии среди учащихся школ г. Кирова и области. Олимпиада проводилась на базе естественно-географического факультета ВятГГУ. В данном докладе представлен отчет об итогах работы комиссии практического тура по направлению «Зоология позвоночных». Средний балл в данном туре составил 13,2 балла при максимально возможном количестве 20 баллов. При этом максимальное значение (19 баллов), показали двое учащихся, систематически посещающих занятия в ЦДООШ или слушатели ЛМШ (летняя межпредметная школа на базе детского оздоровительного лагеря «Вишкиль»). Анализ результатов показывает, что средний показатель за практический тур у детей, посещающих занятия в ЦДООШ и в ЛМШ выше, чем общий средний и составляет 16,8 баллов.

В практическом туре было предложено 3 задания – 1) определить млекопитающее по черепу; 2) составить зубную формулу; 3) определить рыб и амфибий с использованием определителя.

При анализе результатов по каждому заданию выяснилась довольно слабая подготовка большинства учащихся. Так, общий процент выполнения по каждому заданию: определение животного по черепу и зубной системе – 73,9%; зубная формула – 31,6%; определение рыб и амфибий по влажным препаратам и систематика – 15,8%. При этом отмечается, что школьники из города Кирова оказались более подготовлены, нежели их сверстники из районов Кировской области. Их результат в среднем на 21,9% выше (рис. 1).

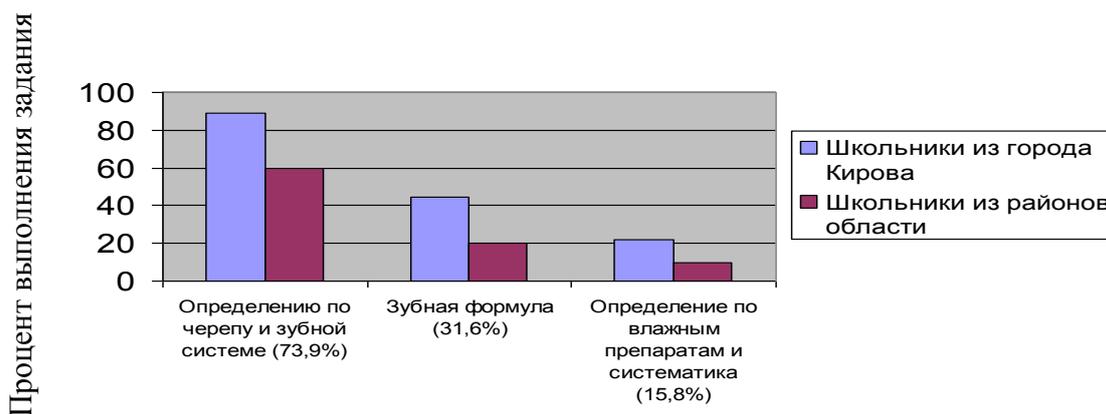


Рис. 1. Процентное соотношение верно выполненных заданий школьниками из города Кирова и районов области

При проведении анализа ошибок по каждому заданию в отдельности было выяснено, что основными проблемами являются:

– не различают грызунов и зайцеобразных по черепу;

- не различают хищных и насекомоядных по черепу (рис. 2);
- не различают типы зубов и не знают форму записи (рис. 3);
- не знают систематику (особенно рыб);
- путают хвостатых амфибий с рептилиями (рис. 4).

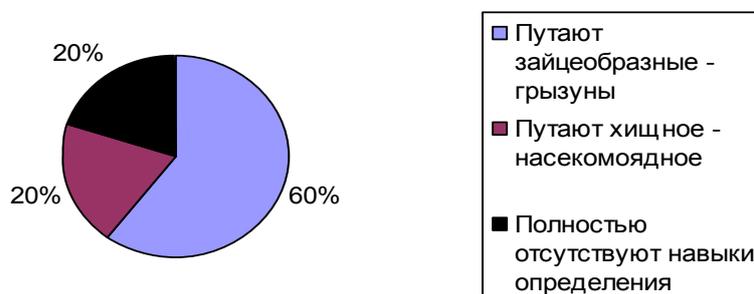


Рис. 2. Распределение ошибок по заданию № 1 (Определить млекопитающее по черепу)

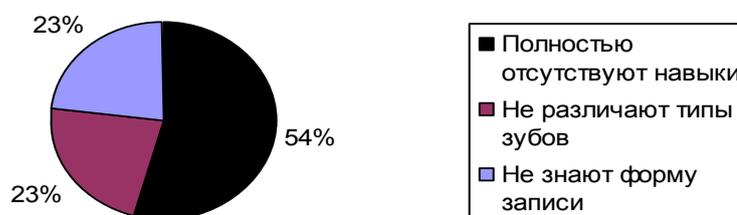


Рис. 3. Распределение ошибок по заданию № 2 (Составить зубную формулу)

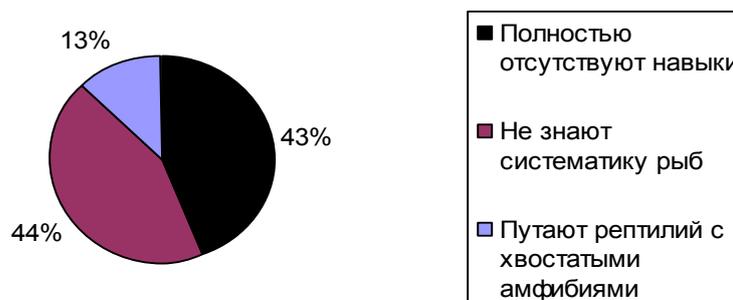


Рис. 4. Распределение ошибок по заданию № 3 (Определение рыб и амфибий по влажным препаратам)

Особенно плачевно полное отсутствие каких-либо навыков в вопросах определения и написания зубной формулы, а также в систематике позвоночных.

