



Материалы X Всероссийской научно-практической
конференции с международным участием

БИОДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ СИСТЕМ

КНИГА 1

Киров
2012

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Вятский государственный гуманитарный университет»
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской академии наук

**БИОДИАГНОСТИКА
СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ И
ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ СИСТЕМ**

Материалы
X Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием
4–5 декабря 2012 г.

Книга 1

Киров 2012

ББК 28.081я431

Б63

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. И. Видякин, д. б. н., А. М. Слободчиков, про-
фессор, к. х. н., Н. М. Алалыкина, доцент, к. б. н., Е. А. Домнина, доцент,
к. б. н., И. А. Жуйкова, доцент, к. г. н., Л. В. Кондакова, доцент, к. б. н.,
В. Ю. Охупкина, профессор, д. м. н., С. Ю. Огородникова, доцент, к. б. н.,
Г. Я. Кантор, с. н. с., к. т. н., В. А. Титова, с. н. с.

Б63 Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных си-
стем: Материалы X Всероссийской научно-практической конференции с меж-
дународным участием. Книга 1. (г. Киров, 4–5 декабря 2012 г.). Киров:
ООО «Лобань», 2012. 251 с.

ISBN 978-5-4338-0084-7

В сборник X Всероссийской научно-практической конференции с международным
участием «Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем» вошли
материалы исследований, посвященных современным проблемам фито- и зооиндикации, ме-
ханизмам адаптации организмов к условиям среды.

Рассматриваются традиционные формы и новые разработки в методике проведения
биоиндикации и биотестирования с использованием организмов разной систематической
принадлежности.

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

Рассматриваются отдельные вопросы социальной экологии.

ISBN 978-5-4338-0084-7

Сборник материалов издан при поддержке
филиала «КЧХК» ОАО «ОХК «УРАЛХИМ»

ББК 28.081я431

© Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Вятский государственный гуманитарный университет», 2012
© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской академии наук, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1

ФИТОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Кулюгина Е. Е., Патова Е. Н., Новаковская И. В., Плюснин С. Н. Комплексная характеристика экосистем северной оконечности Полярного Урала	8
Канев В. А. Флора комплексного заказника «Понью-Заостренная» (Интинский район, Республика Коми)	13
Канев В. А., Гончарова Н. Н. Флора и растительность болотных заказников и памятников природы Корткеросского района Республики Коми.....	17
Канев В. А., Дегтева С. В., Полетаева И. И. Флора хребта Мань-Хамбо (Северный Урал, Печоро-Илычский государственный природный заповедник)	21
Любова С. В. Луговые сообщества пойменных угодий Архангельской области.....	25
Камарская Д. А., Егошина Т. Л. Предварительные результаты изучения флоры ООПТ «Озеро Черное»	29
Дворников М. Г. Принципы, опыт и перспективы организации биологического мониторинга природных объектов в южно-таежных биогеоценозах	32
Клабукова И. П., Пересторонина О. Н. Папоротники особо охраняемой природной территории «Медведский бор»	36
Герлинг Н. В. Структура хвои можжевельника сибирского в верховьях р. Кожим на Приполярном Урале.....	38
Михайлова З. Е., Егошина Т. Л. Некоторые ценопопуляционные параметры <i>Pinus sibirica</i> L. в Красноборском районе Архангельской области.....	41
Ермакова М. В. Процессы регенерации структуры ствола у подроста сосны обыкновенной.....	45
Ковригина Т. А., Мусихина Е. Д., Егошина Т. Л. Материалы по мониторингу урожайности дикорастущих ягод в условиях южных тундр Пуровского района ЯНАО.....	47
Юферов Г. И. О редких грибах Кировской области	51
Потанов А. А. Опыт интродукции сортов люпина узколистного (<i>Lupinus angustifolius</i>), люпина желтого (<i>Lupinus luteus</i>) и люпина белого (<i>Lupinus albus</i> L.) в среднетаежной подзоне Республики Коми	52
Аксёнова Е. А., Домнина Е. А. Влияние загрязнения Кирово-Чепецкого химического комбината на анатомо-морфологические характеристики <i>Hypogimnia physodes</i> (L.) Nyl.	54
Лачоха Е. П. История изучения распространения <i>Quercus robur</i> L. в пойме среднего течения р. Вятки.....	57

Куликова М. В. Некоторые морфологические особенности березы повислой (<i>Betula pendula</i> Roth) в Усть-Сокском карьере Самарской области ...	60
Капустина Н. В., Рябова Е. В. Эколого-биологическая характеристика и особенности индивидуального развития <i>Dactylorhiza fuchsii</i> (Druce) Soo` на территории ГПЗ «Былина»	62
Лиханова И. А., Лаптева Е. М. Постагрогенная сукцессия растительности на пахотных угодьях в подзоне средней тайги.....	65
Робакидзе Е. А., Торлопова Н. В. Динамика состояния растений напочвенного покрова ельников черничных в условиях действия целлюлозно-бумажного производства	68
Брагина Е. А., Колпащикова Л. А., Орловская Н. В. Использование высших водных растений в биомониторинге при оценке качества вод.....	70
Бедова П. В., Богданов Г. А. К оценке состояния бентоценозов придорожных водоемов на трассе Йошкар-Ола – Килемары (Республика Марий Эл).	72
Зейферт Д. В., Овсянникова И. В., Закирьянов Д. И., Гамерова Л. М., Ефремова В. А., Измestьева М. И. Разногодичная и сезонная динамика показателей эвтрофикации на участке верхнего бьефа Павловского водохранилища	76
Гаевский Е. Е., Буховец В. В. Структура водорослевых сообществ оптимизированной дерново-подзолистой песчаной почвы в результате торфования и землевания	80
Мигловец М. Н., Лукашева М. В. Суточная динамика эмиссии метана и её зависимость от температуры почвы на различных участках мезо-олиготрофного болота подзоны средней тайги	84
Кислицына А. П. Конкурентные взаимоотношения культур в агрофитоценозах длительного срока использования	88

СЕКЦИЯ 2

ЗООИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Кондрухова С. В. Общая характеристика орнитофауны заповедника «Нургуш»	92
Шубин С. Е. Чужеродные виды млекопитающих в заповеднике «Нургуш»	95
Целищева Л. Г., Юфреву Г. И. Динамика населения мертвоедов (Coleoptera, Silphidae) пойменных сообществ заповедника «Нургуш».....	97
Оносов А. А., Целищева Л. Г. Население двупарноногих многоножек (Diplopoda) пойменных сообществ заповедника «Нургуш».....	101
Габдулхакова Э. В., Целищева Л. Г. Динамика численности и структура населения сенокосцев (Opiliones) в липово-дубовом лесу заповедника «Нургуш»	105
Васильченко П. А., Целищева Л. Г. Пространственная структура населения дождевых червей (Lumbricidae) в пойменных сообществах заповедника «Нургуш»	109

Репин А. Г., Целищева Л. Г. Результаты инвентаризации гнезд рыжих лесных муравьев в заповеднике «Нургуш»	114
Харитонова Н. В., Шубин С. Е. Видовой состав ихтиофауны водоемов заповедника «Нургуш» и условия нереста 2011 г.....	117
Рябов В. М. Материалы к орнитофауне Государственного природного заказника «Былина»	120
Селиванова Н. П. Орнитофауна бассейна р. Вангыр.....	121
Дворников М. Г. Исследования динамики и управления популяциями копытных зверей в условиях заповедников и активного природопользования	125
Кудяшева А. Г., Ермакова О. В., Баилыкова Л. А., Загорская Н. Г., Раскоша О. В., Шевченко О. Г. Мониторинговые исследования популяций полёвки-экономки в условиях радиоактивного загрязнения среды	128
Петров А. Н., Быховец Н. М. Динамика численности в населении мелких млекопитающих ненарушенных и трансформированных территорий в тундре.....	132
Петров А. Н., Быховец Н. М. Воздействие сельскохозяйственного преобразования ландшафта на фауну и население мелких млекопитающих подзоны средней тайги (Европейский Северо-Восток России, Республика Коми).....	136
Масленникова О. В. Трофические связи лесной куницы <i>Martes martes</i> L. на Северо-Востоке Европейской части России.....	139
Канева А. В., Белых Е. С., Вележанинов И. О., Майстренко Т. А. Методы оценки состояния окружающей среды с использованием дождевых червей	142
Максимов С. А., Марущак В. Н. Мониторинг динамики численности рыжего соснового пилильщика как метод биоиндикации сосновых насаждений	145
Пестов С. В. Влияние погодно-климатических факторов на повреждение рябины вредителями и болезнями.....	148
Кулакова О. И., Татаринцов А. Г. Чешуекрылые урбанизированных ландшафтов Европейского Северо-Востока России (на примере дневных бабочек г. Сыктывкара).....	151
Лобанов Д. Н., Масленникова О. В. <i>Ranatra linearis</i> (Linne, 1758) – редкий вид клопов на территории Кировской области	153
Шарапова И. Э., Кононова О. Н. Состав микробного сообщества и фауны в сточных водах целлюлозно-бумажного предприятия.....	155
Герасимов Ю. Л., Сеницкий А. В., Киреев А. В. Зоопланктон как показатель состояния экосистемы пруда в г. Самаре	159
Леонтьева А. П., Масленникова О. В. Зараженность моллюсков пресноводных водоемов Кировской области <i>Fasciola hepatica</i>	162

СЕКЦИЯ 3
ЭКОЛОГИЯ ОРГАНИЗМОВ И МЕХАНИЗМЫ ИХ АДАПТАЦИИ
К СРЕДЕ ОБИТАНИЯ

<i>Головки Т. К., Захожий И. Г., Далькэ И. В., Малышев Р. В., Шелякин М. А., Коковкина Е. В.</i> Ультрафиолетовая радиация и ее воздействие на растения и экосистемы	166
<i>Лукашкин А. С., Кашианова Н. Н., Семенова А. С.</i> Экзогенный эпибрасинолид способствует адаптации проростков кукурузы к неблагоприятным условиям выращивания.....	170
<i>Широких И. Г.</i> Роль почвенных актиномицетов в адаптации растений к условиям среды.....	174
<i>Пирогова О. С., Кондакова Л. В.</i> Особенности группировок почвенных водорослей селитебной зоны г. Кирова	177
<i>Лисицын Е. М.</i> Содержание фотосинтетических пигментов листа как индикатор экологического стресса	180
<i>Свинолупова Л. С., Огородникова С. Ю.</i> Оценка состояния антиоксидантной системы ячменя при действии специфических поллютантов.....	184
<i>Коваль Е. В., Огородникова С. Ю.</i> Эффекты метилфосфоновой кислоты на содержание хлорофилла а и интенсивность процессов перекисного окисления липидов в альгологически чистых культурах цианобактерий	188
<i>Плотникова О. М., Максимовских С. Ю.</i> Влияние метилфосфоновой кислоты на содержание пигментов и активность хлорофиллазы в листьях кукурузы.....	192
<i>Семенова А. С., Кашианова Н. Н., Гарькова А. Н., Лукашкин А. С.</i> Влияние обработки гербицидом паракват на интенсивность перекисного окисления липидов в листьях злаков	194
<i>Широких И. Г., Огородникова С. Ю.</i> Влияние ионов алюминия на пигментный комплекс и перекисное окисление липидов у растений ячменя	196
<i>Губанова А. С., Баталова Г. А., Журавлева Г. П.</i> Проявление стресс – толерантности генотипов овса на дерново-подзолистых кислых почвах	198
<i>Киреева Н. А., Рафикова Г. Ф., Григориади А. С.</i> Диагностика экологического состояния торфяно-глеевой почвы в условиях нефтяного стресса.....	201
<i>Елькина Г. Я.</i> Метаболизм азота в растениях при загрязнении кадмием	204
<i>Бакулина А. В., Широких И. Г.</i> Использование перфторорганических соединений для стимуляции морфогенеза в культуре ткани ячменя	208
<i>Черемисинов М. В.</i> Изучение перспективных мутантов ярового ячменя сорта БИОС-1.....	210
<i>Фокина А. И., Гребёнкина О. Н., Горностаева Е. А., Макарова М. С.</i> Влияние ионов никеля (II) и меди (II) на состав экзометаболитов почвенных цианобактерий	212

Ханжин А. А., Охалкина В. Ю. Оценка влияния фунгицидов и гербицидов на ростовые свойства природного изолята <i>Fusarium culmorum</i> при культивировании на плотных питательных средах.....	215
Ханжин А. А., Охалкина В. Ю. Оценка влияния фунгицидов и гербицидов на ростовые свойства фузариев при культивировании в жидких питательных средах.....	219
Товстик Е. В., Широких И. Г. Изучение динамики накопления биомассы актиномицетов под действием хлорида мышьяка	221
Товстик Е. В., Рябова О. В., Широких И. Г. Комплекс почвенных актиномицетов как индикаторная система в экологической оценке состояния биоценозов	224
Соловьёва Е. С., Широких И. Г. Стрептомицеты в урбаноземах г. Кирова	226
Макурина О. Н., Розина С. А., Гончарук А. С. Динамика полифенолоксидазной активности и содержания фенольных соединений в тканях водного погруженного растения <i>Ceratophyllum demersum</i> при воздействии ксенобиотиков и последующей реабилитации	229
Пушкарева Л. В., Широких А. А. Биоаккумуляция тяжелых металлов плодовыми телами дереворазрушающего гриба <i>Polyporus squamosus</i>	232
Лиханова И. А. Состояние древесных пород на посттехногенных территориях при применении оптимизированной схемы «Природовосстановления»	236
Артамонова В. С. Эколого-микробиологические аспекты биоремедиации почвенных сред	240
Ахмадиев М. В., Рудакова Л. В., Сакаева Э. Х. Восстановление нефтезагрязненных земель биотехнологическими методами	245
Востриков Н. И., Мартусевич А. К., Мартусевич А. А., Мазина Н. К., Жданова О. Б., Мутшвили Л. Р., Ковалев А. А. Особенности структуризации сыворотки крови крыс при моделировании физической нагрузки	249

СЕКЦИЯ 1 ФИТОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

КОМПЛЕКСНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРНОЙ ОКОНЕЧНОСТИ ПОЛЯРНОГО УРАЛА

Е. Е. Кулюгина¹, Е. Н. Патова¹, И. В. Новаковская¹, С. Н. Плюснин²

¹ *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, kulugina@ib.komisc.ru*

² *Сыктывкарский государственный университет, sergius-plusnin@yandex.com*

К задачам биологического мониторинга относится выявление природных объектов, потенциально подверженных негативному влиянию хозяйственной деятельности человека и способных выступать в качестве индикаторов состояния окружающей среды. На ландшафтном и биогеоценотическом уровнях к таким объектам относятся: 1) экосистемы, содержащие максимальное биологическое разнообразие для данной природной зоны; 2) природные комплексы, включающие ключевые виды и ресурсы, обеспечивающие экологический баланс и нормальное функционирование биологических сообществ; 3) экосистемы, в которых присутствуют редкие и эндемичные виды. Это в полной мере присуще экосистемам северной оконечности Полярного Урала, оценке ценности и состояния которых посвящена данная работа. Актуальность изучения данных территорий связана с тем, что российское природоохранное законодательство предусматривает широкий спектр мер по рациональному использованию, охране и воспроизводству природных ресурсов лесных экосистем, а горные и тундровые ландшафты, имеющие высокую чувствительность к нарушениям и долго восстанавливающиеся, слабо защищены. Помимо этого, территория Российской Арктики в настоящее время подвергается двум основным формам антропогенных воздействий: традиционное природопользование (оленоводство) и промышленное освоение топливно-энергетических и минеральных ресурсов. Последний фактор связан с прокладкой транспортных коммуникаций, обеспечивающих строительство и функционирование газопровода «Ямал-Центр», вблизи г. Константинов Камень, что является потенциальной угрозой для биологического разнообразия тундровых экосистем и сложившейся системе оленеводства, обеспечивающих жизнь местного населения (Чибилев, 2011).

Полевые исследования проводили летом 2011 г. в пределах горных поднятий г. Малый Манясей (525,6 м), г. Константинов Камень (483,2 м), входящих в состав горного кряжа Манясей, составляющего северную границу области Полярного Урала, и прилегающих территорий в окрестностях оз. Манясей-то. Массив сложен преимущественно кварцитами и песчаниками, расположен на территории Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области, в 45 км от Байдарацкой губы Карского моря (Матвеев, 1990, Растительный покров...,

2006). В период экспедиционных работ выполнены геоботанические описания (57). Гербарные сборы сосудистых растений, мхов и лишайников осуществляли маршрутным методом и с площадок описаний. Для изучения почвенных водорослей отбирали смешанные пробы почвы на глубине 0–2 см из 15 горно-тундровых сообществ общепринятыми в почвенной альгологии методами. Выявление видового разнообразия проводили прямым микроскопированием почвы и накопительными культурами, с последующим выделением из них монокультур. Водоросли выращивали на жидкой и агаризованной среде 1N и 3N-BBM, а также BG 11. Большая часть обнаруженных видов выделена в культуру и поддерживается в живой коллекции водорослей Института биологии Коми НЦ УрО РАН.

Климат региона отличается крайней суровостью. Циклоны, приходящие с Баренцева моря и большая влажность воздуха, обуславливают низкий температурный режим вегетационного периода. Территория относится к Урало-Пайхойской подпровинции Восточноевропейско-Западносибирской провинции субарктических тундр. В широтном отношении она приурочена к субарктическим тундрам (Александрова, 1977). На горных склонах района исследований выделяется два пояса: горно-тундровый и гольцовый. Растительный покров пояса гольцовых пустынь отличается фрагментарностью, разреженностью и обедненным фитоценотическим разнообразием. В основном здесь преобладают группировки с доминированием лишайников и мхов. Каменистые россыпи и останцы занимают наибольшие площади. Камни почти сплошь покрыты эпилитными видами лишайников. Растительность ниже расположенного горно-тундрового пояса представлена различными вариантами горных тундр, болотных комплексов, ивняков, луговин (Растительный покров..., 2006, Александрова, 1977).

Осоково-морошково-сфагновые сообщества приурочены к склоновым поверхностям у озера (170–180 м над ур. м.). Ценозообразователями выступают *Rubus chamaemorus*, *Carex arctisibirica*, *Carex rariflora*, *Sphagnum* sp. **Осоково (травяно)-моховые фитоценозы**, занимают различные позиции в рельефе (170–215, 170–392 м над ур. м.): в межгорных понижениях, нагорных плато, склонах, всегда в местах стока воды, часто окаймляют низкие берега озер межгорных понижений. Формируют их *Carex aquatilis*, *Carex rariflora*, мхи родов *Sphagnum*, *Aulacomnium palustre*. **Ерники травяно-моховые** расположены в нижней части горно-тундрового пояса, занимая вытянутые вдоль склона участки (175–187 м над ур. м.). Доминируют *Betula nana*, *Carex arctisibirica*, *Sphagnum* sp. **Ивняки разнотравные** встречаются локально в нижней части горных склонов и вдоль ручьев. Сообщества формируют *Salix glauca*, *Salix phylicifolia*, различные виды разнотравья и зеленые мхи. **Кустарничково-травяно-моховые сообщества** приурочены к пологим склонам или небольшим плоским поднятиям (180–390 м над ур. м.), являясь промежуточными между сухими лишайниковыми тундрами и влажными экотопами. Доминирующий комплекс включает: *Vaccinium uliginosum*, *Salix nummularia*, *Salix reticulata*, *Carex arctisibirica*, *Dryas octopetala*, *Hylocomium splendens*, *Pleurosium schreberi*, *Sphagnum* sp. **Кустарничково-травяно-моховые нивальные сообщества** встречаются у подножий

горных склонов (170–190 м над ур. м.) в условиях хорошего увлажнения, защищенности от ветров прилегающими скальными выходами. В качестве доминантов в сообществах выступают: *Harrimanella hypnoides*, кроме нее – виды-доминанты кустарничково-травяно-моховых сообществ, описанных выше. **Пятнистые кустарничково-дриадово-лишайниково-моховые тундры** занимают участки плосковершинных горных поднятий (180–200 м над ур. м.), характеризующиеся низкой влажностью почв, малой оснеженностью зимой. Их отличает произрастание здесь редких видов растений: *Rhodiola quadrifida*, *Silene paucifolia*. Наибольшим обилием в таких сообществах отличаются *Vaccinium uliginosum*, *Salix nummularia*, *Dryas octopetala*, *Carex arctisibirica*, *Racomitrium lanuginosum*, *Sphaerophorus globosus*. **Кустарничково-мохово-лишайниковая тундра** занимает небольшие участки в верхних позициях рельефа горно-тундрового (200–408 м над ур. м.) и отмечена в гольцовом поясе, среди каменистых россыпей. Доминируют в ней *Ledum decumbens*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, лишайники родов *Cladonia*, *Flavocetraria*, из мхов – *Racomitrium lanuginosum*, *Ptilidium ciliare*. **Травяно-моховые склоновые луговины** занимают горные склоны (212–215 м над ур. м.). Растительность на них сильно повреждена вследствие выпаса оленей. Слагают их *Veratrum lobelianum*, *Tanacetum bipinnatum*, *Festuca ovina*, *Carex arctisibirica*, *Sanionia uncinata*, *Aulacomnium turgidum*.

Локальная флора данной территории насчитывает 168 видов сосудистых растений, 114 видов лишайников и около 60 видов мхов. Сосудистые растения относятся к 96 родам, 40 семействам. Изученные ранее (Ребристая, 1977) локальные флоры, расположенные несколько севернее на Югорском полуострове насчитывают в своем составе 150–180 видов. Предварительный таксономический анализ показал, что наибольшим видовым разнообразием отличаются семейства *Poaceae* (24), *Asteraceae* (14), *Cyperaceae* (12), *Caryophyllaceae* (11), *Rosaceae* (10), *Ranunculaceae*, *Saxifragaceae*, *Scrophulariaceae* (по 8), *Juncaceae* (7), *Ericaceae* и *Salicaceae* (по 6). Десять ведущих семейств в совокупности включают 68 % от общего числа видов данной флоры, что отражает ее зональное широтное расположение между арктическими и бореальными. Наибольшее число таксонов включают роды: *Carex* (8), *Ranunculus*, *Salix* и *Saxifraga* (по 6), *Pedicularis*, *Poa* (по 5), *Calamagrostis*, *Equisetum*, *Eriophorum*, *Lusula* (по 4). Более трети родов (36%) – одновидовые. Наибольшим таксономическим разнообразием отличаются виды северных широтных групп. Широкая представленность аркто-альпийских видов подчеркивает горный характер флоры, а значительное участие в ней таксонов с арктическим распространением – близость к высоким арктическим широтам. Отмечены редкие в ЯНАО, виды растений: *Papaver lapponicum* ssp. *jugoricum*, *Pinguicula alpina*, *Potentilla kuznetzovii*, *Rhodiola quadrifida*, *Tephroses heterophylla*.

Лишенофлора носит аркто-монтанный характер. Предварительный таксономический анализ выявил значительное участие в ее сложении родов *Cladonia* (30 видов), *Peltigera* (13), *Stereocaulon* (7), *Umbilicaria* (6), *Cetraria* (4), *Melanelia* (4). Среди семейств ведущая роль принадлежит *Cladoniaceae* (30), *Parmeliaceae* (27), *Peltigeraceae* (15), *Stereocaulaceae* и *Umbilicariaceae* (по 7

видов). Структура лихеносинузий в значительной мере зависит от субстрата и уровня увлажненности грунта. На поверхности камней, помимо накипных лишайников родов *Lecidea*, *Porpidia*, *Rhizocarpon*, *Lecanora*, значительное участие принимают листоватые лишайники рода *Umbilicaria* и виды семейства пармелиевых: *Arctoparmelia centrifuga*, *Asachinea chrysantha*, *Melanelia stygia*, *Parmelia saxatilis*. Нередки эпилитные группировки с участием кустистых лишайников рода *Stereocaulon*. На пятнах обнаженного минерального грунта из накипных лишайников наиболее обычны представители родов *Ochrolechia*, *Pertusaria*, *Baeomyces*. Из листоватых лишайников на пятнах-медальонах наиболее активно поселяются *Solorina crocea*, *Parmelia omphalodes*. Среди кустистых лишайников на открытом грунте обычны: *Cladonia chlorophaea*, *Cl. pyxidata*, *Cl. cocifera*, *Cetraria nigricans*, *Cetraria aculeate*, *Alectira ochroleuca*, *Al. nigricans*, *Bryoria nitidula* и *Bryocaulon divergens*. При формировании лишайниками сплошного напочвенного покрова с участием мхов доминируют кустистые кладонии (*Cladonia uncialis*, *Cl. amaurocraea*, *Cl. arbuscula*, *Cl. rangiferina*) и цетрарии (*Flavoctraria cucullata*, *Fl. nivalis*, *Cetraria islandica*). В наиболее влажных местах лихеносинузии образованы листоватыми лишайниками родов *Peltigera* и *Nephroma*. Из видов, включенных в Красную книгу ЯНАО, в обследованном районе отмечены: *Cladonia acuminata*, *Lichenoomphalina hudsoniana* со статусами 4 и 3 соответственно. В данном районе потенциально может встречаться еще один краснокнижный вид – *Asachinea scholanderi*. В качестве экотопов для редких видов лишайников наибольший интерес представляют скальные останцы, где биологическое разнообразие, обилие и разнообразие уязвимых видов лишайников достигает максимума.

В бриофлоре ведущая роль принадлежит родам *Sphagnum* (около 10 видов), *Dicranum* (8) и *Politrichum* (6). Наибольшая ценозообразующая роль в мезофитных тундровых сообществах принадлежит зеленым мхам – *Pleurozium schreberi* и *Hylocomium splendens*. В сухих, каменистых местах бриосинузии формируют *Rhacomitrium lanuginosum*, *Aulacomnium turgidum*. Мхи рода *Politrichum* предпочитают умеренные условия увлажнения. Представители рода *Dicranum* наибольшего обилия достигают во влажных местах, однако в условиях застойного гидрологического режима уступают место сфагновым мхам. Во влажных местах с проточным режимом увлажнения преобладают *Sanionia uncinata*, мниевые мхи и представители рода *Calliergon*. На местах с нарушенным растительным покровом наиболее часто поселяются *Pohlia nutans* и *Leptobryum pyriforme*.

Структура напочвенного покрова, состоящего из мхов и лишайников, варьирует в зависимости от высоты, экспозиции и уклона земной поверхности. Его различия на высотном градиенте обусловлены сменой комплекса факторов: соотношением мелкозема и каменистых субстратов, стабильностью гидротермического режима, толщиной гумусового горизонта. В верхних поясах участие засухо- и морозоустойчивых видов возрастает. Другим лимитирующим фактором для многих видов лишайников и мхов может стать застойный режим увлажнения, недостаточная аэрация и закисление почв в условиях заболачива-

ния при участии сфагновых мхов. Из лишайников в таких условиях могут произрастать лишь немногие виды кладоний и пельтигер.

Почвенные водоросли, наряду с лишайниками и мхами, являются основными пионерными организмами, которые участвуют в формировании почвенной биоты тундровых и горных экосистем. Всего выявлено 67 видов водорослей из отделов: Chlorophyta – 38, Cyanoprokaryota – 21, Bacillariophyta – 5, Eustigmatophyta – 2, Xanthophyta – 1. К ведущим семействам относятся: *Phormidiaceae*, *Nostocaceae*, *Chlamydomonadaceae*, *Myrmeciaceae*, *Radiococcaceae* и *Choricystidaceae*. Наибольшее число видов выявлено из родов: *Phormidium*, *Nostoc*, *Chlamydomonas*, *Elliptochloris*, *Pseudococcomyxa*. При прямом микроскопировании были обнаружены виды, которые формируют основу корочек обрастания: *Gloeocapsopsis magma*, *Nostoc commune*, виды рода *Stigonema*, *Elliptochloris*, *Pseudococcomyxa* и *Cylindrocystis*. Наибольшую частоту встречаемости в агаровых культурах имели виды: *Leptolyngbya foveolarum*, *Scotiellopsis terrestris*, *Halochlorella rubescens*, *Pseudococcomyxa* cf. *simplex* и *Sporotetras polydermatica*. На высотном градиенте наблюдается изменение разнообразия водорослей: наименьшее видовое разнообразие (3 вида) отмечается в пробах, отобранных из гольцового пояса (486 м над ур. м.), наибольшее (15–20) в сообществах горно-тундрового пояса на высотах 160–190 м над ур. м. На больших высотах доминируют мелкие одноклеточные неподвижные зеленые водоросли из рода *Pseudococcomyxa* и виды с мощной слизью из семейства *Radiococcaceae*. В горно-тундровых почвах доминировали *Leptolyngbya foveolarum*, *Nostoc commune*, *Chlamydomonas* cf. *reisigii*, *Scotiellopsis terrestris*, *Halochlorella rubescens*, *Leptosira terrestris*, *Myrmecia bisecta*, *Pseudococcomyxa simplex*, *Sporotetras polydermatica*.

Таким образом, растительный покров экосистем района исследований типичен для Полярного Урала. Для горно-тундрового пояса характерно большее разнообразие сообществ, по сравнению с гольцовым. Здесь произрастают в нижней части горно-тундрового пояса – ерниковые, ивняково-ерниковые сообщества; в межгорных понижениях, берегах озер, депрессиях рельефа – осоково-моховые болота с примесью, трав и пушиц. У подножий гор формируются нивальные комплексы с заметным участием в них *Harrimanella hypnoides*. На поверхности небольших предгорных поднятий встречаются пятнистые кустарничковые тундры с *Dryas octopetala*. Для гольцового пояса характерны кустарничково-мохово-лишайниковые сообщества, перемежающиеся с каменистыми россыпями, покрытыми эпилитными лишайниками.

Локальные флоры сосудистых растений и лишайников имеют арктогорный характер, что отражает их географическое положение. Характерной особенностью альгофлоры этого района является преобладание мелкоклеточных видов с утолщенными клеточными оболочками, а также колоний с мощной слизью, высокое разнообразие цианопрокариот, что присуще горным районам и местам с экстремальными условиями существования. Присутствие желтозеленых водорослей свидетельствует о чистоте почв.

Ценными в научном отношении, придающими оригинальность данной территории, мы считаем многочисленные останцы выветривания, где встреча-

ются скальные флористические комплексы с уникальным сочетанием редких видов сосудистых растений и лишайников, обитающих на выходах коренных пород в каньонах рек Полярного Урала. Кроме того, Кряж Манясей привлекателен как красивый ландшафтный район со своей самобытной историей и традициями кочевых северных народов. Он представляет интерес для создания перспективной ключевой ландшафтной охраняемой территории, которая войдет в состав горно-тундрового природного резервата Заполярно-Уральского национального парка (Чибилев, 2011). Актуальность его создания связана с усилением в этом районе антропогенного пресса – разворачивающимся строительством инфраструктуры магистрального газопровода. Учитывая перспективность включения данной территории в охраняемые природные комплексы и воздействие на нее хозяйственной деятельности человека, наши исследования служат отправной точкой в мониторинговых наблюдениях на северной оконечности Полярного Урала.

Исследования проведены при поддержке гранта РФФИ 11-04-10024-к, программы фундаментальных исследований «Арктика» № 12-4-7-006-АРКТИКА, программы Президиума РАН № 12-П-4-1018 и программы научных исследований УрО 12-С-4-1018.

Литература

Александрова В. Д. Геоботаническое районирование Арктики и Антарктики. Л.: Наука, 1977. 189 с.

Матвеев А. К. Вершины Каменного Пояса: Названия гор Урала. 2-е изд. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1990. 288 с.

Растительный покров и растительные ресурсы Полярного Урала / Л. М. Морозова, М. А. Магомедова, С. Н. Эктова и др. Екатеринбург: изд. Урал ун-та, 2006. 796 с.

Ребристая О. В. Флора востока Большеземельской тундры. Л.: Наука, 1977. 334 с.

Чибилев А. А. Урал: природное разнообразие и евро-азиатская граница. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 160 с.

ФЛОРА КОМПЛЕКСНОГО ЗАКАЗНИКА «ПОНЬЮ-ЗАОСТРЕННАЯ» (ИНТИНСКИЙ РАЙОН, РЕСПУБЛИКА КОМИ)

В. А. Канев

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

В течение последних десяти лет специалисты отдела флоры и растительности Севера Института биологии Коми НЦ УрО РАН проводят работы, направленные на выявление фитоценотического и флористического разнообразия особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Республики Коми. Летом 2010 г. были проведены флористические исследования в комплексном заказнике «Понью-Заостренная», расположенный в Интинском районе, в подзоне крайне-северной тайги, на границе с лесотундрой. Заказник создан для охраны эталонных ландшафтов лесотундры и тайги; где расположено реликтовое крупнейшее местонахождение кедра на Европейском Севере, на климатической границе ареала. Его площадь 7020 га. Он занимает междуречье Понью и Заостренной – ле-

вых притоков Усы. Реки, прорезающие Кряж Чернышева, входящего в систему гор Приполярного Урала и сложенного древними коренными породами, очень живописны. В русле р. Заостренной встречаются перекааты, высокие и скалистые берега, вода чрезвычайно прозрачна. Кедрово-еловые леса покрывают склоны гряды Чернышева. Высота кедра 13–20 м, диаметр 14–50 см, возраст 40–250 лет. На 1 га отмечено до 2,6 тыс. экз. подроста. Популяция разновозрастная, жизнеспособная. В лесах обитают бурый медведь, северный олень, тетеревиные. На озерах гнездится лебедь-кликун, в реках водится хариус. Предложен для охраны Коми филиалом АН СССР (Н.И. Непомилуева), Минлесхозом Коми АССР. Учрежден постановлением СИ Коми АССР от 30 ноября 1978 г., № 484. Охраняется Интинским Горисполкомом (Кадастр..., 1993). Первое исследование данной территории было проведено А. Н. Лашенковой и Н. И. Непомилуевой в 1967 г. В целях мониторинга обследовался в 1987 г. Н. И. Непомилуевой (Непомилуева, 1974; Непомилуева, Лашенкова, 1993).

Междуречное пространство занято ивняковыми и ерниковыми тундрами, редкостойными заболоченными березово-еловыми лесами и обширными болотами с многочисленными крупными и мелкими озерами. Высокие берега рек и склоны кряжа Чернышова поросли с интереснейшими с ботанической точки зрения лесами из *Picea obovata*, *Pinus sibirica*, *Betula pubescens*. *Pinus sibirica* в заказнике встречается в двух различных типах местообитаний: в долинах рек по сухим и теплым южным склонам в травянисто-черничных и брусничных ельниках и на плоских заболоченных междуречьях в березово-еловых междуречьях.

В долинах *Pinus sibirica*, хотя и составляет как примесь 10–30%, имеет запас древесины местами до 50–70% от общей ее массы. Такие высокопродуктивные участки кедровников на северной границе леса чрезвычайно редки и представляют интерес для лесного хозяйства. Средняя высота кедра в заказнике от 12–15 м до 20 м, возраст от 30 до 260 лет. Леса с примесью кедра на северной границе распространения редкостойные, светлые, поэтому кроны у многих деревьев начинаются почти от самой земли. Урожай семян бывает редко, шишки мелкие (Нам и внукам, 1988; Непомилуева, 1974; Непомилуева, Лашенкова, 1993).

Исследуемая территория находится в Кольско-Печорской подпровинции Североевропейской таежной провинции Евроазиатской таежной области с преобладанием еловых лесов (Исаченко, Лавренко, 1980).

В результате флористических исследований в заказнике «Понью-Заостренная» установлено, что флора высших сосудистых споровых, голосеменных и покрытосеменных растений составляет 219 видов, относящихся к 139 родам и 58 семействам. Уровень видового богатства данной флоры может быть оценен как средний для подзоны крайнесеверной тайги, т.к. на территории заказника отсутствуют некоторые растительные сообщества – крупные луга, крупные водоемы (озера), где бы могли произрастать еще ряд растений.

К споровым растениям, которые представлены папоротниками, хвощами, плаунами, относятся 13 видов (5,9%). Три вида принадлежат к папоротникам – *Athyrium distentifolium*, *Dryopteris carthusiana*, *Gymnocarpium dryopteris*. Шесть видов относятся к хвощам – *Equisetum arvense*, *E. fluviatile*, *E. palustre*, *E.*

pratense, *E. scirpoides*, *E. sylvaticum*. Четыре вида относятся к плауновидным – *Diphasiastrum complanatum*, *Lycopodium annotinum*, *Huperzia selago*, *Selaginella selaginoides*). Пять видов принадлежат к голосеменным растениям, которые представлены хвойными – *Larix sibirica*, *Picea obovata*, *Pinus sylvestris*, *Pinus sibirica*, *Juniperus communis*.

Остальные виды (201) относятся к покрытосеменным или цветковым растениям, из которых 59 – однодольные (представители семейств *Sparganiaceae*, *Potamogetonaceae*, *Scheuchzeriaceae*, *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Juncaceae*, *Melanthiaceae*, *Alliaceae*, *Convallariaceae*, *Orchidaceae*), а 142 – двудольные. Соотношение однодольных и двудольных составляет 1: 2.4.

Наибольшим разнообразием отличаются семейства *Cyperaceae* с 23, мятликовые *Poaceae* с 21, *Asteraceae* с 19 видами, далее следуют *Ranunculaceae* с 15, *Rosaceae* с 14, *Salicaceae* с 10, *Ericaceae* и *Fabaceae* с 7 видами каждое. Закрывают десятку ведущих семейств *Scrophulariaceae*, *Caryophyllaceae* и *Equisetaceae* с 6 видами каждое. Всего десять ведущих семейств включают 61,2% видов флоры.

Среди родов наибольшим числом видов представлен род *Carex* (15 видов), которые в основном произрастают в прибрежно-водных и болотных растительных сообществах. Второе место по численности видов занимает род *Salix* (9). Все виды этого рода принадлежат к жизненной форме древесных растений (деревья, кустарники), и произрастают на болотах, по берегам рек, озер. Заметным разнообразием видов также отличаются роды *Ranunculus* (6), *Equisetum* (6), *Eriophorum* (5), *Rubus* (5), *Betula* (4), *Viola* (3), *Galium* (3), *Stellaria* (3), *Vaccinium* (3), *Calamagrostis* (3).

Наибольшее число родов содержат семейства *Asteraceae* (17) и *Poaceae* (14), далее следуют *Rosaceae* (10), *Ranunculaceae* (9), *Ericaceae* (6), *Cyperaceae* (4), *Scrophulariaceae* (4), *Fabaceae* (4), *Apiaceae* (4), *Orchidaceae* (4).

Географический анализ флоры по составу широтных групп показал преобладание бореальных видов, к числу которых относится 67,9% выявленных сосудистых растений – *Festuca ovina*, *Betula pubescens*, *Padus avium*, *Cortusa matthioli*. В связи с тем, что данный заказник находится в подзоне крайне северной тайги, заметно участие во флоре северных широтных групп, которых 25,7%. Арктических видов три (1,4%) – *Carex rotundata*, *Salix lanata*, *Astragalus subpolaris*. Из аркто-альпийских видов (8,7%), отмечены – *Baeotryon caespitosum*, *Poa alpina*, *Stellaria peduncularis*, *Astragalus frigidus*, *Chamaenerion latifolium*, *Saussurea alpina*. Из гипоарктических видов (15,6%) – *Calamagrostis lapponica*, *Luzula frigida*, *Betula humilis*, *Rubus arcticus*, *Aster sibiricus*.

Южные широтные группы в заказнике представлены неморально-бореальными и лесостепными видами, их всего 2,8%. Неморально-бореальных 5 видов или 2,3% – *Padus avium*, *Lamium album*, *Crepis paludosa*, *Melica nutans*, *Milium effusum*. Лесостепной вид один (0,5%) – *Anemone sylvestris*, который отмечен на каменистом обрыве реки. Видов с полизональным распространением – 8 или 3,6% флоры – *Equisetum arvense*, *Equisetum fluviatile*, *Equisetum palustre*, *Potamogeton alpinus*, *Phalaroides arundinacea*, *Rumex acetosella*, *Sagina procumbens*, *Nuphar lutea*.

Среди долготных групп преобладают виды с широкими голарктическими и евразийскими ареалами (соответственно 41,3 и 37,6%). К голарктическим видам в заказнике относятся – *Equisetum sylvaticum*, *Carex rostrata*, *Rubus chamaemorus* и др. Из евроазиатских видов в заказнике отмечены *Sanguisorba officinalis*, *Angelica sylvestris*, *Trientalis europaea*, *Salix phylicifolia* и др. К азиатским видам (8,2%) относятся *Picea obovata*, *Salix pyrolifolia*, *Stellaria bungeana*, *Atragene sibirica*, *Duschekia fruticosa*. Европейские виды – *Urtica sondenii*, *Cardamine amara*, *Trollius europaeus*, *Thyselium palustre* составляют 12,4%. Космополитный вид всего один 0,5% – *Sagina procumbens*.

Экологические группы видов растений выделяли на основе их отношения к фактору увлажнения. Больше половины видов растений флоры заказника (55,5%) относятся к мезофитам – растениям, которые произрастают в местах с достаточным, но не избыточным увлажнением – *Alopecurus pratensis*, *Luzula pilosa*, *Lathyrus pratensis*, *Taraxacum officinale*. Немного меньше видов (42,7%) принадлежит к группам растений, характерных для сырых местообитаний: гигромезофитам (10,6%) – *Veronica longifolia*, *Phalaroides arundinacea*, *Epilobium palustre*, *Valeriana wolgensis*; гигрофитам (28,9%) – *Carex lasiocarpa*, *Stellaria crassifolia*, *Ranunculus reptans*, *Naumburgia thyrsoflora*, *Viola epipsila*; гидрофитам (2,3%) – *Comarum palustre*, *Hippuris vulgaris*, *Cicuta virosa*, *Menyanthes trifoliata*, *Petasites radiatus*; и гидатофитам (0,9%) – *Potamogeton alpinus*. Растений сухих местообитаний, т.е. ксеромезофитов (*Anthoxanthum odoratum*, *Festuca ovina*, *Anemone sylvestris*, *Achillea millefolium*) зарегистрировано всего 4 вида или 1,8%. Они произрастают основном в сухих местообитаниях заказника.