Таким образом, учащимся, прошедшим на региональный этап Всероссийской олимпиады школьников по биологии, необходимо значительно углублять свои знания в данном направлении. Одним из вариантов решения мы видим посещение такими школьниками спецкурсов.

## ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ АНИМИРОВАННЫЕ ТРЕХМЕРНЫЕ МОДЕЛИ СИСТЕМ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ

*В. В. Рутман<sup>1</sup>, Г. Я. Кантор<sup>1,2</sup>*

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

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

*rutman.slavik@yandex.ru*

В современной системе образования значительное место отведено предметам, связанным с экологией и охраной окружающей среды. Поскольку эти образовательные дисциплины являются относительно новыми, они значительно хуже обеспечены учебно-наглядными пособиями по сравнению с классическими предметами, имеющими многовековую практику преподавания (такими как физика, химия, биология и др.).

В наши дни компьютерные информационные технологии широко внедряются во все сферы человеческой деятельности, включая систему образования. Они могут очень эффективно использоваться при создании наглядных пособий. Современные образовательные учреждения оснащены всем необходимым оборудованием для демонстрации данных материалов: компьютеры необходимой мощности с адекватным программным обеспечением, проекторы, демонстрационные экраны и интерактивные доски.

Весьма эффективным средством демонстрации учебных материалов является трехмерная графика и анимация с показом текста и озвучиванием. Данная технология позволяет не только предоставить достаточно полную и качественно оформленную информацию, но и сконцентрировать внимание и привлечь учащихся к изучаемым материалам. Предлагаемые электронные пособия не являются чрезмерно требовательными к программному и аппаратному обеспечению и не требуют установки дополнительных программ. Демонстрационные учебные материалы с применением трехмерной графики активно внедряются в образование по таким дисциплинам, как физика, химия, география, биология, однако в преподавании экологии подобные материалы применяются сравнительно редко, что связано с относительно недавним внедрением изучаемого предмета в учебный процесс.

В данной работе были поставлены задачи подбора и изучения программной среды создания трехмерных графических и анимированных моделей, а также выбор темы в изучаемом курсе экологических дисциплин, пригодной для представления в данном виде. Целью является создание электронного наглядного пособия по выбранным темам.

Первоначальной задачей был выбор подходящей компьютерной программы, способной производить работы с трехмерной графикой, создавать анимацию и предоставлять данные в наглядном с приемлемыми техническими требованиями к компьютерной аппаратуре. Выбор таких программных средств достаточно широк, но в качестве наиболее подходящего инструмента для создания трехмерного наглядного пособия была выбрана программа Blender от нидерландской некоммерческой организации Blender Foundation, занимающей-

ся разработкой инструментов программирования трехмерных моделей. Blender – бесплатный пакет для создания трёхмерной компьютерной графики, включающий в себя средства моделирования, анимации, рендеринга, постобработки видео, а также создания интерактивных игр. Преимуществом данного пакета является низкая требовательность к аппаратно-программным ресурсам, совместимость с другими приложениями и широкие возможности функционирования программы. Данное программное приложение является некоммерческим и свободно распространяемым.

Ещё одним важным вопросом стал выбор темы, доступной для представления в виде трехмерного анимированного учебного пособия. Одной из основных тем является снижение вредных выбросов в окружающую среду. Оно производится путем создания специального оборудования очищающего сбросы в воду и выбросы в атмосферу от загрязняющих веществ. Существуют различные типы очистных сооружений и фильтров, реализующих различные технологии очистки в зависимости от типов выбросов и состава загрязняющих веществ. В данной работе мы ограничились созданием виртуальных моделей устройств, предназначенных для очистки воздуха перед выбросом в атмосферу.

Системы очистки воздуха от примесей делятся на четыре группы: сухие, мокрые, фильтрующие и электрические. Сухие пылеуловители используют действие физических сил для осаждения частиц примесей. Мокрые или гидравлические устройства осаждают поллютанты действием на воздух жидкости, поглощающей данные примеси. Фильтрующие устройства пропускают воздух через пористую ткань, которая задерживает частицы примесей. В электрических пылеуловителях частицы приобретают электрический заряд и притягиваются к электродам противоположного знака заряда. Данные аппараты различны по своей конструкции, сферам применения и эффективности.

Трехмерные анимированные модели воздухоочистных устройств, созданные в ходе выполнения работы, реализованы в виде видеофайлов, сохраненных в MPEG-формате с достаточно высоким качеством изображения. Видеозаписи сопровождаются разъясняющей информацией, звуковым сопровождением и поддерживаются большинством программных средств для их воспроизведения. В качестве примера сухих пылеуловителей были созданы модели циклона и пылеосадительной камеры. Жидкостные очистные устройства представлены моделями форсуночного скруббера и пенного пылеуловителя с тарелкой. Также были созданы видеоматериалы для демонстрации работы тканевого фильтра и электрофильтра. Созданные трехмерные модели, наглядно отображая принципы работы очистных устройств, конечно, имеют отличия от реальных объектов, что связано с некоторыми ограничениями, присущими программной среде разработки этих моделей.

Принцип трехмерного моделирования имеет широкие перспективы не только для создания учебных пособий, но и для применения в практике научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

На рис. 1–5 приведены некоторые кадры из созданных видеороликов.

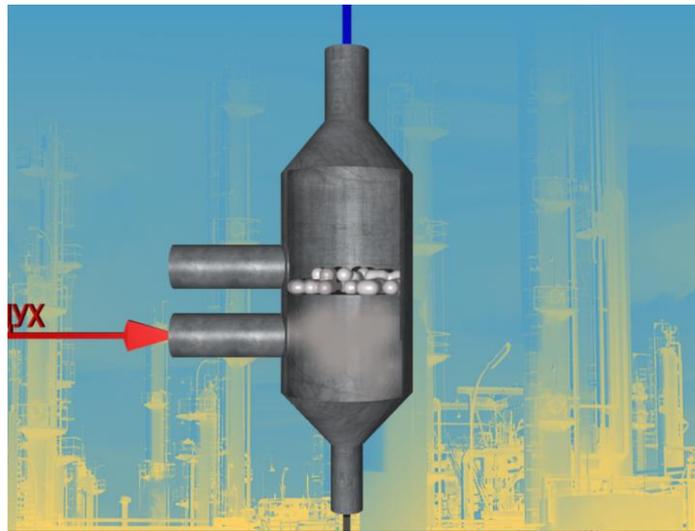


Рис. 1. Пенный пылеуловитель



Рис. 2. Форсуночный скруббер

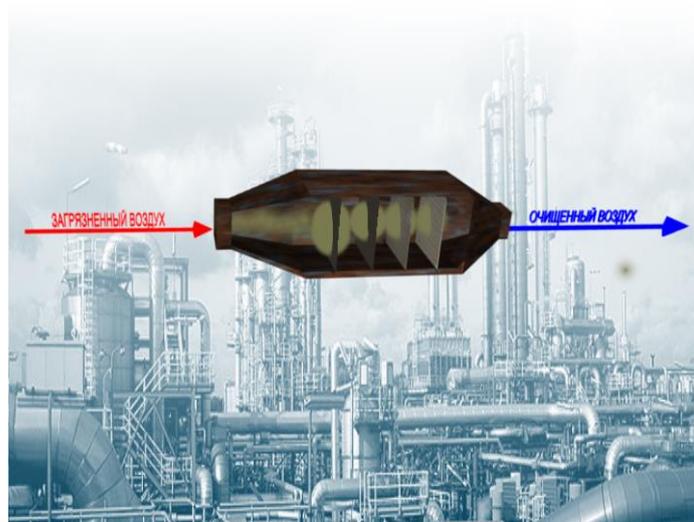


Рис. 3. Тканевый фильтр

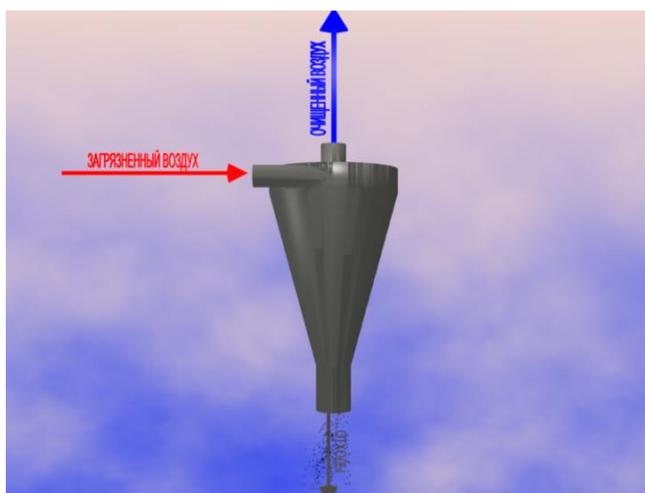


Рис. 4. Циклон

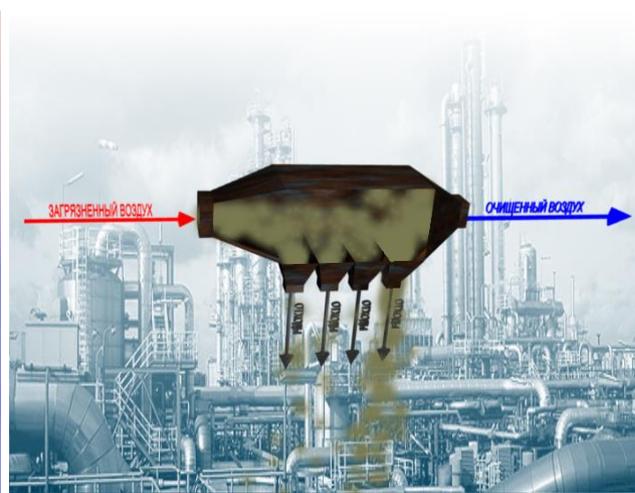


Рис. 5. Пылеосадительная камера

### Литература

Бурков Н. А. Прикладная экология с практикумом: учебное пособие. Киров: Вятка, 2008. 448 с.