Основной жизненной формой данного заказника являются травы, к которым относится свыше трех четвертей биоморфологического состава флоры (82,6%). Большая часть трав – 79,8% – многолетние (*Festuca pratensis*, *Veratrum lobelianum*, *Ranunculus propinquus*, *Myosotis palustris*). Одно-двулетних растений (*Sagina procumbens*, *Viola tricolor*, *Euphrasia frigida*, *Melampyrum pratense*, *Melampyrum sylvaticum*) всего 2,8%. К древесной жизненной форме относятся 17,4% видов, деревьев (*Picea obovata*, *Pinus sylvestris*, *Betula pubescens*, *Populus tremula*, *Padus avium*) и кустарников (*Salix phylicifolia*, *Salix hastata*, *Betula humilis*, *Juniperus communis*, *Spiraea media*) 6,9% и 5% соответственно. Большинство древесных растений формируют верхние ярусы лесных сообществ. Кустарники, особенно виды рода ива (*Salix*), образуют монодоминантные сообщества по берегам озер и по окраинам болот. Число кустарничков и полукустарничков примерно столько же, как и кустарников и набор видов обычен для подзоны крайнесеверное тайги (*Atragene sibirica*, *Empetrum hermaphroditum*, *Chamaepericlymenum suecicum*, *Oxycoccus palustris*, *Andromeda polifolia*, *Arctous alpina*, *Chamaedaphne calyculata*, *Ledum palustre*, *Linnaea borealis*, *Vaccinium uliginosum*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus*), их 5,5% от общего числа видов. Некоторые из них играют существенную роль в травяно-кустарничковом ярусе лесов и болот.

В заказнике «Понью-Заостренная» отмечено 3 вида сосудистых растений, включенных в Красную книгу Республики Коми. Из категории охраны 2 здесь отмечен главный охраняемый объект данного заказника - *Pinus sibirica*, который

встречается на всей территории, в том числе и на прилегающей площади в довольно большом количестве, имеет хорошее возобновление. К третьей категории охраны, охраняемые как редкие виды, относятся *Salix recurvigenmis* и *Anemone sylvestris*.

Флора высших сосудистых растений заказника «Синдорский» составляет 219 видов относящихся к 219 родам и 56 семействам. Уровень видового богатства является средним для подзоны крайнесеверной тайги, флора является бореальной, но в связи с тем что данный заказник находится в подзоне крайнесеверной тайги, то велико число северных широтных групп. Показатели систематической, географической, экологической и биологической структуры являются характерными для флор крайне северной тайги. В ценотическом анализе преобладают виды лесных и луговых сообществ, участие сорных видов мало, что свидетельствует о слабом антропогенном воздействии на данную территорию. В комплексном заказнике «Понью-Заостренная» отмечено три охраняемых в Республике Коми видов сосудистых растений, включенных в региональную Красную книгу (Красная книга Республики Коми, 2009).

Литература

- Исаченко Т. И., Лавренко Е. М. Ботанико-географическое районирование // Растительность Европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. С. 10–20.
- Кадастр охраняемых природных территорий Республики Коми. Сыктывкар, 1993. Ч. I., 190 с.
- Красная книга Республики Коми. Сыктывкар, 2009. 792 с.
- Нам и внукам. Особо охраняемые природные территории Коми АССР. Сыктывкар, 1988. 128 с.
- Непомилуева Н. И. Кедр сибирский (*Pinus sibirica* Du Tour) на Северо-Востоке Европейской части СССР. Л., 1974. 185 с.
- Непомилуева Н. И., Лащенко А. Н. Таежные эталоны Европейского Северо-Востока (охраняемые территории и генетические резерваты). Сыктывкар, 1993. 147 с.
- Леса Республики Коми. М.: ДИК, 1999. 322 с.

ФЛОРА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ БОЛОТНЫХ ЗАКАЗНИКОВ И ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ КОРТКЕРОССКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КОМИ

В. А. Канев, Н. Н. Гончарова

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

В настоящее время система особо охраняемых природных территорий (ООПТ) в Республике Коми насчитывает 239 ООПТ (федерального значения два – Печоро-Илычский государственный природный биосферный заповедник, национальный парк «Югыд Ва», республиканского 237–165 заказников, 72 памятников природы).

Корткеросский район (площадь 19,7 тыс км², около 5% территории РК) расположен в подзоне средней тайги, в южной части Республики, к западу от гор. Сыктывкара, насчитывает 34 ООПТ – 31 заказник (шесть комплексных, один лесной, один кедровый и 23 болотных и 3 болотных памятника природы).

Это наибольшее число ООПТ и болотных заказников в одном административном районе республики, это связано с тем, что большинство болот находится недалеко от гор. Сыктывкара (сбор ягод, грибов, охота на водоплавающую и боровую дичь), а большую часть предполагалось осушить с помощью мелиоративных работ. В рамках инвентаризации биоразнообразия всех ООПТ РК летом 2012 года были проведены ботанические исследования в большинстве заказников района. По геоботаническому районированию Корткеросский район находится в Кольско-Печорской подпровинции Североевропейской таежной провинции Евразийской таежной области с преобладанием еловых лесов (Исаченко, Лавренко, 1980). По лесорастительному районированию исследуемая территория относится к Вычегодско-Сысольскому округу еловых, сосновых, березовых и осиновых лесов Восточно-Европейской равнинной провинции (Леса Республики Коми, 1999). Ниже приводится краткая характеристика болотных ООПТ, флора и растительность.

Болотный заказник болото Коля-Нюр (Габе-Нюр; площадь его 1195 га), кадастровый номер № 443 – клюквенное и морошковое, для охраны которого создан одноименный заказник. Заказник находится в Корткеросском р-не (Корткеросское лесничество, Пезмогское участковое лесничество), на первой надпойменной террасе р. Вычегда, в 1 км на восток от с. Пезмог, в 65 км от города Сыктывкара. Болото-переходное сосново-березово-кустарничковое сфагновое. Кочки кустарничково-морошково-сфагновые, мочажины пушицево-сфагновые. Торфяная залежь переходная топяно-лесная. Встречаются также верховая и смешанная. Средняя мощность залежи 1,95 м, максимальная – 6,20 м. Биологические запасы клюквы в средний по урожайности год составляют 8 т. Вокруг болота выделена буферная зона шириной 300 м. Предложен для охраны Институтом биологии КНЦ УрО АН СССР (Р. Н. Алексеева). Утвержден постановлением СМ Коми АССР от 26 сентября 1989 г., № 193. Охраняется Корткеросским участковым лесничеством (Кадастр..., 1993).

Заказник «Коля-Нюр» является олигомезотрофным сосново-кустарничково-пушицево-сфагновым болотом. Основная его часть облесена сосной (*Pinus sylvestris*) высотой до 10 м (ее средняя высота 6–7 м). Береза (*Betula pubescens*) произрастает в основном по крайкам болота, высота березы варьирует от 2 до 6,5 м (в среднем 3,5 м). Ель (*Picea obovata*) отмечена единично, она сильно угнетена, ее высота не превышает 2,5 м. В окраинной части болота микрорельеф мелкокочковатый, небольшие повышения приурочены к стволам деревьев. По направлению к центру мелкокочковатый микрорельеф сменяется кочковатым. Кочки занимают около 30%, они небольшие (1,5 м шириной, 2,5 м длиной, высотой 30–40 см). Растительность окраек образована сосново-кустарничково-пушицево-сфагновыми и кустарничково-осоково-сфагновыми сообществами. Микрорельеф здесь мелкокочковатый, переходящий в кочковато-топяной комплекс. По направлению к центру болота растительность становится более олиготрофной. Здесь хорошо выражен кочковато-топяной микрорельеф. Кочки занимают 40–45% площади комплекса, их высота 30–40 см. Около 10% кочек образованы морошкой (*Rubus chamaemorus*) и вороникой гермафродитной (*Empetrum hermaphroditum*). Топи (мочажины) до-

вольно обводнены, местами вода стоит на поверхности (ОПП 40–50%) (Канев, Гончарова, 2011).

Один вид растения из семейства орхидные является охраняемым в РК (2009) – пальчатокоренник Траунштейнера (*Dactylorhiza traunsteineri*), а два вида нуждаются в биологическом надзоре – любка двулистная (*Platanthera bifolia*), кокушник комариный (*Gymnadenia conopsea*). В собственно болотных сообществах произрастают всего 36 видов растений, которые характерны для верховых и переходных болот.

Болотный заказник «Болото, не имеющее названия» (260 га), № 3090 – клюквенное. Заказник расположен в бассейне среднего течения р. Вычегды, напротив устья р. Вишера, в 2,5 км на Ю от с. Сторожевск. Болото верховое сосново-кустарничково-сфагновое. Торфяная залежь переходного типа. Мощность ее 1,5 м. Вокруг болота выделена буферная зона шириной 300 м. Предложен для охраны Институтом биологии КНЦ УрО АН СССР (Р.Н. Алексеева). Утвержден постановлением СМ Коми АССР от 30 ноября 1978 г., № 484. Охраняется Сторожевским участковым лесничеством.

Болото типично верховое, грядово-мочажинное кустарничково-сфагновое. Флора болота является типичной для верховых болот. Нарушений флоры и растительности не выявлено.

Болотный заказник «Болото Большое» (2063 га), № 446 – клюквенное. Заказник расположен на левобережье р. Угдым-Ю, притока Вычегды, в 3,5 км на ЮВ от с. Нёбдино. Болото верховое сосново-кустарничково-сфагновое. Растительный покров представлен сосной, багульником, кассандрой, голубикой, морошкой, пушицей, сфагновыми мхами. Торфяная залежь зерхового типа. Средняя мощность ее 1,98 м, максимальная – 4,8 м. Вокруг болота выделена буферная зона шириной 300 м. Предложен для охраны Институтом биологии КНЦ УрО АН СССР (Р. Н. Алексеева). Утвержден постановлением СМ Коми АССР от 30 ноября 1978 г., № 484. Охраняется Сторожевским участковым лесничеством.

Болото типично верховое, грядово-мочажинное кустарничково-сфагновое. Флора болота является типичной для верховых болот. Нарушений флоры и растительности не выявлено.

Болотный заказник «Болото Борган-Нюр» (408 га), № 462 – клюквенное. Заказник расположен на правобережном склоне к р. Локчим, в 2 км на СВ от с. Позтыкерос. Болото верховое сосново-кустарничково-пушицево-сфагновое. Торфяная залежь верхового типа: магелланикум. Средняя мощность ее 2,07 м, максимальная – 3,40 м. Вокруг болота выделена буферная зона шириной 300 м. Предложен для охраны Институтом биологии КНЦ УрО АН СССР (Р. Н. Алексеева). Утвержден постановлением СМ Коми АССР от 26 сентября 1989 г., № 193. Охраняется Корткеросским участковым лесничеством.

Болото типично верховое, грядово-мочажинное кустарничково-сфагновое. Флора болота является типичной для верховых болот. Нарушений флоры и растительности не выявлено.

Болотный заказник «Болото Гыбан-Нюр» (200 га), № 3093 – клюквенное. Заказник находится в бассейне нижнего течения р. Вишеры, правого при-

тока р. Вычегды, почти в 2 км на СЗ от с. Вомын. Болото переходное сосново-кустарничково-сфагновое. Торфяная залежь переходного типа. Мощность ее 1,0 м. Вокруг болота выделена буферная зона шириной 300 м. Предложен для охраны Институтом биологии КНЦ УрО АН СССР (Р. Н. Алексеева). Утвержден постановлением СМ Коми АССР от 30 ноября 1978 г., № 484. Охраняется Сторожевским участковым лесничеством.

Болото является низинным, растительность очень разнообразная: осоковые, пушицевые, пухоносые, кустарничково-сфагновые сообщества. Флора болота является очень богатой, насчитывает более 60 видов, в основном виды характерные для ключевых и низинных болот, и водоемов. Нарушений флоры и растительности не выявлено.

Болотный заказник «Болото Додзь-Нюр» (473 га), № 455 – уникально по растительности и микрорельефу. Заказник находится на левобережной первой надпойменной террасе р. Вычегда, в 1 км на ЮЗ от с. Додзь. Болото верховое травяно-сфагновое. Преобладающая часть его занята безлесным грядово-озерково-мочажинным комплексом. Гряды кустарничково-травяно-сфагновые. Ровные участки покрыты шейхцериено-осоково-сфагновыми коврами. Болото интересно тем, что здесь встречается очеретник белый, редкий вид, охраняемый в Коми АССР. Торфяная залежь верхового типа: комплексная и сосново-пушицевая. Средняя мощность ее 1,71 м, максимальная – 3,1 м. Вокруг болота выделена буферная зона шириной 300 м. Предложен для охраны Институтом биологии КНЦ УрО АН СССР (Р.Н. Алексеева). Утвержден постановлением СМ Коми АССР от 30 ноября 1978 г., № 484. Охраняется Корткеросским участковым лесничеством.

Болото типично верховое, грядово-мочажинное кустарничково-сфагновое. Флора болота является типичной для верховых болот. Нарушений флоры и растительности не выявлено.

Болотный заказник «Болото Ивкавад» (834 га), № 416 – клюквенное. Заказник находится на левобережном склоне к р. Нившера, в 3,5 км на Ю от прист. Нившера. Болото верховое сосново-кустарничково-сфагновое. Торфяная залежь верхового типа: магелланикум, комплексная. Средняя мощность ее 2,86 м, максимальная – 4,8 м. Вокруг болота выделена буферная зона шириной 300 м. Предложен для охраны ЛХТПО Комилесхоз. Утвержден постановлением СМ Коми АССР от 30 ноября 1978 г., № 484. Охраняется Сторожевским участковым лесничеством. Болото типично верховое, грядово-мочажинное кустарничково-сфагновое. Флора болота является типичной для верховых болот. Нарушений флоры и растительности не выявлено.

Болотный заказник «Болото Керка-Нюр» (1100 га), № 437 – клюквенное. Заказник расположено на водоразделе рек Вычегда и Маджа, в 9 км на ЮЗ от с. Расья. Болото верховое сосново-кустарничково-сфагновое. Торфяная залежь верхового типа: магелланикум. Средняя мощность ее 2,41 м, максимальная – 4,80 м. Вокруг болота выделена буферная зона шириной 300 м. Предложен: для охраны Институтом биологии КНЦ УрО АН СССР (Р.Н. Алексеева). Утвержден постановлением СМ Коми АССР от 30 ноября 1978 г., № 484. Охраняется Корткеросским участковым лесничеством. Болото типично верховое,

грядово-мочажинное кустарничково-сфагновое. Флора болота является типичной для верховых болот. Нарушений флоры и растительности не выявлено.

Болотный заказник «Болото Кия-Нюр» (1462 га), № 460 – клюквенное. Заказник расположен на водоразделе рек Лем и Локчим, притоков р. Вычегды, в 14 км на ЮЗ от с. Корткерос. Обширная система переходных сосново-кустарничково-сфагновых болот подзоны средней тайги. Для нее характерны обилие кустарничков, небольшой видовой состав травянистых растений, разнообразие МХОВ. Торфяная залежь лесо-топяная мощностью около 2 м. Вокруг болота выделена буферная зона шириной 300 м. Предложен для охраны Институтом биологии КНЦ УрО АН СССР (Р.Н. Алексеева). Утвержден постановлением СМ Коми АССР от 30 ноября 1978 г., № 484. Охраняется Корткеросским участковым лесничеством. Болото типично верховое, грядово-мочажинное кустарничково-сфагновое. Флора болота является типичной для верховых болот. Нарушений флоры и растительности не выявлено.

Были обследованы еще следующие болотные заказники «Болото Кузь-Нюр», «Болото Микуш-нюр», «Болото Нившера», «Болото Новиккуш», «Болото Пезмогское», «Болото Пожъян», «Болото Села-нюр», «Болото Сотчем-Нюр», «Болото Таш-нюр», «Болото Тыбью-Нюр», «Болото Ур-Ель-Нюр», «Болото Шаньга-Нюр», «Болото Шыр-Нюр», «Болото Явон-Ель-Нюр», болотные памятники природы «Борган-Ель-Куш», «Болото Гэрд-Чой-Слуда», «Болото Кыв-Тыд-Оль». В результате исследований было, что большинство заказников являются верховыми или переходными болотными системами. Нарушений флоры и растительности не выявлено.

Литература

Исаченко Т. И., Лавренко Е. М. Ботанико-географическое районирование // Растительность Европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. С. 10–20.

Кадастр охраняемых природных территорий Республики Коми. Сыктывкар, 1993. Ч. I. 190 с.

Канев В. А., Гончарова Н. Н. Флора, растительность и современное состояние болотного заказника «Болото Коля-Нюр» (Габе-Нюр) (Республика Коми, Корткеросский район, подзона средней тайги) // Биологический мониторинг природно-техногенных систем. Материалы Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием. Киров, 2011. С. 22–25.

Красная Книга Республики Коми. Сыктывкар, 2009. 792 с.

Леса Республики Коми. М.: ДИК, 1999. 322 с.

ФЛОРА ХРЕБТА МАНЬ-ХАМБО (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ, ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ЗАПОВЕДНИК)

*В. А. Канев, С. В. Дегтева, И. И. Полетаева
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, kanev@ib.komisc.ru*

Летом 2011 г. проведены флористические исследования на горном хребте Мань-Хамбо, расположенном на Северном Урале в границах Печоро-Илычского заповедника. Данный район, отнесенный к Мань-Хамбинскому бо-

танико-географическому округу (Лавренко, Улле, Сердитов, 1995; Улле, 2005), долгое время был практически не изученным во флористическом отношении. В работе З. Г. Улле (2005), обобщившей сведения о флоре сосудистых растений заповедника с учетом новых флористических находок, для данного района указываются только два вида высших сосудистых растений: *Luzula wahlenbergii*¹ и *Betula nana*.

Согласно геоботаническому районированию (Исаченко, Лавренко, 1980), изученная территория относится к Камско-Печорско-Западноуральской подпровинции Урало-Западносибирской таежной провинции Евразийской таежной области и располагается в подзоне средней тайги. Несмотря на относительно небольшую высоту вершин хр. Мань-Хамбо (в среднем не более 700 м над ур. м), здесь отчетливо выражена вертикальная поясность. С увеличением отметок абсолютных высот горно-таежный пояс сменяется подгольцовым, а затем горно-тундровым. Гольцовый пояс не выражен, но на вершинах и склонах хребта встречаются участки каменистых россыпей (курумов). Облик горно-лесного пояса определяют темнохвойные еловые и елово-пихтовые леса. Растительность подгольцового пояса наиболее разнообразна. Здесь на высотах 570–700 м. над ур. м. выражены пологие нагорные террасы, на которых в зимний период накапливается снег, сносимый ветром из пояса горных тундр. На них сформированы березовые редколесья из *Betula pubescens*, которые образуют верхнюю границу леса и чередуются с небольшими участками горных лугов и зарослями кустарников. В горно-тундровом поясе наиболее обычны флавоцеттариевые, чернично-цеттариевые и луговинные тундры.

В результате проведенных нами исследований установлено, на хр. Мань-Хамбо произрастают 164 вида высших растений из 111 родов и 44 семейств. Разнообразие флоры, в сравнении с другими ботанико-географическими округами заповедника (Улле, 2005), оценено как низкое. Это связано с тем, что на данной территории слабо представлены болота, а также луговая растительность, отличающаяся высоким видовым богатством. Кроме того, здесь отсутствуют выходы скал – экотопы, в которых вследствие специфики экологических условий формируются флористические комплексы, не типичные для зональной растительности. В их состав входят реликтовые, эндемичные и редкие для региона виды.

К споровым растениям, которые представлены папоротниками, хвощами, плаунами, относятся 16 видов (9,7%). Шесть видов принадлежат к группе папоротников (*Dryopteris carthusiana*, *D. expansa*, *Phegopteris connectilis*, *Athyrium distentifolium*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Cryptogramma crispa*). К хвощам относятся четыре вида (*Equisetum arvense*, *E. fluviatile*, *E. scirpoides*, *E. sylvaticum*), к плауновидным – шесть (*Diphasiastrum alpinum*, *D. complanatum*, *Lycopodium annotinum*, *L. dubium*, *L. lagopus* и *Huperzia selago*). Пять видов принадлежат к голосеменным растениям, которые представлены хвойными. Это *Abies sibirica*, *Larix sibirica*, *Picea obovata*, *Pinus sibirica* и *Juniperus sibirica*.

¹ Латинские названия растений приведены по сводке С. К. Черепанова (1995).

Остальные виды (143) относятся к покрытосеменным или цветковым растениям, из которых 46 – однодольные, а 97 – двудольные. Соотношение однодольных и двудольных составляет 1 : 2.1. Однодольные растения представлены семействами *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Juncaceae*, *Melanthiaceae*, *Alliaceae*, *Trilliaceae*, *Convallariaceae*, *Orchidaceae*. Двудольные принадлежат к семействам *Salicaceae*, *Betulaceae*, *Polygonaceae*, *Caryophyllaceae*, *Ranunculaceae*, *Droseraceae*, *Crassulaceae*, *Saxifragaceae*, *Parnassiaceae*, *Grossulariaceae*, *Rosaceae*, *Geraniaceae*, *Oxalidaceae*, *Empetraceae*, *Violaceae*, *Onagraceae*, *Apiaceae*, *Pyrolaceae*, *Ericaceae*, *Primulaceae*, *Boraginaceae*, *Scrophulariaceae*, *Rubiaceae*, *Caprifoliaceae*, *Valerianaceae*, *Campanulaceae*, *Asteraceae*.

Большим видовым разнообразием отличаются семейства *Cyperaceae* с 19 видами, *Asteraceae* (18), *Poaceae* (14), *Rosaceae* (12), *Ericaceae* (9), *Ranunculaceae* и *Salicaceae* (по 7), *Apiaceae* (6). Замыкают десятку ведущих семейств *Scrophulariaceae* и *Juncaceae* с 5 видами каждое. Высокое видовое разнообразие семейства *Cyperaceae* подчеркивает горный характер флоры. Всего в десяти наиболее насыщенных в видовом отношении семействах содержится 62,2% видового состава. Среди родов наибольшим числом видов представлен род *Carex* (14 таксонов). Второе место по численности занимает род *Salix* (6). Это типично для флоры европейского северо-востока России. Заметным разнообразием видов также отличаются роды *Rubus* (5), *Eriophorum* (4), *Equisetum*, *Hieracium*, *Lycopodium*, *Luzula*, *Poa*, *Vaccinium* (по 3). Значительная часть родов содержит всего по одному виду, что свидетельствует о миграционном характере флоры.

Растения, произрастающие на хр. Мань-Хамбо, относятся к разным географическим элементам. Больше половины видов (96 или 59,3% от общего числа зарегистрированных таксонов) принадлежит к бореальной широтной группе. Среди них такие эдификаторы и доминанты растительных сообществ, как *Picea obovata*, *Aconitum septentrionale*, *Bistorta major*, *Carex aquatilis*, *Calamagrostis purpurea*. Господство бореальных видов как по разнообразию, так и по ценотической роли, закономерно отражает положение исследованной территории в таежной зоне Голарктики. Одна треть видов (61 или 35,2%) относится к остальным северным широтным группам: арктической, аркто-альпийской и гипоарктической. Арктических видов, характерных для тундровой зоны, семь (4,3%); наибольшую значимость в формировании растительных сообществ играют *Carex rotundata* и *Salix lanata*. Представитель семейства *Juncaceae* *Luzula wahlenbergii* обычен для Приполярного и Полярного Урала, а на территории Печоро-Илычского заповедника встречается редко (Лавренко, Улле, Сердитов, 1995). Из типичных для пояса горных тундр аркто-альпийских видов (13,6%) отмечены *Phleum alpinum*, *Poa alpina*, *Salix hastata*, *Viola biflora* и др. Из произрастающих на севере тайги и в южной части тундровой зоны гипоарктических видов (15,6%) наибольшего постоянства и обилия достигают *Avenella flexuosa* и *Betula nana*. Из других представителей данного широтного элемента можно упомянуть *Eriophorum vaginatum*, *Euphrasia frigida*, *Ranunculus propinquus*. Виды с южным распространением значительно менее многочисленны. Зарегистрированы лишь шесть видов, принадлежащих к неморально-бореальной

группе (*Crepis paludosa*, *Dryopteris expansa*, *Melica nutans*, *Milium effusum*, *Paris quadrifolia*, *Phegopteris connectilis*), на долю которых приходится 3,7% от общего числа выявленных таксонов. Видов полизонального элемента, ареалы которых располагаются в нескольких природных зонах, всего два (*Equisetum arvense* и *E. fluviatile*). Это обусловлено отсутствием на обследованном хребте крупных водоемов и водотоков, а также тем, что экосистемы не испытывают антропогенного воздействия и длительное время развиваются в режиме спонтанной динамики.

Среди долготных групп преобладают виды с широкими голарктическими и евразийскими ареалами (их доли составляют соответственно 43,2 и 31,5% от общего числа видов). Это типичная черта флоры таежной зоны Голарктики. К азиатским видам (11,7%) относятся *Picea obovata*, *Abies sibirica*, *Stellaria bungeana*, *Atragene sibirica*, *Rubus humilifolius* и др. Европейские виды (*Trollius europaeus*, *Angelica archangelica*) составляют 13%. Примерно равные доли европейских и азиатских (сибирских) видов закономерно отражает положение изученной территории на границе двух частей света – Европы и Азии.

Анализ состава жизненных форм показал, что их соотношение в изученной локальной флоре имеет примерно такие же показатели, как и во флоре подзоны средней тайги (Мартыненко, 1996). Превалируют травянистые многолетние растения, преимущественно корневищные гемикриптофиты. Доля таксонов древесных жизненных форм существенно ниже. Тем не менее, именно они определяют облик большинства растительных сообществ во всех высотных поясах. Полностью представлены древесными растениями такие семейства: *Betulaceae*, *Pinaceae*, *Ericaceae*, *Salicaceae*.

Во флоре наиболее широко представлены виды таежно-лесной (*Abies sibirica*, *Avenella flexuosa*, *Betula pubescens*, *Dryopteris carthusiana*, *Dryopteris expansa*, *Linnaea borealis*, *Lycopodium annotinum*, *Maianthemum bifolium*, *Picea obovata*, *Pinus sibirica*, *Sorbus sibirica*, *Trientalis europaea*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea* и пр.), горно-тундровой (*Anemonastrum biarmense*, *Bistorta major*, *Carex arctisibirica*, *C. brunnescens*, *Empetrum hermaphroditum*, *Festuca ovina* и др.), горно-луговой (*Anthoxanthum alpinum*, *Omalotheca norvegica*, *Pachypleurum alpinum*, *Pedicularis compacta*, *Phleum alpinum*, *Tanacetum bipinnatum*, *Veratrum lobelianum*) эколого-ценотических групп. Они преимущественно мезофиты и не отличаются высокими требованиями к обеспеченности почв элементами минерального питания (Дегтева, Новаковский, 2012).

Семь видов растений, произрастающих на хр. Мань-Хамбо, занесены в Красную книгу Республики Коми (2009). Четыре вида (*Cryptogramma crispa*, *Pinus sibirica*, *Rhodiola rosea*, *Anemonastrum biarmense*) отнесены к группе таксонов с категорией статуса редкости 2. Два вида (*Tephrosieris atropurpurea*, *Epilobium alsinifolium*) классифицированы как редкие (категория статуса 3), еще один (*Chrysosplenium tetrandrum*) – как таксон с неопределенным статусом (4). Еще два вида (*Loiseleuria procumbens*, *Dactylorhiza fuchsii*) нуждаются в постоянном контроле численности популяций и включены в приложение к региональной Красной книге. Как наиболее многочисленные и стабильные могут

быть оценены ценопопуляции лишь одного вида – *Anemonastrum biarmiense*, который является эндемичным для горной страны Урал.

Таким образом, локальная флора сосудистых растений хр. Мань-Хамбо не отличается высоким разнообразием. По соотношению таксономических групп, широтных элементов и эколого-ценотических групп она может быть классифицирована как горно-бореальная. Антропогенных изменений флоры не выявлено, сорные и космополитные виды в ее составе отсутствуют. Полученные данные дополняют сведения о разнообразии флоры Печоро-Илычского заповедника и могут рассматриваться как фоновые при организации мониторинга состояния окружающей среды.

Исследования выполнены при частичной поддержке Программы Президиума РАН «Живая природа», проект № 12-П-4-1018 «Видовое, ценотическое и экосистемное разнообразие ландшафтов территории объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО «Девственные леса Коми».

Литература

Исаченко Т. И., Лавренко Е. М. Ботанико-географическое районирование // Растительность Европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. С. 10–20.

Красная книга Республики Коми. Сыктывкар, 2009. 792 с.

Лавренко А. Н., Улле З. Г., Сердитов Н. П. Флора Печоро-Илычского биосферного заповедника. СПб.: Наука, 1995. 255 с.

Леса Республики Коми. М.: ДИК, 1999. 322 с.

Мартыненко В. А. Флора северной и средней подзон тайги европейского Северо-Востока: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Екатеринбург, 1996. 31 с.

Улле З. Г. Флористическая изученность территории Печоро-Илычского заповедника // Тр. Печоро-Илычского заповедника. Сыктывкар, 2005. Вып. 14. С. 34–46.

ЛУГОВЫЕ СООБЩЕСТВА ПОЙМЕННЫХ УГОДИЙ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

С. В. Любова

Северный Арктический федеральный университет, s.lyubova@narfu.ru

Пойменные луга – национальное богатство нашей страны, занимая лишь 15–18% общей площади кормовых угодий, дают почти 50% заготавливаемых кормов. Ценные свойства пойменных угодий наиболее полно реализуются лишь при регулярном их использовании. На таких лугах совместно произрастает большое количество растений, образующих луговые фитоценозы. В Архангельской области, по данным Управления Роснедвижимости (2007), земли сельскохозяйственного назначения составляют 635,1 тыс. га, в том числе природные и культурные кормовые угодья (сенокосы и пастбища) – 345,4 тыс. га, из них около 117 тыс. га пойменных лугов, большинство которых при проведении мер по улучшению могут давать значительно больший урожай. За многие годы естественного развития поймы, а также под влиянием хозяйственной деятельности человека произошли значительные изменения в облике пойменной растительности. Продолжительность весеннего половодья в пойме Северной Двины

колеблется в очень широких пределах. Чем быстрее идет таяния снега в бассейне реки, тем выше и круче подъем воды в реке, но продолжительность паводка небольшая. В годы с затяжной весной, с возвратом холодов таяния снега идет медленно, уровень воды в реке поднимается постепенно и невысоко, и сброс, талых вод продолжается долго. В верховьях реки высота поймы составляет 3,5–4,5 м. В средней части течения долина реки имеет несколько озеровидных расширений, вследствие этого перед сужениями долины происходит частичное отложение наносов и отмечается подъем поймы.

Растительные сообщества пойменных лугов представляют совокупность популяций разных видов растений, сосуществующих в пространстве и времени, взаимодействующих друг с другом в пределах определенной среды и образующих особую экосистему со своим собственным составом, структурой, взаимоотношениями со средой, развитием и функциями. Исследование процессов формирования фитоценозов природных кормовых угодий на пойменных ландшафтах имеет большое значение не только для решения фундаментальных вопросов луговодства, геоботаники, экологии, но и для разработки системы мероприятий по их охране и рациональному использованию. В настоящее время все острее необходимость в изучении флористического состава пойменной растительности, экологических условий процесса формирования ее урожайности, что связано с общей тенденцией снижения продуктивности фитоценозов. Информация о видовом и экобиоморфологическом составе, динамики урожайности с учетом метеорологических условий позволяет сделать выводы о потенциальных возможностях луговых сообществ сельскохозяйственного использования. Рациональное использование: соблюдение сенокосо- и пастбищеоборотов, внесение минеральных удобрений, агротехнические и мелиоративные мероприятия, значительно способствуют увеличению продуктивности и повышению качества травостоев, сохранению пойменных лугов, но актуальными остаются вопросы изучения разногодичной изменчивости пойменных лугов, которая совершенно уникальна для каждого пойменного ландшафта.

Структура растительного покрова пойменных ландшафтов характеризуется неоднородностью. В луговых сообществах отмечается мозаичность травостоя, пятнистость, что говорит о эдафотопической изменчивости среды обитания. Исследование горизонтальной структуры травостоев луговых фитоценозов, их флористического состава в течение вегетационного периода и по годам позволяют проследить смену доминантов и устойчивость видового состава. Продуктивность пойменных фитоценозов определяется, в первую очередь, своеобразием почвенно-климатических факторов. Выявление общих закономерностей функционирования луговых фитоценозов в условиях поймы реки Северная Двина с учетом агрометеорологической ситуации позволяет прогнозировать их урожайность, анализ динамики урожайности в течение вегетационного периода и по годам позволяет судить о направленности происходящих процессов и проводить мероприятия, способствующие сохранению биологического разнообразия пойменного ландшафта, его кормового потенциала.

Луговые фитоценозы характеризуются постоянной изменчивостью их состава и продуктивности. Изучение изменений и реакций луговых сообществ на

те или иные формы внешних воздействий имеет большое теоретическое и практическое значение. Исследуя их, можно вскрыть в какой-то мере сложнейшую систему фитоценологических и экологических взаимоотношений и в результате определить роль последних в формировании состава и структуры луговых сообществ. Информация об этих реакциях совершенно необходима для разработки мер по эффективному использованию лугов, сохранению их продуктивного долголетия. Сохранение продуктивного долголетия ценных по составу естественных самовозобновляющихся фитоценозов является актуальным аспектом в современных условиях ведения луговодства, поскольку способствует значительному снижению затрат на их коренное улучшение и ускоренному наращиванию улучшенных площадей природных кормовых угодий. В последние годы изучение формирования травостоев ограничивалось оценкой их состава и структуры без учета биологического механизма самовозобновления. Управление процессами самовозобновления через регулирование фитоценологического фактора (состава травостоя), режима использования, оптимизации высоты его отчуждения, удобрения позволяет гарантированно сохранить долголетние травостои от вырождения. Для естественных пойменных лугов, отличающихся богатством видового состава, хорошо приспособленным к местным условиям обитания, необходимо применять такой режим использования, который наряду с высокой урожайностью обеспечивал бы самовозобновление травостоя, сохранял и улучшал его видовой состав. Под влиянием минеральных удобрений происходит изменение ботанического состава, структуры растений фитоценоза, количества побегов на единице площади, в химическом составе зеленой массы. Система удобрений, разработанная с учетом экологических особенностей и флористического состава лугов, а также выноса питательных веществ с урожаем, в сочетании с рациональным использованием угодий позволяет управлять видовым составом и структурой травостоя, удлинять его продуктивное долголетие.

Концепция растительных сообществ имеет большое значение в экологической практике, так как функционирование организма связано с сообществом, и выделении вида, лучше модифицировать сообщество, чем оказывать прямое воздействие на этот вид. Как растительный покров в целом, так и слагающие его фитоценозы никогда не остаются одинаковыми, меняются и условия существования растительности, вызывая изменения растительного покрова, и сам растительный покров, независимо от изменений условий существования (онтогенетические изменения, эволюция видов, образующих растительные сообщества и т. д.).

Для интенсивного укосного использования пойменных травостоев, в первую очередь, целесообразно выделять влажные луга, расположенные, в основном, в центральной и притеррасной частях поймы, с преобладанием в травостое ценных высокопродуктивных видов. Отрицательное воздействие на луг проявляется в бессистемном стравливании отавы сенокосов на одних и тех же участках ежегодно. Особенно страдают участки, расположенные около пастбищ.

На пойменных лугах представлены виды растений 10 ведущих семейств, характерных для бореальной флоры в подзоне северной тайги: Poaceae – 18, Rosaceae – 14, Asteraceae – 15, Apiaceae – 12, Fabaceae – 9, Ranunculaceae – 8, что составляет 79,5% всех видов.

В настоящее время наблюдается постепенное ухудшение водного режима почв, частично наблюдается вторичное заболачивание. С повышением влажности почвы в травостое возрастает количество костреца безостого *Bromopsis inermis*, двукисточника тростниковидного *Digraphis arundinaceae*, иногда образуются одновидовые заросли тимофеевки луговой *Phleum pratense*, пырея ползучего *Agropyrum repens*, ежи сборной *Dactylis glomerata*, герани луговой. На пониженных местах преобладают лисохвост луговой *Alopecurus pratensis*, полевица белая *Agrostis alba*, вероника длиннолистная *Veronica longifolia*, двукисточник тростниковидный, бекмания обыкновенная *Beckmannia ruciformis*. На лугах, где отмечаются признаки вторичного заболачивания развивается луговик дернистый *Deschampsia caespitosa*. Его участие в растительных сообществах отмечалось на всех лугах и варьировало от 2 до 15%.

Таблица

Характеристика пойменных лугов (г. Архангельск)

Показатель	Пастбище			Сенокос		
	участок 1	участок 2	участок 3	участок 4	участок 5	участок 6
Видовой состав, % в т. ч. <i>злаковые</i> , в т. ч.	48,0	30,0	45,5	60,0	39,0	45,0
низовые	2,0	3,0	3,0	–	7,0	–
верховые	46,0	27,0	42,5	60,0	32,0	45,0
<i>бобовые</i> , в т. ч.	18,0	22,0	13,0	8,0	13,0	12,0
низовые	3,0	5,0	–	–	3,0	–
верховые	15,0	17,0	13,0	8,0	10,0	12,0
<i>разнотравье</i>	42,0	48,0	41,5	32,0	48,0	43,0
Высота травостоя, м	0,35	0,27	0,22	0,52	0,52	0,50
Урожайность, т/га	8,5	8,1	7,4	8,2	5,6	10,3
Запасы корневой массы трав, т/га	9,9	16,5	10,8	16,6	11,7	18,6
Соотношение надземной и кор- невой массы	1:1,2	1:2	1:1,5	1:2	1:2	1:1,8

Анализ результатов исследования показали, что общий вклад флоры луговостровной поймы р. Северной Двины во флору Архангельской области достаточно широк.

Литература

Бабенко С. Е., Опарина А. И. Наука – производству // Сборник научных трудов. Архангельск: изд-во Правда Севера, 1999. С. 3–16.

Любова С. В. Состояние кормовых угодий агроландшафтов Архангельской области // Экологические проблемы Севера: межвузовский сборник научных трудов. Арх-ск: изд-во АГТУ, 2006. Вып. 9. С. 213–219.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ФЛОРЫ ООПТ «ОЗЕРО ЧЕРНОЕ»

Д. А. Камарская¹, Т. Л. Егошина²

¹ Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
darya_kamarskaya@mail.ru,

² ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова

Государственный памятник природы областного значения «Озеро Чёрное» расположен в пойме правого берега р. Вятки ниже пос. Коминтерновский и пос. Гнусино на территории Бобинского сельского округа Слободского района Кировской области (географические координаты: Е 58°40'; N 49°37'). Озеро находится в границе водоохраной зоны р. Вятки. Длина его – около 3 км, ширина – до 50 м, глубина – до 3 м. Площадь зеркала озера – 27,1 га. Озеро проточное – в него впадает р. Бобровица, а протокой оно соединяется с современным руслом р. Вятки. ООПТ «Озеро Чёрное» – гидрогеологический памятник природы – древнеаллювиальное пойменное притеррасное озеро – древняя старица р. Вятки. Памятник природы имеет природоохранное, рекреационное значение. Восточный берег озера почти на всем протяжении служит местом массового отдыха. Площадь памятника природы составляет 279,67 га. Охраняемая площадь – 80 га.

Целью настоящего исследования было проведение инвентаризации и систематизации сведений по составу флоры на территории данного объекта. В ходе исследования был проведен комплексный количественный и качественный анализ флоры. Исследования осуществлялись общепринятыми методами: маршрутно-рекогносцировочным и методом заложения геоботанических площадок с последующим сбором растений, камеральной обработкой и гербаризацией собранного материала.

Флора ООПТ «Озеро Черное» представлена 157 видом высших сосудистых растений из 53 семейств, что составляет 10,7% от общего числа природной флоры Кировской области (Тарасова, 2007). В систематической структуре флоры преобладают семейства *Poaceae*, *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae*, *Rosaceae*, *Ranunculaceae*. Наиболее высока доля семейства *Asteraceae*. На долю моновидовых семейств приходится 27 видов.

Во флоре ООПТ «Озеро Черное» выявлен один вид, занесенный в Красную книгу Кировской области (2001) – *Veronica urticifolia* Jacq. – вероника крапиволистная. В ходе исследований территории также были установлены виды, включенные в Приложение № 2 к Красной книге Кировской области (2001) – *Atragene sibirica* L. – княжик сибирский, *Iris sibirica* L. – ирис сибирский, *Pulsatilla patens* (L.) Mill. – прострел раскрытый (сон-трава), *Campanula latifolia* L. – колокольчик широколистный, *C. rapunculoides* L. – колокольчик рапунцелевидный. Эти виды не внесены в Красную книгу Кировской области, но нуждаются на территории области в постоянном контроле и наблюдении.

Аборигенная фракция флоры составляет 131 вид (83%). Адвентивных видов во флоре насчитывается 26 (17%), это такие виды, например, как *Bromus*

inernus (Leys) Holub – костер безостый, *Elytrigia repens* L. Nevski – пырей ползучий, *Phleum pratense* L. – тимофеевка луговая, *Ptarmica vulgaris* Hill – чихотник обыкновенный и др.

По способу иммиграции преобладает группа автохоров, которая составляет 150 видов (95%). Часть видов – это случайно занесенные виды – ксенофиты. Во флоре ООПТ «Озеро Черное» ксенофитами являются *Elodea canadensis* Michx. – элодея канадская, *Galium aparine* L. – подмаренник цепкий, *Melilotus officinalis* Pall. – донник лекарственный, *Cirsium arvense* (L.) Scop. s.l. – бодяк полевой. Они составляют около 2% от общего числа видов флоры исследуемого объекта. Эргазиофитами являются *Mentha spicata* L. – мята колосистая, *C. rapunculoides* L., *Acer negundo* L. – клён американский. Их доля участия во флоре составляет около 2%. Отмечены виды, для которых невозможно достоверно установить, занесены ли они из-за пределов области, или являются производными культивируемых в этой местности растений – ксеноэргазиофиты (*Medicago falcata* L. – люцерна серповидная).

Флора ООПТ «Озеро Черное» носит бореальный характер, обусловленный расположением ее территории в пределах южнотаежной подзоны. Преобладают бореальные виды – 79 видов (50%). Незначительную роль во флоре играют лесостепные элементы – 8 видов (5%) – *Centaurea jacea* L. – василек луговой, *Inula salicina* L. – девясил иволистный, *Medicago falcata* L. – люцерна серповидная, *Asparagus officinalis* L. – спаржа лекарственная и др. Неморальные и бореально-неморальные виды составляют 17% от общего числа видов флоры – *Aegopodium podagraria* L. – сныть обыкновенная, *Crepis tectorum* L. – скерда кровельная, *Lathyrus vernus* Bernh. – чина весенняя, *Glechoma hederacea* L. Trevir. – будра плющевидная, *Tilia cordata* Mill. – липа сердцевидная и др.