Кронистер Д. Blender Basics: учебное пособие, 3-е издание. Интернет-издание, 2010. 153 с.

## ИНТЕРНЕТ – ПРОЕКТ «ЛЮДИ И МУСОР: КТО КОГО?» ПРИГЛАШАЕМ К СОТРУДНИЧЕСТВУ!

*Е. А. Чемоданова*

*Кировская ордена Почета государственная универсальная  
областная научная библиотека им. А. И. Герцена*

Работа по экологической тематике в Центре экологической информации и культуры Кировской областной научной библиотеки им. А. И. Герцена не стоит на месте! Появляются новые партнеры, новые темы и направления.

Одна из таких тем – экологическое просвещение населения в сфере обращения с отходами, проще говоря – борьба с мусором.

У нас в области принята областная целевая программа «Развитие системы обращения с отходами производства и потребления на территории Кировской области» на 2012–2017 гг. В Программе записано: «Одной из задач Программы является повышение экологического сознания и уровня экологической культуры населения в сфере обращения с отходами».

Поэтому, когда департамент экологии и природопользования Кировской области предложил нашей библиотеке провести совместно в рамках областной целевой программы более солидное мероприятие – научно-практическую конференцию по теме обращения с отходами, мы сразу согласились.

Могу сказать, из опыта личного общения, что отрицательного, негативно настроенного к теме раздельного сбора мусора у людей нет. Отношение скорее положительное, с нормальной долей скептицизма, но неприятия нет. Это очень важно для внедрения любой новой идеи.

Таким образом, работа с населением по теме грамотного обращения с бытовыми отходами, внедрения системы раздельного сбора мусора отнюдь не безнадежна. Ею стоит заниматься.

К конференции библиотека подготовила пакет участника.

Издан сборник материалов конференции и рекомендательный библиографический указатель «Люди и мусор: кто кого?». Указатель посвящён проблемам утилизации твёрдых бытовых отходов. Он содержит список книг, имеющих в фонде Кировской областной научной библиотеки им. А. И. Герцена, список статей, посвящённых управлению и современным технологиям утилизации твёрдых бытовых отходов, организации раздельного сбора мусора, проблемам утилизации пластиковых, упаковочных, автотранспортных, «электронных» и других видов отходов. Представлен опыт обращения с отходами в зарубежных странах. Указатель включает более 330 наименований книг и статей.

Издали книжную закладку с интересными фактами и цитатами о мусоре, записали диск с материалами конференции и методическими материалами.

Получилось удачное оформление в одном стиле.

14 ноября 2012 г. в конференц-зале областной научной библиотеки им. А. И. Герцена собрались участники конференции. Среди них были представители государственных структур, администрации, бизнеса, учреждений образования и культуры, общественных организаций, СМИ, рекламных агентств.

В первой части конференции прозвучали доклады, посвященные глобальной проблеме обращения с отходами, ситуации обращения с отходами производства и потребления отходов на территории Кировской области, поиску путей решения этой проблемы, анализу трудностей, которые здесь возникают - юридических, финансовых, административных.

Вот некоторые темы докладов: «Проблемы обращения и утилизации твёрдых бытовых отходов в регионе и пути их решения» (И. М. Гизатуллин, руководитель Управления Росприроднадзора по Кировской области), «Отходы: проблема и решения» (Н. А. Бурков, профессор ФГБОУ ВПО «ВятГГУ», Вятской государственной сельскохозяйственной академии, академик Российской экологической академии, заслуженный эколог России, член Общественной палаты Кировской области), «Опыт в реализации системного подхода к решению вопросов в сфере обращения с отходами производства и потребления на территории муниципальных образований Кировской области» (И. Ю. Петухова, консультант отдела регулирования природопользования и охраны окружающей среды департамента экологии и природопользования Кировской области), «Роль малого бизнеса в решении экологических задач» (К. Ю. Окулов, директор экологического предприятия «Аврора», член общественного совета при Департаменте экологии Кировской области), «Сегментный децентрализованный подход к раздельному сбору твердых бытовых отходов» (С. В. Алтобаев, председатель региональной общественной организации «Чепецк.РУ»).

Приятно отметить, что выступления участников не оставались просто информацией, почти после каждого доклада из зала поступали вопросы, обсуждались спорные моменты.

Большое оживление в зале вызвало появление ростовых кукол – проект рекламного агентства Mahima Маркетинговые Коммуникации, посвященный пропаганде среди населения раздельного сбора мусора. Куклы прошли по залу, раздали свои рекламные издания, все желающие могли с ними сфотографироваться. После конференции многие участники из учреждений образования и культуры выразили желание пригласить ростовые куклы на свои мероприятия. Это будет очень интересно и взрослым, и детям, поможет в игровой форме привлечь внимание к проблеме.

Во второй части конференции прозвучали выступления, посвященные научным исследованиям студентов и учащихся по проблемам использования отходов, вторичному использованию ресурсов, опыт работы учреждений образования по теме «Мусор» Международной Эко-школы «Зеленый флаг».

З. П. Макаренко, заместитель директора Лицея естественных наук, представила обзор исследовательских работ по технологиям переработки отходов учащимися Лицея.

Очень понравилось выступление самой юной участницы конференции – Саши Зоной, ученицы 3 класса Кировского физико-математического лицея. Она представила свой проект «Какой мешок для мусора разлагается быстрее?». В подготовке её выступления на такой солидной конференции участвовала вся семья - мама, папа, на конференцию Саша пришла с бабушкой.

А. В. Албегова, глава департамента экологии и природопользования Кировской области, отметила, что такие юные исследователи обладают правильной жизненной позицией и есть надежда на то, что многие проблемы в стране в будущем могут быть решены, в том числе, и проблема охраны окружающей среды от загрязнения отходами.

Интересную презентацию, посвященную вторичному использованию бытовых отходов, показала Влада Морозова, учащаяся 6 класса гимназии г. Слободского.

Затем прозвучали два выступления, объединенные одной темой – опыт работы «Центр развития ребёнка – детский сад Монтессори» и гимназии им. А. Грина г. Кирова по теме «Мусор» Международной Эко-школы «Зеленый флаг». Оба этих учреждения являются обладателями престижного экологического символа – «Зеленый флаг».

В заключение конференции состоялось награждение победителей областной природоохранной операции «Экологическое благополучие места проживания» и областного конкурса презентаций «Свалкам - нет!», проведенных эколого – биологическим центром г. Кирова в рамках областной целевой программы.

На конференции состоялась презентация интернет-проекта «Люди и мусор: кто кого?», который подготовили руководитель Центра экологической информации и культуры КОУНБ им. А. И. Герцена Е. А. Чемоданова и сотрудники отдела автоматизации областной библиотеки.

Интернет-проект стал наиболее ярким и эффективным инструментом продвижения и распространения тех идей, которые звучали на конференции.

Он размещен на сайте библиотеки в разделе «Интернет-проекты».

При его создании мы стремились воплотить две простые идеи.

Идея первая – собрать в одном месте информацию по данной теме, чтобы людям не нужно было искать по разным справочникам, изданиям, ресурсам, сайтам.

В проекте представлены материалы прошедшей конференции (программа конференции, выступления и презентации участников, отчет о конференции), ссылки на тексты законодательных актов федерального и регионального значения, ссылки на тексты публикаций, книг, статей, методических разработок, сценариев, которые имеются в свободном и открытом доступе в интернете, ссылки на проекты, акции, конкурсы различных организаций, на сайты общественных организаций, производственных компаний и добровольных объединений, посвященные борьбе с мусором и отходами.

Идея вторая, самая главная – мы предлагаем использовать этот ресурс как общую площадку для обмена опытом работы. Вы можете воспользоваться размещенной информацией – книгой, презентацией, сценарием, которые автор написал и представил в общее пользование, в ответ – поделитесь своим опытом работы, своими проектами, акциями, сценариями, презентациями.

Наша цель – сделать интернет-проект интерактивным, пополняемым на основе взаимовыгодного и дружественного сотрудничества.

Естественно, что большое внимание мы уделили формам и методам библиотечной работы с этой темой.

В разделе «Опыт работы библиотек Вятского края по воспитанию экологической культуры населения в сфере обращения с отходами» представлена полная информация о работе наших библиотек:

- Виртуальная выставка Центра экологической информации и культуры КОУНБ им. А. И. Герцена «Люди и мусор: кто кого?».

- Участие библиотек области в практических акциях по благоустройству и очистке от мусора окружающей территории.

- Массовая эколого-просветительская работа библиотек области.

- Вторая жизнь отходов.

- Издания, сценарии, презентации библиотек области.

Мы хотим обратиться ко всем заинтересованным людям – экологам, педагогам, библиотекарям, студентам, учащимся – давайте сделаем эффективный, полноценный ресурс передового опыта по работе с населением в сфере грамотного обращения с отходами.

Основная площадка для этого есть – наш интернет-проект.

Ждем ваши предложения, замечания и материалы на адрес электронной почты Центра экологической информации и культуры Кировской областной научной библиотеки им. А. И. Герцена.

## ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ИЗ ПОДЗЕМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ОКРЕСТНОСТЕЙ г. КИРОВА

*А. А. Ефремов, З. П. Макаренко, Ю. А. Поярков  
КОГОАУ «Лицей естественных наук»*

Организм человека состоит на 70–80% из воды, к тому же в день мы употребляем приблизительно 2–3 литра воды и редко задумываемся о её качестве, а ведь именно от состава воды зависит «качество» нашего здоровья, поэтому исследование питьевых вод является актуальным (Ашихмина, 2000, 2001, 2005; Региональный доклад, 2011; <http://kirov.tiu.ru/p1190037-burenie-skvazhin-vodu.html>, <http://www.bur.kirv.ru> bur.kirov@mail.ru).

Нами была поставлена цель: исследовать воду из скважин и колодцев различной глубины в г. Кирове и его окрестностях.

При проведении исследования были поставлены задачи: провести обзор литературы по теме исследования, представить характеристику мест отбора проб воды, провести химический, органолептический и микробиологический анализы проб воды, дать рекомендации по потреблению воды из скважин и колодцев.

Объект исследования: вода из скважин и колодцев различной глубины.

Предмет исследования: качество воды в скважинах и колодцах.

Гипотеза: чем глубже скважина либо колодец, тем чище вода, находящаяся в ней.

Новизна работы заключается в том, что недостаточно сведений по химическому составу воды из скважин и колодцев г. Кирова и его окрестностей в 2012 г.

Пробы питьевой воды из подземных источников водоснабжения были отобраны в районах с повышенной техногенной нагрузкой: Кирово-Чепецком и Слободском. Отобранные пробы воды из колодцев и скважин соответствует требованиям СанПиН по запаху, железу общему, сульфатам, хлоридам, фосфатам. Водородный показатель воды в некоторых глубоких скважинах (пос. Ганино, с. Боровица, д. Черки, пос. Субботиха) более щелочная, чем требования СанПиН, хотя в воде всех колодцев – рН в норме.

В колодцах при небольшой глубине повышенное содержание органических загрязнений (превышение окисляемости в 2–3 раза).

Как в воде колодцев, так и воде из скважин встречается повышенное содержание аммония (содержание аммония превышает требования СанПиН в 2 раза в скважинах г. Кумены, с. Боровицы, д. Чирки, пос. Ганино, пос. Субботиха, в воде колодца из д. Сергеево).

Повышенное содержание нитритов (поступление свежих загрязнений) может встретиться в воде колодезной (ул. Северо-Садовая, г. Киров, – рядом автомойка) и в воде неглубоких артезианских скважин (с. Боровица, глубина скважины 30 м).

Повышенное содержание карбонатов встречается в колодезной воде и неглубоких скважинах (контакт воды с карбонатными породами).

Повышенная жесткость (содержание солей кальция и магния) была определена в неглубокой скважине пос. Садаки.

В глубоких артезианских скважинах вода более качественная.

Содержание тяжелых металлов (цинка, кадмия, свинца и меди) в питьевой воде из подземных источников не превышает ПДК.

Все пробы воды не соответствуют требованиям СанПиН по общему числу микроорганизмов и 3 пробы (15%) по содержанию кишечной палочки.

По результатам микробиологического анализа можно видеть также закономерность: в колодцах и скважинах небольшой глубины (4 м, 13,5 м) возможно бактериологическое загрязнение воды.

На основании проведенных химических и микробиологических анализов можно дать следующие рекомендации: при бурении скважин лучше выбирать для них большую глубину, хотя это дороже; необходима периодическая проверка качества подземной питьевой воды; необходимо пить воду из скважин и колодцев только после кипячения.

#### Литература

Ашихмина Т. Я., Зайцев М. А. Экологическая безопасность региона. Киров: Мин-во промышленности, науки и технологий; Правительство Кировской области; ВГПУ, 2001. 242 с.

Бурение скважин на воду, Киров. <http://kirov.tiu.ru/p1190037-burenie-skvazhin-vodu.html>

Компания БУР – бурение скважин на воду г Киров. <http://www.bur.kirv.ru>  
bur.kirov@mail.ru

О состоянии окружающей природной среды Кировской области в 2010 году: Региональный доклад / Под ред. А. В Альбеговой. Киров: ООО «Триада плюс», 2011. 188 с.

Школьный экологический мониторинг. Учебно-методическое пособие / Под ред. Т. Я. Ашихминой. М.: АГАР, 2000. С. 213.

Экологический мониторинг: Учебно-методическое пособие / Под ред. Т. Я. Ашихминой. М.: Академический Проект, 2005. 416 с.

### ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ИОНА АЛЮМИНИЯ ( $Al^{3+}$ ) В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ И В ПРИРОДНОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ВОДЕ

*А. Д. Фомченко<sup>1</sup>, Т. А. Фомченко<sup>2</sup>, З. П. Макаренко<sup>1</sup>, Т. И. Кочурова<sup>2</sup>*  
<sup>1</sup> КОГОАУ «Лицей естественных наук»,  
<sup>2</sup> РЦГЭКиМ по Кировской области ФБУ «ГосНИИЭНП»

Являясь одним из самых распространенных элементов в земной коре, алюминий содержится практически в любой природной воде. Алюминий попадает в природные воды естественным путем при частичном растворении глин и алюмосиликатов, а также в результате вредных выбросов отдельных производств (электротехническая, авиационная, химическая и нефтеперерабатывающая промышленность, машиностроение, строительство, оптика, ракетная и атомная техника) с атмосферными осадками или сточными водами. Соли алю-

миния также широко используются в качестве коагулянтов в процессах водоподготовки для питьевых и коммунальных нужд. Содержание алюминия в поверхностных водах колеблется в пределах от единиц до сотен мкг/дм<sup>3</sup> и сильно зависит от степени закисления почв (Габриелян, 2004; Исидоров, 1999; Сан-ПиН 2.1.4.1074-01; ПНД Ф 14.1:2:4.166-2000; ФР.1.39.2007.03222).