В географическом аспекте преобладают евроазиатские и евросибирские виды – 63%. Много циркумбореальных видов – около 26% – *Elytrigia repens* L. Nevski – пырей ползучий, *Phalaris arundinacea* (L.) Rauschert – двукисточник тростниковый, *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv. – луговик дернистый, *Tanacetum vulgare* L. Bernh. – пижма обыкновенная. Доля европейских видов во флоре достигает 7% – *Centaurea jacea* L. – василек луговой, *Cirsium arvense* (L.) Scop. s.l. – бодяк полевой, *Elodea canadensis* Michx. – элодея канадская, *Euphrasia fenica* Kihlm. – очанка финская и др. Пюорегиональные виды составляют 4% – *Phleum pratense* L. – тимофеевка луговая, *Potamogeton perfoliatus* L. – рдест пронзеннолистный, *P. crispus* L. – рдест курчавый, *Potentilla anserina* L. – лапчатка гусиная, *Lemna trisulca* L. Schur. – ряска трехраздельная и др. Азиатские и сибирские виды отсутствуют.

Согласно классификации К. Раункиера во флоре ООПТ «Озеро Черное», как и во всех внетропических флорах, преобладают гемикриптофиты (49%). На втором месте по численности – фанерофиты (13%) и терофиты (10%). Геофиты представлены также достаточно широко – 9% – *Bromus inernus* Leys – костер безостый, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth – вейник наземный, *Cirsium arvense* (L.) Scop. s.l. – бодяк полевой, *Stachys palustris* L. – чистец болотный и др. Гидрофиты также составляют 9% от общего числа флоры. Хамефиты составляют 7% – *Antennaria dioica* (L.) Gaertn. – кошачья лапка двудомная, *Comarum*

palustre L. – сабельник болотный, *Ortilia secunda* (L.) House – ортилия однобокая, *Atragene sibirica* L. – княжик сибирский и др. Незначительную долю составляют гелофиты (3% от общего числа флоры) – *Phleum pratense* L. – тимофеевка луговая, *Alisma plantago-aquatica* L. – частуха подорожниковая, *Caltha palustris* L. – калужница болотная, *Sagittaria sagittifolia* L. – стрелолист обыкновенный.

По классификации жизненных форм И. Г. Серебрякова, травянистые растения составляют 82,8%, среди них преобладают травянистые поликарпики (67%), что характерно для умеренных флор Голарктики. Из древесных форм преобладают деревья (8%), представленные следующими видами: *Quercus robur* L. – дуб черешчатый, *Tilia cordata* Mill. – липа сердцевидная, *Betula pendula* Roth. – береза повислая, *Abies sibirica* Ledeb. – пихта сибирская, *Picea abies* L. Karst. – ель европейская, *Pinus sylvestris* L. – сосна обыкновенная, *Acer negundo* L. – клён американский. Кустарники представлены 8 видами (5%) – *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) – ракитник русский, *Rosa majalis* Herrm. – шиповник майский, *Padus avium* Mill. – черемуха обыкновенная, *Ribes nigrum* L. – смородина черная, *Daphne mezereum* L. – волчегодник обыкновенный, *Lonicera xylosteum* – жимолость обыкновенная. Кустарнички представлены такими видами как *Vaccinium myrtillus* L. – черника обыкновенная и *V. vitis-idaea* – брусника обыкновенная (1%). Полудревесные растения представлены 5 видами (3%). Из полукустарничков отмечены *Comarum palustre* L. – сабельник болотный и *Linnaea borealis* L. – линнея северная (1%), из полукустарников – *Atragene sibirica* L. – княжик сибирский, *Rubus idaeus* L. – малина обыкновенная (1%).

По отношению растений к водному режиму большая часть видов флоры отнесена к мезофилам – 115 видов (73%). Группа гигрофилов составляет 22 вида (14%). Гидрофилов насчитывается 16 видов (10%) – *Oenanthe aquatica* (L.) Poir. – омежник водный, *Potamogeton perfoliatus* L. – рдест пронзеннолистный, *P. natans* L. – рдест плавающий, *P. crispus* L. – рдест курчавый и др. Растений сухих местообитаний (ксерофитов) совсем немного – 4 вида (3%) – *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth – вейник наземный, *Antennaria dioica* (L.) Gaertn. – кошачья лапка двудомная, *Hieracium pilosella* L. F.W.Schultz. – ястребинка обыкновенная, *Medicago falcata* L. – люцерна серповидная. Они приурочены преимущественно к сухой боровой террасе р. Вятка.

Таким образом, во флоре ООПТ «Озеро Черное» на данном этапе исследования выявлено 157 видов, в том числе виды, внесенные в Красную книгу Кировской области и в ее приложение 2. Флора носит бореальный характер с присутствием лесостепных элементов. В составе флоры много адвентивных видов (17%).

Литература

Красная книга Кировской области. / Под ред. Н. С. Корытина, Л. Н. Добринского. Екатеринбург, 2001. 287 с.

Постановление Правительства Кировской области от 01.06.2010 № 54/246 «Об утверждении границ и режима особой охраны памятника регионального значения «Озера Чёрное» у пос. Коминтерновский».

ПРИНЦИПЫ, ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОРГАНИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ЮЖНО-ТАЕЖНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗАХ

М. Г. Дворников

Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б. М. Житкова, Dvornikov50@mail.ru

1. Известно, что устойчивость биосферы и её структурных единиц биогеоценозов (БГЦ) и биогеоценологических комплексов обеспечивается способностью поддерживать свое функционирование и восстанавливаться после негативных воздействий. Это достигается благодаря биологическому разнообразию, которое в течение длительного времени эволюционно сформировало компенсаторные, восстановительные и регуляторные механизмы, гарантирующие в определенном диапазоне гомеостаз системы «биота-планета».

Окружающая среда есть и на Луне, а на планете Земля – биосфера и её мозаично распространенные структурно-функциональные подразделения – БГЦ. В процессе жизнедеятельности биоты сформировались в БГЦ биогеохимические циклы, обеспечивающие стабильность и устойчивость биосферы. Поэтому, чем выше биоразнообразие, тем стабильнее экосистемы – БГЦ (Дворников, 2007; Урсул, 2007). Данные экосистемы – природные эталоны с заповедным и ограниченным режимом природопользования (заповедники, биосферные резерваты и т. д.), расположенные на типологической основе в биогеографических провинциях, лесорастительных округах и районах, характеризуются малонарушенностью биоты и биогеоценологических процессов. Поэтому развитие малонарушенных естественных экосистем в их пространственно-территориальных границах оптимально, что достаточно обосновано экологами.

Экология находится в системе естественной классификации. В определении и структуре современной науки экологии, экологическом знании и практике преодолены прошлые категориальные «размытости» (Роговин, 2001; Розенберг, 2010) и обозначены пределы их компетентности (паспорт научной специальности ВАК; стандарты подготовки экологов в ВУЗах). В ряде нормативно-правовых актах, в частности в Законе РФ «Об охране окружающей среды», ст. 1, также четко изложены основные понятия и их содержание. Отмечено, что природный объект, естественные экологические системы и природные комплексы имеют пространственно-территориальные границы (подчеркнем – не административные, не сельскохозяйственных, не лесных и охотничьих угодий), в которых их живые элементы взаимодействуют как единое функциональное целое и связаны между собой обменом веществом и энергией в биогеоценологической деятельности с первой конкретной ячейки БГЦ (далее в биогеоценологическом комплексе, природном комплексе, лесорастительном районе и т. д.). Так на нашей планете проходят системные функциональные и обменные процессы

с их главными свойствами: типом круговорота химических веществ, потоками энергии и характерными признаками, учитываемыми экологами при натурном выделении площади БГЦ, они функционально объединяют популяции продуцентов – растений и консументов – животных и деструкторов в сообщества и далее в единую и более сложную систему, включающую их и костную среду на выявленной территории. В данных открытых системах сопряжены подсистемы «входа-транзита-накопления и выхода». В большинстве случаев границы систем проходят от водоразделов по водотокам (Дворников, 2007; 2007а; 2009). Оценки работы данных природных систем, их состояния, мониторинга и прогноза развития строятся на экологической и синергетической методологии.

Выбор «строгих» оснований в классификации науки, экологических принципах, терминах и понятиях необходимы и являются методологическим каркасом для совместной организации биологического (экологического) мониторинга в заповедниках (Закон РФ «Об особо охраняемых природных территориях»), где дается оценка воздействия природных факторов и государственного мониторинга окружающей среды, осуществляемых в регионах, иными организациями – в соответствии с их компетенцией (оценка антропогенных факторов). Эта совместная (сравнительная) работа осуществляется по государственному заказу. В данном случае в государственном (в том числе региональном) докладе о состоянии окружающей среды будет предоставлена возможность гражданам, что сравнивать и оценивать в развитии их условий жизни в конкретном природном комплексе, где ныне расположены города, предприятия, дороги и т.д.

Планета Земля функционирует миллиарды лет, и единицей естественного отбора всегда были и есть особи, а эволюционной единицей – элементарные (не делимые) популяции. В свою очередь, элементарной структурно-функциональной единицей эволюции биосферы и её подразделений являются экологические сообщества. Они изменялись и преобразовывались адаптивным путем и присоединением новых элементов, сопрягающими сообщество с факторами среды. Главным фактором функционирования биосферы и БГЦ были и есть трофические связи, определяющие продуктивность, характер, параметры и масштабы биогеохимического круговорота и потока энергии. Современное состояние природных объектов – этап эволюционного развития в новых условиях среды. При плановой экономике и закрытости информации не соблюдали иерархию наук, зачастую компетенции и понятия экологии приравнивали к таковым по охране окружающей среды. Однако, в мировой практике, сравнительный анализ двух мониторинговых работ имеет важное прикладное значение. На основе результатов экологического (обобщение и модели выполняется специалистами не тасономических наук, тем более не чиновниками, см. работы Ю. Одума и А.В. Яблокова) мониторинга природных объектов и их составляющих уровней: молекулярно-генетического, популяционно-видового и сообществ. Далее разрабатываются и совершенствуются биологические показатели нормативов в области охраны и качества окружающей среды, действительно способствующие обеспечению устойчивого функционирования естественных экосистем, сохранение уровней биоразнообразия и благоприятных условий жизни. Соблюдение отмеченного, с учётом мирового опыта в энвайронменталистике повысит про-

фессионализм природоохранных служб, откроет привлекательные инновационные и инвестиционные перспективы в эффективное природопользование региона, обеспечит приток высококвалифицированных специалистов, наукоемких и экологически безопасных технологий.

2. В соответствии с Законом РФ «Об особо охраняемых территориях» проведение экологического мониторинга является одной из основных задач, возложенных на заповедники. Основные программные положения организации экологического мониторинга обсуждались с 1970-х годов (Теоретические основы и опыт экологического мониторинга, 1983).

В бассейне р. Вятка планировалось организовать три заповедника и один национальный парк с общей площадью 360 тыс. га (3% от области). В 1994 г. в Кировской области в долине р. Вятка был организован государственный природный заповедник «Нургуш». В 1997 г. нами через заповедник, его охранную зону и прилегающую к ним хозяйственно освоенную агропромышленными комплексами территорию с поселениями сельского типа на общей площади 900 кв. км был проложен эколого-топографический профиль. На стационарах, расположенных по профилю от водораздела: р. Боковая, Вишкиль и Боровка к р. Вятка, проводились исследования согласно разработанному для заповедника руководству по экологическому мониторингу. Первые результаты исследований были опубликованы нами в 2007 г. (Дворников, 2007а). В частности, были проведены инвентаризации эдификаторов, доминирующих популяций позвоночных животных, ряда сообществ растений и животных и экосистем. По приросту древесины выявлены признаки потепления климата, установлены многолетние параметры динамики фитомассы и зоомассы основных компонентов экосистем. В осадках, почве, растительных и животных объектах были определены содержания химическим элементов: N, P, K, Ca, Mg, Hg, Cd, As, Pb, Mn, Cu, Zn, Sr, Cs и их соединений. В процессе биогенной миграции химических элементов по пищевой цепи и объектам экосистем выявлены биоиндикаторы, определены коэффициенты накопления, концентрации и поглощения. Определены также продуктивность луговых и лесных экосистем и параметры биогеохимических круговоротов в БГЦ, находящихся в ООПТ и урбанизированных территориях (Дворников, 2009). В большинстве случаев содержание химических элементов в травостое, плодах, ягодах, грибах, в рыбах, земноводных, птицах и млекопитающих находится в допустимых кларковых пределах. Однако, содержание и накопление химических элементов в объектах зависит от местонахождения БГЦ на профиле долины и скорости процессов, то есть на входе, транзите и т. д., где показатели разные.

Выявленные нами, впервые для региона, особенности биогеохимического круговорота являются одними из характерных признаков данных экосистем. Вместе с тем, приобретенный опыт мониторинговых исследований выявил ряд проблем в осуществлении в будущем данных работ. В Вятско-Камском междуречье площадь зональных территорий природных эталонов Южной тайги, где возможно в перспективе проводить экологический мониторинг, представлена незначительно. Поэтому возникла необходимость задействовать региональные ООПТ. Площадь многих ООПТ в большинстве случаев оказалась малой, то есть

здесь не обеспечиваются средообразующие функции естественной природы. Стационары в Средней тайге выбраны нами при проектировании «Тулашор». Часть материалов опубликована. Практически отсутствуют ООПТ в южной части междуречья р. Вятка и р. Кама в «антропогенной лесостепи». Здесь также не обеспечивается зональное самовосстановление утраченных функциональных и средообразующих функций биоты. Экологический мониторинг необходимо проводить на более обширной территории, в региональной сети вновь организованных крупных, зональных ООПТ, т.е. в целостных природных единствах, одновременно разрабатывая критерии экологического выделения объектов биосистем и нормирования техногенных загрязнений БГЦ. Существующая с советских времён практика оценок загрязнений в «частях», не отвечающих за «целое» (территориально не выделенные в природных границах объекты и где рассматриваются только растения - почва) и защиты экосистем, базирующиеся на санитарно-гигиенических нормативах, не экологична, не эволюционно эффективна и не снижает уровни экологической напряженности и безопасности. Хорошо известно, что безопасные для человека нормативы могут быть губительны для биоты, т. к. в них также не учитываются уровни структуры биоразнообразия, а при оценках воздействия на окружающую среду не приводятся особенности пищевой цепи и показатели площади ареалов популяций и БГЦ (пересмотренные проекты: размещение нефтепровода по берегу оз. Байкал, строительство спорткомплексов у Кавказского заповедника, и т. д.).

Вполне очевидно, что решение проблем и реализация экологических, природоохранных и природопользовательских стратегий в регионе, в первую очередь, зависит от скоординированности учебных планов ВУЗов, организации специализированных ученых советов ВУЗов и НИИ, научных изданий рекомендованных ВАК. Подготовка магистрантов, аспирантов и докторантов по экологическому мониторингу, нормированию техногенных загрязнений природных и урбанизированных экосистем, экологической реставрации урбанизированной среды, экологической экспертизе, природопользованию и стажировки специалистов по экологии и по охране окружающей среды должны входить в число приоритетных и целевых проектов.

Литература

Дворников М. Г. Проблемы экологического мониторинга и нормирования в природно-урбанизированных территориях Вятско-Камского междуречья // Экология урбанизированных территорий. 2007. № 3. С. 90–94.

Дворников М. Г. Млекопитающие в экосистемах бассейна реки Вятка. Киров. 2007а. 352 с.

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

Роговин К. А. Еще раз о науке экологии и природоохранной науке // Охрана дикой природы. 2001. № 1. С. 31–32.

Розенберг Г. С. Еще раз к вопросу о том, что такое экология? // Биосфера. 2010. № 3. С. 324–335.

Теоретические основы и опыт экологического мониторинга М. 1983. 254 с.

Урсул А. Д. Концептуальное моделирование устойчивого развития // Экология урбанизированных территорий. 2006. №2. С. 23–32.

ПАПОРОТНИКИ ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ «МЕДВЕДСКИЙ БОР»

И. П. Клабукова, О. Н. Пересторонина
Вятский государственный гуманитарный университет,
botany@vshu.kirov.ru

На левом берегу р. Вятки, у поселка Медведок Нолинского района, располагается особо охраняемая природная территория (ООПТ) «Медведский бор» – уникальное реликтовое сообщество ксеротермической эпохи послеледникового времени, расположенный на материковых песчаных дюнах. Формирование типично пустынных форм рельефа определяется реликтовыми древними четвертичными холодными пустынями, когда сухой климат и разреженность растительности способствовали перевеванию древнеаллювиальных и водноледниковых песков с образованием дюн высотой 6–9 м.

Начало изучению природы Медведского бора положила в 1923 г. комплексная экспедиция по изучению местного края при Вятском педагогическом институте. В настоящее время Медведский бор детально изучается сотрудниками кафедры биологии и студентами Вятского государственного гуманитарного университета. С 1981 г. Медведскому бору присвоен статус памятника природы, а позднее – геолого-ботанического заказника. В настоящее время Медведский бор – это сосновый лес с присутствием во флоре и фауне степных и неморальных элементов, площадью 6 921,05 га (55 кварталов), и цепью озер карстового происхождения (Тарасова, 2006).

В последние годы усилилось внимание к птеридофлоре. Зарубежные ученые давно обратили внимание на эту интересную древнюю группу. Проводятся международные симпозиумы по исследованию папоротников. В нашей стране ученые также давно обратили внимание на изучение папоротниковидных (Шорина, Ершова, 1990; Гуреева, 2001).

Папоротники широко распространены по земному шару. Наибольшее видовое разнообразие встречается в тропической зоне. Местообитания папоротников различны: скальные, лесные, открытых пространств, водные. Такие различные условия существования привели к возникновению у них большого разнообразия внешних форм, внутреннего строения, размеров.

Исследования Медведского бора проводились в период с 2010–2012 гг. На ООПТ «Медведский бор» выявлено 12 видов папоротников (Тарасова, 2001): *Botrychium lunaria* (L.) Sw, *Botrychium multifidum* (S. G. Gmel.) Rupr., *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod., *Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P.Fuchs, *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott, *Dryopteris cristata* (L.) A.Gray, *Dryopteris expansa* (C.Presl) Fraser-Jenkins et Jermy, *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm., *Thelypteris palustris* Schott, *Phegopteris connectilis* (Michx.) Watt, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn.

Они относятся к 7 родам из 6 семейств. Самым многочисленным является семейство *Aspidiaceae*, которое включает в себя 5 видов. По 2 вида содержат

семейства *Botrychiaceae* и *Thelypteridaceae*. Самыми малочисленными являются семейства *Onocleaceae*, *Athyriaceae* и *Hypolepidaceae*.

Произрастание папоротников связано с особенностями местообитания. Все виды испытывают потребность во влажности и тени. Эколого-ценотический спектр (Смирнова и др., 2000) папоротников приведен в табл. 1.

Таблица 1

Эколого-ценотический состав папоротников ООПТ «Медведский бор»

Группа	Число видов	Доля видов, %
Пойменная (MFr)	2	16,7
Нитрофильная (Nt)	4	33,3
Неморальная (Nm)	3	25
Бореальная (Br)	2	16,7
Боровая (Pn)	1	8,3

Из таблицы видно, что наибольший процент составляют нитрофильные виды (Страусник обыкновенный – *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod., Кочедыжник женский – *Athyrium filix-femina* (L.) Roth, Телиптерис болотный – *Thelypteris palustris* Schott). На втором месте – неморальные виды (Щитовник Карпузиуса – *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P.Fuchs, Щитовник мужской – *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott). Наименьший процент – боровые виды (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn). Эколого-ценотические группы папоротников Медведского бора приведены в табл. 2.

Таблица 2

Эколого-ценотические группы папоротников ООПТ «Медведский бор»

1. Леса	2. Опушки (кустарничково-травяные)	3. Травяные сообщества
1.1. Гигрофитная Nt – 4	2.1. Гигрофитная ExNt –	3.1. Гигрофитная TrBl – ; InW – ; Wt – ; Olg – ; Al –
1.2. Мезофитная Nm – 3; Br – 2	2.2. Мезофитная BrH – ; ExEd –	3.2. Мезофитная MFr – 2; MDr –
1.3. Мезоксерофитная Pn – 1	2.3. Мезоксерофитная SbDb –	3.3 Мезоксерофитная и ксерофитная Rock – ; Kov – ; PsTr –

Среди папоротников Медведского бора преобладают лесные виды, что составляет 83% (10 видов) от общего видового разнообразия. Виды травянистых сообществ составляют 17% (2 вида) от общего состава флоры. Опушечных видов не обнаружено.

По отношению к фактору влажности доминируют мезофитные виды – 10 (83%), гигрофитная линия составляет 2 вида (17%).

Охраняемых видов папоротников в Медведском бору не выявлено.

Со времени каменноугольного периода папоротники изменились. Но по-прежнему это одна из наиболее уникальных, сохранившихся до наших дней группа растений. Тем ценнее, что эти древние растения произрастают у нас в Кировской области. Поэтому с целью сохранения, воспроизводства и восстановления популяций папоротников необходимо вести мониторинг за данной группой растений.

В целях сохранения биоразнообразия Кировской области сосновые леса заслуживают самого пристального внимания ученых-биологов.

Литература

Гуреева Н. И. Равноспоровые папоротники Южной Сибири. Систематика, происхождение, биоморфология, популяционная биология. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2001. 158 с.

Смирнова О. В., Заугольнова Л. Б. и др. Оценка и сохранение биоразнообразия лесного покрова в заповедниках европейской России. М., 2000. 196 с.

Тарасова Е. М. Государственный памятник природы «Медведский бор» // Региональный доклад о состоянии окружающей природной среды Кировской области в 2000 г. Киров, 2001. С. 131–144.

Тарасова Е. М. Государственный памятник природы Медведский бор // Медведский бор: сборник статей / Сост. А. А. Хохлов. Киров: Триада-плюс, 2006. С. 68–80.

Шорина Н. И., Ершова Э. А. Орляк обыкновенный // Биологическая флора Московской области. Морфологические спектры эволюции. М.: МГУ, 1990. Вып. 8. С. 6–20.

СТРУКТУРА ХВОИ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА СИБИРСКОГО В ВЕРХОВЬЯХ Р. КОЖИМ НА ПРИПОЛЯРНОМ УРАЛЕ

Н. В. Герлинг

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Gerling1@rambler.ru

Род *Juniperus* включает 68 видов и 36 разновидностей вечнозеленых древесных растений (Adams, 2003). На территории Урала перекрываются ареалы двух видов – можжевельника сибирского (*Juniperus sibirica* Burgsd.) и можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.). По мнению М. И. Исмаилова (1975), представители рода *Juniperus* являются типично горными растениями, а образование равнинного вида (*J. communis* L.) – результатом процессов видообразования и экологической дифференциации можжевельников, которые происходят с плиоцена и плейстоцена. Морфо-анатомической структуре фотосинтетического аппарата *J. sibirica* посвящены публикации С. Г. Князевой (2004), Н. Д. Нестерович с соавторами (1986).

Цель работы состояла в характеристике морфо-анатомической структуры хвои можжевельника сибирского, произрастающего в разных фитоценозах западного макросклона Приполярного Урала.

Материал для настоящей работы был собран в июле 2012 г. на склоне хр. Яптикнырд. Нами были исследованы сообщества можжевельника сибирского, произрастающего на склоне северной экспозиции вдоль высотного градиента в ерниковой тундре кустарничково-зеленомошной (ПП 1, 575 м над у. м.), в ельнике черничном зеленомошно-долгомошном (ПП 2, 502 м над у. м.) и в пойменном лиственничнике кустарничково-зеленомошном (ПП 3, 286 м над у. м.). Для определения наземной фитомассы кусты спиливали у основания стволиков, разделяли их на фракции и высушивали. Для изучения морфо-анатомической структуры хвои отбирали по 10 трехлетних побегов с разных особей каждой пробной площади. Для анатомических исследований побег

можжевельников фиксировались в растворе 70%-го спирта. Поперечные срезы хвои готовили на вибрационном микротоме для мягких тканей.

Состав растительности закономерен вдоль высотного градиента. В поясе горных тундр проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса составляло 50%, в котором доминировали *Vaccinium uliginosum* L. и *Empetrum hermaphroditum* Hagerup. 30 и 10% соответственно, единично встречался *Hedysarum arcticum* В. Fedtsch. и *Saussurea alpina* (L.) DC. Проективное покрытие мохово-лишайникового яруса 100%, образованное зелеными мхами. Можжевельник сибирский произрастал в куртинах высотой до 1 метра.

В горнолесном поясе можжевельник произрастал под пологом древостоя. Древостой был представлен ельником черничным зеленомошно-долгомошным. Высота деревьев ели достигала 11 м. Возраст доминирующей породы составлял 80 лет. Всего в древостое насчитывалось 688 деревьев га⁻¹. В подлеске встречались *Betula nana* L. и *Juniperus sibirica*. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса составляло 58%, в его составе *Vaccinium myrtillus* L. и *Avenella flexuosa* (L.) Drey., единично встречался *Equisetum sylvaticum* L. Проективное покрытие мохово-лишайникового яруса 100%, с доминированием зеленых мхов и *Polytrichum commune* Hedw. Можжевельник сибирский образовывал куртины высотой 2 метра.

В пойменном лиственничнике кустарничково-зеленомошном высота деревьев лиственницы составляла 18 м, ели – 12 м. Возраст лиственницы достигал 80 лет. Всего в древостое 105 деревьев га⁻¹. В подлеске встречались *Juniperus sibirica*, *Lonicera pallasii* Ledeb., *Rosa acicularis* Lindl. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса составляло 52%. В травяно-кустарничковом ярусе доминировали *Vaccinium vitis-idea* L., *Avenella flexuosa* и *Rubus saxatilis* L. Проективное покрытие мохово-лишайникового яруса 100%, с доминированием *Pleurozium schreberi* (Brid.) и *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp. Можжевельник сибирский произрастал в куртинах имел высоту до 2 метров.

Доля зеленой хвои можжевельника сибирского в надземной биомассе в поясе горных тундр была в два раза больше, чем в лесных фитоценозах. Значительных различий в возрасте можжевельника сибирского в изученных популяциях не было обнаружено, возраст особей достигал 50 лет, не смотря на различия по высоте кустов. Это свидетельствует о снижении темпов роста произрастающих в горных тундрах можжевельников. Дольше всего хвоя сохраняется на побеге можжевельника сибирского в поясе горных тундр – 12 лет, по мере снижения высоты места произрастания срок жизни хвои сокращается до 8 лет. Сходная динамика увеличения срока жизни хвои сосны обыкновенной в условиях гор отмечена в Европе (Oleksyn et. al, 2003). Авторы связывают это с низким содержанием органического вещества и доступных веществ в холодных почвах и в связи с этим стратегией адаптации видов к условиям произрастания в горах является резорбция азота и фосфора из стареющей хвои. Наибольшая охвоенность побегов и меньшая длина хвои можжевельника сибирского нами отмечена в поясе горных тундр (табл. 1). По данным С. А. Мамаева (1972), размеры листа растений снижаются по мере ухудшений условий существования вида, степень снижения составляет 10–25%. В ельнике длина хвои достигает

максимальных размеров в пределах склона, что, вероятно, связано с более благоприятными микроклиматическими условиями под пологом ели и затенением, т.к. число деревьев на гектар в ельнике больше чем в лиственничнике.

Таблица 1

Структурные характеристики побегов *J. sibirica* на Приполярном Урале

Показатель	ПП 1	ПП 2	ПП 3
Длина побегов, мм	6,7±0,2	9,7±0,2	9±0,2
Длина хвои, мм	5,6±0,2	7,9±0,1	6,3±0,2
Охвоенность шт. мм ⁻¹	2,1±0,1	1,2±0,1	1,4±0,2

Хвоя можжевельника в горной тундре, в отличие от лесных популяций, имеет большую площадь поперечного сечения, диаметр смоляного канала, толщину покровных тканей и более развитый кутикулярный слой с эпидермой. По мере продвижения вверх по склону увеличивается парциальный объем мезофилла, что вероятно связано с утолщением хвои за счет увеличения палисадного мезофилла. Радиальный размер клеток мезофилла в хвое в поясе горных тундр наибольший (табл. 2). Крупные размеры клеток мезофилла в хвое можжевельника в горных тундрах и укороченная хвоя свидетельствуют о снижении числа делений клеток в неблагоприятных микроклиматических условиях. В лесном поясе в результате увеличения числа клеточных делений размеры клеток мезофилла снижаются, но увеличивается размер хвои.

Таблица 2

Характеристика анатомической структуры хвои можжевельника сибирского

Показатель	ПП 1	ПП 2	ПП 3
Площадь поперечного сечения хвои, мм ²	0,6±0,1	0,3±0,1	0,4±0,1
Толщина хвои, мм	0,62±0,04	0,46±0,1	0,50±0,1
Ширина хвои, мм	1,36±0,1	1,03±0,03	1,09±0,04
Диаметр смоляного канала, мкм	239,1±0,1	145,4±0,2	187,4±0,1
Парциальный объем мезофилла	57,7±0,03	57,3±0,03	54,8±0,05
Толщина покровных тканей, мкм	38,2±0,1	30,3±0,1	33,9±0,1
Толщина эпидермы с кутикулой, мкм	22,4±0,1	16,5±0,1	16,8±0,1
Размер клеток мезофилла, мкм	42,4±0,1	37,7±0,2	40,9±0,1

Таким образом, в пределах хр. Яптикнырд морфоструктурные признаки можжевельника сибирского зависят от типа фитоценоза. В поясе горных тундр наблюдается микрофиллия, усиливается развитие покровных тканей, смолоносной системы, парциального объема мезофилла в хвое, что, вероятно, является следствием неблагоприятных температурных условий. В горнолесном поясе наблюдается удлинение хвои, менее развитые покровные ткани и смолоносная система, что объясняется более благоприятными микроклиматическими условиями под пологом древостоев.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта № 12-П-4-1018 «Видовое, ценотическое и экосистемное разнообразие ландшафтов территории объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО «Девственные леса Коми».

Литература

Исмаилов М. И. Можжевельники СССР (Ботанико-географическое и систематическое исследование рода *Juniperus* L. в связи с его происхождением и эволюцией): Автореф. дис. ... док. биол. наук. Ташкент, 1975. 31 с.

Князева С. Г. Изменчивость морфологических признаков сибирских видов можжевельника // Лесоведение, 2007. № 1. С.65–69.

Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М.: Наука, 1972. С. 1–283.

Нестерович Н. Д., Дерюгина Т. Ф., Лучков А. И. Структурные особенности листьев хвойных. Минск: Наука и техника, 1986. 143 с.

Adams R. P., Pandey R. N. Analysis of *Juniperus communis* and its varieties based on DNA fingerprinting // Biochem. Syst. Ecol., 2003 Vol. 31. P. 1271–1278.

Oleksyn J., P.B. Reich R. Zytkowski P. Karolewski and M.G. Tjoelker. Nutrient conservation increase with latitude of origin in European *Pinus sylvestris* populations // Oecologia, 2003. Vol. 136. P. 220–235.

НЕКОТОРЫЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ *PINUS SIBIRICA* L. В КРАСНОБОРСКОМ РАЙОНЕ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

З. Е. Михайлова¹, Т. Л. Егошина²

¹ Вятская государственная сельскохозяйственная академия,

² ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова, Panda271291@yandex.ru

На протяжении всей истории люди стремились быть ближе к природе, что приводило к созданию искусственных насаждений в местах поселения. Естественно, что использовали растения, отличающиеся богатством форм и окраски кроны, оригинальностью и полезностью плодов, особым качеством древесины, к числу таких представителей флоры относятся и сосна кедровая сибирская – объект исследования данной работы.

Сосна кедровая сибирская – *Pinus sibirica* L. относится к семейству сосновых (*Pinaceae* L). Она распространена на северо-востоке европейской части страны, в Западной и Восточной Сибири, ее ареал частично выходит за пределы России, в Западную Монголию (Академия наук СССР, 1977). В пределах Архангельской области вид естественно не произрастает, однако, в ряде районов созданы искусственные лесные посадки, которые представляют большой научный интерес.

Сосна сибирская является ценной лесообразующей породой, благодаря высокому качеству древесины является очень ценным строительным материалом, широко применяется в декоративных посадках, из-за красивой формы кроны, имеет широкое применение в медицине и химической промышленности (Игнатенко, 1986). *P. sibirica* – растение долгожитель, живет до 500 лет (Коропачинский, Встовская, 2002).

Все это и определило основные задачи исследования, которые состояли в выявлении возрастных и морфо-метрических особенностей, жизненности сосны кедровой сибирской в условиях Красноборского района Архангельской области

с целью выявления возможностей для ее промышленного выращивания и использования для озеленения.

В процессе исследования летом 2012 г. проведен учет и обследование всех особей (206 деревьев), произрастающих на территории Уфтюжского лесничества Красноборского лесхоза 135 квартал в 14 км. от п. Куликово Красноборского района Архангельской области. Деревья посажены в 1961 г., их возраст – 51 год.

В процессе работы для каждого из растений сосны сибирской было осуществлено определение трех количественных показателей (высота дерева, диаметр ствола, проекция кроны) и пяти качественных признаков (плотность кроны, состояние дерева, цвет хвои, наличие механических повреждений, энтомофитовредители). В работе использованы методы, рекомендованные Е. А. Мазной и др. (2002).

Статистическая обработка материал проведена с использованием общепринятых методик (Доспехов, 1968).

В ходе исследования установлено, что *P. sibirica* обследованной ценопопуляции произрастает на дерново-подзолистой почве. Формула древостоя: 5КЗБ2С. Подлесок развит средне, видовое разнообразие не значительное, включает в себя три вида: рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), ольха серая (*Alnus incana* L.), шиповник иглистый (*Rosa acicularis* L.). Происхождение подлеска на данной площадке семенное, растения находятся в средне ослабленном состоянии. Травяно-кустарничковый ярус представлен семью видами (табл. 1). Общее проективное покрытие составляет 56%, жизненное состояние хорошее: растения нормально цветут и плодоносят.

Таблица 1

Травяно-кустарничковый ярус исследуемого фитоценоза

Вид	Проективное покрытие, %	Обилие по Друде, балл	Средняя высота растений, см	Фенофаза	Жизненное состояние, балл	Примечания
Брусника <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	45	3	19	плодоношение	3	Листья повреждены насекомыми
Черника <i>Vaccinium myrtillus</i> L.	25	3	31	плодоношение	3	Листья повреждены насекомыми
Земляника лесная <i>Fragaria vesca</i> L.	11	2	15	плодоношение	3	Обилие поедей насекомых
Кислица обыкновенная <i>Oxalis acetosella</i> L.	9	2	7	вегетация	3	Повреждений не наблюдалось
Линнея северная <i>Linnaea borealis</i> L.	6	1	9	вегетация	3	Значительные повреждения листьев насекомыми
Ожика волосистая <i>Leusula pilosa</i> L.	2	1	7	вегетация	3	Значительные повреждения листьев насекомыми

Мохово-лишайниковый ярус представлен 3 видами мхов: сфагнум бурый (*Sphagnum fuscum*), политрихум обыкновенный (*Politrichum commune*), плеурозиум Шребера (*Pleurozium schreberi*), общее проективное покрытие его составляет 68%.

В районе исследований сосна сибирская произрастает в виде дерева. Высота особей варьирует в пределах от 3,5 м, до 19,3 м, составляя в среднем $9,69 \pm 3,37$ м. Большинство деревьев имеет высоту от 6,7 до 8,1 метров (50 из 206 деревьев), от 8,2 до 9,7 метров (48 деревьев из 206) (табл. 2). Данные параметры соответствуют II классу бонитета древостоя (Лесотаксационный справочник, 1980).

Таблица 2

Распределение деревьев *Pinus sibirica* по высотам

Высота, м	3,5–5,0	5,1–6,6	6,7–8,1	8,2–9,7	9,8–11,3	11,4–12,9	13,0–14,5	14,6–16,1	16,2–17,7	17,8–19,3
Кол-во деревьев	10	16	50	48	23	21	14	11	9	4

Диаметр ствола сосны сибирской колеблется в пределах от 6,0 до 27,3 см (табл. 3), и составляет в среднем $14,29 \pm 4,12$ м, большинство деревьев имеют диаметр от 10,4 до 12,5 м и от 12,6 до 14,7 м. Это соответствует II–III классу бонитета древостоя (Лесотаксационный справочник, 1980).

Таблица 3

Распределение деревьев *Pinus sibirica* по диаметрам стволов

Диаметр, см	6,0–8,1	8,2–10,3	10,4–12,5	12,6–14,7	14,8–16,9	17,0–19,1	19,2–21,3	21,4–23,5	23,6–25,7	25,8–27,9
Кол-во деревьев	8	29	48	43	30	20	12	8	4	4

Проекция кроны сосны кедровой с севера на юг составляет в среднем $2,3 \pm 0,43$ м, а с запада на восток $1,9 \pm 0,39$ м. Отличия между проекцией кроны север-юг и запад-восток достоверны при $P=0,95$. Проекция кроны север-юг превышает проекцию запад-восток на 0,4 м, что, вероятно, связано с лучшим освещением южной стороны кроны деревьев.

Для данного насаждения характерны деревья с тремя типами плотности кроны: крона рыхлая (110 ос.), ажурная (53 ос.), легкая сквозистая (43 ос.). Цвет хвои сосны сибирской данной ценопопуляции характеризуется значительной вариабельностью. Здесь выявлена хвоя всех классов цветности при достоверном преобладании деревьев с хвоей 2 класса цветности. К 0 классу относится 15 ос., к 1 классу 75 ос., ко второму классу 110 ос., к 3 классу 6 ос. Больше всего на пробной площадке присутствует деревьев с рыхлой кроной, что всего скорее, связано с недостаточным освещением сосны кедровой сибирской, обусловленной довольно плотной посадкой деревьев.

Обследование древостоя на наличие повреждений показало (рис), что из исследованных 206 деревьев повреждения отмечены у 181 дерева (88%), у 25 (12%) деревьев повреждения не наблюдаются. В основном повреждения относятся к механическим; таким как многовершинность и сломы боковых ветвей, отмечено практическое отсутствие энтомовредителей.

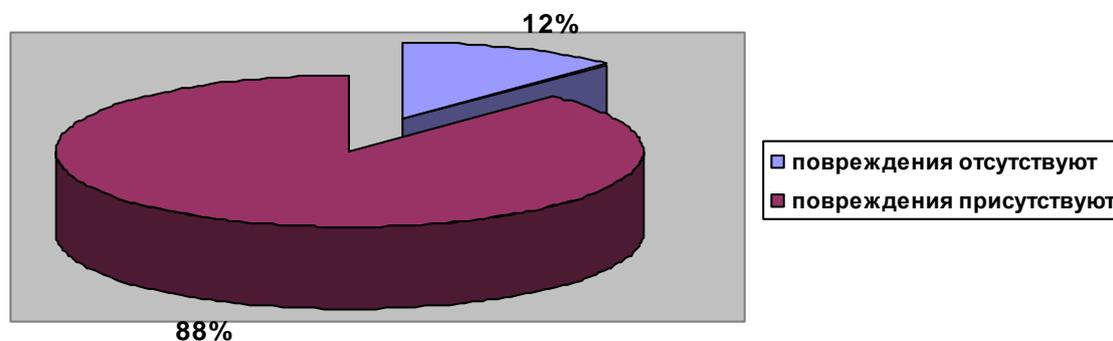


Рис. Соотношение здоровых и поврежденных деревьев *Pinus sibirica* L.

Жизненность сосны сибирской кедровой на обследованном массиве можно охарактеризовать как средне ослабленную. В этом состоянии в момент обследования находилось почти 50% растений, в незначительно ослабленном состоянии – около 30% деревьев, и 20% – в сильно ослабленном состоянии.

Таким образом, исследования показали: по основным количественным показателям древостой *Pinus sibirica* относится к II–III классу бонитета, что является высоким показателем для района исследования. Качественные показатели указывают на то, что жизненность деревьев данного вида соответствует возрасту и условиям произрастания. Исходя из результатов обследования данной ценопопуляции можно рекомендовать сосну сибирскую кедровую (*Pinus sibirica*) для промышленного выращивания и озеленения в южных районах Архангельской области

Литература

- Ареалы деревьев и кустарников СССР. Т. 1. Тиссовые – кирказоновые. Л.: Наука, 1977. 164 с.
- Грошев Б. И., Сеницын С. Г., Мороз П. И. и др. Лесотаксационный справочник. М.: Лесная промышленность, 1980. 288 с.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1968. 336 с.
- Игнатенко М. М. Кедр у дома. Л.: Лениздат, 1986. 76 с.
- Коропачинский И. Ю., Встовская Т. Н. Древесные растения Азиатской России. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 707 с.
- Мазная Е. А., Ярмишко В. Т., Лянгузова И. В. Методы изучения лесных сообществ, 2002. СПб: НИИ Химии СПбГУ, 240 с.

ПРОЦЕССЫ РЕГЕНЕРАЦИИ СТРУКТУРЫ СТВОЛА У ПОДРОСТА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

М. В. Ермакова

Ботанический сад УрО РАН, M58_07E@mail.ru

Наиболее значимым, оказывающим влияние на все лесные экосистемы, в том числе, на происходящие в них процессы лесовозобновления, признан антропогенный фактор и, прежде всего, рекреационно-хозяйственное воздействие, затрагивающее обширные территории. Все это требует разработки качественно новых подходов, учитывающих возможные негативные последствия, связанные с деятельностью человека (к характеристикам и оценке формирования и устойчивости лесных насаждений).

Особенно актуально это для молодых формирующихся дендроценозов хозяйственно-ценных хвойных древесных видов, которые, вследствие рекреационно-хозяйственного воздействия особенно страдают от повреждений стволов молодых деревьев (Сеннов, 2005). До настоящего времени при изучении структуры дендроценозов, сломанные, поврежденные и т.д. деревья, наравне с деревьями, имеющими пороки формы ствола, оцениваются как фаутовые, т.е. не имеющие коммерческой ценности (Алексеев, Полубояринов, 2006). Как правило, подсчитывается численность таких деревьев, но в дальнейших исследованиях они искусственно исключаются из состава древостоя, хотя в действительности продолжают функционировать в структуре дендроценоза. Следовательно, искусственное вычленение поврежденных деревьев из состава древостоя неизбежно будет приводить к существенному снижению качества и объективности оценки параметров формирования структуры дендроценозов в целом.

Данная проблема, обусловлена тем, что до настоящего времени практически не разработано принципов и подходов к изучению способности восстановления (регенерации) утраченных структур при различных повреждениях деревьев. Значимость этой проблемы определяется также тем, что способность к восстановлению (регенерации) утраченных структур при различных повреждениях, является необходимым условием устойчивости. Устойчивость, в свою очередь, является обязательным фактором поддержания и сохранения виталитета (жизненности или жизнеспособности) биологических организмов и их сообществ, т. е., уровня их состояния обеспечивающего реализацию генетически закрепленной программы роста и развития в различных экологических условиях (Злобин, 1981).

У сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на ювенильной стадии онтогенеза гибель или повреждение терминальных побегов и почек может вызываться рядом неблагоприятных факторов абиотической и биотической природы, включая погодные условия, деятельность патогенов и насекомых, объедание дикими и домашними животными и, в особенности, рекреационно-хозяйственную деятельность.

Существуют две основных концепции реакции дерева на повреждение (Bryant et al., 1983; Honkanen et al., 1994). Согласно первой, у растений суще-

ствует регуляторный механизм поддержания углеродного баланса, который реализуется в результате действия реакций двух типов – защитных и компенсаторных, по второй – ответная реакция дерева определяется тем, какая часть его ресурсов (потребители или источники) оказывается затронутой повреждением. При повреждении сильного потребителя конкурирующие потребители получают преимущественные возможности для роста.

Процесс регенерации ствола сосны обыкновенной после повреждений подразделяется в целом на четыре последовательных периода: начальный, промежуточный, стабилизации и окончательного формирования и протекает в соответствии с генетически закрепленной программой развития, видимым выражением которой является архитектурная биоморфологическая модель Rauh (Жмылев и др., 2005). В результате регенерационного процесса формируются деревья сосны с восстановлением или нарушением одноствольности при полном восстановлении моноподиальности всех имеющихся осевых побегов.

У сосны обыкновенной, на ювенильной стадии онтогенеза (Санников, 1992) в условиях Зауралья в результате гибели или повреждения терминальной почки или побега под воздействием различных факторов абиотической и биотической природы и последующих процессов регенерации, формируются различные морфологические группы деревьев. По совокупности типов нарушений, места их расположения на стволе и характера изменения базисной плотности древесины в продольном направлении от основания к вершинке нами были установлены три морфологических группы сосны обыкновенной на ювенильной стадии онтогенеза: **Н** – без нарушений; **Нс** – нарушения моноподиальности в нижней, средней и (или) верхней части или единичное нарушение одноствольности в нижней или верхней части ствола; **Ан** – нарушение одноствольности в средней части ствола.

Процессы регенерации ствола сосны обыкновенной, после повреждений в условиях ненарушенных и слабонарушенных лесных ландшафтов Зауралья, представляют собой постоянно действующий элемент всего процесса формирования ювенильных дендроценозов. Регенерационные возможности сосны обыкновенной на ювенильной стадии онтогенеза способны обеспечивать поддержание ее жизнеспособности и в условиях рекреационно-хозяйственного воздействия.

Литература

- Алексеев И. А. Лесное товароведение с основами древесиноведения: учебное пособие / И. А. Алексеев, О.И. Полубояринов. Йошкар-Ола: Изд-во МарГТУ, 2006. 457 с.
- Жмылев П. Ю. Биоморфология растений: иллюстрированный словарь / П.Ю. Жмылев, Ю.Е. Алексеев, Е.А. Карпухина, Баландин С.А. М., 2005. 256 с.
- Злобин Ю. А. Об уровнях жизнеспособности растений // Журн. общ. биологии. 1981. Т. 42. № 4. С. 492–505.
- Санников С. Н. Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной. М.: Наука, 1992. 264 с.
- Сеннов С. Н. Лесоведение и лесоводство: учебник. М.: Изд. Центр «Академия», 2005. 256 с.
- Bryant J. H. Carbon/nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory / J. H. Bryant, F. S. Stuart, D. R. Klein // *Oikos*. 1983. V. 40. № 3 P. 357–368.

Honkanen T. Effects of simulated defoliation and debbuding on needle and shoot growth in Scots pine (*Pinus sylvestris*): implications of plant source/sink relationships for plant-herbivore studies / T. Honkanen, E. Haukiola, J. Suomela // Functional Ecology. 1994. Vol. 8. № 5. P. 631–639.

МАТЕРИАЛЫ ПО МОНИТОРИНГУ УРОЖАЙНОСТИ ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОД В УСЛОВИЯХ ЮЖНЫХ ТУНДР ПУРОВСКОГО РАЙОНА ЯНАО

Т. А. Ковригина¹, Е. Д. Мусихина¹, Т. Л. Егошина^{1,2}

¹ Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
vtl_l25_mysik@mail.ru,

² ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова

Клюква болотная (*Oxycoccus palustris* L.) и морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.) являются дикорастущими ягодными растениями, которые обладают ценными пищевыми и лекарственными свойствами, обусловленными наличием в плодах жизненно необходимых для организма человека питательных веществ и витаминов, что особенно важно в условиях Севера. Но эти виды характеризуются нестабильностью плодоношения, что обусловлено значительным количеством факторов, детерминирующих формирование урожая.

В литературе приводится много сведений о влиянии различных факторов на урожайность клюквы болотной и морошки приземистой. Довольно подробно изучена зависимость урожайности ягодников от таких факторов как структура древостоя, освещенность, лесорастительные условия, географическая зона, почвенно-гидрологические условия, интенсивность опыления, антропогенное воздействие. Как известно, формирование урожая клюквы болотной и морошки приземистой происходит в течение двух вегетационных периодов, поэтому немаловажное значение для плодоношения имеет сочетание температуры воздуха и количества осадков этих периодов (Черкасов, 1972). С другой стороны, урожайность клюквы болотной и морошки приземистой в значительной степени зависит от плотности парциальных побегов, особенно генеративных, интенсивности цветения, числа сформировавшихся ягод и средней их массы.

Целью работы было изучение особенностей плодоношения *O. palustris* и *R. chamaemorus*, а так же мониторинг формирования урожайности в течение 2-х лет в условиях южных тундр Ямало-Ненецкого автономного округа.

В условиях южных тундр Ямало-Ненецкого автономного округа исследовано 10 ценопопуляций *O. palustris* и 10 ценопопуляций *R. chamaemorus* в 20 фитоценозах (ФЦ). Краткая характеристика изученных ценопопуляций приведена табл. 1. Фенологические наблюдения за развитием *O. palustris* и *R. chamaemorus* в природных популяциях велись согласно методике И. Н. Бейдеман (1974) и «Программе фенологических наблюдений...» (1982), обработка материалов фенологических наблюдений проведена по общепринятым методам (Фенологические наблюдения..., 1982). Для изучения факторов, детерминирующих плодоношение *O. palustris* и *R. chamaemorus* в Пуровском рай-

оне ЯНАО в болотных и тундровых сообществах с их участием в травяно-кустарничковом ярусе было исследовано 20 фитоценозов с различными ботаническими составами и физико-химическими параметрами ландшафта и заложено по 10 пробных площадей в каждом фитоценозе. Для определения средней массы одного плода было отобрано 10 средних образцов по 100 плодов из каждого исследуемого фитоценоза. Была подсчитана масса плодов на 15 пробных площадках в каждом фитоценозе, а также измерен диаметр и длина плодов в количестве 150 штук с каждого изучаемого фитоценоза. Для выявления эдафической приуроченности видов растений изучены и проанализированы пробы почвы и воды изученных фитоценозов.

Статистическую обработку данных проводили в соответствии с общепринятыми методами (Плохинский, 1970; Боровиков, 2001) с использованием пакета программ «STATISTICA 6,0» и «EXCELL».

Таблица 1

Характеристика изученных фитоценозов

№ ФЦ	Тип ФЦ	Географическое положение	Травяно-кустарничковый ярус
ФЦ с преобладанием клюквы болотной (<i>Oxycoccus palustris</i> L.)			
1	Кустарничково-сфагновое олиготрофное болото	N 64 ⁰ 08.30 EO 78 ⁰ 32.33	<i>Ledum palustre</i> , <i>Rubus chamaemorus</i> , <i>Betula nana</i>
2	Багульниково-сфагновое мезотрофное болото	N 64 ⁰ 06.43 EO 78 ⁰ 56.39	<i>Ledum palustre</i> , <i>Andromeda polifolia.</i> , <i>Rubus chamaemorus</i>
3	Кустарничково-лишайниково-сфагновое олиготрофное болото	N 64 ⁰ 07.42 EO 78 ⁰ 33.45	<i>Ledum palustre</i> , <i>Rubus chamaemorus</i> , <i>Betula nana</i>
4	Осоково-сфагновое мезотрофное болото	N63 ⁰ 53,982' E 78 ⁰ 12,792'	<i>Carex pauciflora</i> , <i>Eriophorum vaginatum</i>
5	Багульниково-сфагновое болото	N 63 ⁰ 53,92' E 78 ⁰ 12,754'	<i>Ledum palustre</i> , <i>Empetrum nigrum</i> , <i>Andromeda polifolia.</i> , <i>Rubus chamaemorus</i>
6	Осоково-сфагновое олиготрофное болото	N63 ⁰ 53.936' E 78 ⁰ 12.590'	<i>Carex pauciflora</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Ledum palustre</i>
7	Багульниково-сфагновое олиготрофное болото	N63 ⁰ 54.166' E78 ⁰ 12.454'	<i>Ledum palustre.</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i>
8	Багульниково-сфагновое олиготрофное болото	N63 ⁰ 56.145' E78 ⁰ 14.489'	<i>Ledum palustre</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i>
9	Осоково-сфагновый мезотрофный болотно-озёрный комплекс	N63 ⁰ 57.245' E78 ⁰ 16.464'	<i>Carex pauciflora</i> , <i>Eriophorum vaginatum</i>
10	Кустарничково-пушицево-сфагновое олиготрофное болото	N 64 ⁰ 18.04 EO 78 ⁰ 59.15	<i>Carex pauciflora</i> , <i>Ledum palustre</i> , <i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i>
ФЦ с преобладанием морошки приземистой (<i>Rubus chamaemorus</i> L.)			
1	Ерник багульниково-кустарничковый	N 64 ⁰ 17.72 EO 78 ⁰ 12.31	<i>Ledum palustre</i> , <i>Rubus chamaemorus</i> , <i>Andromeda polifolia</i>
2	Ерник багульниково-сфагновый	ЯНАО, Пуровский р-он, окрестности	<i>Ledum palustre</i> , <i>Rubus chamaemorus</i> , <i>Oxycoccus</i>

№ ФЦ	Тип ФЦ	Географическое положение	Травяно-кустарничковый ярус
		оз. Талито	<i>palustris</i>
3	Березняк кустарничковый	ЯНАО, Пуровский р-он, оз. Талито	<i>Ledum palustre</i> , <i>Rubus chamaemorus</i> , <i>Andromeda polifolia</i>
4	Кедрач багульниковый	ЯНАО, Пуровский р-он, окрестности оз. Талито	<i>Ledum palustre</i> , <i>Rubus chamaemorus</i> , <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Drosera rotundifolia</i>
5	Редина по болоту	N 64 ⁰ 11.027 EO 77 ⁰ 57.12	<i>Ledum palustre</i> , <i>Rubus chamaemorus</i> , <i>Empetrum nigrum</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i>
6	Ельник сфагновый	N 64 ⁰ 53.89 EO 77 ⁰ 56.86	<i>Rubus chamaemorus</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i>
7	Тундра багульниково-морошковая	N 64 ⁰ 31.64 EO 77 ⁰ 44.83	<i>Ledum palustre</i> , <i>Rubus chamaemorus</i> , <i>Andromeda polifolia</i>
8	Редина по болоту	ЯНАО, Пуровский р-он, 54 км от Тарасовского месторождения	<i>Ledum palustre</i> , <i>Rubus chamaemorus</i> , <i>Andromeda polifolia</i>
9	Кустарничково-зеленомошно-лишайниковая тундра	ЯНАО, Пуровский р-он, лебединое озеро	<i>Ledum palustre</i> , <i>Rubus chamaemorus</i>
10	Антропогенно-нарушенный фитоценоз в кустарничково-зеленомошно-лишайниковой тундре	ЯНАО, Пуровский р-он, окрестности оз. Талито	<i>Rubus chamaemorus</i> , <i>Ledum palustre</i> , <i>Carex pauciflora</i>

В ходе исследования было выявлено, что морошка приземистая и клюква болотная в условиях южной тундры Ямала приурочены к фитоценозам с преобладанием в травяно-кустарничковом ярусе багульника болотного (*Ledum palustre* L.), березы карликовой (*Betula nana* L.), подбела обыкновенного (*Andromeda polifolia* L.), осоки малоцветковой (*Carex pauciflora* Lightf.), брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.), пушицы влагалищной (*Eriophorum vaginatum* L.) и моховым покровом с различными видами сфагнума (*Sphagnum* spp.).

Таблица 2

Урожайность *Oxycoccus palustris* L. и *Rubus chamaemorus* L. (2011-2012 г.)

№ ФЦ	Урожайность <i>Rubus chamaemorus</i> г/м ²		Урожайность <i>Oxycoccus palustris</i> г/м ²	
	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.
1	<u>10,72±1,21</u> 5–13	менее 0,1	<u>4,99±0,55</u> 2,0–9,5	<u>92,04±11,53</u> 32,0–149,0
2	<u>9,75±1,26</u> 6,1–17,2	<u>16,73±1,41</u> 11,80–25,70	<u>5,61±0,64</u> 2,70–11,50	<u>91,74±8,50</u> 33,20–138,90
3	<u>24,8±2,93</u> 13,8–39,3	<u>10,70±1,86</u> 7,00–26,60	<u>7,68±0,65</u> 3,70–13,10	<u>100,34±19,83</u> 12,80–239,40
4	<u>12,82±2,1</u> 6,6–27,10	<u>27,01±4,07</u> 12,0–42,50	<u>24,0±4,59</u> 3,80–59,80	<u>54,28±12,87</u> 14,20–132,50
5	<u>5,55±0,71</u>	менее 0,1	<u>5,98±1,03</u>	<u>38,36±7,73</u>

№ ФЦ	Урожайность <i>Rubus chamaemorus</i> г/м ²		Урожайность <i>Oxycoccus palustris</i> г/м ²	
	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.
	3,4–10,5		1,50–13,50	12,70–97,80
6	$9,32 \pm 1,15$ 3,1–15,5	менее 0,1	$63,25 \pm 11,10$ 13,40–181,20	$69,0 \pm 10,90$ 19,20–127,40
7	$2,85 \pm 1,14$ 8,8–18	$13,55 \pm 1,72$ 6,20–21,10	$13,84 \pm 2,12$ 5,70–34,90	$37,29 \pm 11,46$ 7,60–107,70
8	$9,75 \pm 0,9$ 6,7–16	$27,17 \pm 4,89$ 10,80–53,60	$3,89 \pm 0,19$ 2,20–4,80	$30,30 \pm 4,05$ 9,20–47,0
9	$7,73 \pm 1,14$ 3,5–12,9	$9,74 \pm 0,77$ 4,90–12,50	$9,69 \pm 0,45$ 6,70–12,30	$34,21 \pm 3,29$ 19,40–50,80
10	$14,11 \pm 2,55$ 6,9–33,8	менее 0,1	$3,12 \pm 0,15$ 2,30–4,30	$52,28 \pm 10,13$ 11,70–108,90

Анализ статистических данных по урожайности дикорастущих ягод за 2 года показал, что наиболее урожайным для *O. palustris* был 2012 г. (урожайность варьировала от $30,30 \pm 4,05$ до $100,34 \pm 19,83$ г/м²), это вероятно обусловлено отсутствием весенних заморозков и достаточным уровнем увлажнения во 2-ой половине довольно теплого лета (табл. 2). В 2011 г. летний период характеризовался низкими среднесуточными температурами, обилием дождей, что привело к низким показателям плодоношения (урожайность составляла $3,12 \pm 0,15$ – $63,25 \pm 11,10$ г/м²). Относительно постоянная урожайность *O. palustris* наблюдалась на осоково-сфагновом олиготрофном болоте (ФЦ 6) и составила в среднем 66 г/м².

В то время как погодные условия 2011 г. оказались благоприятными для формирования генеративных органов и других параметров продуктивности *R. chamaemorus*. Максимальный показатель плодоношения ($24,8 \pm 2,93$ г/м²) отмечен в березняке кустарничковом (ФЦ 3), а минимальный ($2,85 \pm 1,14$ г/м²) – в багульниково-морозковой тундре (ФЦ 7). Однако, засушливая весна и начало лета 2012 г. привели к снижению урожайности морошки приземистой в большинстве ранее изученных фитоценозов, в четырех из которых зафиксировано плодоношение менее 0,1 г/м².

Мониторинг формирования урожайности дикорастущих ягодников в течение 2-х лет показал, что плодоношение зависит от изменчивости ряда факторов. Однако, показания двух лет не дают полной картины определения величины урожайности, поэтому необходимы долгосрочные наблюдения в течение 7–10 лет.

Литература

- Бейдеман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск, 1974.
- Белоусова Л. С. Морошка приземистая (*Rubus chamaemorus*) в зонах средней тайги и подтайги европейской части СССР и ее продуктивность. Автореф. дис...канд. биол. наук. М., 1986. 25 с.
- Косицын В. Н. Морошка: биология, ресурсный потенциал, введение в культуру. М.: ВНИИЛМ, 2001. 140 с.

Черкасов А. Ф., Невский Л. А. К вопросу о прогнозировании урожая дикорастущих ягод // Вопросы индикационной фенологии и фенологического прогнозирования. Мат. VII и VIII совещания актива фенологов Георгр. об-ва СССР. Л., 1972. С. 163–169.

Rapp K. Cloudberry Growers Guide // North Norwegian Centre for Research and Rural Development. Tromso, Norway, 2004. 15 p.

О РЕДКИХ ГРИБАХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Г. И. Юферев

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

Изучение флоры шляпочных грибов Кировской области только начинается. Это видно из «Конспекта агариковых базидиомицетов Кировской области» (Кириллов и др., 2011). Постоянные наблюдения за появлением грибов в продолжение двух десятков лет в разных районах области позволяют выделить на общем фоне редкие и локальные (Кириллов, Юферев, 2008). Настоящая публикация служит дополнением указанной работы.

Порядок Agaricales

Шампиньон двуспоровый – *Agaricus bisporus* (Lange) Jmbach. Сем. Agaricaceae. Встречался на перегнившем навозе у дер. Шмелево Свечинского района.

Говорушка подогнутая – *Clitocybe geotropa* (St. Amans) Quel. Сем. Tricholomataceae. Встречается группами в елово-широколиственных лесах заповедника «Нургуш», а также в елово-осиновом лесу в окрестностях дер. Шмелево.

Рядовка перевязанная – *Tricholoma focale* (Fr.) Rich. Сем. Tricholomataceae. Найдена у опушки соснового перелеска в урочище «Лысая гора» Свечинского района.

Рядовка серная – *Tricholoma sulphureum* (Fr.) Kummer. Сем. Tricholomataceae. Обычна в дубовых насаждениях заповедника «Нургуш».

Рядовка красивая – *Tricholomopsis decora* (Fr.) Sing. Сем. Tricholomataceae. Изредка встречается на гниющей древесине в тенистых лесах Свечинского района.

Порядок Boletales

Решетник полоножковый – *Boletinus cavipes* (Opat.) Kalchbr. Сем. Boletaceae. Редко в культурах с лиственницей в Шмелевском лесничестве Свечинского района.

Каштановый гриб – *Gyroporus castaneus* (Fr.) Quel. Сем. Boletaceae. Найдены три плодовые тела на дубовой гриве у пос. Красная поляна Вятскополянского района.

Дубовик крапчатый – *Boletus erythroporus* (Fr.) Secr. Сем. Boletaceae. Обычен в дубовых насаждениях заповедника «Нургуш».

Порядок Cortinariales

Паутинник пасынковидный – *Cortinarius privignoides* Henry. Сем. Cortinariaceae. Встречался группами в сухом сосновом бору в левобережьи реки Ацвеж Свечинского района.

Паутинник плосковидный – *Cortinarius scutulatus* (Fr.) Fr., Epicr. Сем. Cortinariaceae. Найден в сфагновой субори к югу от дер. Шмелево Свечинского района.

Порядок Lycoperdales

Звездовик каштановый – *Geastrum badium* Pers. Сем. Lycoperdaceae. Встречался в ельнике на склоне оврага у города Вятские Поляны до 20 плодовых тел.

Звездовик бахромчатый – *Geastrum fimbriatum* Fr. Сем. Lycoperdaceae. Найден у защитной лесополосы ст. Черпаки в Свечинском районе.

Звездовик четырехлопастной – *Geastrum quadrifidum* Pers. Сем. Lycoperdaceae. Найдены 2 плодовых тела на вырубке в ельнике в окрестностях дер. Шмелево Свечинского района.

Звездовик желтоватый – *Geastrum rufescens* Pers. Сем. Lycoperdaceae. Несколько плодовых тел найдено в перелеске на валу перегноя в окрестностях дер. Шмелево Свечинского района.

Звездовик полосатый – *Geastrum striatum* DC.. Сем. Lycoperdaceae. Найден в ельнике на остатках муравейника в окрестностях дер. Шмелево.

Звездовик тройной – *Geastrum triplex* Jungh.. Сем. Lycoperdaceae. Изредка встречается в мелиорированном ольшанике у дер. Шмелево.

Литература

Кириллов Д. В., Переведенцева Л. Г., Егошина Т. Л. Конспект агариковых базидиомицетов Кировской области. Киров, 2011. 64 с.

Кириллов Д. В., Юферев Г. И. Редкие и охраняемые виды грибов Кировской области // Биоразнообразие: проблемы и перспективы сохранения. Материалы Международной научной конференции, посвященной 135-летию со дня рождения И. И. Спрыгина. 13–16 мая 2008 г. Часть 1. Пенза. 2008. С. 375–376.

ОПЫТ ИНТРОДУКЦИИ СОРТОВ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО (*LUPINUS ANGUSTIFOLIUS*), ЛЮПИНА ЖЕЛТОГО (*LUPINUS LUTEUS*) И ЛЮПИНА БЕЛОГО (*LUPINUS ALBUS L.*) В СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

А. А. Потанов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, a.potapov@rambler.ru

Люпин узколистный (*Lupinus angustifolius L.*), люпин желтый (*Lupinus luteus L.*) и люпин белый (*Lupinus albus L.*) – однолетние зернобобовые кормовые культуры из семейства бобовых, обладающие комплексом достоинств, выгодно отличающих их от горохо-овсяной и вико-овсяной травосмесей, традиционно высеваемых в регионе. Однолетние виды люпина используют для получения семян, зеленой массы, не полегающей из-за проливных дождей, применяют как сидеральные культуры, их можно выращивать без азотных минеральных удобрений, они являются прекрасными предшественниками для многих небобовых культур. В Европейской части России однолетний люпин может возделываться от южной границы лесостепной зоны на юге страны, до Ленин-

градской, Псковской, Новгородской, Тверской, Ярославской, Костромской, Кировской, Пермской областей на севере, а также в Приморском и Хабаровском краях, на острове Сахалин и полуострове Камчатка (Такунов, 1996).

При изучение коллекции зернобобовых культур учитывались следующие приоритеты: возможность продвижения производства зернобобовых в более северные широты (территории Республики Коми) рационализация кормопроизводства, создание экологически устойчивого сельского хозяйства.

В изучении были люпин желтый сорта Демидовский и Дружный 165, люпин узколистный сорта Снежить и Кристалл, люпин белый сорта Дега и Деснянский, полученные из ВНИИ люпина (г. Брянск). Полевые эксперименты проводили в условиях коллекционного питомника ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН на почве с благоприятными для развития бобово-ризобияльного симбиоза характеристиками: рН сол 5,6–6,3, содержание гумуса 2,8%, подвижного P_2O_5 19 мг/кг, обменного калия 20,0 мг/100 г почвы. Семена перед посевом обрабатывали ризоторфином (*Rhizobium* штамм 367-а, полученный из ВНИИСХ микробиологии, г. С.-Петербург).

В наших полевых опытах образование клубеньков на корнях без инокуляции не наблюдалось, что объясняется отсутствием в почве спонтанных клубеньковых бактерий (*Rhizobium lupini*). Поэтому обязательным агроприемом является предпосевная обработка семян клубеньковыми бактериями (Потапов, 2010). В исследованиях подтвердилась высокая отзывчивость всех трех видов люпина на инокуляцию. В варианте с использованием ризоторфина урожайность зеленой массы в фазе сизых бобов люпина узколистного составила 56,0 т/га, а без ризоторфина, соответственно, 38,3 т/га (прибавка 17,7 т/га – 14,6%). В полевых опытах с люпином желтым прибавка от инокуляции составила 16,0 т/га при с урожайности 44,4 т/га (контроле без обработки – 28,4 т/га). Наибольшая урожайность зеленой массы была у люпина белого – 86,6 т/га, на контроле без обработки – 58,0 т/га (прибавка 18,6 т/га – 14,9%). Прибавка урожая зеленой массы люпинов происходила за счет увеличения числа бобов на одном растении при мало изменяющемся числе семян в расчете на один боб и массе 1000 семян.

В полевых опытах было выявлено, что в биомассе сортов Кристалл и Снежить количество азота, аккумулированного люпином узколистным, достигает при инокуляции 350 кг, более 70% которого составляет фиксированный биологический азот, урожайность зеленой массы – 56,0 т/га.

Выявлен положительный эффект последействия выращивания люпина желтого. В севообороте после люпина урожайность вико-овсяной травосмеси была в 1,4 раза выше в сравнении с чистым паром и составила 28,3 т/га.

В условиях избыточного увлажнения и холодного осеннего периода (сентябрь) продлеваются сроки вегетации инокулированных растений люпина на 12–14 дней за счет роста и цветения боковых побегов, что позволяет использовать зеленую массу люпина на кормовые цели до заморозков.

Сравнительное изучение люпинов в условиях коллекционного питомника позволило выделить наиболее перспективный по урожайности зеленой массы сорт люпина белого Дега, который оказался высокоурожайным и отзывчивым

на инокуляцию семян клубеньковыми бактериями. Дега – сорт белого люпина универсального типа использования. Создан во Всероссийском НИИ люпина совместно с Московской сельскохозяйственной академией им. К. А. Тимирязева. Включен в Госреестр с 2004 г. Высота растений до 90 см. Семена белые, крупные, округло-угловатые. Масса 1000 семян 270–350 г. Тип растения детерминатный. Бобы формируются на главном стебле и укороченных боковых ветвях первого-второго порядка. Сорт технологичен, высокоустойчив к полеганию, фузариозу, обладает полевой устойчивостью к антракнозу, высокоурожайный. Урожайность зерна в конкурсном сортоиспытании в районах возделывания составила 4,1 и зеленой массы 76,3 т/га. Содержание белка в зерне 37–38% и в сухом веществе зеленой массы 18–20%, алкалоидов в сухом веществе зеленой массы 0,025–0,035%.

Выращивание данного сорта люпина белого Дега может стать одним из путей решения проблемы кормового белка на Севере. В связи с этим открываются новые перспективы внедрения зернобобовых кормовых культур на север, расширение биологического и агрономического потенциала люпина за счет интродукции новых видов, изучения сортовой отзывчивости на инокуляцию активными штаммами ризобактерий, выращивание перспективных сортов зернобобовых культур различных типов использования.

Литература

- Потапов А. А. Люпин узколистный в качестве кормовой и сидеральной культуры в Республике Коми // Кормопроизводство, 2010. № 4. С. 25–27.
Такунов И. П. Люпин в земледелии России. Брянск, 1996. 371 с.

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА НА АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ *HYPOGIMNIA PHYSODES* (L.) NYL.

Е. А. Аксёнова, Е. А. Домнина

*Вятский государственный гуманитарный университет,
ekaterina.aksenova.86@mail.ru*

Изучение экологического состояния окружающей среды является на сегодняшний день одной из актуальных проблем (Афанасьев, 2001, Покаржевский, 1993).

В Кировской области одним из источников загрязнения атмосферного воздуха является Кирово-Чепецкий химический комбинат, выбрасывающий в атмосферу 88 различных загрязняющих веществ, в том числе оксиды серы, азота и аммиак (Бурков, Елькин, 1993). Лишайники, произрастающие рядом с предприятиями химической промышленности, подвергаются мощному антропогенному влиянию. В результате изменяются многие показатели лишайникового покрова. Это позволяет использовать их в качестве биоиндикаторов (Горшков, 1990, Голубкова, Малышева, 1994; Михайлова, Воробейчик, 1999).

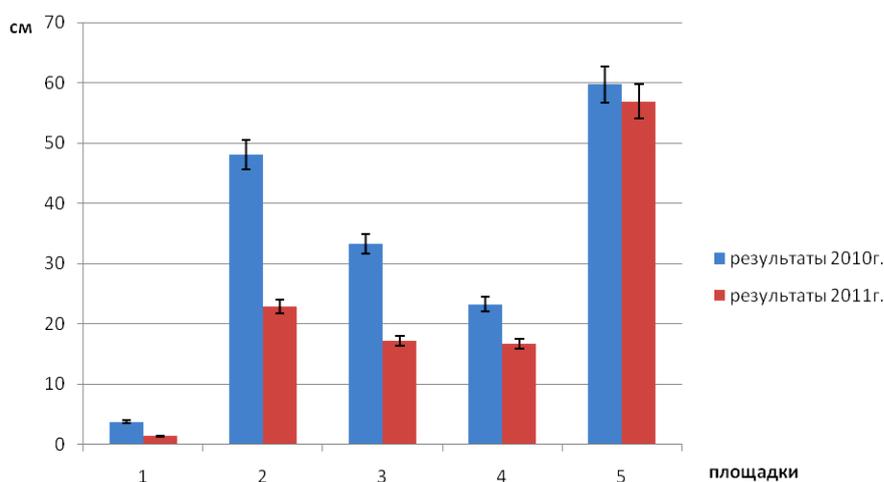
Целью работы было изучение влияния загрязнения Кирово-Чепецкого химического комбината на анатомо-морфологические характеристики *Hypogimnia physodes* (L.) Nyl.

Для исследования нами 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 районе Кировской области.

В качестве объекта исследования был выбран присутствующий на всех ПМ листоватый эпифитный лишайник *H. physodes*. 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.

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).

Рис. 1. Результаты определения общего проективного покрытия лишайников

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

Непосредственно на ПМ нами был измерен диаметр розетки *H. physodes*: максимальное расстояние от левого края таллома до правого и максимальное расстояние от нижнего края до верхнего. Анализ полученных результатов

(рис. 2) показывает, что при удалении от источника загрязнения происходит увеличение размеров таллома. Полученные результаты согласуются с результатами других исследователей. Так по данным Паукова и 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 *H. physodes*.

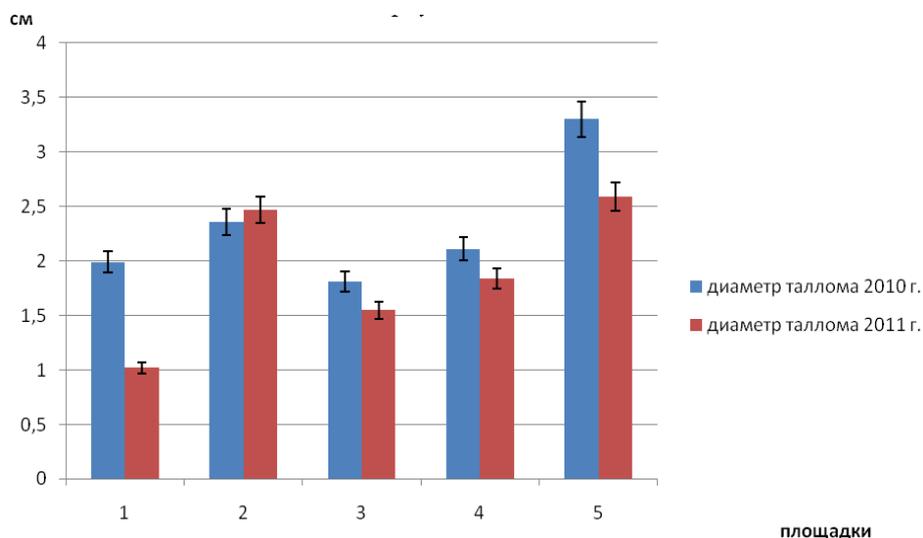


Рис. 2. Изменение диаметра талломов *Hypogimnia physodes*

На ПМ-2 результаты как проективного покрытия, так и диаметра розеток выше, чем на других ПМ. Выбросы КЧХК содержат большое количество азотсодержащих веществ (аммиак, нитрат аммония, оксиды азота и др.). Вероятно, преобладающее в течение года северо-восточное направление ветра благоприятствует перемещению азотсодержащих веществ в сторону ПМ-2. Лишайники активно поглощают и накапливают соединения азота, что способствует их росту и развитию (Домнина, 2005).

Водоросль в талломе лишайника занимает всего 2–3% от его массы, но выполняет роль основного поставщика органических веществ всему лишайниковому таллому. На срезах базальных лопастей таллома *H. physodes* мы измеряли толщину водорослевого слоя. Изменение данного параметра представлено в таблице.

Таблица

Изменение толщины водорослевого слоя у лишайника *H. physodes*

№	Площадка	Толщина водорослевого слоя	
		2010 г.	2011 г.
1	ПМ-1	0,10±0,003	0,086±0,002
2	ПМ-2	0,06±0,001	0,062±0,001
3	ПМ-3	0,04±0,005	0,059±0,002
4	ПМ-4	0,08±0,005	0,063±0,003
5	ПМ-5	0,02±0,004	0,015±0,002

Максимальная толщина водорослевого слоя была отмечена у лишайников, собранных в районе парка в г. Кирово-Чепецке, а минимальная – на кон-

трольной площадке. Известно, что в небольших количествах азот стимулирует развитие водорослевого слоя у лишайников, в результате чего происходит увеличение количества водорослей в талломах. Избыток азота, стимулируя рост и деление 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 *H. physodes* увеличиваются, внешний вид лишайников приближается к норме. Толщина водорослевого слоя лишайника *H. physodes* по мере удаления от КЧХК уменьшается. Данные изменения, вероятно, связаны с концентрацией соединений азота в атмосферном воздухе.

Литература

Афанасьев Ю. А., Фомин С. А., Меньшиков В. В. и др. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: учеб. пособие в 2-х частях: Часть 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.

Голубкова Н. С., Малышева Н. В. Влияние роста городов на лишайники и лишеноиндикация атмосферного загрязнения в Казани // Бот. журн. 1978. Т. 63. № 8. С. 1145–1154.

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.

Домнина Е. А. Физиолого-биохимические изменения у лишайников под влиянием атмосферного загрязнения в районе Кирово-Чепецкого химического комбината: Автореф. дис. ... канд. биол. наук, СПб., 2005. 23 с.

Михайлова И. Н., Воробейчик Е. Л. Размерная и возрастная структура популяций эпифитного лишайника *Hypohymnia physodes* (L.) Nyl. В условиях атмосферного загрязнения // Экология, 1999. № 2. С. 130–137.

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.

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

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ *QUERCUS ROBUR* L. В ПОЙМЕ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ р. ВЯТКИ

Е. П. Лачоха

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

На территории Европейской части России широколиственные леса как зональный тип растительности сохранились только в виде относительно узкой полосы между лесостепью и тайгой. В настоящее время площадь дубрав со-

кращается из-за сильного антропогенного влияния и периодически повторяющегося массового усыхания дуба. Это приводит к деградации его древостоев, нарушению структуры всех растительных компонентов, биоразнообразия, экологического режима и водоохраннх свойств насаждений. В результате сукцессионных процессов происходит замена дуба менее ценными древесными породами, а зачастую и полное разрушение сообществ.

На территории Кировской области северная граница ареала *Quercus robur* проходит преимущественно по поймам рек, где климатические условия для него более благоприятны. Линия его распространения имеет резко изломанный характер, внедряясь языками на территорию, расположенную вне границ его плакорного ареала. Факторами, лимитирующими продвижение дуба на север, помимо недостатка тепла, являются высокая кислотность, сильная оподзоленность и большая влажность почвы (Шабалина, 1935).

Пойменные дубравы поднимаются по р. Вятке до широты г. Кирова. Наиболее известны 4 крупных местопроизрастания дуба в пойме р. Вятки: в Заречном парке в черте г. Кирова, в г. Кирово-Чепецке на правом берегу р. Чепцы, Котельничская дубовая роща и дубняки на территории заповедника «Нургуш».

Самые первые упоминания о распространении *Quercus robur* в Кировской области встречаются у В. А. Поварницына (1926) и А. Д. Фокина (1930). А. Д. Фокин различает в Кировской области границу сплошного и островного распространения плакорного *Quercus robur*.

Позднее в работе И. А. Шабалиной (1953) отмечается, что в Кировской области сплошных плакорных дубрав нет, а есть лишь отдельные острова *Quercus robur*, и дается подробное описание распространения *Quercus robur* в долине р. Вятки (на всем протяжении реки от г. Вятские Поляны до устья р. Чепцы). В этой же работе приводится сравнение хода роста *Quercus robur* в пойменных насаждениях и на плакорах.

В работе А. К. Денисова (1987) описаны исторические и геоботанические особенности дубрав региона и дана общая характеристика их состояния. Отмечается, что площади дубовых лесов продолжают изменяться, неблагоприятным фактором является большое количество порослевых дубняков (79% насаждений).

Позднее изучением распространения широколиственных лесов в пойме р. Вятки занимался В. И. Василевич (2001). По его данным, широколиственные леса, в том числе дубовые, встречаются здесь на гривах в центральной пойме, нигде не образуя больших массивов. Частично эти леса нарушены в результате выпаса скота. Отмечено, что *Tilia cordata* прекрасно чувствует себя под пологом *Quercus robur* и постепенно вытесняет его, мешая росту дубового подроста.

Более детально состояние дубовых насаждений в среднем течении р. Вятки изучала Н. В. Бородина (2001). Исследования проводились на территории заповедника «Нургуш» и в Котельничской дубовой роще (сравнивались ненарушенные и нарушенные фитоценозы). В заповеднике на дубовые сообщества основное влияние оказывают природные факторы – высота грив, длительность весенних затоплений, освещенность, в то время как на второй исследованной

территории, помимо природных факторов, важное средообразующее значение приобретает антропогенное воздействие.

На территории заповедника «Нургуш» (расположенного в среднем течении р. Вятки) насаждения с участием *Quercus robur* располагаются по гривам центральной поймы на опушечных участках близ озер и лесных полян с минимальной продолжительностью затопления и максимальной освещенностью. Почвы аллювиальные дерновые зернистые среднегумусные глинистые и тяжелосуглинистые на современном аллювии. Почвенно-грунтовые воды располагаются на глубине 4 м (Бородина, 2004).

Quercus robur образует здесь как чистые насаждения, так и смешанные древостои, в которые, кроме *Quercus robur* (6–10 единиц по составу), входят *Tilia cordata*, *Populus tremula*, *Ulmus laevis* Pall., *Betula pubescens* Ehrh. Сомкнутость крон от 0,5 до 0,8. Средний возраст *Quercus robur* около 100 лет (до 200 лет), высота 20–25 м, средний диаметр – 39,6 см (до 80,7 см). В подросте значительную долю составляет *Quercus robur* высотой от 30 до 200 см с проективным покрытием до 50% (Бородина, 2004).

На возобновление *Quercus robur* отрицательно влияет наличие в составе древостоя *Picea* sp., *Betula* sp. и *Populus tremula* L. На прорастание желудей неблагоприятное влияние оказывает сильное задернение почвы. Кроме того, часть желудей повреждается насекомыми и болезнями, или поедается животными.

Насаждения с участием *Quercus robur* представляют значительную ценность. Эти древостои являются не только источником древесины, но и выполняют важнейшие экологические (водоохранная, водорегулирующая, почвозащитная) и санитарно-гигиенические функции.

Многочисленные исследования, проведенные в последние годы в широколиственных лесах, показывают, что в настоящее время дубравы находятся в состоянии близком к критическому.

Литература

Бородина Н. В. О состоянии пойменных дубняков на северной границе их распространения // Современные проблемы биоиндикации и биомониторинга. Тезисы докладов XI Международного симпозиума по биоиндикаторам. Сыктывкар, 2001. С. 18–19.

Бородина Н. В., Кантор Г. Я. Оценка биоразнообразия лесной растительности Государственного природного заповедника «Нургуш» // Вестник Института Биологии. № 10. 2004. С. 29–37.

Василевич В.И. Широколиственные леса бассейна реки Вятки // Бот. журн. 2001, № 10. С. 10–21.

Денисов А. К. Дубравы Волго-Вятского района, их геоботанические и исторические особенности // Структура и динамика растительных сообществ Волго-Вятского региона: Межвуз. тематич. сб. науч. тр. / Горьк. гос. ун-т, 1987. С. 4–10.

Поварницин В. А. О северной границе дуба, орешника и клена в пределах бывшей Вятской губернии // Заметки Студенческ. Лесо-хозяйственного Кружка при Ленинградском Лесном И-те / приложение к журналу «Лесное хозяйство. Лесопромышленность и топливо». №5-6. Л., 1926. С. 6–11.

Фокин А. Д. Северная граница плакорного дуба и орешника в Вятской губернии // Бюл. гос. почв. ин-та НКЗ, 1930. № 2. С. 83–104.

Шабалина Н. А. Дуб в долине реки Вятки и его использование в зеленом строительстве: Автореф. дис. канд. биол. наук. Киров: Кировский государственный педагогический институт имени В. И. Ленина. 1953. 19 с.

НЕКОТОРЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (*BETULA PENDULA* ROTH) В УСТЬ-СОКСКОМ КАРЬЕРЕ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

М. В. Куликова

Самарский государственный университет, kulimaria@rambler.ru

В северной части г. Самара в пределах Красноглинского района располагается Усть-Сокский карьер. На протяжении 50–70-х гг. XX там добывалось карбонатное сырье (известняки, доломиты) для производства строительных материалов. В 70-х гг. XX разработка карьера была прекращена. В результате на северном склоне Соколых гор возникла крупная техногенная выемка максимальной протяженностью с севера на юг (по дну) менее 1 км, и с запада на восток – более 2 км. Относительная высота отвесных бортов техногенного котлована – десятки метров, в отдельных случаях она достигает 100–150 м (Головлёва и др., 2003; Прохорова, Головлёв, 2003). Усть-Сокский карьер имеет корытообразную форму. Дно карьера в целом ровное и плоское. После закрытия карьера рекультивационные мероприятия не проводились. Таким образом, на протяжении примерно 40 лет там происходят естественные процессы зарастания пионерными видами. В связи с этим изучение растительности карьера и её состояния представляется достаточно актуальным. Исследования показали, что среди древесных растений одним из доминантов является береза повислая (или бородавчатая *Betula pendula* Roth) (Прохорова и др., 2011).