Алюминий отмечается незначительным токсическим действием, но многие растворимые в воде неорганические соединения алюминия сохраняются в растворённом состоянии длительное время и могут оказывать вредное воздействие на человека и теплокровных животных через питьевую воду. Наиболее ядовиты хлориды, нитраты, ацетаты, сульфаты.

Сульфат алюминия – это соединение, которое используют для осветления питьевых вод в процессе водоподготовки, а так же для очистки сточных вод. Станция водоподготовки городского питьевого водозабора г. Кирова в слободе Корчемкино для очистки природной (речной) воды в качестве коагулянта использует также сульфат алюминия. В результате реагентной обработки питьевой воды в природные объекты попадают соединения алюминия, так как осадок, который образуется после очистки, и промывные воды с фильтров сбрасываются в р. Вятка.

Актуальность работы состоит в том, что в результате применения соединений алюминия в качестве коагулянта при подготовке природных вод для централизованного водоснабжения, ион алюминия попадает в питьевую воду. Промывные воды с фильтров на станции водоподготовки, сбрасываются в реку Вятка.

Питьевая вода является важнейшим аспектом в жизни человека. Ответ на вопрос: «Какую воду мы пьем?» – волнует каждого жителя нашего города. Но не всегда подаваемая нам в квартиры вода соответствует предъявляемым к ней требованиям.

Так как соединения алюминия являются токсичными и могут нанести вред здоровью человека, то необходимо вести наблюдение за содержанием его в питьевой воде. Контролировать его содержание необходимо и в воде реки Вятка, в целях предотвращения негативного воздействия на водный объект.

Целью работы являлось определение содержания иона алюминия в водах р. Вятка и в воде централизованного водоснабжения г. Кирова, а также проведение токсикологической оценки природной поверхностной воды и водных растворов сульфата алюминия с использованием тест-объекта *Daphia magna* Straus.

Задачи исследования:

– Определить содержание иона алюминия (Al<sup>3+</sup>) в питьевой водопроводной воде.

– Определить содержания иона алюминия (Al<sup>3+</sup>) в водах р. Вятка в черте г. Кирова.

– Оценить токсичность различных концентраций растворов сульфата алюминия для тест-объекта *Daphia magna*.

– Провести биотестирование природной воды реки Вятка с использованием тест-объекта *Daphia magna*.

Оценить эффективность применения фильтров бытовой доочистки воды для снижения концентраций иона алюминия ( $Al^{3+}$ ).

Объект исследования – питьевая вода из водопроводной сети г. Кирова и природная поверхностная вода из р.Вятка, источника питьевого водоснабжения г. Кирова.

Предмет исследования – количественное содержание иона алюминия и токсичность исследуемых проб воды для тест-объекта *Daphia magna*.

Гипотеза: применение коагулянта сульфата алюминия в процессе подготовки воды на станции питьевого водозабора г. Кирова может повлечь за собой увеличение содержания иона алюминия в водопроводной воде и в источнике питьевого водоснабжения (р. Вятка).

Экологические риски: Ионы алюминия попадая в питьевую и природную поверхностную воду р. Вятка, способны нанести вред организму человека и негативно воздействовать на водную экосистему.

В ходе изучения литературных источников было установлено, что влияние иона алюминия ( $Al^{3+}$ ) на организм человека недостаточно изучено.

В пробах питьевой воды централизованного водоснабжения г. Кирова содержание ионов алюминия ( $Al^{3+}$ ) составляло от 0,056 до 0,26 мг/дм<sup>3</sup> и не превышало предельно допустимых значений.

Результаты количественного химического анализа показали, что содержание иона алюминия ( $Al^{3+}$ ) в питьевой воде не превышает ПДК. Концентрация иона алюминия в сентябрьских пробах оказалась ниже, чем в зимний период (декабрь). При этом в сентябре отмечена тенденция уменьшения содержания алюминия по мере удаления места отбора пробы от водозабора. В декабрьских пробах такая зависимость не выявлена. В других источниках централизованного водоснабжения превышений ПДК по иону алюминия ( $Al^{3+}$ ) не зафиксировано.

В р. Вятка зафиксированы превышения ПДК р.х.: 500 м ниже водозабора Корчемкино – в 1,3 раза; 500 м ниже выпуска сточных вод ООО «Кировские коммунальные системы» – в 1,8 раз. Отмечена тенденция роста анализируемого показателя в воде р. Вятка вниз по течению после сброса сточных вод. Причем концентрация ионов алюминия в водах р. Вятки оказалась ниже, чем в водопроводной воде г. Кирова (рис.).