Условия и методы исследований. Полевые исследования проводились в июле 2011 г. В качестве объекта была выбрана береза повислая. Для сравнительного анализа использовался материал из лесного массива Соколых гор и жилого массива г. Самара.

При выборе пробных площадей, отборе образцов растительного материала применялись общепринятые в экологических исследованиях методы. При измерениях использовался стандартный метод определения величины флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических признаков, приведенный в «Методических рекомендациях по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ» (Захаров, 2003).

При условно нормальном состоянии среды интегральный показатель не должен превышать 0,040. Однако авторы методики отмечают, что при повышенной антропогенной нагрузке фоновый уровень нарушений не всегда находится в диапазоне значений, соответствующих указанному уровню (Захаров, 2003). Для удобства оценки вводится пятибалльная шкала, отражающая отклонение в состоянии организма от нормы (табл.).

Шкала оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для березы повислой (*Betula pendula*)

Балл	Величина показателя стабильности развития	Градации состояния объекта
I	<0,040	условно нормальное состояние
II	0,040–0,044	начальные (незначительные) отклонения от нормы
III	0,045–0,049	средний уровень отклонений от нормы
IV	0,050–0,054	существенные (значительные) отклонения от нормы
V	>0,054	критическое состояние

Для проведения исследований было заложено семь пробных площадей: непосредственно в урбанизированной среде (рядом с дорогой в жилом массиве Красноглинского района г. Самары), в лесном массиве Сокольных гор, отделяющем карьер от жилых построек, на террасах и днище карьера.

Результаты исследований. На рисунке представлен интегральный показатель флуктуирующей асимметрии для каждого из исследуемых участков.

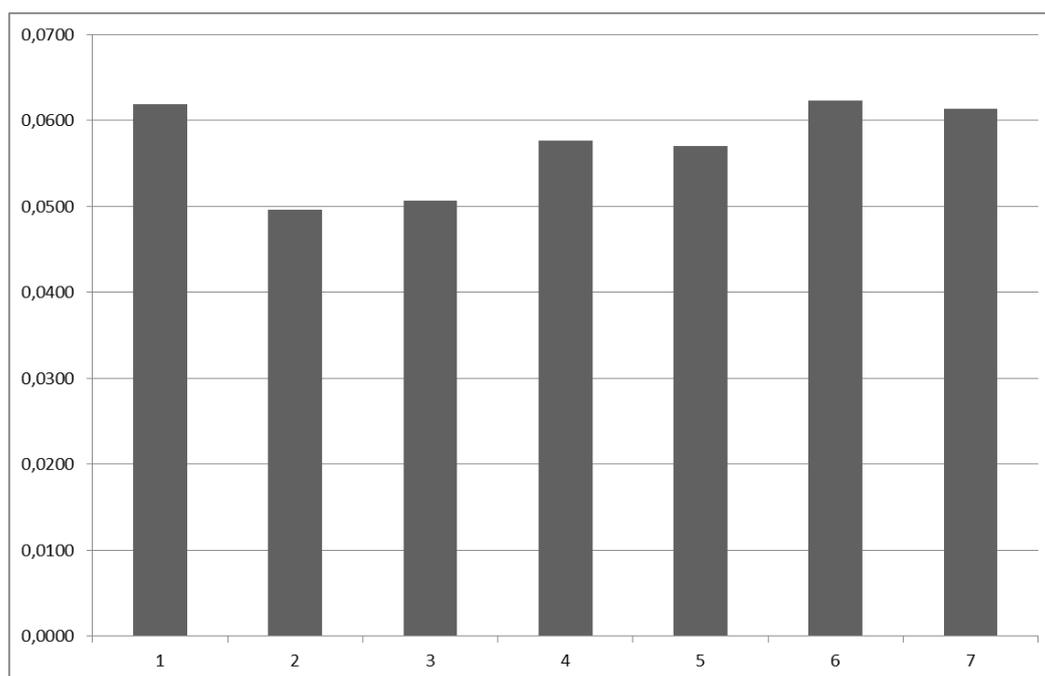


Рис. Величина интегрального показателя стабильности развития для березы повислой (*Betula pendula*)

По полученным данным видно, что на всех пробных площадях наблюдается отклонение от условной нормы. Наименьшее отклонение наблюдается на территории лесного массива Сокольных гор. Однако даже в этом случае интегральный показатель стабильности развития для березы повислой свидетельствует о среднем уровне отклонения от нормы, что подтверждает значительную антропогенную нагрузку на данный участок.

Непосредственно для карьера наименьшее отклонение от нормы (лишь незначительно превышающее таковое лесного массива) наблюдается на террасе восточной части карьера (пробная площадь 3). В целом для восточной и центральной частей карьера (пробные площади 3, 4, 5) интегральный показатель флуктуирующей асимметрии ниже, чем для западной (пробные площади 6, 7), где он лишь незначительно уступает показателю урбанизированной среды. Это может быть связано с тем, что разработка восточной части карьера прекратилась раньше, и процессы естественной ренатурализации там протекают дольше.

Выводы. 1. По интегральному показателю флуктуирующей асимметрии листьев березы для всех исследованных пробных площадей характерно отклонение от нормы в пределах от среднего до критического уровня.

2. Интегральный показатель флуктуирующей асимметрии для березы из восточной части карьера превышает таковой для его западной части, который в свою очередь уступает показателю для урбанизированной среды.

Литература

Головлёва Н. М., Головлёв А. А., Прохорова Н. В. Усть-Сокский карьер: эстетический, научно-познавательный и природоохранный аспекты // Заповедное дело России: Принципы, проблемы, приоритеты: Материалы Межд. науч. конф. Т. 1. Бахилова Поляна, 2003. С. 159–162.

Захаров В. М. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). М., 2003. 24 с.

Прохорова Н. В., Головлёв А. А. Растительность Усть-Сокского карьера (Самарская область) // Самарская Лука: бюллетень, 2003. № 13. С. 339–343.

Прохорова Н. В., Головлёв А. А., Макарова Ю. В., Артюгин П. А. Эколого-биогеохимические особенности субстрата и растений в Усть-Сокском карьере // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2011. Т. 13. № 1(4). С. 878–881.

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОСОБЕННОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ *DACTYLORHIZA FUCHSII* (DRUCE) SOO` НА ТЕРРИТОРИИ ГПЗ «БЫЛИНА»

Н. В. Капустина¹, Е. В. Рябова²

¹ *Вятская государственная сельскохозяйственная академия,*

² *Вятский государственный гуманитарный университет, ryapitschi@yandex.ru*

Редкие виды – это не только потенциальный и реальный биологический ресурс, но и важнейший компонент биоразнообразия (Теория и практика..., 2012). В настоящее время сохранение биологического разнообразия – одна из приоритетных задач человечества. Огромное значение при таких работах играют исследования растений на особо охраняемых природных территориях, где негативное воздействие на окружающую среду минимизировано или вообще отсутствует. На территории государственного природного заказника (ГПЗ) «Былина», расположенном на северо-западе Кировской области, регулярно проводят фоновый мониторинг природной среды.

Объект нашего исследования – растение семейства Орхидные (*Orchidaceae*) пальцекорник Фукса – *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo`. В Кировской области это одна из наиболее обычных орхидей (Тарасова, 2005). Однако вид включен в список Приложения № 2 к Красной книге Кировской области (2001), как нуждающийся в постоянном контроле и наблюдении.

Цель исследования – изучение эколого-биологических характеристик и особенностей индивидуального развития *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo` в природных ценопопуляциях на территории ГПЗ «Былина».

13 природных ценопопуляций *Dactylorhiza fuchsii* изучали маршрутными и стационарными методами во второй половине июля 2012 г. на территории ГПЗ «Былина». При изучении онтоморфологических особенностей вида и современного состояния ценопопуляций использовали общепринятые методы и подходы (Денисова и др., 1986; Тетерюк, 2009). При исследовании особей разных онтогенетических состояний проводили измерение таких морфометрических показателей, как высота побега, длина соцветия, число листьев на побеге, ширина и длина листа, число жилок и др. В ценопопуляциях замеры производили не на всех особях, а выборочно, так как разброс морфометрических показателей у растений незначителен. Кроме того, не измеряли подземную часть (клубень и корневую систему), чтобы не повредить растения.

При изучении онтогенеза *Dactylorhiza fuchsii* мы ориентировались на выявленные ранее онтогенетические состояния для растений Московской области (Вахрамеева, 2000).

В ценопопуляциях *Dactylorhiza fuchsii* нами были выделены все возрастные периоды и онтогенетические состояния от ювенильных до сенильных. Сводная морфометрическая характеристика онтогенетических состояний *Dactylorhiza fuchsii* представлена в таблице.

Таблица

**Морфометрическая характеристика онтогенетических состояний
Dactylorhiza fuchsii ценопопуляций ГПЗ «Былина»**

Признак	Онтогенетическое состояние				
	j	im	v	g	s
Число листьев, шт.	1	1	2–3	4–5	2
Длина нижнего листа, см	4–7	5–9	5–9	9–12	8–9,5
Ширина нижнего листа, см	0,5–1	1–1,5	1,8–2,5	1,8–2,5	2,5–3
Число жилок, шт.	2–4	6–8	10	10–14	14–17
Высота побега, см	1	2	4	32–56	3
Длина соцветия	–	–	–	5–9	–

В ценопопуляциях ГПЗ «Былина» нами были обнаружены виргинильные особи с 4 листьями (рис.). Первый лист небольшой овальной формы 2–3 см длиной и 1,5 см шириной, последующие три листа вытянутой продолговатой формы длиной 7–11 см, шириной 2–2,5 см.

Кроме того, были найдены невысокие генеративные растения небольшой высоты (15 см) с недоразвитым соцветием. Такие особи единичны, поэтому наличие их в ценопопуляции не свидетельствует о каких-либо негативных воздействиях на растения.



Рис. Виргинильное состояние *Dactylorhiza fuchsii* с 4 листовыми пластинками

В целом растения *Dactylorhiza fuchsii* мощные, жизненность хорошая. Лишь единично наблюдали повреждения листовой пластинки беспозвоночными животными (насекомые?) или мышевидными грызунами. А также близ Кайского болота была исследована ценопопуляция растений, в которой верхушки всех генеративных особей (7 шт.) были съедены. Предположительно, соцветия *Dactylorhiza fuchsii* используют в своей пищевой рацион лоси.

Размножается *Dactylorhiza fuchsii* в природных условиях при помощи семян. Вблизи генеративного растения нами было обнаружено 18 особей прегенеративного возрастного периода.

В Кировской области на территории ГПЗ «Былина» *Dactylorhiza fuchsii* растет преимущественно по опушкам ельников, в разреженных липово-еловых лесах с березой, елово-березовых лесах с осинкой. Крупные нормальные полночленные ценопопуляции *Dactylorhiza fuchsii* с высокой плотностью (до 34 особей на 1 м²) были обнаружены на мало посещаемых лесных дорогах и зарастающих волоках, а также по окраинам болот Кайское, Роговское (Чистое).

Условия произрастания на территории ГПЗ «Былина» для *Dactylorhiza fuchsii* являются оптимальными, что находит отражение в жизненном состоянии особей и образовании ими многочисленных нормальных полночленных ценопопуляций с высокой плотностью.

Литература

Вахрамеева М. Г. Род Пальчатокоренник // Биологическая флора Московской области. Вып. 14. / Под ред. В. Н. Павлова. М.: Изд-во «Гриф и К^о», 2000. С. 55–86.

Денисова Л. В., Никитина С. В., Заугольнова Н. Б. Программа и методика наблюдений за ценопопуляциями видов растений «Красной книги СССР» М.: ВАСХНИЛ, 1986. 34 с.

Красная книга Кировской области: Животные, растения, грибы / Отв. ред. Л. Н. Добринский, Н. С. Корытин. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2001. 288 с.

Тарасова Е. М. Флора Государственного природного заказника «Былина». Киров, 2005. 248 с.

Плюснин С. Н., Орловская Н. В. Теория и практика сохранения редких видов: учебно-методическое пособие. Сыктывкар: Изд-во Сыктывкарского гос. ун-та, 2012. 294 с.

Тетерюк Л. В. Практические рекомендации по проведению ценопопуляционных исследований редких и охраняемых видов сосудистых растений // Инновационные методы и подходы в изучении естественной и антропогенной динамики окружающей среды: Материалы Всерос. научной школы для молодежи (в 3 частях). Ч. 2. Семинары. (Киров, 30 ноября – 5 декабря 2009 г.). Киров: ООО «Лобань», 2009. С. 22–37.

ПОСТАГРОГЕННАЯ СУКЦЕССИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ПАХОТНЫХ УГОДЬЯХ В ПОДЗОНЕ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ

И. А. Луханова, Е. М. Лантева

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

Социально-экономические условия последних десятилетий привели к значительному сокращению сельскохозяйственных угодий на территории России и, особенно, в Нечерноземье и северных регионах (Уткин и др., 2002; Курбанов и др., 2010). В Республике Коми земли сельскохозяйственного назначения занимают крайне незначительную площадь – 418,3 тыс. га, или 1% площади республики, в том числе на долю пашни приходится 102,5 тыс. га, или 24,5% площади сельскохозяйственных угодий (Сельское хозяйство..., 2010). За период с 1955 по 2010 гг. площадь сельскохозяйственных угодий в республике сократилась практически на 26,7%, при этом площадь пашни – на 6,4%, сенокосов – 33,2%, пастбищ – 12,2%. Выводимые из режима сельскохозяйственного использования земли активно зарастают кустарником и мелколесьем, что требует детального исследования этапов постагrogenной восстановительной сукцессии на пахотных угодьях таежной зоны.

Цель данной работы заключалась в выявлении специфики формирования мелколиственных насаждений на заброшенных пахотных угодьях в подзоне средней тайги. Исследования проводили в 2010–2012 гг. на территории Сыктывдинского района Республики Коми, в качестве дополнительных точек наблюдений использованы залежные участки, выделенные в Архангельской обл. (Ленский район).

Начальный этап зарастания залежей в таежной зоне связан с почвенным банком диаспор сорных растений. Исследования сеgetальной растительности в агроэкосистемах с пропашными культурами и с однолетними кормовыми травами показали высокое постоянство (IV–V класс) *Cirsium setosum* (Willd.) Bess., *Sonchus arvensis* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Fallopia convolvulus* (L.) A.Loeve, *Taraxacum officinale* Wigg., *Lepidotheca suaveolens* (Pursh) Nutt., *Tripleurospermum perforatum* (Merat.) M.Lainz, *Persicaria lapathifolia* (L.) S.F.Gray, *Stellaria media* (L.) Vill., *Chenopodium album* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Galium aparine* L., *Spergula arvensis* L. и др.

Сформировавшаяся в ходе функционирования агрофитоценоза сеgetальная растительность обуславливает формирование первой сорно-рудеральной

стадии на залежи в первые годы после прекращения агрорежима. Успешному росту сорных растений благоприятствует рыхлая, достаточно богатая элементами минерального питания окультуренная почва. На этой стадии могут доминировать как однолетние сорные растения: *Chenopodium album*, *Persicaria lapathifolia*, *Brassica campestris* L., *Tripleurospermum perforatum* и др., так и многолетние: *Cirsium setosum*, *Sonchus arvensis* и др. Высоким постоянством (IV-V класс) характеризуются *Elytrigia repens*, *Chenopodium album*, *Cirsium setosum*, *Fallopia convolvulus*, *Erysimum cheiranthoides* L., *Sonchus arvensis*, *Spergula arvensis*, *Galeopsis speciosa* Mill., *Artemisia vulgaris* L., *Lepidotheca suaveolens*, *Tripleurospermum perforatum*, *Stellaria media* и др.

Бурьянистую стадию сменяет стадия господства корневищного злака *Elytrigia repens*. В качестве содоминантов на этой стадии могут выступать сорно-рудеральные растения: *Tripleurospermum perforatum*, *Cirsium setosum*, *Sonchus arvensis*, *Urtica dioica* L. и др. Высоким постоянством (V класс) помимо *Elytrigia repens* характеризуются *Cirsium setosum*, *Artemisia vulgaris*, *Phleum pratense* L., *Taraxacum officinale*, средним – внедряющиеся луговые виды: *Dactylis glomerata* L., *Poa pratensis* L., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Agrostis tenuis* Sibth., *Vicia cracca* L., *Lathyrus pratensis* L., *Achillea millefolium* L. и др. и виды, сохранившиеся от бурьянистой стадии: *Stellaria media*, *Chenopodium album*, *Galeopsis speciosa*, *Spergula arvensis*, *Tripleurospermum perforatum* и др. На данной стадии начинается развитие дернины в верхней части пахотного горизонта.

Elytrigia repens в последующем, по-видимому, с обеднением и уплотнением почвы, замещается *Agrostis tenuis*. В качестве содоминантов с *Agrostis tenuis* на луговой стадии могут выступать *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense*, *Poa pratensis*, *Elytrigia repens*. На тяжелых по гранулометрическому составу почвах к ней присоединяется *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv. В травянистом ярусе высоким постоянством (IV-V класс) характеризуются из злаков – *Agrostis tenuis*, *Phleum pratense*, *Dactylis glomerata*, *Elytrigia repens*, *Deschampsia cespitosa*, *Festuca pratensis* Huds., из лугового разнотравья – *Achillea millefolium*, *Taraxacum officinale*, *Lathyrus pratensis*, *Trifolium medium* L., *Vicia cracca*, *Veronica chamaedrys* L., *Ranunculus acris* L., *Hieracium umbellatum* L., *Campanula patula* L., *Galium mollugo* L., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Hypericum maculatum* Crantz, *Stellaria graminea* L. из сорных – *Cirsium setosum*, из опушечно-лесных – *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop, *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.

Посев многолетних трав (*Phleum pratense*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Trifolium pratense* L.) на пахотных угодьях ускоряет формирование луговой стадии, без прохождения бурьянистой и пырейной. Видовой состав и структура сеяных луговых сообществ сходны с таковыми луговых фитоценозов, сформировавшихся при самозаращении, при увеличении обилия высеянных видов. Из высеянных видов чаще доминирует *Dactylis glomerata*.

На луговой стадии, сформировавшейся в ходе самовосстановления или при посеве многолетних трав, ясно выражен процесс внедрения древесных пород (обычно *Betula pendula* Roth, *Betula pubescens* Ehrh., *Pinus sylvestris* L., *Salix caprea* L., реже *Populus tremula* L., *Alnus incana* (L.) Moench.). Его активность определяется степенью сомкнутости и высотой травянистого яруса, близостью

источников обсеменения. На залежах с разреженным травянистым покровом количество подроста в первое пятилетие демулационной сукцессии может достигать 14 тыс. шт./га. В сообществах с сомкнутым травянистым покровом развитие древесного яруса подавлено, здесь количество подроста может составлять 3 и менее тыс. шт./га. Более густой подрост приурочен к микропонижениям, где отмечается аккумуляция семенного материала, и участкам, где эдафические условия менее благоприятны для роста и развития травянистых растений, а также к краевой зоне залежи, граничащей с лесом. По данным G. Pauliukevičius и V. Bagdonas (1986), зона взаимодействия лесных насаждений и участка поля, к которому приурочены основные изменения строения и свойств почв, располагается на расстоянии равном 4–5 высоты деревьев по направлению от лесной опушки к центру поля. Это расстояние (около 200 м) соответствует дальности разлета основной массы семян березы от источника обсеменения (Молчанов, Смирнов, 1967). Денисов С.А. и Егоров В.М. (2005) отмечал значительное накопление подроста и самосева сосны (до 7 тыс. шт./га) на расстоянии до 70 метров от стены леса, на расстоянии от 70 до 280 м – до тысячи шт./га. По всей видимости, именно это обуславливает максимальную скорость внедрения древесных растений на слабозадерненных залежах площадью до 4 га. При использовании залежного участка в качестве пастбищного или сенокосного угодья, сроки формирования древесного яруса сдвигаются, что обусловлено уничтожением всходов древесных растений в процессе сенокосения или выпаса животных (Ниценко, 1961).

Переход от луговой стадии к стадии молодых лесных сообществ определяется ростом деревьев, формированием и смыканием их крон, что сопровождается усилением эдификаторной роли древесных растений. При наличии благоприятных условий, формирование сомкнутых молодняков на залежах отмечается во втором десятилетии восстановительной сукцессии. Как правило, в подзоне средней тайги они представлены березняками и/или сосняками, реже – ивняками и ольшаниками. Среднее количество деревьев в молодняке около 20 тыс./га, высота – около 5–6 м. Под пологом формирующегося древостоя отмечается угнетение яруса травянистых растений, что прослеживается в снижении общего проективного покрытия трав (от 100 до 20–10%). Высоким постоянством (IV-V классы) отличаются виды, сохранившиеся от луговой стадии: *Deschampsia cespitosa*, *Dactylis glomerata*, *Agrostis tenuis*, *Veronica chamaedrys*, *Chamaenerion angustifolium*, *Prunella vulgaris* L., *Achillea millefolium*, *Hypericum maculatum*, *Vicia sepium* L., *Vicia cracca*, *Ranunculus repens* L., *Taraxacum officinale*. Все эти виды обычно находятся в вегетативном состоянии с низким обилием. Под влиянием древесных растений на поверхности почвы начинает формироваться горизонт лесной подстилки.

Таким образом, в биоклиматических условиях средней тайги в первое десятилетие после прекращения сельскохозяйственного использования пахотных угодий в ходе самовосстановительной сукцессии происходит смена сорно-рудеральных сообществ луговыми через стадию доминирования пырея ползучего. Во втором десятилетии на залежах, при наличии благоприятных условий для внедрения древесных растений, луговая стадия сменяется стадией древес-

ных молодняков, обычно березняков и/или сосняков. За счет усиления эдификаторного влияния древесных и/или кустарниковых растений луговые виды постепенно выпадают. Соответственно изменению растительного покрова происходит изменение морфологических и физико-химических свойств почв.

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект № 12-4-022-КНЦ «Изучение почв и почвенного органического вещества пахотных угодий Республики Коми и тенденций их постагрогенной трансформации».

Авторы искренне благодарны А. В. Лиханову, Д. С. Терентьеву, О. С. Кубик за помощь при проведении полевых работ.

Литература

Денисов С. А. Егоров В. М. Естественное возобновление сосны в Пензенской области. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. 180 с.

Курбанов Э. А., Губаев А. В., Воробьев О. Н., Лежнин С. А. Использование космоснимков ALOS для выявления площадей бывших сельскохозяйственных угодий, зарастающих лесом // Геоматика, 2010. № 4. С. 68–72.

Молчанов А. А. Смирнов В. В. Методика изучения прироста древесных растений. М.: Наука, 1967. 99 с.

Ниценко А. А. Изменение естественной растительности Ленинградской области под воздействием человека. Л.: Изд-во ЛГУ, 1961. 51 с.

Сельское хозяйство в Республике Коми. 2010: стат. сб. / Комистат. Сыктывкар, 2010. 237 с.

Уткин А. И., Гульбе Т. А., Гульбе Я. И., Ермолова Л. С. О наступлении лесной растительности на сельскохозяйственные земли в Верхнем Поволжье // Лесоведение, 2002. № 5. С. 44–52.

Pauliukevičius G., Bagdonas V. Miško želdinių ir lauko sąveika // Geografijos metraštis, XXII-XXIII t. Vilnius, 1986. P. 119–127.

ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЕЛЬНИКОВ ЧЕРНИЧНЫХ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Е. А. Робакидзе, Н. В. Торлопова

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

На европейском Северо-Востоке России основными загрязнителями воздуха являются предприятия целлюлозно-бумажного производства. В среднетаежной зоне Республики Коми крупнейшим источником промышленных выбросов в воздушный бассейн является ОАО «Монди Сыктывкарский лесопромышленный комплекс (Монди СЛПК), поллютантами которого являются оксиды углерода, серы, азота, сероводород, сероорганические соединения, минеральная пыль. В задачу данной работы входило изучение влияния техногенных выбросов целлюлозно-бумажного производства ОАО «Монди СЛПК» на состав и состояние растений напочвенного покрова в еловых насаждениях. Исследования проводили в 2012 г. на постоянных пробных площадях (ППП) 33, 35, 36, 37, заложенных в ельниках черничных на разном удалении от источника загрязнения

по направлению доминирующей составляющей розы ветров. В качестве фонового было выбрано еловое насаждение ППП 38, расположенное в 50-ти км от источника загрязнения. Выбор экспериментальных участков для проведения исследований предусматривал их сопоставимость по основным лесорастительным свойствам почв и таксационным характеристикам насаждений, расположенных в зоне воздействия выбросов и фоновом районе. Лесоводственно-таксационная характеристика древостоев нами проведена в 2001, 2006 и 2011 гг. (Торлопова, Робакидзе, 2011). Обилие растений и дехромацию листьев растений кустарничкового яруса на экспериментальных участках учитывали на площадках размером 50×50 см в 30 повторностях (Меннинг, Федер, 1985).

Ельники черничные (*Piceetum myrtillosum*) произрастают на типичных подзолистых почвах. Древостои средней продуктивности, спелые, разновысотные, но ярусность не выражена. Неравномерно расположенный по площади подрост представлен в основном здоровой разновозрастной елью (1,4–2,8 тыс. экз./га). Общее проективное покрытие (ОПП) в травяно-кустарничковом ярусе составляет 40–60%. Количество видов растений (с древесными и подлеском) в исследуемых еловых фитоценозах зоны техногенного действия «Монди СЛПК» варьирует от 15 до 24, что в 1,4–2,2 раза меньше, чем в фоновом районе. Следует отметить, что ельник черничный (ППП 37), расположенный в 3,5 км от «Монди СЛПК», довольно сильно отличается по видовому составу от остальных еловых сообществ. ОПП живого напочвенного покрова составляет 35% и он представлен 7 видами растений, из которых доминируют черника и гилокомиум, а остальные – типичные для ельников виды – встречаются единично. В составе напочвенного покрова встречается крапива, что указывает на эутрофикацию сообщества.

Важной характеристикой нарушенности фитоценоза является изменение ценотической значимости видов: изменение доли участия в формировании проективного покрытия, числа побегов и т.д. (Илькун, 1978). В данном случае, общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса ельников в зоне воздействия выбросов отлично от фонового: на ближайшем к источнику выбросов в 2 раза ниже, чем на фоновом, на остальных – выше в 1,3 раза. Выявлено, что плотность размещения особей доминирующих видов – черники и брусники – в загрязненном районе уменьшается при приближении к источнику загрязнения. Однако, даже на самом близком расстоянии (3,5 км) остается выше, чем в фоновом районе. В 2012 г. средняя для загрязненного района плотность особей черники остается такой же, как и в 2006 г., брусники – уменьшается на 7%. По сравнению с фоновым ельником, в ельниках черничных загрязненной территории плотность особей черники в среднем в 2,2, а брусники – в 1,4 раза больше. Появление новых побегов возможно при уменьшении конкуренции со стороны менее устойчивых к воздействию токсикантов сосудистых растений, что ранее отмечали в исследованиях, проведенных в сосняках Кольского полуострова Н. М. Деева и Е. А. Мазная (1990).

Показана поврежденность листьев черники и брусники в зоне воздействия выбросов целлюлозно-бумажного производства. Характер повреждений точечный, проявляется в изменении цвета листьев. В 2006 г. поврежденность

листьев рассматриваемых видов кустарничков составляет: черники 24–34, брусники 8–15%. В 2012 г. в ельниках зоны загрязнения доля поврежденных особей черники увеличивается в 1,2 раза и достигает 33%, что в 1,4 раза больше, чем в фоновом районе. Соответственно доля особей брусники увеличивается в 1,3 раза и составляет 15%, как и в фоновом районе.

Таким образом, в условиях длительного аэротехногенного воздействия целлюлозно-бумажного производства к 2012 г. в ельниках сокращается количество видов растений напочвенного покрова, увеличивается поврежденность листьев и плотность размещения особей кустарничков, по сравнению с фоновым районом и по сравнению с 2006 г.

Литература

Деева Н. М., Мазная Е. А. Структура ценопопуляций кустарничков // Влияние промышленного атмосферного загрязнения на сосновые леса Кольского полуострова. Л., 1990. С. 116–129.

Илькун Г. М. Загрязнение атмосферы и растения. Киев, 1978. 249 с.

Меннинг У. Д., Федер У. А. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений. Л., 1985. 143 с.

Торлопова Н. В., Робакидзе Е. А. Мониторинг состояния ельников в условиях загрязнения целлюлозно-бумажного производства // Биологический мониторинг природно-техногенных систем: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. в 2х ч. Киров, 2011. Ч. 1. С. 160–163.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ В БИОМОНИТОРИНГЕ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ВОД

Е. А. Брагина, Л. А. Колпащикова, Н. В. Орловская

Сыктывкарский государственный университет,

lubov.pasynkova@gmail.com

Исследование высшей водной растительности имеет большое значение, как для фундаментальной биологической науки, так и прикладной экологии. Отсюда вытекает цель работы – выяснить, какова роль высших водных растений в биомониторинге при оценке качества вод. А именно, важно понять какие факторы оказывают наибольшее влияние на макрофиты и среду их обитания, как с их помощью выявить ухудшение состояния водного объекта. Зная особенности распределения водных макрофитов в водоемах, и осуществляя наблюдения за состоянием водной среды, в ней можно зафиксировать начало изменений до проведения физико-химических анализов.

Формирование видового состава растительности, а также ее размещение и развитие в водоеме обусловлено неоднородностью экологических условий различных его частей, и подчиняется определенным закономерностям. Влияние факторов среды определяет наличие определенного состава и весь цикл существования растений в водоемах естественного и искусственного происхождения. Наиболее важными факторами выступают: морфологические особенности водоемов (глубина, размер, изрезанность береговой линии – наличие защищен-

ных мест, заливов, мелководных участков, форма дна), оптические свойства водных масс (цветность и прозрачность воды), химические факторы (минеральный и биогенный химический состав воды, показатель рН, газовый состав), динамические факторы (ветер, течения), температурные условия воды, проточность водоема.

Деятельность человека, в свою очередь, также способна оказывать существенное влияние на растительность, в частности, различного рода стоками, за счет химизации лесной промышленности, сельского хозяйства, строительства разнообразных комплексов и предприятий вблизи водных объектов. В связи с немалым объемом загрязнений, евтрофированием водоемов, необходимым условием является анализ видов-биоиндикаторов, способных определить уровень загрязнения и, в целом, состояние водного объекта. Виды сем. *Lemnaceae* (Рясковые) являются хорошими объектами для наблюдения при оценке состояния водного объекта, а именно массовое их развитие свидетельствует о неблагополучии конкретной экосистемы. Излишнее разрастание *Lemna minor* (ряски малой) указывает на евтрофирование водоема и, возможно, его загрязнение вследствие антропогенной деятельности. О большом количестве биогенных веществ свидетельствует наличие *Lemna trisulca* (ряски трехдольной), которая способна аккумулировать в себе и радиоактивные элементы. Существенное развитие *Ceratophyllum demersum* (роголистника погруженного), *Butomus umbellatus* (сусака зонтичного), *Typha latifolia* (рогоза широколиственного) указывает на евтрофирование водоема (естественное или антропогенное). О возможности заболачивания свидетельствует разрастание в водоеме *Stratiotes aloides* (телореза алоэвидного).

Водная и прибрежно-водная растительность выступает своего рода барьером для загрязняющих и евтрофирующих веществ, образуя зеленые полосы вдоль берегов. Такие экосистемы, в которых сообщества водных макрофитов сильно развиты по побережью, являются гораздо более устойчивыми к антропогенному загрязнению и евтрофированию и, как следствие, качество воды в них на порядок выше. Хорошее качество воды формируется, если водные макрофиты занимают в водоеме приблизительно третью его часть, учитывая динамичный водообмен и тип водоема. Поскольку чересчур сильное зарастание водного объекта может явиться вторичным загрязнением, особенно в водоемах хозяйственно-бытового и промышленного назначения.

Ценность макрофитов для водных экосистем в их способности поглощать органические и минеральные вещества, биогенные элементы, аккумулировать в себе ионы тяжелых металлов и радионуклиды. Они являются своеобразным биофильтром, пропускающим через себя вредные вещества (пестициды и др.), тем самым очищая водную среду. В итоге, происходит улучшение качества воды.

Гидрофиты имеют очень высокую поглотительную способность и очень чувствительны к изменениям среды, а именно к таким характеристикам, как температура, химический состав воды, кислотность, прозрачность, количество биогенов.

Основные элементы высшие водные растения получают из разных источников, в зависимости от своих морфологических характеристик. К примеру, макрофиты с мощной корневой системой и плавающими листьями (*Nuphar sp.*, *Nuphaea sp.*) получают питательные вещества и различного рода соединения из донных отложений и, в меньшей степени, из воды, следовательно, по химическому составу корневища можно определить, что именно накапливает в себе растение. Свободноплавающие формы (*Lemnasp.*, *Hydrocharismorsus – ranae* и др.) характеризуются поглощением минеральных веществ непосредственно из воды. Высшие водные растения могут выступать в качестве индикаторных объектов, определяющих качественные и количественные антропогенные нагрузки на водную экосистему. Виды полностью погруженные имеют способность менять источники поступления минеральных и химических веществ в ткани. Как обобщение, можно говорить о том, что с помощью высших водных растений определять химический состав водоема проще, нежели по пробе воды, которая содержит ультрамалые концентрации веществ, поскольку они поглощаются растительными сообществами.

В заключении, следует отметить особенную важность макрофитов для водных экосистем, их способность аккумулировать в себе вредные вещества и загрязнители, а также улучшать качество воды по многим показателям. Но также необходимо заметить, что качество вод зависит от всего комплекса обитателей водоемов, а также от многих абиотических характеристик.

Литература

Гигевич Г. С., Жуховичцкая А. Л., Оношко М. П., Генералова В. А. Экспериментальное изучение поглощения биогенов высшими водными растениями // Прикладная лимнология: Сб. научных статей. Вып. 2, Минск, 2000.

Гигевич Г. С., Власов Б. П., Вынаев Г. В. Высшие водные растения Беларуси. Минск, 2001.

Кабанов Н. М. Высшие водные растения в связи с загрязнением континентальных водоемов. Тр. ВГБО, Т. 12. 1962.

Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Л.: Наука, 1981.

Кокин К. А. Экология высших водных растений. М.: изд-во МГУ, 1982.

Садчиков А. П., Кудряшов М. А. Экология прибрежно-водной растительности (учебное пособие для студентов вузов). М.: Изд-во НИИ-Природа, РЭФИА, 2004. 220 с.

К ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ БЕНТОЦЕНОЗОВ ПРИДОРОЖНЫХ ВОДОЕМОВ НА ТРАССЕ ЙОШКАР-ОЛА – КИЛЕМАРЫ (РЕСПУБЛИКА МАРИЙ ЭЛ).

П. В. Бедова¹, Г. А. Богданов²

¹ *Марийский государственный университет, bedova@marsu.ru,*

² *Государственный природный заповедник «Большая Кокшага»*

Проблема сохранения биологического разнообразия континентальных водоемов России тесно связана с проблемой сохранения естественной структурно-функциональной организации их экосистем и относится к одной из клю-

чевых проблем в рамках программы России по сохранению биологического разнообразия (Соколов и др., 1990).

Объектами нашего исследования являются красивые лесные озера Молевое и Безукладовское, которые находятся в Килемарском районе Республики Марий Эл. Озера располагаются в непосредственной близости от трассы Йошкар-Ола – Килемары и подвергаются довольно большой антропогенной нагрузке, особенно в весенне-летний период. Водоемы служат местом пребывания и гнездования различных водных и околоводных птиц. Так, на озере Безукладовском нами обнаружены камышница, крачка речная, чирок-трескунок, гоголь, серая цапля, кулик черныш. На этом озере студенты биолого-химического факультета Марийского государственного университета проходили до недавнего времени весеннюю учебно-полевую практику по зоологии позвоночных.

В связи с этим целью настоящей работы является проведение гидробиологических исследований на придорожных водоемах: озере Безукладовское и озере Молевое.

Сбор и обработка материала осуществлялись по стандартным гидробиологическим методикам (Руководство...1992). Оценка устойчивости донного сообщества проводилась на основе анализа двух информационных индексов: индекса видового разнообразия Шеннона (H), индекса доминирования Симпсона (D), индекса Вудивисса, индекса Майера, Бельгийского биотического индекса (ББИ), индекса сапробности Пантле и Букка в модификации Сладечека.

Озеро Безукладовское имеет овальную неправильную форму. Водоем соединяется с рекой Большой Кундыш ручьем. Дно представлено илистым, илисто-песчаным грунтом с обилием неразложившейся листвы, ветками. Берега затоплены в результате запруживания бобрами истока с озера.

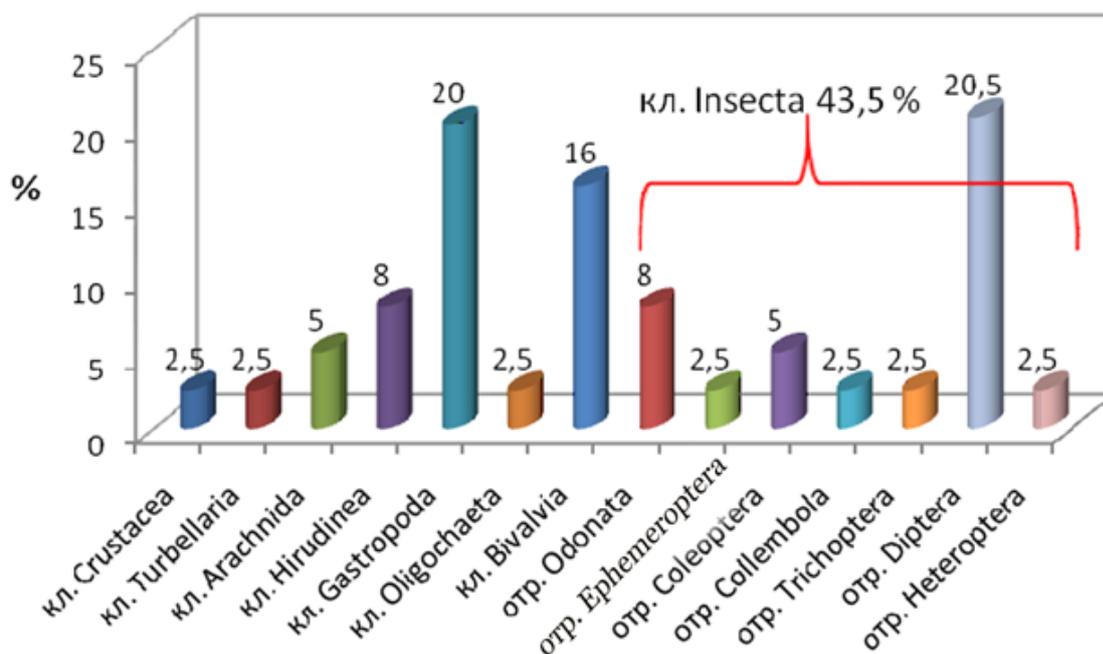
В результате обработки собранного материала выяснили, что водная и прибрежно-водная флора представлена 40 видами травянистых растений. Наибольшее количество видов (23) относятся к гигрофитам. Гидрофиты представлены 11 видами. Гигромезофиты и мезофиты составляют 4 и 2 вида соответственно. Анализ видового состава по историческим свитам показал, что наибольшее количество видов (23) относятся к травянисто-болотной свите. Ольшанниковая свита включает 6 видов, водная – 5 видов. Бореально-ивняковая свита включает 4 вида. По одному виду относятся к луговой и таежной свитам.

В озере Безукладовское было обнаружено 39 видов бентосных беспозвоночных, относящихся к 8 классам, среди которых преобладают двукрылые насекомые – 8 видов, брюхоногие моллюски – 8 и двустворчатые моллюски – 6.

По встречаемости доминируют представитель класса Двустворчатые моллюски *Parasphaerium nitidum* (Clessin in Westerlund, 1877) и представитель отряда Стрекоз *Somatochlora metallica* (Van der Linden, 1885) со встречаемостью по 66,6%. Также высокая встречаемость, у видов: *Limnodrilus sp*, *Asellus aquaticus* (Linne, 1758), *Chironomus piger* (Strenzke, 1959), *Contectiana listeri* (Forbes et Hanley, 1849), которая составляет по 50%.

В исследуемом озере 43,5% от общего видового состава зообентоса приходится на долю представителей класса Насекомые *Insecta*, наиболее много-

численный отряд этого класса – отряд Двукрылые *Diptera* с долей 20,5% от общего таксономического состава макрозообентоса. Моллюски (*Bivalvia* и *Gastropoda*) составляют 16% и 20% от общего таксономического состава со-



ответственно (рис. 1).

Рис. 1. Таксономический состав макрозообентоса озера Безукладовское

В озере Безукладовское значение индекса Шеннона в целом по озеру составляет 2,23 бит/экз, индекса Симпсона – 0,76 бит/экз, исходя из этого можно сказать, что сообщество зообентоса в исследуемом водоеме малоустойчиво, водоем умеренно загрязнен. В Безукладовском озере индекс Вудивисса и ББИ равны 8, это говорит о том, что водоем умеренно загрязнен. Индекс Майера равен 15, из этого следует, что водоем имеет 3-й класс качества, присутствует умеренная загрязненность в водоеме. Индекс сапробности Пантле и Букка в модификации Сладечека равен 3, что позволяет отнести водоем к α -мезо-сапробной зоне.

В составе зообентоса озера Молево обнаружено 65 видов макрозообентоса, представителей 5 типов (Плоские черви *Plathelminthes*, Круглые черви *Nemaelminthes*, Кольчатые черви *Annelida*, Моллюски *Mollusca* и Членистоногие *Arthropoda*) и 9 классов.

Наибольшее разнообразие донного сообщества беспозвоночных животных озера Молево обеспечивают своим развитием личинки насекомых, представленные шестью отрядами, включающих 36 видов, что составляет 55% от общего видового состава зообентоса (рис. 2).

Из насекомых в видовом отношении наиболее богаты двукрылые (12 видов), доля которых составляет 18% от общего видового разнообразия бентосных беспозвоночных. Также многообразны брюхоногие моллюски, которые составляют 18% от общего числа обнаруженных видов макрозообентоса в данном озере.

Наибольшую встречаемость в озере Молево имели: *Erpobdella octoculata* (Linne, 1758) со встречаемостью 80%; *Asellus aquaticus* (Linne, 1758) со встречаемостью 70%; *Limnodrilus* sp. со встречаемостью 50%.

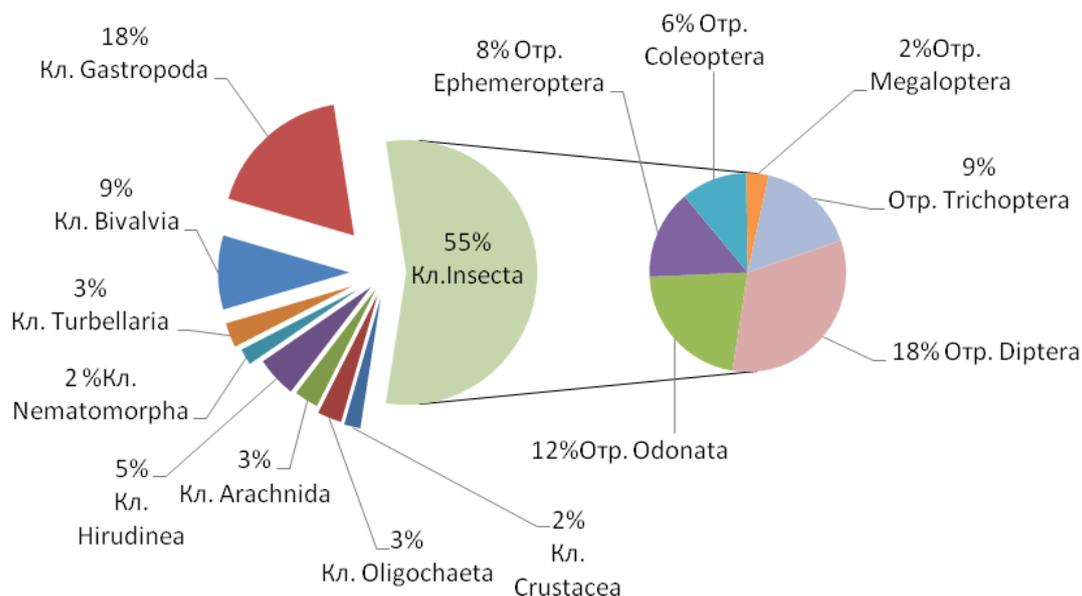


Рис. 2. Таксономический состав зообентоса озера Молево

В озере Молево было обнаружено обилие цианобактерии (*Aphonethece* sp.) и водорослей (*Aegagropila sauteri* Kütz). Водная и прибрежно-водная флора представлена 66 видами травянистых растений. Наибольшее количество видов (35) относятся к гигрофитам. Гидрофиты представлены 20 видами. Мезофиты и гигромезофиты составляют 6 и 5 видов соответственно.

В целом, по озеру Молево информационные индексы по численности были высокие: $H = 3,23$ бит/экз, $D = 0,89$ бит/экз. Это говорит о том, что бентоценоз исследуемого озера по численности устойчив и сбалансирован. В озере Молево, по результатам индекса Вудивисса и Бельгийского биотического индекса (ББИ), которые равны 9, можно сказать, что водоем не загрязнен. Методика индекса Майера основана на том, что различные группы водных беспозвоночных приурочены к водоемам с определенной степенью загрязненности. Индекс Майера равен 21, исследуемый водоем имеет 2-й класс качества – чистый. Индекс сапробности Пантле и Букка в модификации Сладечека равен 2,45, что позволяет отнести водоем к β -мезосапробной зоне.

В результате проведенных исследований можно сделать следующее заключение. Бентоценоз озера Молево более разнообразен в видовом отношении, так встречено 65 видов бентосных беспозвоночных и 66 видов травянистых растений. Однако, за отсутствием крупных двустворчатых и брюхоногих моллюсков, средняя численность макрозообентоса в озере Молево вдвое меньше средней численности макрозообентоса в озере Безукладовском и равна $123,7 \pm 14,72$ экз/м². По расчетам биотических индексов, сообщество макрозообентоса озера Молево устойчиво, сбалансированно, водоем чистый, загрязнение отсутствует. Согласно индексу сапробности Пантле и Бука, вода в озере относится к β -мезосапробной зоне. В озере Безукладовское сообщество мало-

устойчиво, водоем умеренно загрязнен, вода в озере относится к α-мезосапробной зоне. В озере Безукладовском средняя численность донных беспозвоночных равна $234,4 \pm 69,78$ экз/м², встречено 39 видов макрозообентоса и 40 видов водной и прибрежно-водной флоры. Оба водоема, по значениям средней биомассы макрозообентоса, относятся к высококормным.

Кроме того, в результате исследования окрестностей изучаемых водоемов, было выявлено, что на супесчаной почве берега озера Молевое произрастает редкий фискомитриум сферический (*Physcomitrium sphaericum* (Ludw.) Fuernr. in Hampe), а на приствольных возвышениях ольхи черной по берегу озера Безукладовское произрастает бриум круглолистный (*Bryum cyclophyllum* (Schwaegr.) V.S.G. Эти оба вида включены в Красную книгу Республики Марий Эл (Красная книга...2007).

Результаты проведенных исследований, свидетельствуют, о том что в связи со все возрастающей антропогенной нагрузкой на эти придорожные водоемы, необходимо принимать меры по охране озер и их окрестностей.

Литература

Красная книга Республики Марий Эл. Грибы, лишайники, мхи. Сост. Г. А. Богданов, Г. П. Урбанавичюс. / Под ред. Г. П. Урбанавичюса. Йошкар-Ола, 2007. 124 с

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под общ. ред. В. А. Абакумова. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 319 с.

Соколов В. Е., Шаланки Я., Криволуцкий Д. А. Международная программа по биоиндикации антропогенного загрязнения природной среды // Экология. 1990. № 2. С. 30–34.

РАЗНОГОДИЧНАЯ И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭВТРОФИКАЦИИ НА УЧАСТКЕ ВЕРХНЕГО БЬЕФА ПАВЛОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

*Д. В. Зейферт¹, И. В. Овсянникова¹, Д. И. Закирьянов²,
Л. М. Гамерова², В. А. Ефремова², М. И. Измestьева²*

¹ ГАНУ «Институт прикладных исследований Республики Башкортостан»,
dseifert@mail.ru

² Филиал ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет» в г.Стерлитамаке

На применение методов биотестирования в природных условиях при долгосрочных исследованиях накладывается ряд ограничений, прежде всего связанных с различными погодными условиями и различиями в величине фотопериода. Целью исследования являлось оценить состояние поверхностных вод Павловского водохранилища в районе верхнего бьефа (рис. 1), масштабы подобного воздействия на базе научно-производственного полигона «СОЛУНИ» в период 2011–2012 гг. Было выбрано четыре контрольных створа пробоотбора, в 2011 г. пробы отбирались в июне, в 2012 – ежемесячно в течение вегетационного периода. Методика исследования описана ранее (Зейферт и др., 2011). Для водохранилищ данной природной зоны показано снижение концентрации биогенов в течение вегетационного периода (Розенберг и др., 2011).

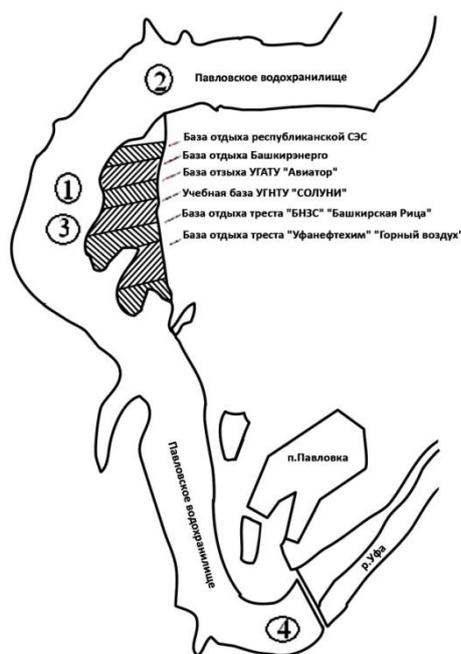


Рис. 1. Контрольные створы в районе верхнего бьефа Павловского водохранилища: 1 – в месте сброса стоков базы «Авиатор»; 2 – на участке перед домами отдыха; 3 – в месте сбросов БОС «СОЛУНИ»; 4 – на участке перед плотиной

В 2011 г. величины индекса эвтрофицированности воды имели следующий вид (рис. 2).

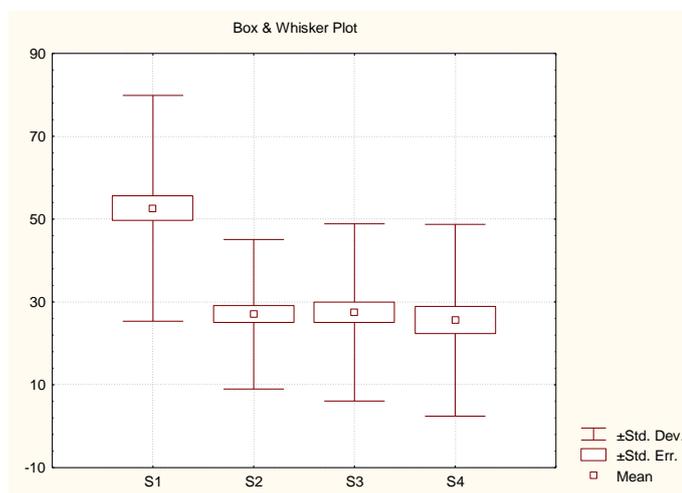


Рис. 2. Величины индекса «эвтрофицированности воды» (в мм) на контрольных створах в июне 2011 г.

В 2012 г., который отличался короткой весной и ранним ходом летних температур, были повторно определены данные показатели в июне, июле и августе (рис. 3).

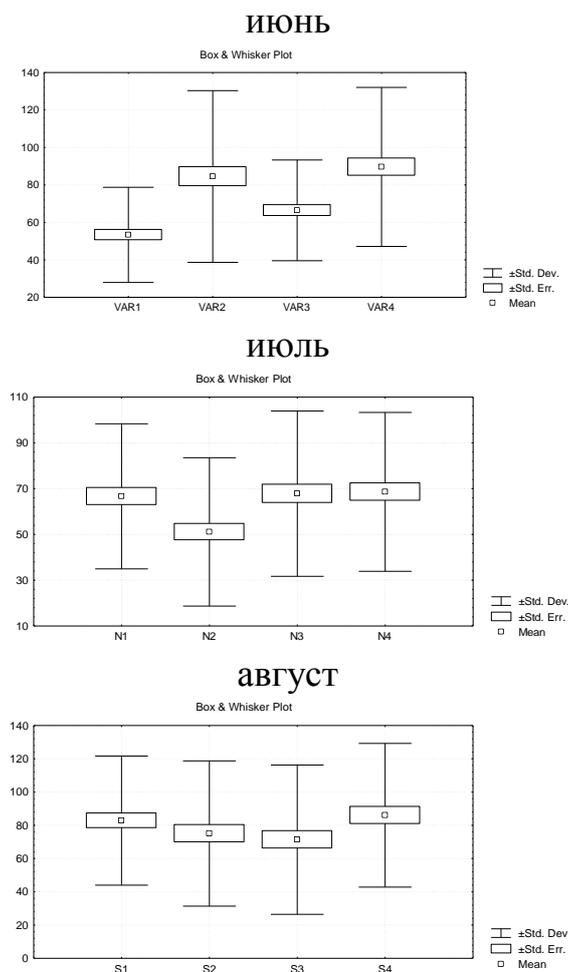


Рис. 3. Величины индекса «эвтрофицированности воды» (в мм) на разных участках отбора проб в 2012 г.

Полученные результаты свидетельствуют как о разногодичной динамике величины индекса эвтрофикации воды, так и его изменениях в течение вегетационного периода. В июне 2011 г. максимальная величина индекса наблюдалась в месте сбросов стоков БОС «Авиатор» (створ 1), все остальные индексы были достоверно ниже и не различались. В июне 2012 г. величины индексов были максимальными на контрольном створе 2 и перед плотиной (створ 4). В отношении створа 2 выявлена достоверная обратная зависимость ($r=-0,80$) между степенью разведения стоков и средней длиной проростков, что свидетельствует о достаточном сильном уровне эвтрофикации воды на данном створе. В остальные периоды наблюдений эта зависимость была недостоверна (коэффициенты корреляции варьировали от $-0,15$ до $0,02$). Аналогичная зависимость ранее была выявлена для поверхностных вод реки Белой в районе г. Стерлитамака (Зейферт, 2010). В то же время на участке сброса сточных вод БОС «Авиатор» величина индекса практически не изменилась, по сравнению с июнем 2011 г., т. е. «сработало» негативное воздействие стоков. В достоверной, но меньшей степени аналогичное негативное воздействие стоков БОС «СОЛУНИ» проявилось и в створе 3.

В июле 2012 г. минимальная величина индекса эвтрофикации наблюдалась в створе перед домами отдыха (рис. 3). Но в целом эти величины были ни-

же, чем в июне 2012 г. и соответствовали максимальным показателям индекса в июне 2011 г.

В августе 2012 г. величины индексов достоверно различались в створах 3 и 4 (рис. 3). Максимальные величины показателей соответствовали июню 2012 г.

Важным вопросом является экологически адекватная интерпретация полученных результатов. При прочих равных условиях, возрастание величины индекса эвтрофикации в конкретный период свидетельствует о достоверно более высоком уровне эвтрофикации поверхностных вод на исследованных створах. Однако в июне 2012 г. более высокие индексы эвтрофикации наблюдались на створах 2 и 4. А в местах выпусков стоков их величины были достоверно ниже. Подобные разногодичные различия в величинах индексов эвтрофикации вод позволяют нам предполагать, что величина индекса складывается из результирующего эффекта как уровня эвтрофикации, так и степени токсичности вод. Доминирующее действие эвтрофикации нами выявлено лишь для створа 2 в июне 2012 г. В отношении данного створа мы можем обоснованно полагать, что разногодичные различия в величинах индекса эвтрофикации вод в июне 2011 и 2012 гг. вызваны погодными факторами.

Таким образом, данный створ можно рассматривать как контрольный. Отсюда следует, что уровень эвтрофикации воды в 2012 г. был достоверно выше, чем в 2011 г. Но в связи с тем, что произведено только четыре наблюдения, количественная оценка связи величины индекса эвтрофикации вод и погодных факторов не представляется возможной.

Подробнее рассмотрим соотношение величин индексов эвтрофикации на створе 2 и на других в разные периоды наблюдения. В июне 2011 г. величина индекса была сходна с аналогичными параметрами на створах 3–4 и достоверно ниже, чем на створе 1. Это позволяет нам сделать заключение, что основным фактором, влияющим на степень эвтрофикации на исследованном участке водохранилища, является стоки БОС «Авиатор».

В июне 2012 г. (на фоне повышенного уровня эвтрофикации вод) отсутствовали различия между величинами индексов на створах 2 и 4, в то же время эти величины были достоверно выше, чем на створах 1 и 3. Для данного периода мы можем предполагать наличие токсического эффекта вод, который достоверно проявлялся на створе 1. Это предположение подтверждается данными по фитотестированию стоков из выпуска БОС «СОЛУНИ», где зафиксирован положительный коэффициент корреляции между средней длиной проростков и степенью разбавления стоков – 0,42. В августе 2012 г. величина этого коэффициента была достоверной и равна 0,6. Т. е. можно однозначно говорить о токсичном воздействии этих стоков.

Данные по июлю 2012 г. показывают, что во всех створах уровень эвтрофикации вод был сходен и достоверно выше, чем на контрольном (створ 2).

В августе 2012 г. уровень эвтрофикации вод на исследуемом участке водохранилища выровнялся и наиболее эвтрофицированным участком является уже створ 4.

В лабораторных экспериментах по определению фитотоксичности промышленных стоков показано (Зейферт, 2010), что на среднюю длину проростков достоверно влияют температура воздуха и продолжительность фотопериода. В наших опытах температура и продолжительность фотопериода определялись природными условиями. Для количественной калибровки влияния температуры и фотопериода недостаточна продолжительность наблюдений. Но качественное воздействие данных параметров на показатели фитотестирования представляется обоснованным.

Для показателей всхожести семян кресс-салата в ходе исследований не выявлено достоверных различий между контрольными створами в течение всего периода наблюдений. В то же время при анализе динамики токсичности стоков БОС «СОЛУНИ» подобные достоверные различия были выявлены.

Литература

Зейферт Д. В., Гареева Е. Ф., Габбасова Д. Т. Использование методов фитотестирования в экологическом мониторинге влияния биологических очистных сооружений на состояние вод водохранилища // Экологический вестник России, 2011. № 11. С. 34–39.

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.

Розенберг Г. С., Евланов И. А., Селезнев В. А., Минеев А. К., Селезнёва А. В., Шитиков В. К. Опыт экологического нормирования антропогенного воздействия на качество воды (на примере водохранилищ средней и нижней Волги) // Вопросы экологического нормирования и разработка системы оценки состояния водоемов. М.: Т-во научных изданий КМК, 2011. С. 5–29.

СТРУКТУРА ВОДОРΟΣЛЕВЫХ СООБЩЕСТВ ОПТИМИЗИРОВАННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ ТОРФОВАНИЯ И ЗЕМЛЕВАНИЯ

Е. Е. Гаевский, В. В. Буховец

Белорусский государственный университет, gaevski@rambler.ru

Водоросли являются важной составной частью почвенной биоты. Поселяясь на недоступных для высших растений местах, они осуществляют «растекание живого вещества» (по В. И. Вернадскому) по поверхности земли. В почве сформировалась специфическая альгофлора, систематический состав которой более ограничен по сравнению с альгофлорой водоемов (Зенова, Штина, 1990).

Почвенные водоросли Беларуси являются мало изученной группой микроорганизмов. Исследования в области почвенной альгологии в нашей республике проводились Э. Н. Ваулиной (1956) в 50–60-х гг. XX в. Полученные ею данные позволили установить таксономический состав почвенных водорослей некоторых районов Беларуси. Описания альгофлоры Беларуси приведены в работах Р. Гутвинского, Я. Колодийчука, Н. И. Сретенской, А. В. Топачевского, Д. О. Радзимовского и обобщены в таксономическом каталоге Т. М. Михеевой

(1999). Но до настоящего времени почвенные водоросли Беларуси в значительной степени не исследованы.

Изучение почвенных водорослей актуально и в настоящее время: они оказывают влияние на физико-химические свойства почвы, создают первичную продукцию, служат пищей для гетеротрофных организмов, являются первопоселенцами нарушенных почв и техногенных субстратов. При этом водоросли отличаются специфической чувствительностью к действию антропогенных факторов и быстрой реакцией на изменение условий существования, что указывает на их высокий индикаторный потенциал при оценке экологического состояния почвенного покрова (Звягинцев и др., 2005).

Цель настоящей работы – оценка таксономической структуры водорослей дерново-подзолистой песчаной почвы после оптимизации путем торфования и землевания, а также определение спектра экобиоморф почвенных водорослей по индексам жизненных форм.

Полевой опыт был заложен на базе хозяйства «ПМК-16 АГРО» около агрогородка Пересады Борисовского р-на Минской обл. на дерново-подзолистой связнопесчаной почве.

Отбор образцов проводили в 2009 и 2011 гг. по общепринятой в почвенной альгологии методике. Видовой состав водорослей выявляли методом почвенных культур со стеклами обрастания, водных и агаровых культур (Штина, Голлербах, 1976; Кузяхметов, Дубовик, 2001).

Идентификацию водорослей осуществляли с помощью микроскопа Carl Zeiss AxioStar и определителей, таксономическое положение объектов приведено по каталогу Т.М. Михеевой (1999).

При исследовании видового состава водорослей дерново-подзолистой песчаной почвы после оптимизации путем торфования и землевания выявлено 32 вида, принадлежащих в основном к четырем отделам: Chlorophyta, Cyanophyta, Bacillariophyta, Xanthophyta, а также в почве встречаются единичные представители отделов Euglenophyta и Rhodophyta. Обнаруженные виды относятся к пяти отделам, которые представлены неравнозначно. Наибольшим числом видов характеризуются отделы Cyanophyta и Chlorophyta, среди которых доминантными видами являются *Oscillatoria angustissima*, *Chlorococcum infusionum*, *Ulothrix subtilissima*. Ведущую роль играют синезеленые водоросли, представленные пятью семействами – Synechococcaceae, Microcystidaceae, Oscillatoriaceae, Nostocaceae, Anabaenaceae. Наиболее богато представлен род *Oscillatoria* (3 вида: *Oscillatoria angustissima*, *O. lacustris*, *O. pseudogeminata*), на втором месте по числу видов роды *Nostoc* и *Cylindrospermum*, представленные двумя видами (*Nostoc punctiforme*, *N. linckia* и *Cylindrospermum majus*, *C. stagnale* соответственно).

Можно отметить, что в июле 2009 и 2011 гг. доминирующими являются виды, относящиеся к порядкам Ulotrichales, Oscillatoriales, Nostocales, принадлежащие к отделам Cyanophyta и Chlorophyta. Отделы Euglenophyta и Rhodophyta не играют заметной роли в формировании структуры альгофлоры, т.к. каждый отдел представлен одним видом (*Euglena mutabilis* и *Batrachospermum moniliforme* соответственно).

Наибольшим видовым богатством в июле 2009 г. характеризуется отдел Chlorophyta, на долю которого приходится около 37% от общего числа видов за июль 2009 г. Зеленые водоросли представлены 7 видами, которые относятся к 5 родам из 4 семейств, объединенных в 3 порядка (табл. 1).

Таблица 1

Таксономическая структура почвенных водорослей дерново-подзолистой песчаной почвы (июль 2009 г.)

Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид
Cyanophyta	Hormogoniophyceae	Oscillatoriales	1	2	3
		Nostocales	2	2	3
Bacillariophyta	Pennatophyceae	Raphales	1	1	1
Xanthophyta	Xanthococophyceae	Heterococcales	1	1	1
	Xanthotrichophyceae	Tribonematales	2	2	2
	Xanthosiphonophyceae	Botrydiales	1	1	1
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	1	1	1
Chlorophyta	Ulotrichophyceae	Chlorococcales	1	1	1
		Ulotrichales	2	3	5
		Chaetophorales	1	1	1

В отличие от июля 2009 г. в июле 2011 г. наибольшим видовым богатством характеризуется отдел Cyanophyta, на долю которого приходится около 41% от общего числа видов. Синезеленые водоросли представлены 12 видами, которые относятся к 8 родам из 5 семейств, объединенных в 3 порядка (табл. 2).

Таблица 2

Таксономическая структура почвенных водорослей дерново-подзолистой песчаной почвы (июль 2011 г.)

Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид
Cyanophyta	Hormogoniophyceae	Chroococcales	2	2	2
		Oscillatoriales	1	3	5
		Nostocales	2	3	5
Bacillariophyta	Pennatophyceae	Raphales	2	2	3
Xanthophyta	Xanthococophyceae	Heterococcales	1	1	1
	Xanthotrichophyceae	Tribonematales	2	2	2
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	1	1	1
Chlorophyta	Ulotrichophyceae	Chlorococcales	1	1	1
		Ulotrichales	2	4	6
		Chaetophorales	2	2	2
Rhodophyta	Florideophyceae	Nemaliales	1	1	1

Из таблицы 3 видно, что в сентябре 2011 г. ведущую роль играют такие семейства, как Raphales, Oscillatoriales, Nostocales, относящиеся к отделам Cyanophyta и Bacillariophyta, на долю которых приходится 56 и 28% от общего числа видов за сентябрь 2011 г. соответственно.

**Таксономическая структура почвенных водорослей дерново-подзолистой
песчаной почвы (сентябрь 2011 г.)**

Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид
Cyanophyta	Chroococcophyceae	Chroococcales	1	1	1
	Hormogoniophyceae	Oscillatoriales	1	3	5
		Nostocales	2	3	4
Bacillariophyta	Pennatophyceae	Raphales	3	3	5
Chlorophyta	Protococcophyceae	Chlorococcales	1	1	1
	Ulotrichophyceae	Ulotrichales	1	1	1
Rhodophyta	Florideophyceae	Nemaliales	1	1	1

Нами также было оценено распределение почвенных водорослей по экобиоморфам или жизненным формам, которые характеризуют экологические особенности водорослей, независимо от систематической принадлежности (Штина, Голлербах, 1976). Располагая индексы жизненных форм в порядке убывания числа видов, мы получаем спектры жизненных форм:

$H_7P_3Cf_3Ch_3B_1X_1amph.$ (июль 2009 г.)

$H_9P_5Cf_5Ch_5B_3X_1C_1$ (июль 2011 г.)

$P_5B_5Cf_4H_2Ch_1C_1$ (сентябрь 2011 г.)

Большинство обнаруженных представителей почвенной альгофлоры – эдафотфильные водоросли, участие амфибиальных (*amph.*) водорослей в формировании альгогруппировок исследуемых участков незначительно (представлено одним видом *Botrydium granulatum*, обнаруженным в образцах почвы 2009 г.), гидрофильных водорослей обнаружено не было.

Среди эдафотфильных водорослей доминирующее положение в июле 2009 и 2011 гг. занимали представители Н-жизненной формы. Это нитевидные зеленые и желто-зеленые водоросли, неустойчивые против засухи и сильного нагревания. Далее по убывающей расположились водоросли Р-жизненной формы – нитевидные сине-зеленые, устойчивы против засухи, тяготеют к голым участкам минеральной почвы, занимают пространства между растениями; и Cf-жизненной формы – микроскопические талломы азотфиксирующих сине-зеленых водорослей, способные давать слизистые разрастания на поверхности почвы, требовательны к влаге и могут образовывать обильную слизь; а также Ch-жизненной формы – это одноклеточные и колониальные зеленые и желто-зеленые водоросли, обитающие в толще почвы, при благоприятной влажности – и на поверхности почвы, отличаются исключительной выносливостью к колебаниям рН, влажности, засоленности, их обычно обозначают как убиквисты. Незначительным количеством видов представлены водоросли В- и Х-жизненных форм. В-форма представляет собой холодостойкие, светолюбивые, многие солевыносливые, но неустойчивые против высыхания водоросли, предпочитающие нейтральную и щелочную среду, Х-форма – одноклеточные желто-зеленые и зеленые водоросли, отличающиеся неустойчивостью против засухи и экстремальных температур.

В сентябре 2011 г. Р- и В-формы стали доминировать, обогнав по количеству видов Н-форму, что связано с изменением погодных условий: количеством осадков и температурой воздуха.

Особенностью альгофлоры дерново-подзолистой песчаной почвы после оптимизации путем торфования и землевания является преобладание зеленых и синезеленых водорослей, присутствие толерантных к техногенной нагрузке диатомовых водорослей *Hantzschia amphioxys*, а также отсутствие или слабое развитие одноклеточных желтозеленых водорослей.

Литература

- Ваулина Э. Н. Состав и распределение водорослей в некоторых характерных почвах БССР: автореф. дис. ... канд. биол. наук // Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова, Л., 1956. 19 с.
- Звягинцев Д. Г., Бабьева И. П., Зенова Г. М. Биология почв. М.: МГУ, 2005. 448 с.
- Зенова Г. М., Штина Э. А. Почвенные водоросли. М.: МГУ, 1990. 80 с.
- Кузьяметов Г. Г., Дубовик И. Е. Методы изучения почвенных водорослей. Уфа: Изд-во Башкирск. ун-та, 2001. 60 с.
- Михеева Т. М. Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог. Минск: БГУ, 1999. 396 с.
- Штина Э. А., Голлербах М. М. Экология почвенных водорослей. М.: Наука, 1976. 143 с.

СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ЭМИССИИ МЕТАНА И ЕЁ ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ НА РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКАХ МЕЗО-ОЛИГОТРОФНОГО БОЛОТА ПОДЗОНЫ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ

М. Н. Мигловец¹, М. В. Лукашева²

¹ *Институт биологии КомиНЦ УрО РАН, miglovec@bk.ru*

² *Сыктывкарский государственный университет, masha-anton@inbox.ru*

Метан является вторым по значимости в биосфере углеродсодержащим парниковым газом. Метан интенсивно поглощает тепловое излучение Земли в инфракрасной области спектра, поэтому увеличение содержания метана в атмосфере способствует усилению парникового эффекта. В настоящее время концентрация атмосферного метана составляет 1,8 ppm, что почти в 2,5 раза меньше, чем в доиндустриальный период (Mikkela et al., 1995). Это связано, прежде всего, с антропогенным фактором. Природными источниками метана являются болота, на долю которых приходится около 26% от общего количества, поступающего в атмосферу метана (Heikkinen et al., 2002).

Процесс образования метана происходит в анаэробной среде в торфяной залежи благодаря деятельности бактерий. В атмосферу выделяется то количество метана, которое не используется метанотрофными бактериями в зоне аэрации (Бажин, 2000).

В России более детально исследованы потоки метана в болотах Западной Сибири. По данным авторов, эмиссия метана с их поверхности может достигать 20 Тг/год, что составляет значительную долю в глобальном потоке метана с болот (50–70 Тг) (Heikkinen et al., 2002). По литературным данным, эмиссия ме-

тана с поверхности болота зависит от микрорельефа и температуры почвы (Глаголев, Смагин, 2006; Инишева, Сергеева, 2006).

В Республике Коми болотные экосистемы занимают 7,7% всей территории. Единичные работы посвящены эмиссии метана в болотах тундровой зоны в Республике Коми (Heikkinen Juha E. P. et al., 2002).

Цель настоящей работы – изучить суточную динамику эмиссии метана в растительных сообществах мезо-олиготрофного болота и выявить связь этого процесса с температурой почвы, одного из основных экологических факторов.

Исследование проводили с мая по июль 2012 г. на мезо-олиготрофном болоте Мэдла-Пэв-Нюр, расположенном в подзоне средней тайги, в бассейне р. Вычегда на территории Республики Коми. Площадь болота составляет 2790 га, а максимальная глубина торфа 3,4 м. Нами было выбрано 2 участка, которые различаются по составу растительности и характеру обводненности: олиготрофная мочажина (участок № 4) и мезоевтрофная топь (участок № 16).

В травяно-кустарничковом ярусе олиготрофной мочажины доминируют *Scheuchzeria palustris* (10%) и *Oxycoccus palustris* (5%). *Carex limosa*, *Drosera rotundifolia* и *Chamaedaphne calyculata* встречаются единично. Моховой ярус образован мхами рода *Sphagnum* (100%). В травянисто-кустарничковом ярусе мезоевтрофной топи доминируют *Scheuchzeria palustris* (до 50%) и *Utricularia intermedia* (20%). Незначительное пространство занимают *Oxycoccus palustris* (4%), *Menyanthes trifoliata* (4%), *Carex limosa* (4%) и *Andromeda polyfolia* (3%). Единично встречается *Betula nana*. Моховой ярус представлен мхами рода *Sphagnum* (80%).

Для количественной оценки потоков газов применялся метод статических камер. В своей работе мы использовали две алюминиевые камеры площадью 500x500 мм и высотой 400 мм. Газ собирался в пластиковые шприцы объемом 60 мл в определенные промежутки времени суток с общей экспозицией 20 минут. Камеры укомплектованы электрическими вентиляторами для охлаждения и нагнетания воздуха, термометрами и пластиковой трубкой для поддержания атмосферного давления внутри камеры. Шприцы и пробка камеры снабжены сдерживающими кранами.

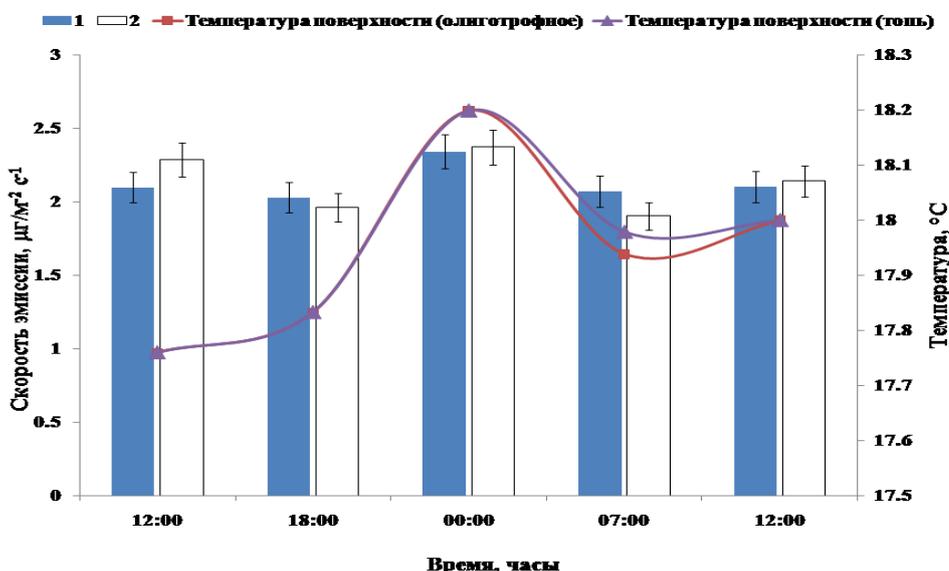
Анализ проб проводили на газовом хроматографе «Кристалл-5000.2» (ОАО «Хроматек») с использованием пламенно-ионизационного детектора. Микроклиматические параметры регистрировали автоматически датчиками «Нобо» (США). Расчёт эмиссии производился с помощью уравнения идеального газа, учитывая объем камеры и микроклиматические характеристики.

Нами установлено, что величина суточных значений эмиссии метана зависит от характера обводненности рассматриваемых участков болота. Так за весенний сезон значение эмиссии на участках мезоевтрофной топи, полностью затопленных водой, несколько ниже эмиссии на участках, приуроченных к олиготрофному микроландшафту. Летом, после полного оттаивания нижних горизонтов, наблюдается обратная тенденция.

Весной суточные значения эмиссии находятся в пределах 0,63–0,72 $\mu\text{г}/\text{м}^{-2} \text{с}^{-1}$ на обводненных участках и 0,82–1,17 $\mu\text{г}/\text{м}^{-2} \text{с}^{-1}$ на олиготрофных, а в летний период возрастает до 2,09–3,38 $\mu\text{г}/\text{м}^{-2} \text{с}^{-1}$ и 1,25–2,38 $\mu\text{г}/\text{м}^{-2} \text{с}^{-1}$ соот-

ветственно. В конце июля, когда установились высокие температуры воздуха и почвы на глубине 0–5 см, величины суточной эмиссии метана на этих участках не различались (рис. 1).

Рис. 1. Суточная динамика температуры почвы на глубине 0–5 см и



эмиссии метана с поверхности олиготрофного участка (1) и мезоевтрофной топи (2) в конце июля

Суточный ход эмиссии метана постоянно варьирует. Наблюдается увеличение потоков метана в ночное время, что согласуется с данными других авторов (Глаголев, Суворов, 2008; Инишева, Сергеева, 2006). В это же время суток мы наблюдаем максимальные значения температуры почвы на глубине 0–5 см. Это свидетельствует о возможном влиянии такого фактора, как температура поверхности, на величину эмиссии CH_4 в течение суток.

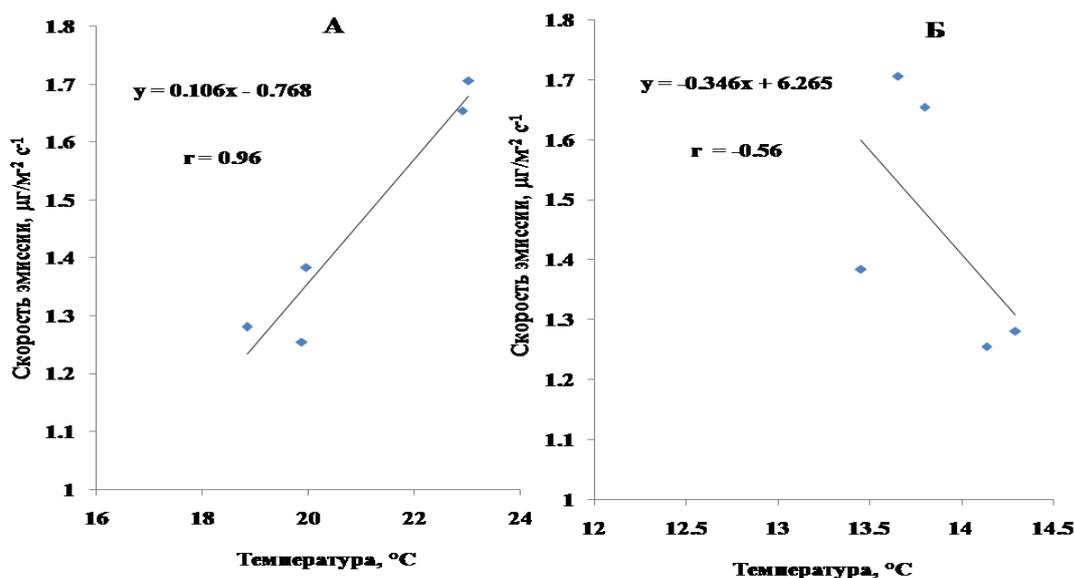


Рис. 2. Зависимость эмиссии метана от приземной температуры (А) и температуры торфа на глубине 30–40 см (Б) на мочажине олиготрофного участка в начале июля

В то же время, согласно исследованиям (Глаголева и др., 2006), нельзя однозначно утверждать о связи динамики эмиссии метана с температурным фактором.

С помощью корреляционного анализа нами показано, что в начале июля суточная эмиссия метана зависит от температуры поверхности болота ($r=0,96$, $p<0,05$) только на олиготрофном участке (рис. 2). Для участка мезоевтрофной топи такой зависимости не выявлено, что указывает на лимитирование эмиссии метана с поверхности таких участков другими экологическими факторами.

Таким образом, можно сделать вывод о зависимости эмиссии метана от такого фактора, как температура верхних горизонтов почвы, что проявляется только в середине летнего периода. Связь скорости эмиссии CH_4 с температурой глубинных слоёв торфа на различных участках исследуемого болота нами не установлена. В течение суток максимальные значения потока приходятся на ночное время.

Работа выполнялась в рамках проекта ПРООН/ГЭФ Укрепление системы особо охраняемых природных территорий Республики Коми в целях сохранения биоразнообразия первичных лесов в районе верховьев реки Печора.

Литература

Бажин Н. М. Метан в атмосфере // Соровский образовательный журнал. 2000. Вып. 6(3). С. 52–57.

Боч М. С., Мазинг В. В. Экосистемы болот СССР. Л.: Наука, 1979.

Глаголев М. В., Сирин А. А., Лапшина Е. Д., Филиппов И. В. Изучение потоков углеродсодержащих парниковых газов в болотных экосистемах Западной Сибири // Вестник ТГПУ, 2010. Вып. 3 (93).

Глаголев М. В., Смагин А. В. Количественная оценка эмиссии метана болотами: от почвенного профиля до региона // Доклады по экологическому почвоведению, 2006. № 3. Вып. 3.

Глаголев М. В., Суворов Г. Г. Болота в проблеме метана // Доклады по экологическому почвоведению, 2008. № 2. Вып. 8.

Инишева Л. И., Сергеева М. А. Условия образования и эмиссия метана в олиготрофных ландшафтах Васюганского болота // Вестник ТГПУ. 2006. Выпуск 6 (57). Серия: Естественные и точные науки. С. 54–59.

Козубов Г. М., Таскаев А. И. Лесное хозяйство и лесные ресурсы Республики Коми. М.: Издательско-продюсерский центр «Дизайн. Информация. Картография», 2000. 512 с.

Catharina Mikkela, Ingvar Sundh, Bo H. Svensson and Mats Nilsson Diurnal variation in methane emission in relation to the water table, soil temperature, climate and vegetation cover in a Swedish acid mire // Biogeochemistry 28: 93–114, 1995.

Heikkinen Juha E. P., Elsakov V., Martikainen P.J. Carbon dioxide and methane dynamics and annual carbon balance in tundra wetland in NE Europe, Russia. Global Biogeochemical Cycles. 2002. V. 16, №. 4. P. 62–77.

КОНКУРЕНТНЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ КУЛЬТУР В АГРОФИТОЦЕНОЗАХ ДЛИТЕЛЬНОГО СРОКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

А. П. Кислицына

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
ГНУ НИИСХ Северо-Востока Россельхозакадемии*

Расширение посевов многолетних трав является одним из условий стабилизации полевого кормопроизводства.

В настоящее время в Кировской области многолетние травы занимают 88,2% посевных площадей кормовых культур (Кировская ..., 2004). Основной бобовой культурой является клевер луговой, долголетие которого не превышает трех лет. Поэтому большая часть посевов представлена старовозрастными травостоями, преимущественно злаковых трав, требующих для формирования высоких урожаев значительного количества дорогостоящих азотных удобрений. Возделывание бобовых культур, имеющих длительный период хозяйственного использования, позволит решить проблему обеспеченности животноводства высококачественными кормами и снизить их себестоимость.

В последние десятилетия в области увеличились площади кислых почв. По данным ФГУ агрохимцентр «Кировский» площадь кислых почв составляет более 70% от обследуемой пашни (Молодкин, 2007).

В этих условиях для создания долголетних укосных травостоев наиболее подходящей культурой является лядвенец рогатый.

Преимущества лядвенца рогатого заключаются в том, что по сравнению с другими бобовыми травами он способен переносить избыточную кислотность почвы и произрастать на малоплодородных почвах. В травостое может сохраняться до 6–8 лет, обладает хорошей зимостойкостью, засухоустойчивостью, отзывчив на увлажнение, обладает хорошими кормовыми достоинствами.

Одним из факторов, способствующих повышению устойчивости и адаптивности агрофитоценозов лядвенца рогатого к неблагоприятным факторам внешней среды, повышению технологичности культуры, является включение в его травостой злаковых трав (Вадопалас, 1960; Минина, 1972). Однако продуктивность и долголетие смешанных посевов зависит от видового состава компонентов и конкурентных взаимоотношений между ними.

Ботанический состав и конкурентные взаимоотношения видов в смоделированных агрофитоценозах изучались нами в полевом опыте, проведенном в 2000–2010 гг. на опытном поле НИИСХ Северо-Востока в двух закладках (2000 и 2003 гг.). При создании травосмесей использовали сорта трав, районированные в области: лядвенец рогатый Солнышко, тимофеевку луговую Ленинградская 204, ежу сборную Хлыновская, костер безостый Моршанский, клевер луговой Трио, клевер гибридный Йыгева. Норма высева семян лядвенца рогатого в одновидовом посеве 12 кг/га, в двухкомпонентных травосмесях 75%, трехкомпонентных – 60% от посева в чистом виде. Норма высева злаковой культуры в смесях 35% от одновидового посева. Норма высева дополняющей бобовой

культуры 30% от одновидового посева. Перед посевом проводилась инокуляция семян бобовых трав.