Пробы природной поверхностной воды реки Вятка, не оказывают острого токсического действия на тест-объект *Daphia magna*.

В модельном опыте концентрации иона алюминия ( $Al^{3+}$ ) 0,2 мг/дм<sup>3</sup> и выше оказывали острое токсическое действие на тест-объект *Daphia magna*.

Существующие фильтры, предназначенные для доочистки питьевой воды, эффективно снижают концентрацию иона алюминия ( $Al^{3+}$ ).

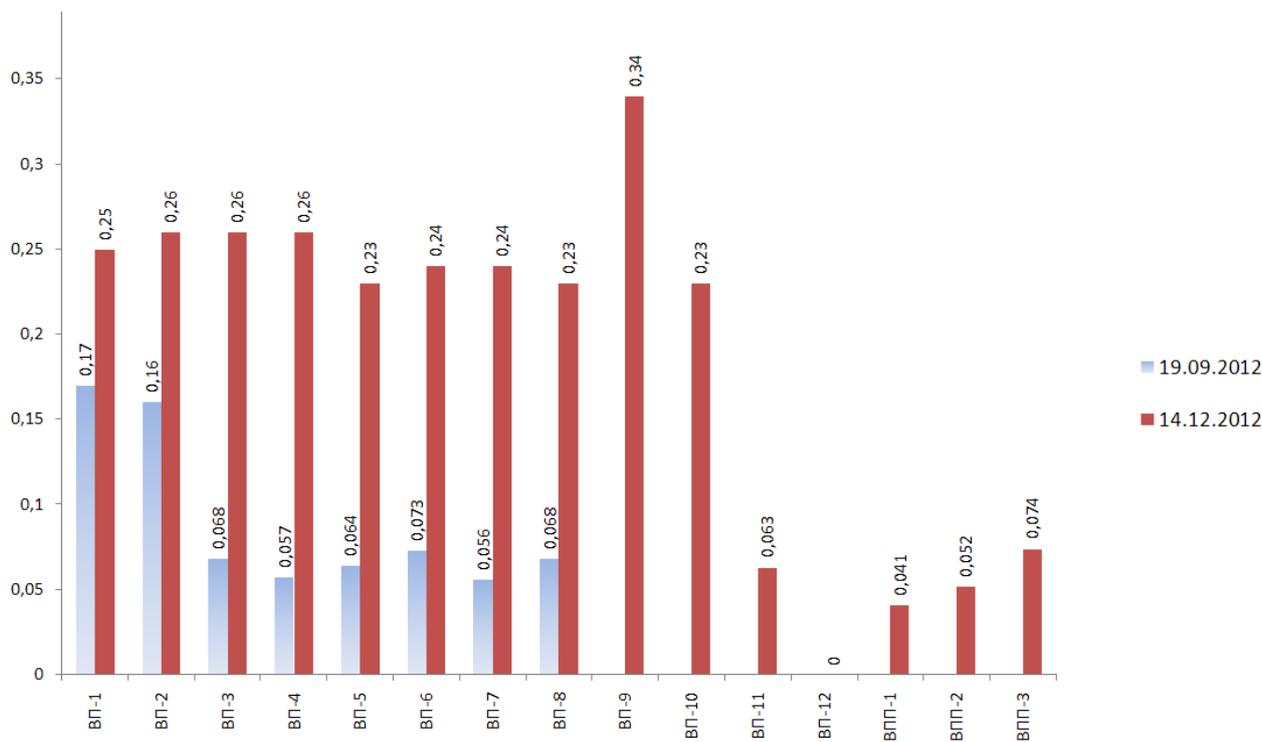


Рис. Содержание алюминия (мг/дм<sup>3</sup>) в питьевой и природной поверхностной воде в сентябре и декабре 2012 г.

Для улучшения качества питьевой воды необходимо строго контролировать технологию водоподготовки с использованием минимально необходимого количества сульфата алюминия для осветления природной воды. Водопроводную воду перед употреблением рекомендуется пропускать через фильтры бытовой доочистки.

### Литература

Габриелян О. С. Химия, 9 класс. М.: Дрофа, 2004.

Исидоров В. А. Введение в химическую экотоксикологию: Учеб. Пособие. СПб: Химиздат, 1999.

ПНД Ф 14.1:2:4.166-2000 Методика выполнения измерений массовой концентрации алюминия в пробах природных, очищенных сточных и питьевых вод фотометрическим методом с алюминоном.

Р.1.39.2007.03222 Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. Москва: «АКВА-РОС».

СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.

Научное издание

**Бизнес. Наука.**  
**Экология родного края:**  
**проблемы и пути их решения**

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

18–20 апреля 2013 г.

*Редакторы: Т. Я. Ашихмина*

*Верстка: Е. М. Кардакова*

Издательство ООО «ВЕСИ»  
610000, г. Киров, ул. Большевиков, 50 а,  
E-mail: ooovesy@yandex.ru

Подписано в печать 08.04.2013 г.  
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.  
Усл. п. л. 24,7 Тираж 200 экз.  
Заказ № 183.

Отпечатано 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.