Предшественник – однолетние травы. Агротехника общепринятая для беспокровного посева многолетних трав. Почва опытного участка – дерновоподзолистая среднесуглинистая, рН- 4,8–5,2, с повышенным содержанием подвижного фосфора и средним обменного калия.

Фосфорно-калийные удобрения вносились общим фоном, перед закладкой опыта $P_{90}K_{90}$ и ежегодно весной в подкормку $P_{60}K_{60}$. Азотные удобрения, 60 кг/га д.в. вносились в год закладки опыта. Использование травостоев двуукосное. Первый укос в фазе начала цветения лядвенца рогатого, второй в третьей декаде августа.

Погодные условия в годы исследований значительно различались, что дало возможность проследить их влияние на развитие растений и их ценоотическую активность.

2000 г. был крайне засушливым и расчетной плотности травостоя злаковых трав на первой закладке опыта, в первый год хозяйственного использования (2001), в отличие от второй закладки, было не получено. Все это отразилось на содержании злаков в травостоях первого года пользования и ботанической структуре урожая.

В первый год хозяйственного использования (1 закладка опыта) лядвенец рогатый доминировал в двухкомпонентных травостоях с тимофеевкой луговой и ежой сборной. Долевое участие в структуре урожая первого укоса составляло 89...91%. В двухкомпонентной смеси лядвенца рогатого с клевером луговым Трио в травостое доминировал клевер луговой и занимал в структуре урожая первого укоса 82%. В тройных травосмесях, где клевер луговой был включен в качестве дополняющей бобовой культуры, он также был доминантом. Коэффициент конкурентоспособности (CR) составлял 5,7.. 7,4, против 0,1... 0,36 у лядвенца рогатого и 0,19...0,75 у злаковых трав. Во второй закладке опыта (год посева благоприятный по влагообеспеченности) в первый год хозяйственного использования лядвенец рогатый доминировал над клевером луговым в 2-х и 3-х компонентных посевах. В 3-х компонентных посевах его долевое участие в урожае было ниже, чем злаковых трав и ниже чем клевера гибридного.

В трехкомпонентных смесях во второй и последующие годы хозяйственного использования долевое участие культур в структуре урожая зависело как от их биологических особенностей так и погодных условий.

По результатам наблюдений, в двух закладках опыта больше всего выпадение растений лядвенца рогатого отмечается в смешанных посевах с клевером луговым. Из злаковых культур в большей степени подавляют развитие лядвенца, особенно при старении травостоев, кострец безостый и ежа сборная и меньше – тимофеевка луговая.

В травосмесях лядвенца рогатого с клевером луговым (двух и трех компонентный травостой) впервые годы высокий уровень продуктивности складывался в первых укосах за счет клевера лугового, а во вторых, за счет высокоотавного лядвенца рогатого. К 5 году жизни происходит практически полное выпадение клевера и наблюдается внедрение злаковых трав. В травосмесь ляд-

венца рогатого и клевера лугового внедрение злаковых (ежа сборная) примесей идет более активно, чем в бобово-злаковые травостои, и их участие в структуре урожая достигает к 6 году жизни 30–50%. Из бобово-злаковых травосмесей не сеянные виды злаков активнее внедряются в травостои с тимофеевкой луговой.

Так на первой закладке опыта в двух и трех компонентных травосмесях лядвенца с включением тимофеевки, даже при благоприятных условиях увлажнения в 2007 г. для тимофеевки луговой, доля культурной злаковой примеси превосходила доленое участие в травостое основной злаковой культуры – тимофеевки. В 2008 г. доленое участие в урожае ежи сборной составило 28,0% ...48% против 5,8...26,0% тимофеевки луговой, в 2009 г. – от 28,5% до 55,0% против 5,8...26,4% тимофеевки. Такая же закономерность отмечается на второй закладке опыта. На наш взгляд это связано с ранним отчуждением на протяжении восьми лет тимофеевки луговой, которая к 1 укосу (фаза цветения лядвенца рогатого) находится в фазе выметывания султана, начала колошения, а также с высокой ценотической активностью ежи сборной.

Из сорных растений внедряются в травостои такие многолетние сорняки как одуванчик лекарственный, ромашка непахучая, щавелек малый. Наиболее конкурентноспособными к сорной растительности смешанные агрофитоценозы в состав которых входит мятликовый компонент.

Во втором укосе во все годы наблюдений в структуре травостоев смешанных посевов преобладает лядвенец рогатый. Процентное соотношение в структуре травостоя бобовых и злаковых культур по годам жизни зависит в большей мере от условий отрастания отавы. Также в связи с внедрением злаков в одновидовые посевы лядвенца рогатого и в двухкомпонентные смеси с бобовыми культурами, а также со значительным выпадением растений лядвенца рогатого к 7–9 годам жизни трав снижается его доленое участие в структуре урожая второго укоса в сравнении с предыдущими годами. В ботаническом составе урожая увеличивается доля культурной примеси – ежи сборной.

Уровень формирования урожайности многолетних трав зависел от погодных условий вегетационного периода, условий перезимовки и биологических особенностей многолетних трав. Первый укос был достаточно высоким во все годы наблюдений во всех агрофитоценозах. С возрастом травостоев урожайность многолетних трав несколько снижается.

Уровень урожайности во втором укосе зависел от погодных условий второй половины вегетации. Благоприятные условия для формирования второго укоса сложились в большинстве лет наблюдений за исключением 2001, 2002, 2008, 2010 гг.

Сбор сухого вещества по вариантам опыта в среднем за годы исследований составил от 7,1 до 7,62 т/га.

Биохимический состав кормовой массы агрофитоценозов изменялся по годам исследований в зависимости от смены ботанического состава. С уменьшением в ботанической структуре урожая доли бобового компонента снижается протеиновая и энергетическая ценность кормовой массы.

Оценка хозяйственной эффективности изучаемых агрофитоценозов показала, что наиболее высокий выход переваримого протеина, и обменной энергии

получен в одновидовых посевах лядвенца рогатого и его двухкомпонентных посевах с тимофеевкой луговой (табл.).

Таблица

**Продуктивность агрофитоценозов на основе лядвенца рогатого
в среднем за годы использования**

Варианты опыта	Сбор с 1 га		
	сухого вещества, т	переваримого протеина, т	оэ, ГДж
Лядвенец рогатый	7,47	0,742	68,4
Лядвенец + тимофеевка луговая	7,62	0,646	67,8
Лядвенец + ежа сборная	7,58	0,537	66,4
Лядвенец + клевер луговой	7,12	0,647	64,8
Лядвенец + клевер луговой + кострец безостый	7,72	0,476	63,9
Лядвенец + клевер луговой + тимофеевка луговая	7,19	0,588	63,9
Лядвенец + клевер гибридный + тимофеевка луговая	7,19	0,589	64,8

Таким образом, изучение агрофитоценозов на основе лядвенца рогатого позволяет заключить, что лядвенец рогатый не является ценотически активной культурой. Включение в травосмеси второй бобовой культуры снижает его конкурентноспособность.

При создании смешанных травостоев с лядвенцем рогатым лучшей дополняющей злаковой культурой является тимофеевка луговая. Эта травосмесь конкурентноспособна к сорной растительности, наиболее устойчива по продуктивности, позволяет получать стабильные урожаи с высоким качеством кормовой массы на протяжении 5–6 лет. Возделывание лядвенца рогатого с ранне-спелыми злаковыми культурами (ежа сборная, кострец безостый) нецелесообразно в виду их высокой ценотической активности.

Литература

- Вадопалас А. И. Лядвенец рогатый – хороший компонент травосмесей // Земледелие, 1960. № 9. С. 71–72.
- Кировская область в цифрах. Киров, 2004. С. 55–80.
- Минина И. П. Луговые травосмеси. М.: Колос, 1972. 287 с.
- Молодкин В. Н. Плодородие пахотных почв Кировской области по состоянию на 01.01.2007г. // Основные направления совершенствования системы земледелия Кировской области: Материалы науч.-практ. конф. Киров, 2007. С. 91–94.

СЕКЦИЯ 2 ЗООИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОРНИТОФАУНЫ ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ»

С. В. Кондрухова

Государственный природный заповедник «Нургуш», parus1970@mail.ru

Основным видом научной деятельности заповедников является мониторинг состояния природных комплексов и их отдельных компонентов. К числу приоритетных направлений относится наблюдение за изменением уровня биоразнообразия позвоночных животных. Птицы среди них занимают особое место, поскольку являются хорошим индикатором состояния природной среды. Они чутко реагируют на происходящие изменения, сокращая или расширяя ареалы, исчезая на трансформированных территориях и увеличивая численность в подходящих местообитаниях. Сбор и анализ информации о динамике и состоянии орнитофауны отдельно взятой территории, может служить надежным методом контроля состояния природных экосистем.

Орнитологические исследования на территории долинного комплекса (ДК) заповедника «Нургуш», включающего в себя собственно заповедник, его охранную зону и прилегающие окрестности (около 150 км²) проводятся с 1995 г. За период исследований (1995–2012 гг.) на территории ДК отмечено 198 видов птиц, представляющих 16 отрядов и 45 семейств. Из них 146 видов гнездятся, 37 относятся к числу пролетных, регулярно встречающихся в заповеднике во время весенних и осенних миграций, 9 – к зимующим, появляющимся только в осенне-зимний период и 6 видов – к залетным, редко, нерегулярно регистрируемых в разные сезоны года (табл. 1).

Основу орнитофауны ДК составляют воробьинообразные птицы (83 вида), значительно меньше ржанкообразных (34 вида), гусеобразных (19 видов) и соколообразных (15 видов). Заметно участие совообразных (10 видов), журавлеобразных и дятлообразных птиц (по 7 видов). Остальные отряды представлены лишь 1–5 видами.

Среди гнездящихся птиц также преобладают воробьинообразные (51%), ржанкообразные (12%) и соколообразные (8,9%). Группа пролетных птиц представлена в основном ржанкообразными (46%) и гусеобразными (30%). Зимующие относятся к 3 отрядами, среди которых доминируют совообразные и воробьинообразные. Группа залетных птиц включает 4 отряда, с явным преобладанием воробьинообразных.

В соответствии с биотопическим распределением птицы заповедника делятся на 4 экологические группировки (Белик, 2000): дендрофилы (гнездящие-

ся среди древесно-кустарниковой растительности), лимнофилы (экологически связанные с мелководьями и околководными биотопами), кампофилы (гнездящиеся и кормящиеся в травянистых открытых ландшафтах) и склерофилы (нуждающиеся для гнездования в эрозионных обнажениях геологических пород или в их аналогах).

Таблица 1

**Таксономический состав и сезонная структура орнитофауны
заповедника «Нургуш»**

Отряды	Всего видов	%	в том числе							
			гнезд.	%	прол.	%	зим.	%	залет.	%
Gaviiformes	1	0,5	–	–	1	2,7	–	–	–	–
Podicipediformes	2	1	–	–	1	2,7	–	–	1	17
Ciconiiformes	4	2	3	2,1	1	2,7	–	–	–	–
Anseriformes	19	10	8	5,5	11	30	–	–	–	–
Falconiformes	15	7,6	13	8,9	2	5,4	–	–	–	–
Galliformes	5	2,5	4	2,7			1	11	–	–
Gruiformes	7	3,5	4	2,7	3	8,1	–	–	–	–
Charadriiformes	34	17	17	12	17	46	–	–	–	–
Columbiformes	5	2,5	4	2,7	–	–	–	–	1	17
Cuculiformes	2	1	2	1,4	–	–	–	–	–	–
Strigiformes	10	5,1	6	4,1	–	–	4	44	–	–
Caprimulgiformes	1	0,5	1	0,7	–	–	–	–	–	–
Apodiformes	1	0,5	1	0,7	–	–	–	–	–	–
Coraciiformes	2	1	1	0,7	–	–	–	–	1	17
Piciformes	7	3,5	7	4,8	–	–	–	–	–	–
Passeriformes	83	42	75	51	1	2,7	4	44	3	50
Всего:	198	100	146	100	37	100	9	100	6	100

Анализ данных показал, что основу орнитофауны ДК составляют дендрофилы и лимнофилы, значительно меньше присутствует кампофилов и склерофилов (рис.). Такое соотношение вполне объяснимо и обусловлено природными условиями заповедника, территория которого представляет собой лесистую пойму, с многочисленными озерами-старичьями, речками и протоками. В заповеднике лесопокрытая площадь составляет более 87%, в охранной зоне – 67%. Открытые пространства (пойменные луга и луговины) занимают незначительные по площади участки (в заповеднике – 1,7%, охранной зоне – 23%), а эрозионные обнажения геологических пород есть лишь по берегам рек Вятка и Прость.

В группе дендрофилов доминируют воробьинообразные (62%) и соколообразные (10%) птицы, лимнофилы представлены в основном ржанкообразными (44%) и гусеобразными (27%), среди кампофилов и склерофилов лидируют воробьинообразные птицы. В гнездовой фауне также преобладают дендрофилы (59%) (воробьинообразные, соколообразные, дятлообразные) и лимнофилы (25%) (ржанкообразные, гусеобразные, воробьинообразные).

В зоогеографическом отношении орнитофауна ДК представлена 5 типами фаун (Штегман, 1938) (табл. 2). Основу составляют представители европейской фауны (36%) и транспалеарктические (широко распространенные) виды (31%).

Сибирский тип представлен 35 видами (18%), арктический – 22 (11%), средиземноморский и китайский – по 4 вида (по 2%). В гнездовой фауне преобладают также представители европейского типа и транспалеаркты, среди пролетных – арктический, среди зимующих – сибирский тип фауны.

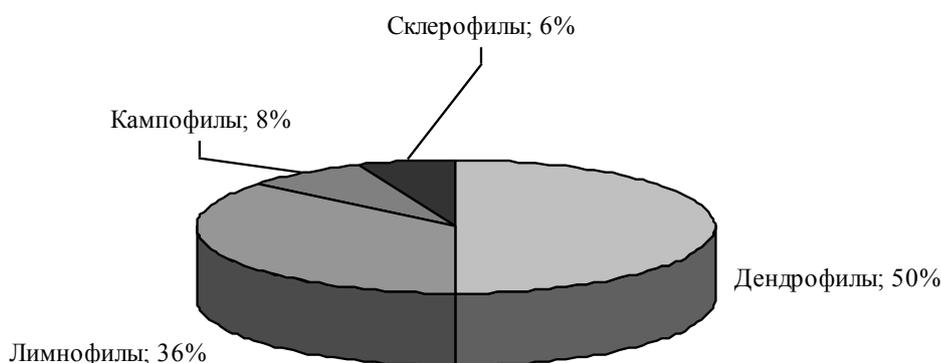


Рис. Экологическая структура орнитофауны заповедника «Нургуш»

Таблица 2

Распределение птиц заповедника «Нургуш» по типам фаун и характеру пребывания

Типы фаун	Всего видов	%	В том числе							
			гнезд	%	прол	%	зим	%	зал	%
Арктический	22	11	–	–	19	51	3	33	–	–
Сибирский	35	18	22	15	5	14	5	56	3	50
Европейский	72	36	61	42	7	19	1	11	3	50
Средиземноморский	4	2	3	2	1	3	–	–	–	–
Китайский	4	2	4	3	–	–	–	–	–	–
Траспалеаркты	61	31	56	38	5	13	–	–	–	–
Всего	198	100	146	100	37	100	9	100	6	100

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Основу орнитофауны заповедника составляют воробьинообразные, ржанкообразные, гусеобразные и соколообразные птицы.
2. По экологической структуре орнитофауна представляет собой дендро-лимнофильный орнитокомплекс.
3. В зоогеографическом отношении здесь преобладают представители европейского типа фауны и траспалеарктические виды.
4. Общая характеристика орнитофауны долинного комплекса отражает основные черты гнездовой фауны заповедника.

Литература

Белик В. П. Птицы степного Придонья: Формирование фауны, ее антропогенная трансформация и вопросы охраны. Ростов-на-Дону, 2000. 376 с.
 Штегман Б. К. Основы орнитогеографического деления Палеарктики // Фауна СССР: Птицы, Т. 1, Вып. 2. М.-Л., 1938. С. 1–157.

ЧУЖЕРОДНЫЕ ВИДЫ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ЗАПОВЕДНИКЕ «НУРГУШ»

С. Е. Шубин

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

Основным критерием отнесения вида к разряду чужеродных является расширение его ареала на территории, где ранее вид не обитал, а если и встречался, то десятки лет назад, за которые в экосистемах произошли некоторые изменения (Бобров и др., 2008).

Чужеродные виды животных, оказавшиеся на новой территории в силу различных обстоятельств, особенно в структуре давно сложившихся и устойчивых биоценозов, представляют собой некоторую опасность и особый интерес. Влияние таких видов разнообразно и часто неоднозначно. Особо охраняемые природные территории лучше всего подходят для оценки роли вселенцев.

Мы попытались предварительно оценить экологическую роль и состояние чужеродных видов млекопитающих на территории государственного природного заповедника «Нургуш» на основе результатов регулярных наблюдений и анализа результатов разнообразных способов учета зверей (за 18 лет существования ООПТ).

Непродолжительное время существования заповедника не позволяет проследить историю заселения территории чужеродными видами. Согласно предложенной классификации (Бобров и др., 2008; Хляп и др., 2008) по способу внедрения чужеродных видов в аборигенные экосистемы все вселенцы, зарегистрированные на территории заповедника, могут быть подразделены на следующие группы: реинтродуцированные (восстановленные виды на территории, где они ранее обитали, а затем полностью исчезли): речной бобр – *Castor fiber* L.; расширившие свой ареал за счет расселения из мест интродукции: ондатра – *Ondatra zibethicus* L.; енотовидная собака – *Nyctereutes procyonoides* Gray; американская норка – *Mustela vison* Brisson; расширившие ареал естественным путем: кабан – *Sus scrofa* L.

Всего на территории заповедника «Нургуш» зарегистрировано 50 видов млекопитающих, из которых только указанные 5 относятся к вселенцам, что составляет всего 10%. Это меньше, чем на других заповедных территориях России (Бобров и др., 2012). В составе териофауны заповедника пока не зарегистрированы такие обычные для биосферных заповедников виды как домовая мышь, серая и черная крысы, одичавшие домашние собаки. Такое положение дел можно объяснить рядом причин: на территории заповедника нет постоянно обитаемых людьми объектов и транзитных путей сообщения; нет близкорасположенных обрабатываемых земель сельскохозяйственного назначения и крупных населенных пунктов; ежегодно во время весеннего половодья большая часть территории затапливается на 2–3 недели.

Современное распространение и изменение численности чужеродных видов в заповеднике достаточно легко оценить, так как за ними ведется постоян-

ное наблюдение, и все они являются объектами зимних маршрутных и специализированных учетов.

Ондатра распространена на всех водоемах заповедника. Кормовая база разнообразна и стабильна. За последние три года наметилась тенденция к снижению численности, причина которой не ясна. Этот зверек стал, вероятно, одной из главных причин очень значительного снижения численности выхухоли в заповеднике.

Енотовидная собака связана с побережьями многочисленных водоемов, распространена повсеместно, численность не велика, основу питания во все сезоны года составляет рыба, которую добывает, в основном, около бобровых плотин и на обсыхающих мелководьях. Серьезного влияния на экосистемы, вероятно, не оказывает из-за стабильной кормовой базы и невысокой численности. Тем не менее, енотовидная собака на территории заповедника связана конкурентными отношениями в питании с целым рядом животных (барсук, лисица, волк, выдра, норка, хорь, орлан-белохвост). Некоторые из перечисленных животных могут быть прямыми врагами енотовидной собаки.

Американская норка имеет стабильную численность, распространена на территории повсеместно и равномерно. Данный вид стал причиной вытеснения норки европейской.

Бобр – широко распространенный в заповеднике вид, занимает все благоприятные для его обитания озера и речки, численность относительно постоянна на протяжении всего периода наблюдения. Кормовая база разнообразна и стабильна. Данный вид оказывает существенное воздействие на биоценозы путем создания новых местообитаний для растений и животных, изменением условий увлажнения территории благодаря его активной деятельности имеющей средообразующий характер.

Кабан обитает на всей территории заповедника, численность его подвержена изменениям в соответствии с урожайностью дуба, высотой и характером снежного покрова, степенью воздействия со стороны волков. Кабаны оказывают существенное воздействие на функционирование биоценозов в результате своей роющей деятельности, результаты которой могут быть как положительными, так и негативными.

Таким образом, к настоящему времени все виды - вселенцы достигли оптимальной для территории заповедника численности, существующая емкость среды в виде комплекса необходимых для их нормальной жизнедеятельности условий не позволяет им увеличивать количество особей. К видам, реально способным существенно влиять на функционирование биоценозов заповедника, могут быть отнесены лишь кабан и бобр, изменяющие условия обитания других организмов.

Литература

Бобров В. В., Варшавский А. А., Хляп Л. А. Чужеродные виды млекопитающих в экосистемах России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 232 с.

Бобров В. В., Желтухин А. С. Инвазийные виды млекопитающих в Центрально-Лесном биосферном заповеднике // Динамика многолетних процессов в экосистемах Центра-

льно-Лесного заповедника (Тр. Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника. Вып. 6). Великие Луки, 2012. С. 276–284.

Хляп Л. А., Бобров В. В., Варшавский А. А. Биологические инвазии на территории России: млекопитающие // Российский журнал биологических инвазий, 2008. № 2. С. 67–83.

ДИНАМИКА НАСЕЛЕНИЯ МЕРТВОЕДОВ (COLEOPTERA, SILPHIDAE) ПОЙМЕННЫХ СООБЩЕСТВ ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ»

Л. Г. Целищева, Г. И. Юферев

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

Семейство Мертвоеды широко распространено по всему Земному шару, большинство видов известны из Голарктики (Николаев, Козьминых, 2002). Жуки и личинки обычно питаются падалью или разлагающимися растительными остатками, некоторые хищники.

На данный момент в фауне России насчитывается 54 вида мертвоедов (Шаврин, 2007). В Кировской области их зарегистрировано 18 видов (Шернин, 1974; Юферев, 2001).

Систематические исследования сезонной динамики почвенной мезофауны пойменных сообществ в заповеднике начались в 2008 г. Первые сведения по фауне и населению мертвоедов опубликованы авторами в 2009 г. (Целищева, Юферев, 2009).

Экологический профиль для изучения почвенной мезофауны был заложен в 6 биоценозах, характеризующих различные почвенно-растительные условия поймы на территории заповедника. *Высокая пойма* (гривы): липово-дубовый лес клеверо-снытево-костровый на берегу протоки оз. Кривое; дубовый лес чино-подмаренниково-снытево-клеверный на берегу оз. Нургуш; осиново-липовый лес хвощево-будрово-снытевый на берегу оз. Малое Кривое; *низкая пойма*: разнотравно-злаковый луг таволгово-мятликово-костровый на берегу оз. Нургуш; *притеррасная пойма*: злаково-разнотравный луг кострово-осоково-таволговый на берегу р. Прость; *приустьевый вал реки Вятки*: ивняк горцево-двуклещиково-осоковый на берегу р. Вятки.

Материал был собран в течение вегетационных сезонов 2008–2012 гг. методом почвенных ловушек, в качестве которых использовались пластиковые стаканы объемом 0,5 л с фиксатором (4%-ный формалин). В каждом биотопе устанавливалась линия из 10 ловушек, время экспозиции – декада. Жуков-мертвоедов в ловушки привлекали попадавшие и погибавшие в них животные, а также запах формалина. Всего отработано 39049 ловушко-суток. Определено 5355 экземпляров имаго мертвоедов, личинки (765 экз.) не идентифицировались. Видовые названия даны по О. Л. Крыжановскому (1965). Оценка роли видов в сообществе осуществлена с использованием пятибальной шкалы, предложенной Ю. П. Песенко (1982). Виды, имеющие балл обилия 5, рассматривались как массовые, 4 – многочисленные, 3 – обычные, 2 – редкие, 1 – очень редкие.

Фауна мертвоедов пойменных сообществ заповедника «Нургуш» характеризуется высоким видовым разнообразием. В результате наших исследований выявлено 13 видов мертвоедов, относящихся к 5 родам (табл. 1). Это составляет 72% от фауны мертвоедов Кировской области. По видовому обилию преобладали представители рода *Nicrophorus* (6 видов), являющиеся специализированными некрофагами, а по численному обилию – полифаги из рода *Silpha* (68,5% численного обилия). Массовыми видами были *Silpha carinata* и *Nicrophorus vespilloides*. Встречены очень редкие виды: *Nicrophorus humator* Ol., *N. interruptus* Steph., *N. sepultor* Charp. Обычный на плакоре *Thanatophilus rugosus* L., в пойме отмечен единично.

Таблица 1

Видовой состав, количество экземпляров и численное обилие мертвоедов в пойменных сообществах заповедника «Нургуш» (суммарные данные за 2008-2010 гг.)

№ п/п	Виды	2008	2009	2010	2011	2012	Итого, экз.	Численное обилие, %
1	<i>Oiceoptoma thoracicum</i> (L.)	5	7	2	3	7	24	0,45
2	<i>Thanatophilus sinuatus</i> (F.)	1				2	3	0,06
3	<i>T. dispar</i> (Hbst.)	9	1				10	0,18
4	<i>T. rugosus</i> L.		1				1	0,02
5	<i>Silpha carinata</i> Hbst.	356	657	506	755	1150	3424	63,94
6	<i>S. tristis</i> Ill.	30	116	16	42	44	248	4,63
7	<i>Phosphuga atrata</i> (L.)	17	59	21	8	19	124	2,31
8	<i>Nicrophorus humator</i> Ol.	1		1			2	0,04
9	<i>N. vespillo</i> (L.)	95	32	87	59	15	288	5,38
10	<i>N. vespilloides</i> Hbst.	752	108	61	228	34	1183	22,1
11	<i>N. investigator</i> Zett.	19	7	1	4		31	0,58
12	<i>N. interruptus</i> Steph.		7	2		3	12	0,22
13	<i>N. sepultor</i> Charp.		4	1			5	0,09
	Итого имаго (экз.)	1285	999	698	1099	1274	5355	
	Итого видов	10	11	10	7	8	13	
	Итого личинок (экз.)	145	155	69	306	90	765	
	Количество ловушко-суток	5917	8295	8848	7852	8137	39049	

Численность мертвоедов в пойменных сообществах заповедника была самой низкой в жаркий и засушливый 2010 г. Более многочисленными эти жуки были в 2008 г. и 2012 г. (табл. 1). Погодные условия значительно влияют на распространение запахов, по которым мертвоеды ориентируются в поисках пищи, поэтому во влажные и теплые сезоны их численное и видовое обилие было выше. Наблюдалась общая тенденция снижения численности мертвоедов в биоценозах заповедника с 2008 г. по 2010 г., а затем повышения с 2011 г. по 2012 г. Подъем популяемости практически во всех сообществах с 2008 г. по 2012 г. отмечен для *S. carinata*, а снижение числа пойманных экземпляров в этот же период – для *N. vespilloides*.

Метод почвенных ловушек не позволяет полностью выявить видовой состав изучаемого семейства на территории заповедника, так, например, мертвоеды, встречающиеся на трупах крупных млекопитающих, отсутствуют в сборах. В массе в ловушки попадают передвигающиеся преимущественно по поверхности почвы представители родов *Silpha* и *Phosphuga*, меньше численность в основном летающих *Nicrophorus* и *Oiceoptoma*, единично встречаются летающие и бегающие *Thanatophilus*.

Структура населения мертвоедов на экологическом профиле разнообразна и специфична для каждого биотопа (табл. 2)

Таблица 2

Биотопическое распределение, количество экземпляров, балл обилия (по Песенко, 1982) мертвоедов на экологическом профиле в пойме р. Вятки в заповеднике «Нургуш» (суммарные данные за 2008-2012 гг.)

Виды	Экологические группы по способу питания*	Пойменные сообщества (количество экз./ балл обилия)						Итого, экз.
		Липово-дубовый лес	Дубовый лес	Осиново-липовый лес	Луг на берегу оз. Нургуш	Луг на берегу р. Прость	Ивняк	
<i>Oiceoptoma thoracicum</i>	полифаг	5/2	8/2	3/1		7/2	1/1	24
<i>Thanatophilus sinuatus</i>	некрофаг, сапрофаг				3/1			3
<i>T. dispar</i>	некрофаг, сапрофаг					2/1	8/3	10
<i>T. rugosus</i>	некрофаг, сапрофаг				1/1			1
<i>Silpha carinata</i>	полифаг	249/5	215/5	446/5	794/5	1696/5	24/4	3424
<i>S. tristis</i>	полифаг	3/1	4/1		61/3	176/4	4/2	248
<i>Phosphuga atrata</i>	хищник	14/2	9/2	14/2	36/3	49/3	2/1	124
<i>Nicrophorus humator</i>	некрофаг	1/1	1/1					2
<i>Nicrophorus vespillo</i>	некрофаг	13/2	18/3	29/3	107/4	101/4	20/4	288
<i>N. vespilloides</i>	некрофаг	399/5	301/5	269/5	80/4	68/3	66/5	1183
<i>N. investigator</i>	некрофаг	4/1	4/1	2/1	9/2	12/2		31
<i>N. interruptus</i>	некрофаг				10/2	1/1	1/1	12
<i>N. sepultor</i>	некрофаг		1/1	2/1	1/1	1/1		5
Итого, экз.		688	561	765	1102	2113	126	5355
Итого видов		8	9	7	10	10	8	

Примечание. * Экологические группы по способу питания приводятся по Николаеву, Козьминых (2002).

Наибольшее видовое разнообразие мертвоедов отмечено на лугах (10 видов), и попадаемость их в ловушки была самой высокой, т. к. на открытых пространствах запахи распространяются более эффективно. Абсолютным доминантом был вид *S. carinata*, многочисленными – *N. vespillo*, *N. vespilloides* и *S. tristis*. В число обычных входили *S. tristis* и *P. atrata*. Только на лугах встречены *N. interruptus*, *T. sinuatus*, *T. rugosus*.

В лесных биоценозах зарегистрировано 7–9 видов. В числе массовых – *N. vespilloides* и *S. carinata*, обычным был *N. vespillo*. Остальные виды встречались единично. Только в лесах зарегистрированы редкие виды: *N. humator* и *N. sepultor*. Среди лесных сообществ количество пойманных мертвоедов было самым высоким в осиново-липовом лесу.

Население ивняка характеризуется самым низким видовым обилием (ежегодно отмечалось по 3–5 видов) и низкой попадаемостью мертвоедов. В числе массовых также отмечены виды *N. vespilloides*, *S. carinata*, *N. vespillo*. Отличительной особенностью ивняка было субдоминирование *T. dispar*.

Во всех изученных биотопах сезонная динамика общей попадаемости мертвоедов характеризуется одинаковыми тенденциями: в мае в ловушках отмечены единичные экземпляры, в июне наблюдалось нарастание попадаемости, максимум приходится на начало июля, в августе попадаемость равномерно снижалась. Личинки регистрировались с начала июня по конец августа, с максимумом численности в середине июля. Отмечена зависимость обилия мертвоедов от подходящего субстрата (падших животных), численность которых в ловушках была высокой также в середине июля – начале августа, в период массового расселения молодых особей позвоночных. В почвенные ловушки попадали 14 видов позвоночных животных: лягушка остромордая, чесночница, тритон обыкновенный, ящерица живородящая, кутора, бурозубка малая, бурозубка средняя, бурозубка обыкновенная, лесная мышь, желтогорлая мышь, полевка рыжая, полевка красная, полевка-экономка, мышовка лесная. Численность рода *Phosphuga* была выше при попадании в ловушки моллюсков.

Таким образом, по результатам наших исследований в пойменных сообществах заповедника «Нургуш» зарегистрировано 13 видов мертвоедов (72% от фауны мертвоедов Кировской области). Массовыми видами были *S. carinata* и *N. vespilloides*, у первого из них отмечена тенденция повышения численности с 2008 г. по 2012 г., у второго – снижения. Встречены редкие виды: *Nicrophorus humator* Ol., *N. interruptus* Steph., *N. sepultor* Charp. Структура населения мертвоедов специфична для каждого биотопа и зависит, в основном, от подходящих объектов для питания и погодных условий.

Литература

Крыжановский О. Л. Сем. Silphidae – Мертвоеды // Определитель насекомых европейской части СССР. Т. 2: Жесткокрылые и веерокрылые. М.-Л., 1965. С. 106–110.

Николаев Г. В., Козьминых В. О. Жуки-мертвоеды (Coleoptera: Agyrtidae, Silphidae) Казахстана, России и ряда сопредельных стран: Определитель. Алматы: Казак университеті, 2002. 159 с.

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

Целищева Л. Г., Юферев Г. И. Население мертвоедов (Coleoptera, Silphidae) некоторых биоценозов заповедника «Нургуш» // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития. Вып. VII. Ч. 2.: Сб. материалов Всеросс. науч.-практ. конф. Киров: ООО «Лобань», 2009. С. 269–272.

Шаврин А. В. Список жуков-мертвоедов (Silphidae) фауны России, 2007. (http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/silph_ru.htm).

Шернин А. И. Отряд Жесткокрылые // Животный мир Кировской области / Под ред. А. И. Шернина. Т. 2. Киров, 1974. С. 111–227.

Юферев Г. И. Отряд Coleoptera – Жесткокрылые // Животный мир Кировской области (беспозвоночные животные). Т. 5. Киров: Изд-во ВГПУ, 2001. С. 120–180.

НАСЕЛЕНИЕ ДВУПАРНОНОГИХ МНОГОНОЖЕК (DIPLOPODA) ПОЙМЕННЫХ СООБЩЕСТВ ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ»

А. А. Оносов¹, Л. Г. Целищева²

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *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. В фауне Кировской области на данный момент насчитывается 16 видов (6 семейств, 4 отряда) двупарноногих многоножек (Фарзалиева, 2009). В фауне заповедника их зарегистрировано 7 видов (Фарзалиева, Целищева, 2009).

Целью работы было изучение структуры населения двупарноногих многоножек на экологическом профиле в заповеднике «Нургуш» в 2008–2010 гг. В задачи исследования входило: определить видовой состав диплопод и особенности их биотопического распределения на экологическом профиле, проанализировать плотность диплопод на изучаемой территории и динамику численности, выявить особенности населения диплопод в пойменных сообществах заповедника.

Заповедник «Нургуш» в настоящее время включает два кластерных участка: «Нургуш» и «Тулашор». Исследования выполнены на территории участка «Нургуш». Экологический профиль для изучения почвенной мезофауны был заложен в 2008 г. в 6 биоценозах, характеризующих различные почвенно-растительные условия поймы (рис.).

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 2008–2010 гг. было отработано 23060 ловушко-суток, собрано и определено 3258 экземпляров диплопод. Определение видов проводилось по руководствам С. И. Головача (1995) и Г. Ш. Фарзалиевой (2009). Оценка роли видов в сообществе выполнена с использованием пятибальной шкалы, предложенной Ю. П. Песенко (1982). Виды,

имеющие балл обилия 5, рассматривались как массовые, 4 – многочисленными, 3 – обычными, 2 – редкими, 1 – очень редкими. Динамическая плотность выражена в числе экземпляров на 100 ловушко-суток (экз./100 л.с.).

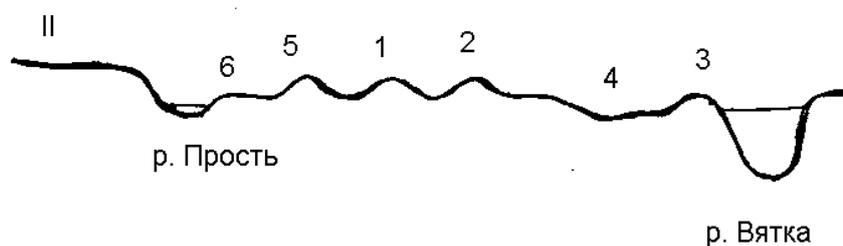


Рис. Схема экологического профиля для изучения почвенной мезофауны в заповеднике «Нургуш».

Обозначения. Биоценозы: 1 – липово-дубовый лес клеверо-снытево-костровый; 2 – дубовый лес чино-подмаренниково-снытево-клеверный; 3 – ивняк горцево-двуклещиково-осоковый; 4 – пойменный разнотравно-злаковый луг таволгоячичково-костровый; 5 – осиново-липовый лес хвощево-будрово-снытевый; 6 – пойменный злаково-разнотравный луг кострово-осоково-таволговый; II – боровая терраса

Население диплопод пойменных сообществ заповедника отличается высокое таксономическое разнообразие (4–7 видов) (табл.).

Наибольшее видовое богатство (6–7 видов) наблюдалось в лесах. На лугах и в ивняке встречалось 4–5 видов. Во всех изученных биотопах доминировали кивсяки неморальной группы *Rossiulus kessleri* и *Megaphyllum sjaelandicum* (балл обилия 4–5) (табл.). Многочисленным в лесах и обычным на лугах был *Ommatoiulus sabylosus*. Гигрофильный *Brachyiulus jawlowskii*, характерный для пойменных сообществ, в наших сборах отсутствовал только в дубовом лесу, расположенном на самой высокой и сухой гриве. Многосвязи *Polydesmus denticulatus* и *P. complanatus*, предпочитающие мезофильные условия увлажнения, обнаружены только в типичных широколиственных формациях – дубовом и липово-дубовом лесах, единичные особи первого из них попадали в ловушки в осиново-липовом лесу. *Polyzonium germanicum* многочисленным был также в лесных сообществах, его единичные экземпляры встречены на лугу у притеррасной р. Прость.

Сходный видовой состав диплопод в подзоне южной тайги в Кировской области был зарегистрирован на осушенных и рекультивируемых торфяниках, где встречены 6 видов (отсутствовал *P. denticulatus*) (Севастьянов и др., 1980).

Самая высокая плотность населения диплопод наблюдались в лесах (табл.). Максимальные значения численности зарегистрированы в осиново-липовом лесу в июле 2008 г. (105,5 экз./100 л.с.). Максимальная ценотическая попадаемость в лесах составляла 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 достигала 5,8 экз./100 л.с. Наименьшая динамическая плотность отмечена в ивняке (0,13 экз./100 л.с.).

Максимум общей попадаемости 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. В жаркое и сухое лето 2010 г. активность двупарноногих многоножек резко снизилась в июле – августе, вероятно, из-за перехода их в состояние летней диапаузы или гибели.

Таблица

Видовой состав, балл обилия, численность и распределение двупарноногих многоножек в пойменных сообществах заповедника «Нургуш» (данные за 2008-2010 гг.)

№ п/п	Виды	Пойменные сообщества (балл обилия 2008 г./2009 г./2010 г.)					
		Липово-дубовый лес	Дубовый лес	Осиново-липовый лес	Луг на берегу оз. Нургуш	Луг на берегу р. Прость	Ивняк
1	<i>Polyzonium germanicum</i>	4/5/2	4/5/4	2/3/1	-/-/-	1/1/1	-/-/-
2	<i>Polydesmus denticulatus</i>	5/3/1	2/2/-	-/1/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-
3	<i>Polydesmus complanatus</i>	2/2/-	3/1/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-
4	<i>Brachyiulus jawlowskii</i>	-/4/2	-/-/-	1/3/2	1/3/-	-/1/4	-/4/-
5	<i>Ommatoiulus sabylosus</i>	-/4/2	-/4/2	-/4/3	-/1/1	-/3/3	-/2/-
6	<i>Rossiulus kessleri</i>	5/2/3	5/3/4	5/5/5	5/5/1	5/5/4	5/1/-
7	<i>Megaphyllum sjaelandicum</i>	4/4/5	2/4/4	4/5/5	-/4/4	1/4/5	-/5/1
	Итого видов	7	6	6	4	5	4
	Итого экземпляров	479/295/48	416/299/52	509/440/160	115/52/9	163/100/48	3/69/2
	Средняя об-щая численность (экз./100 л.с.)	42,8/ 21,5/ 2,9	36,2/ 18,7/ 3,6	50,3/ 28/ 9,4	12,8/ 4,5/ 0,75	20,6/ 7,1/ 0,3	0,3/ 5,8/ 0,13

«-» – вид не обнаружен

Наблюдалась общая тенденция снижения численности диплопод в биоценозах заповедника с 2008 по 2010 гг. (табл.), характерная и для других заповедных территорий южной тайги европейской части России (Коробов, 2012). Резкое иссушение почвы в 2010 г. может быть основной причиной снижения динамической плотности многоножек.

Диплоподы в заповеднике предпочитают лесные сообщества, т.к. для них необходим хорошо развитый подстилочный слой, который, с одной стороны, является убежищем для многоножек, а с другой – пищевой базой для диплопод, типичных фитосапрофагов. На лугах и в ивняке в период половодья подстилочный слой размывается и уносится рекой, оставляя лишь минеральный слой

почвы и частично подстилку, что создает менее благоприятные условия для обитания многоножек и отражается в меньшем их видовом и численном обилии.

Таким образом, население двупарноногих многоножек на экологическом профиле по таксономической структуре разнообразно и специфично для каждого биотопа, но для всех характерна высокая доля видов *Rossiulus kessleri* и *Megaphyllum sjaelandicum*. Индикаторным видом пойменных сообществ является *Brachyiulus jawlowskii*. В заповеднике численность диплопод высокая, несмотря на то, что с помощью почвенных ловушек регистрируются только активные на поверхности почвы особи. Наибольшая их численность отмечена в лесных сообществах с наиболее развитым подстилочным ярусом. Своеобразие населения диплопод в пойменных сообществах заповедника «Нургуш» заключается в более высоком видовом и численном обилии диплопод по сравнению с плакорными биоценозами южной тайги европейской части России. Полученные данные могут быть использованы в контроле за состоянием экосистем заповедника и в качестве эталонных в работах по биоиндикации.

Литература

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

Коробов Е. Д. Многолетняя динамика численности диплопод (Diplopoda) в экосистемах Центрально-Лесного заповедника // Труды Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника. Вып. 6. Динамика многолетних процессов в экосистемах Центрально-Лесного заповедника. Великие Луки, 2012. С. 285–295.

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

Севастьянов В. Д., Артемьева Т. И., Сидорова Л. Е. Мелкие членистоногие // Почвенная фауна и биологическая активность осушенных и рекультивируемых торфяников. М.: Наука, 1980. С. 36–37.

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

Фарзалиева Г. Ш. К фауне многоножек (Myriapoda) Кировской области // Научные исследования как основа охраны природных комплексов заповедников и заказников: Материалы Всеросс. науч.-практ. конф. Киров: ООО «Типография «Старая Вятка», 2009. С. 152–155.

Фарзалиева Г. Ш., Целищева Л. Г. Население многоножек (Myriapoda) некоторых биоценозов заповедника «Нургуш» // Научные исследования как основа охраны природных комплексов заповедников и заказников: Материалы Всеросс. науч.-практ. конф. Киров: ООО «Типография «Старая Вятка», 2009. С. 155–159.

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ СЕНОКОСЦЕВ (OPILIONES) В ЛИПОВО-ДУБОВОМ ЛЕСУ ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ»

Э. В. Габдулхакова¹, Л. Г. Целищева²

¹ Вятский государственный гуманитарный университет,

² Государственный природный заповедник «Нургуш»,
nurgush@zapovednik.kirov.ru

Сенокосцы принадлежат к числу важнейших энтомофагов, истребляющих большое количество насекомых и ограничивающих рост численности популяций разных видов. Эта группа представлена большим количеством особей в почвенной фауне заповедника и играет важную роль в пойменных сообществах заповедника. В настоящее время в заповеднике «Нургуш» зарегистрировано 7 видов сенокосцев (Есюнин, Целищева, 2010).

Заповедник «Нургуш» включает два кластерных участка: «Нургуш» и «Тулашор». Исследования выполнены на территории участка «Нургуш». Сбор сенокосцев проведен в течение вегетационных сезонов 2008–2012 гг. в липово-дубовом клеверо-снытево-костровом лесу. Материал собран при помощи ловушек Барбера: пластиковые 500 мг стаканы, с фиксатором (4% формалин). В биотопе устанавливалась линия из 10 ловушек. Время экспозиции – декада. Отработано 6635 ловушко-суток, общее количество собранных сенокосцев в липово-дубовом лесу – 3134 экз. (табл. 1). Определение видов выполнено по Г. Ш. Фарзалиевой и С. Л. Есюнину (Farzaliyeva, Esyunin, 1999). Оценка роли видов в сообществе осуществлена с использованием пятибальной шкалы, предложенной Ю. П. Песенко (1982). Виды, имеющие балл обилия 5, рассматривались как массовые, 4 – многочисленные, 3 – обычные, 2 – редкие, 1 – очень редкие. Динамическая плотность выражена в числе экземпляров на 100 ловушко-суток (экз./100 л.с.).

Таблица 1

Материал исследования сенокосцев в липово-дубовом лесу

Год	2008	2009	2010	2011	2012	Итого
Количество экземпляров	761	1321	497	221	334	3134
Количество ловушко-суток	1119	1374	1640	1084	1418	6635

Многолетние изменения общего обилия сенокосцев в исследованном сообществе представлены на рис. 1. Среднемноголетнее значение общей численности за 2008–2012 гг. составило 47,2 экз./100 л.с., вариации отдельных годовых значений были от 20 до 96 экз./100 л.с. Наиболее благоприятным для активности сенокосцев был 2009 г. с умеренно теплым и влажным летом и теплой осенью. В жаркий и засушливый 2010 г. их численность, как и других почвенных беспозвоночных (кормовых объектов сенокосцев), резко снизилась и продолжала падать в 2011 г. В 2012 г. наблюдалось небольшое повышение.

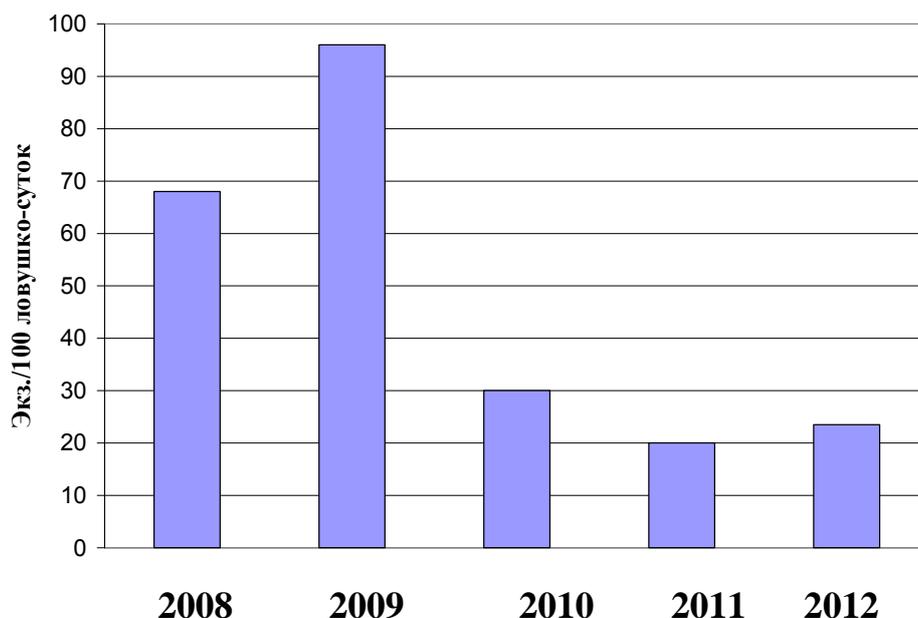


Рис. 1. Динамика общей численности сенокосцев в 2008–2012 гг. в липово-дубовом лесу в заповеднике «Нургуш»

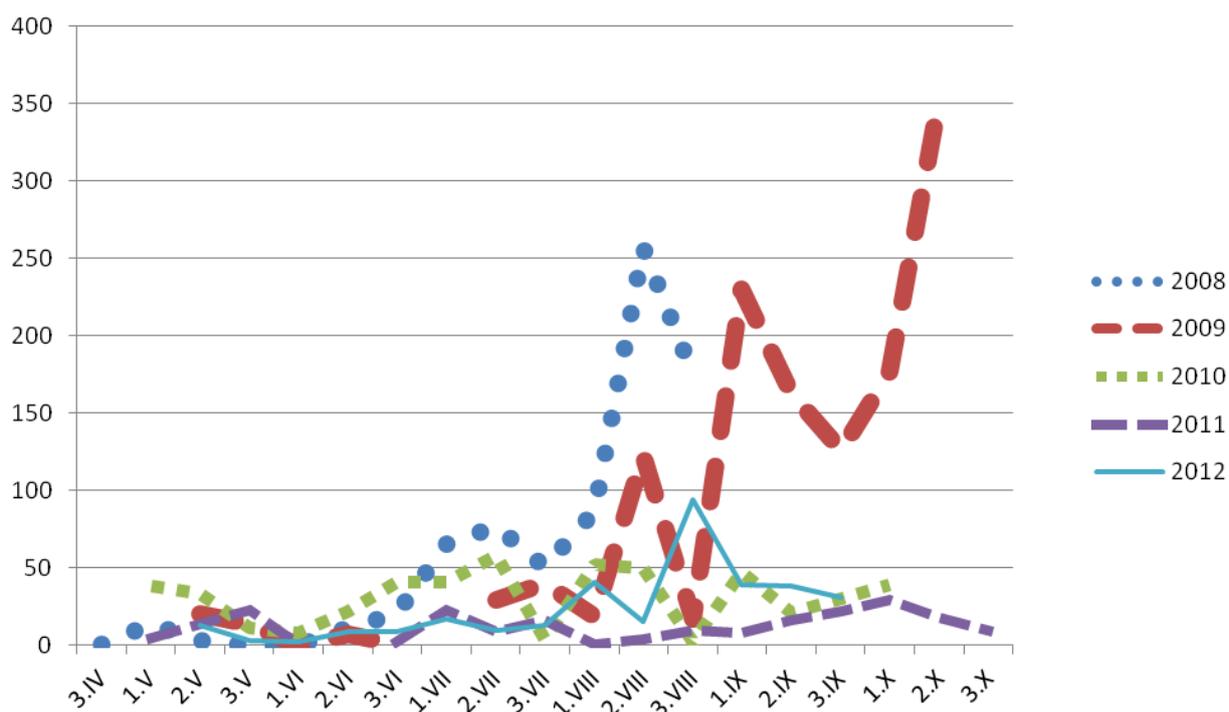


Рис. 2. Сезонная динамика общей численности сенокосцев (экз./100 л.с.) в липово-дубовом лесу в 2008 – 2012 гг.

Во все изученные годы наблюдалось увеличение попадаемости сенокосцев, приходящееся на август – сентябрь (рис. 2, табл. 2). Максимальная численность сенокосцев в липово-дубовом лесу зафиксирована в 2009 г. в середине октября (390 экз./100 л.с.).

Таблица 2

Сезонные изменения общей численности сенокосцев (экз./100 л.с.) в липово-дубовом лесу в 2008–2012 гг.

Декада, месяц	3.IV	1.V	2.V	3.V	1.VI	2.VI	3.VI	1.VII	2.VII	3.VII	1.VIII	2.VIII	3.VIII	1.IX	2.IX	3.IX	1.X	2.X	3.X
Год																			
2008	0,7	14	3	0	0	11	18,1	65	85,5	56,7	87	356,9	312,5						
2009				5	8	21	6,5	37	24	49	8,3	156	32	279	156	106	159	390	
2010		38	41,2	10	8,9	22	41	68,3	58	4,4	47,3	50	1,7	67,1	16,1	33,3	20,5		
2011		5	12,7	31,9	6,7	0	10	34,8	33,3	22,2	5	19	30,3	9,1	25	21,2	45,3	16,1	17,9
2012			14,4	3	1,8	8,3	10	14,2	11,1	13	31,5	18,8	94	43,3	34,5	31			

Таблица 3

Структура населения и сезонная динамика попадаемости сенокосцев в липово-дубовом лесу в 2009 г.

Декада, месяц Вид	3.V	1.VI	2.VI	3.VI	1.VII	2.VII	3.VII	1.VIII	2.VIII	3.VIII	1.IX	2.IX	3.IX.	1.X	2.X	Итого, экз.
<i>Nemastoma lugubre</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	31	6	47	9	6	31	24	167
<i>Lacinius ephippiatus</i>	0	0	1	0	2	5	15	0	34	4	9	2	5	28	57	172
<i>Lophopilio palpinalis</i>	0	0	14	5	30	19	18	3	18	2	52	32	45	52	67	366
<i>Rhilaena triangularis</i>	4	7	0	0	5	0	1	4	0	0	3	1	1	0	0	26
<i>Oligolophus tridens</i>	0	0	2	0	0	1	10	0	36	6	105	112	68	49	121	510
<i>Homolophus nordenskiöldi</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	7	0	3	15	82	108
<i>Mitopus morio</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Итого, экз.	4	7	17	5	37	26	44	10	120	18	223	156	128	175	351	1321

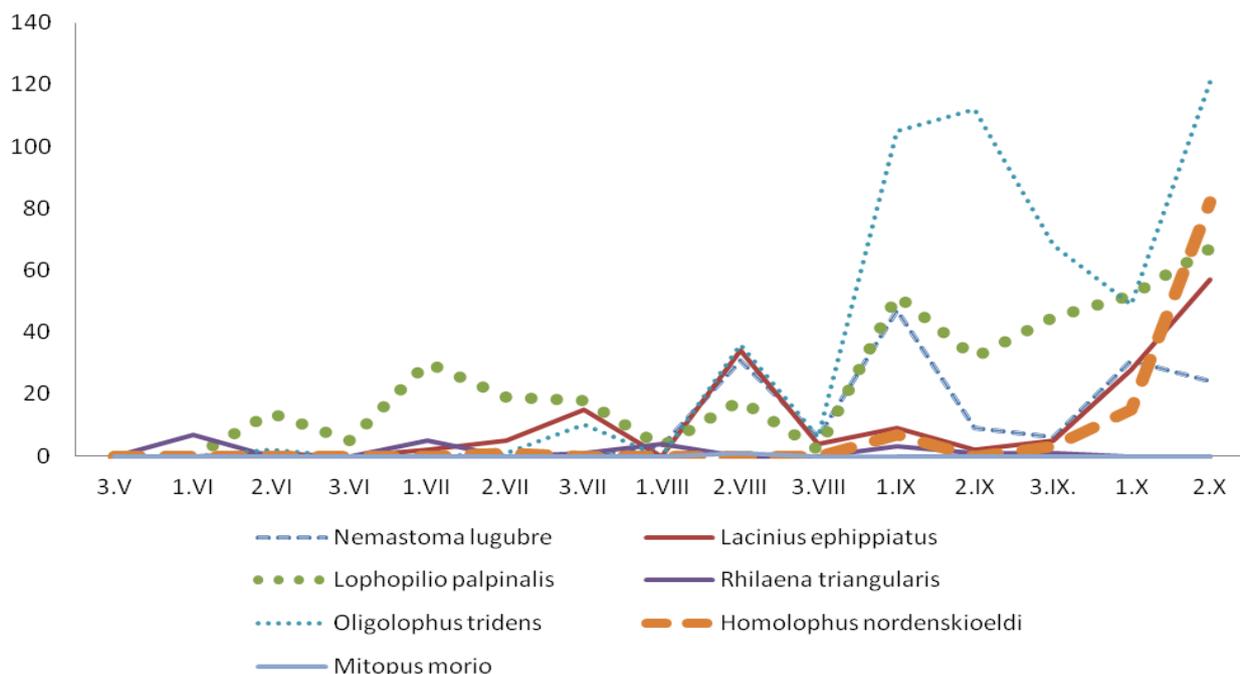


Рис. 3. Сезонная динамика попадаемости сенокосцев (экз./100 л.с.) в липово-дубовом лесу в 2009 г.

Структура населения сенокосцев липово-дубового леса рассмотрена на примере 2009 г., в котором зарегистрированы самые высокие численность и видовое обилие (табл. 3, рис. 3). Отмечено 7 видов сенокосцев, по сравнению с 2008 г. (Есюнин, Целищева, 2010), список дополнен 2 видами: *Mitopus morio* и *Homolophus nordenskiöldi*, последний из них впервые указан для территории заповедника. В липово-дубовом лесу доминировали *Oligolophus tridens* и *Lophopilio palpinalis* (балл обилия 5). Многочисленными были *Lacinius ephippiatus*, *Nemastoma lugubre* и *Homolophus nordenskiöldi* (4 балла), обычным – *Rhilaena triangularis*, редким – *Mitopus morio*.

В сезонной динамике структуры населения можно отметить преобладание в июне *R. triangularis*, в июле – *L. palpinalis*, в августе – *L. ephippiatus*, *N. lugubre* и *L. palpinalis*. В сентябре максимальную численность имели *O. tridens*, *L. palpinalis* и *N. lugubre*, а в октябре подъем активности наблюдался у *O. tridens*, *H. nordenskiöldi*, *L. palpinalis*, *L. ephippiatus* и снижение – у *N. lugubre*. Осенний аспект отличался повышенным видовым разнообразием и более высокой численностью.

Таким образом, в липово-дубовом лесу в заповеднике «Нургуш» за последние 5 лет пик численности сенокосцев наблюдался в 2009 г. Резкое снижение их количества произошло жарким и засушливым летом 2010 г. Тенденция роста числа экземпляров наметилась в 2012 г. В сезонной динамике активности сенокосцев исследуемого сообщества отмечено возрастание численности в августе-сентябре. Структура населения сенокосцев в липово-дубовом лесу характеризуется большим видовым разнообразием и высокой численностью.

Литература

Есюнин С. Л., Целищева Л. Г. Фауна и население сенокосцев (Arachnida, Opiliones) заповедника «Нургуш» // Современные проблемы биомониторинга и биоиндикации: Материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием. Ч. 2. Киров: ООО «Лобань», 2010. С. 34–38.

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

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

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ (LUMBRICIDAE) В ПОЙМЕННЫХ СООБЩЕСТВАХ ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ»

П. А. Васильченко¹, Л. Г. Целищева²

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *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. По имеющимся в литературе данным, знание состава и количественного соотношения видов дождевых червей может быть использовано в качестве показателя гидротермического режима и кислотности почв, дает представление о ходе разложения лесного опада и в целом о характере почвообразовательного процесса (Гиляров, 1965).

Для комплексной оценки экологического состояния экосистем заповедника и их динамики проводится изучение почвенных беспозвоночных, в том числе и дождевых червей как одного из необходимых компонентов в деструкции органического вещества.

Целью работы было изучение пространственной (горизонтальной и вертикальной) структуры населения люмбрицид в условиях минимального антропогенного воздействия. В задачи исследования входило: выявить видовой состав, отметить доминантные виды, проанализировать состав экологических групп, отметить особенности биотопического распределения, определить абсолютную численность и вертикальную структуру населения, указать отличительные черты сообществ дождевых червей в условиях поймы.

Заповедник «Нургуш» включает два кластерных участка: «Нургуш» и «Тулашор». Исследования проведены на территории участка «Нургуш», расположенного в центральной части Кировской области в широкой пойме р. Вятки. Во время весеннего разлива до 98% его площади затапливается водой. Продолжительность затопления грив составляет от 7 до 14 дней, понижений – до 20 дней, прирусловых валов – до одного месяца.

Почвы на гривах под широколиственными лесами – серые лесные, на пойменных лугах – дерново-аллювиальные и болотно-луговые, в прирусловой части поймы – песчаные. Почвы богаты органическими веществами, в течение лета обычно достаточно увлажнены, что создает благоприятные условия для жизни дождевых червей. Экстремальным бывает обитание в пойме в период затопления, но, вероятно, нахождение дождевых червей в состоянии зимней диапаузы в глубоких слоях почвы и наличие воздуха в ней позволяют им выжить в это время.

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 клевероснытево-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-двуклещево-осоковый.

Учеты беспозвоночных выполнены в 2008-2010 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. Абсолютную численность дождевых червей определяли в 2011 г. путем отбора почвенно-подстилочных проб (площадью 0,25 м²), в каждом сообществе взято по 4 пробы (всего 24 пробы); субстрат выбирали отдельно из подстилки и почвенного слоя (0–5 и 5–15 см). Почвенными ловушками собран 801 экземпляр дождевых червей; почвенными раскопками – 119 экз. Определение видов проводилось по руководству Т. С. Всеволодовой-Перель (1997). Оценка роли видов в сообществе выполнена с использованием пятибальной 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). Это составляет 1/3 от общего числа видов Lumbricidae, зарегистрированных в фауне Кировской области (Леви, Устинов, 1971). 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.

Структура населения дождевых червей изученных биоценозов в 2008–2010 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 каждом из исследованных биотопов встречалось 3–4 вида. Доминировали 2 вида *L. rubellus*, *E. tetraedra* (балл обилия 4–5). Наблюдалась смена их доминирования по годам (табл. 2), что можно объяснить разными условиями увлажнения почв. В более влажный 2009 г. преобладал амфибиотический подстилочный вид – *E. tetraedra* (5 баллов во всех биоценозах), а в 2008 г. и 2010 г. лидировал по численности подстильно-почвенный *L. rubellus* (4-5 баллов, кроме ивняка и липняка). Реже встречался во всех исследованных биоценозах собственно почвенный вид *A. caliginosa*. Почвенный вид *O. lacteum* в дубовом и осиново-липовом лесах в ловушки не попадал, в других сообществах отмечен единично. Полученные результаты по уловистости дождевых червей могут быть объяснены принадлежностью их к разным экологическим группам. Уловистость подстилочных и подстильно-почвенных видов, питающихся на поверхности почвы (*E. tetraedra* и *L. rubellus*), была выше, чем собственно почвенных видов (*A. caliginosa* и *O. lacteum*).

По результатам почвенных раскопок в 2011 г. установлена вертикальная структура населения дождевых червей. В исследуемых сообществах более половины червей сосредоточено в верхнем слое почвы, около трети – в подстилке (табл. 3). В ивняке во время отбора проб дождевые черви не встречены. В лесных сообществах максимальная численность зарегистрирована в липово-дубовом лесу (40 экз./м²), высокая плотность была в дубовом лесу (31 экз./м²). На разнотравно-злаковом лугу на берегу оз. Нургуш и на лугу на берегу р. Прость зафиксировано 32 и 23 экз./м², соответственно. Низкая плотность была в осиново-липовом лесу (3 экз./м²).

В исследованных сообществах, как и по результатам учёта почвенными ловушками, доминировал *L. rubellus* (69% от общей численности), относящийся к почвенно-подстилочной группе. *E. tetraedra* встречался, в основном, в подстилке, а *A. caliginosa* – в почве, что подтверждает их принадлежность к соответствующим экологическим группам: *E. tetraedra* – подстилочный вид, питающийся на поверхности почвы, а *A. caliginosa* – почвенный вид среднеярусной группы, питающийся почвенным перегноем червей (Перель, 1979). *O. lacteum* в пробах отсутствовал. Он относится к собственно почвенным червям, имеет высокие требования к влажности почвы, вероятно из-за сухости почвы во время отбора проб не обнаружен.

Таблица 1

Биотопическое распределение и количество экземпляров дождевых червей на экологическом профиле в пойме р. Вятки в заповеднике «Нургуш» в 2008-2010 гг. (суммарные данные за сезоны)

Виды	Пойменные сообщества (количество экз. 2008 г. / 2009 г. / 2010 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	7/67/3	0/10/1	7/35/5	38/46/9	3/21/0	66/219/23
<i>Lumbricus rubellus</i>	34/19/8	49/20/14	16/2/1	22/32/12	26/46/34	3/2/2	150/121/71
<i>Octolasion lacteum</i>	0/4/0	0/0/0	0/0/0	14/0/3	0/3/0	2/3/1	16/10/4
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	9/26/2	9/6/6	4/3/0	10/3/1	1/17/5	5/13/1	38/68/15
Итого, экз.	54/89/15	65/93/23	20/15/2	53/70/21	65/112/48	13/39/4	270/418/113

Таблица 2

Балл обилия (по Песенко, 1984) и экологические группы дождевых червей в пойменных сообществах в заповеднике «Нургуш» в 2008-2010 гг.

Виды	Экологическая группа	Пойменные сообщества (балл обилия 2008 г./2009 г./2010 г.)					
		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	3/5/2	0/5/1	3/5/3	5/5/3	2/5/0
<i>Lumbricus rubellus</i>	Почвенно-подстилочные	5/4/4	5/4/5	5/1/1	4/5/5	4/5/5	1/1/2
<i>Octolasion lacteum</i>	Почвенные верхнеярусные	0/2/0	0/0/0	0/0/0	4/0/2	0/1/0	2/2/1
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	Почвенные среднеярусные	2/4/1	3/2/3	3/2/-	3/2/1	1/3/2	3/4/1
Итого, экз.		54/89/15	65/93/23	20/15/2	53/70/21	65/112/48	13/39/4

**Численность дождевых червей (экз./м²) в пойменных сообществах
в заповеднике «Нургуш» (по результатам
почвенных раскопок 11.07.2011 г.)**

Виды	Пойменные сообщества (абсолютная численность (экз./м ²): числитель – в подстилке (0–5 см), знаменатель – в почве (5–15 см))						
	Липово-дубовый лес	Дубовый лес	Осиново-липовый лес	Луг на берегу оз. Нургуш	Луг на берегу р. Прость	Ивняк	Итого, экз./м ²
<i>Eiseniella tetraedra</i>	$\frac{1}{0}$	$\frac{2}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{3}{7}$	$\frac{5}{1}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{11}{8}$
<i>Lumbricus rubellus</i>	$\frac{2}{24}$	$\frac{0}{27}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{17}{5}$	$\frac{0}{12}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{20}{69}$
<i>Apporectoeda caliginosa</i>	$\frac{0}{13}$	$\frac{2}{0}$	$\frac{0}{1}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{5}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{2}{19}$
Итого, экз./м ²	40	31	3	32	23	0	
Количество видов	3	3	2	3	3	0	

Наши данные пространственного распределения 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.

Таким образом, получены данные о видовом составе дождевых червей в пойменных сообществах заповедника «Нургуш» в течение 2008–2010 гг. Набор видов был ограничен, встречено 4 вида, относящихся к разным экологическим группам. Анализ биотопического распределения показал присутствие дождевых червей во всех изученных биоценозах и сходную структуру их населения. Доминировали 2 вида: подстильно-почвенный *L. rubellus* и подстилочный *E. tetraedra*, реже встречались почвенные *A. caliginosa* и *O. lacteum*. Несмотря на экстремальные условия в период паводков, дождевые черви сохраняли высокую численность в почвах лесов и лугов заповедника, вероятно, благодаря их достаточной дренированности. Комплекс дождевых червей ивняка был обеднен и отличался низкой численностью (песчаная почва мало пригодна для их обитания). В исследуемых сообществах более половины червей сосредоточено в верхнем слое почвы, около трети – в подстилке. Индикаторным видом пойменных сообществ являлся амфибиотический *E. tetraedra*. Преобладание подстильно-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.

Литература

Васильченко П. А., Целищева Л. Г. Фауна и экология дождевых червей (Lumbricidae) в пойменных сообществах заповедника «Нургуш» // Экология родного края: проблемы и пу-

ти решения: Материалы Всерос. молодежной науч.-практ. конф. с международным участием. Кн. 1. (23–25 апреля 2012 г.) Киров: ООО «Лобань», 2012. С. 130–133.

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

Гиляров М. С. Зоологический метод диагностики почв. М.: Наука, 1965. 273 с.

Леви Э. К., Устинов И. Д. Класс Oligochaeta – Малощетинковые кольчецы // Животный мир Кировской области. Т. 1. Киров, 1971. С. 164–169.

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.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ГНЕЗД РЫЖИХ ЛЕСНЫХ МУРАВЬЕВ В ЗАПОВЕДНИКЕ «НУРГУШ»

А. Г. Репин¹, Л. Г. Целищева²

¹ Вятский государственный гуманитарный университет,

² Государственный природный заповедник «Нургуш»,

nurgush@zapovednik.kirov.ru

Рыжие лесные муравьи играют важную роль в лесных сообществах. Они регулируют численность насекомых, поедающих листву и хвою, обогащают почву гумусом, служат пищей многим позвоночным животным, способствуют распространению семян растений. Все виды рыжих лесных муравьев включены в Красную книгу МСОП (международную) в категории LR: nt (пониженный риск, почти угрожаемые); охране подлежат все комплексы муравейников, имеющие научное, практическое, учебное, воспитательное и эстетическое значение (Чичков и др., 2007).

Целью работы было проведение инвентаризации гнезд рыжих лесных муравьев в заповеднике «Нургуш» для последующего мониторинга их состояния. В задачи исследования входило: обследование территории заповедника для выявления муравейников, определение видового состава муравьев, описание и измерение муравейников, картирование муравейников, анализ размеров и форм гнезд муравьев.

Заповедник «Нургуш» в настоящее время включает два кластерных участка: «Нургуш» и «Тулашор». Исследования выполнены на территории участка «Нургуш» площадью 5634 га, расположенного в центральной части Кировской области вблизи границы южной тайги и хвойно-широколиственных лесов, в широкой пойме реки Вятки. Здесь находятся более 85 озер, 5 рек, низинные болота и многочисленные гривы, на которых сохранились редкие для Северо-Востока европейской части России старовозрастные хвойно-широколиственные и широколиственные леса. Во время весеннего разлива до 98% его площади затапливается водой, что создает крайне неблагоприятные условия для обитания рыжих лесных муравьев.

Исследования проводили в августе 2010–2012 гг. по стандартной методике, включающей выявление всех гнезд рыжих лесных муравьев. Снятие промеров и описание муравейника выполнено по К. В. Арнольди с соавт. (1979). Были измерены диаметр вала (D), купола (d), высота всего гнезда (H) и купола (h). Дана характеристика общего состояния муравейника, наличия повреждений, степени зарастания. С каждого гнезда взята проба рабочих особей для определения вида. Проведено фотометрирование всех гнезд.

В результате рекогносцировочных обследований в заповеднике гнезда рыжих лесных муравьев были обнаружены только в окрестностях оз. Нефёдово (80-81 кварталы). Муравейники располагались по берегу озера и вдоль тропы, проходящей параллельно озеру. Исследуемая территория представляет собой высокую гриву в пойме р. Вятки, занятую елово-липовым лесом с примесью березы и сосны. В древостое преобладает липа, сомкнутость крон – 0,8. Имеется обильный подрост липы, а также ели и единично, дуба. Подлесок обилен и разнообразен, доминирует бересклет бородавчатый, отмечены рябина, крушина ломкая, жимолость лесная, малина, волчье лыко, бузина сибирская. Травяно-кустарничковый ярус разрежен (55% проективного покрытия), преобладают хвощ луговой, кислица, осока пальчатая, сныть обыкновенная. Мохово-лишайниковый ярус плохо развит.

В 2008 г. здесь было изучено 10 гнезд (Целищева, 2008). В 2010 г. общее количество учтенных гнезд было – 55, в 2011 – 75, в 2012 – 92.

Все гнезда принадлежали северному лесному муравью (*Formica aquilonia* Jarr.). Это вид более холодолюбивый, чем отмеченные в сосняках охранный зоны *Formica rufa* L. и *F. polyctena* Forst. Обычно встречается в тенистых и влажных лесах, преимущественно в приспевающих или спелых хвойных или в смешанных лесах в возрасте свыше 50 лет, гнезда в них устраивает под елями. Гнезда строит из мелких растительных остатков (Длусский, 1967).

В изученном комплексе представлены гнезда различных размеров, диаметром от 50 до 450 см и высотой от 20 до 117 см. Крупные муравейники (с диаметром купола 120–450 см) составляли 83,8% от общего количества. Степень жизненности гнезд исследуемого поселения дана по Н. Г. Дьяченко и Н. Н. Русаковой (1996) (табл.).

Таблица

**Встречаемость муравейников разной степени жизненности
в заповеднике «Нургуш»**

Степень жизненности	Количество, шт.	%
I–II – растущие	5	5,4
III – средневозрастные	17	18,6
IV – зрелые	60	65,2
V – стареющие	6	6,5
VI – умирающие	4	4,3
Итого	92	100

Определение степеней жизненности муравейников позволило в целом установить возрастную структуру населения рыжих лесных муравьев. Высокий процент жизнеспособных муравейников III и IV класса (табл. 1) (83,8%) свиде-

тельствует о том, что исследуемое поселение муравьев достаточно стабильно и продолжительное время существует на исследуемой территории. Большинство крупных муравейников расположено на пнях и устойчиво к механическим повреждениям гнезд, в том числе и кабанами. Образование от одного муравейника 4–6 отводков наблюдалось при разрушении гнезда упавшим деревом, позднее жизнеспособными из них оставались не более двух. Формирование отводков было замечено также после разорения кабанами крупных муравейников, как правило, в таких случаях исходный муравейник восстанавливался, а молодые муравейники погибали.

Экспозиция купола была преимущественно южная, реже юго-восточная, юго-западная и западная. Преобладала коническая форма муравейников (65,2%). Сферические гнезда (24,7%) были характерны для молодых растущих и некоторых зрелых муравейников. Плоская форма (10,1%) наблюдалась у гнезд, расположенных на гниющих валежных деревьях, около упавших сухих стволов, аналогичную форму имели разрушающиеся и умирающие гнезда. У большинства муравейников наблюдался внешний земляной вал (96%), редко отмечался скрытый вал. Высокий и большой в диаметре вал наблюдался у многих гнезд, т.к. они многократно разрывались кабанами и восстанавливались. В 2010 г. кабанами было разрушено 15 муравейников из 55. В 2011 г. данные муравейники были жизнеспособными, и купол их был восстановлен. Летом 2011 г. кабаны переместились в дубравы, где после урожайного года осталось много желудей на земле, поэтому муравейники ими не разорялись. В 2012 г. ими разрушено 2 муравейника.

В 2012 г. купол большинства муравейников, по сравнению с 2010–2011 гг., стал выше на 5–20 см и немного шире, размеры вала изменялись незначительно. Вероятно, увеличение размеров и появление остrokонечных куполов можно рассматривать как защитную реакцию муравьев на дождливое лето 2012 г.

Таким образом, комплекс гнезд рыжих лесных муравьев на территории заповедника «Нургуш» обнаружен только на высокой гриве вдоль озера Нефёдово. Вероятно, затопляемость территории на 98% в период половодья препятствует широкому расселению рыжих лесных муравьев в речной пойме. Кроме того, тенистые леса из широколиственных пород менее предпочтительны для обитания данной группы видов. Все гнезда принадлежат северному лесному муравью (*F. aquilonia* Jarr.). Высокий процент жизнеспособных муравейников (83,8%) указывает на хорошие потенциальные возможности воспроизводства населения рыжих лесных муравьев, что обеспечивает их устойчивость в пространстве и во времени.

Литература

Арнольди К. В., Гримальский В. И., Демченко А.В. и др. Изучение экологии муравьев // Муравьи и защита леса: Материалы VI Всесоюзного мирмекологического симпозиума. Тарту, 1979. С. 155–170.

Гилев А. В., Целищева Л. Г. Взаимосвязь размеров и формы гнезд муравьев *Formica aquilonia* в заповеднике «Нургуш» // Труды государственного природного заповедника «Нургуш». Т. 1. Киров: ООО «Типография «Старая Вятка», 2011. С. 8–18.

Длусский Г. М. Муравьи рода *Formica*. М., 1967. 236 с.

Дьяченко Н.Г., Русакова Н.Н. Роль рыжих лесных муравьев (*Formica rufa* L. и *Formica polyctena* Foerst.) в экосистемах Беловежской пуши // Сохранение биологического разнообразия лесов беловежской пуши. Каменюки - Минск, 1996. С. 191–201.

Целищева Л. Г. Рыжие лесные муравьи в заповеднике «Нургуш» // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития / Сб. материалов VI Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием в 2-х ч. Ч. 1. Киров, 2008. С. 139–141.

Чичков Б. М., Гилев А. В., Лагунов А. В. Рыжие лесные муравьи Челябинской области // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития / Сб. материалов Всерос. Науч.-практ. конф. Ч. 2. Киров, 2007. С. 254–257.

ВИДОВОЙ СОСТАВ ИХТИОФАУНЫ ВОДОЕМОВ ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ» И УСЛОВИЯ НЕРЕСТА 2011 Г.

Н. В. Харитонова, С. Е. Шубин

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

Ихтиофауна среднего течения реки Вятки, в пойменном расширении которого располагается государственный природный заповедник «Нургуш», представлена 35 видами рыб, относящихся к 10 семействам. Большинство видов рыб относится к представителям понто-каспийского пресноводного комплекса (лещ, густера, белоглазка, подуст, жерех, голавль, уклея, чехонь, судак, сом, быстрянка, верховка) и бореально-равнинного комплекса (щука, плотва, язь, елец, окунь, ёрш, шиповка, караси). Бореально-подгорный комплекс представлен гольцом, озерным гольяном, бычком-подкаменщиком; арктический пресноводный – налимом; третичный равнинный пресноводный – пескарем (Создание биологического ресурсного кадастра ..., 2000).

Согласно данным Летописи природы (2012), в водоемах заповедника и его охранной зоны постоянно или временно встречается 30 видов рыб. Порядок таксонов приведен по В.А. Зайцеву (2006).

Класс Костные рыбы – Osteichthyes

Отряд Осетрообразные – Acipenseriformes

Семейство Осетровые – Acipenseridae

1. Стерлядь – *Acipenser ruthenus* L.

Семейство Щуковые – Esocidae

2. Обыкновенная щука – *Esox lucius* L.

Отряд Карпообразные – Cypriniformes

Семейство Карповые – Cyprinidae

3. Синец – *Abramis ballerus* L.

4. Лещ – *Abramis brama* L.

5. Белоглазка – *Abramis sapa* Pallas

6. Уклейка – *Alburnus alburnus* L.

7. Обыкновенный жерех – *Aspius aspius* L.

8. Густера – *Blicca bjoerkna* L.

9. Золотой карась – *Carassius carassius* L.

10. Серебряный карась – *Carassius auratus* L.
11. Обыкновенный подуст – *Chondrostoma nasus* L.
12. Сазан – *Cyprinus carpio* L.
13. Обыкновенный пескарь – *Gobio gobio* L.
14. Верховка – *Leucaspius delineatus* (Heckel).
15. Голавль – *Leuciscus cephalus* L.
16. Язь – *Leuciscus idus* L.
17. Обыкновенный елец – *Leuciscus leuciscus* L.
18. Чехонь – *Pelecus cultratus* L.
19. Плотва – *Rutilus rutilus* L.
20. Красноперка – *Scardinius erythrophthalmus* L.
21. Линь – *Tinca tinca* L.
- Семейство Балиториевые – Balitoridae
22. Усатый голец – *Barbatula barbatula* L.
- Семейство Вьюновые – Cobitidae
23. Вьюн – *Misgurnus fossilis* L.
- Отряд Сомообразные – Siluriformes
- Семейство Сомовые – Siluridae
24. Обыкновенный сом – *Silurus glanis* L.
- Отряд Трескообразные – Gadiformes
- Семейство Налимовые – Lotidae
25. Налим – *Lota lota* L.
- Отряд Окунеобразные – Perciformes
- Семейство Окуневые – Percidae
26. Обыкновенный ерш – *Gymnocephalus cernuus* L.
27. Речной окунь – *Perca fluviatilis* L.
28. Судак – *Stizostedion lucioperca* L.
29. Берш – *Stizostedion volgense* Gmelin
- Семейство Головешковые – Eleotrididae
30. Головешка (ротан) – *Perccottus glennii* Dybowski.

В целях проведения научно-исследовательской работы по теме «Роль водоемов заповедника «Нургуш» в сохранении видового разнообразия и пополнении рыбных запасов реки Вятки», а также ведения Летописи природы заповедником было получено разрешение на добычу водных биологических ресурсов в научно-исследовательских целях.

Научный лов рыбы осуществлялся на модельных водоемах заповедника с целью определения видового разнообразия обитающих в водоемах рыб и проведения их биологического анализа. Лов проводили в период с апреля по ноябрь. Всего было отработано 24 сетедня.

В соответствии с данными, полученными в ходе проведения научного лова в 2011 г., в уловах преобладали следующие виды: плотва – 33,1%; окунь – 23,39%; чехонь – 11,5%; густера – 10,3%. В целом, это составляет более 78% от всего количества выловленных рыб. Доля еще четырех видов составляет чуть более 16% от общего количества выловленных особей: красноперка – 4,9%, ка-

рась – 4,12%, белоглазка – 3,6%, синец – 3,5%. На все остальные в совокупности приходится чуть более 5%.

На территории заповедника «Нургуш» насчитывается более 80 пойменных озер, иллюстрирующих все стадии процесса зарастания пойменных водоемов. Озера с пойменными речками - протоками образуют единую водную систему, сообщаемую с современным руслом р. Вятки.

Во время весенних половодий заповедник практически полностью покрывается водой, многочисленные низкие места нередко заливаются и летом. Отсутствие сильных течений в водоемах способствует быстрому прогреву воды и создает благоприятные условия для нереста рыб.

Значительное количество рыб, обитающих в среднем течении р. Вятки, являются фитофильными, то есть для их успешного размножения необходима залитая водой, вегетирующая или отмершая растительность, и поддержание уровня воды на высоких отметках до выклева личинок и их перехода на активное питание. Наиболее благоприятны для нереста мелководные участки с глубинами до 2 м.

Таким образом, благодаря природным особенностям и гидрологическому режиму водоемы заповедника, затапливаемые пойменные луга и прибрежные заросли кустарников, являются одним из основных нерестилищ в Кировской области в районе среднего течения р. Вятки.

Погодные условия для нереста и развития личинок рыб в 2011 г. в целом сложились достаточно благоприятно. Гидрометеорологические условия в апреле – июне 2011 г., по данным Котельничской метеостанции, в период нереста характеризовались довольно высокими температурами воздуха. В апреле среднесуточная температура воздуха была отрицательной только в начале первой декады. В мае среднесуточные температуры составляли уже 15–16 °С. В результате вода сравнительно быстро прогрелась до нерестовых температур. Низкий паводковый уровень (ниже многолетнего среднего на 1,5–2,5 м) осложнил условия нереста. Значительная территория нерестовых участков оказалась отрезанной от основных мест обитания рыб, что сократило общую площадь нерестилищ на 45–50%. В связи с этим увеличилась концентрация производителей (из-за недостатка нерестового субстрата) на пригодных для нереста участках, что привело к более качественному оплодотворению икры. Редкие и незначительные осадки в виде дождей не способствовали поддержанию высоких уровней воды на нерестилищах. Гибель отложенной икры на нерестилищах мелководных прибрежных участках озер заповедника в 2011 г. не отмечалась. Условия выклева личинок и развития молоди складывались достаточно благоприятно для всех видов на всех обследованных нерестовых участках заповедника.

В 2011 г. на основании материала, полученного в результате научного лова, в водоемах заповедника нерестились следующие виды:

1. Синец – *Abramis ballerus* L.
2. Белоглазка – *Abramis sapa* Pallas
3. Уклейка – *Alburnus alburnus* L.
4. Жерех – *Aspius aspius* L.
5. Густера – *Blicca bjoerkna* L.

6. Золотой карась – *Carassius carassius* L.
7. Серебряный карась – *Carassius auratus* L.
8. Чехонь – *Pelecus cultratus* L.
9. Плотва – *Rutilus rutilus* L.
10. Красноперка – *Scardinius erythrophthalmus* L.
11. Линь – *Tinca tinca* L.
12. Речной окунь – *Perca fluviatilis* L.

Литература

Зайцев В. А. Позвоночные животные северо-востока Центрального региона России. (Виды фауны, численность и ее изменения). М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. 513 с.

Летопись природы заповедника «Нургуш» за 2011 г. Книга 16. Киров, 2012. 333 с. Рукопись. Хранится в библиотеке ФГБУ «Государственный заповедник «Нургуш».

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.

МАТЕРИАЛЫ К ОРНИТОФАУНЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА «БЫЛИНА»

В. М. Рябов

*Институт развития образования Кировской области,
ryapitschi@yandex.ru*

В соответствии с «Программой ведения фонового мониторинга природной среды на территории Государственного природного заказника «Былина»» с 2009 года ежегодно проводятся мероприятия по учету численности основных экологических групп гнездящихся, зимующих и пролетных птиц. Кроме сбора учетных данных, в ходе проведения полевых работ в 2012 году мы так же выявили пребывание 4 видов птиц, ранее не отмеченных для территории ГПЗ «Былина». Таковыми являются ниже перечисленные виды.

Турпан – *Melanita fusca*. Для Кировской области и сопредельных территорий турпан – редкий пролетный вид (Сотников, 1999). Возможно отдельные особи (стайки) турпанов пролетают над территорией заказника, находящегося южнее их основных миграционных путей.

Одиночный самец был встречен 23 октября на оз. Васино в пределах Кайского болота.

Перепел – *Coturnix coturnix*. В Кировской области является немногочисленным гнездящимся перелетным видом (Сотников, 1999). «Поющего» самца мы слышали 26–28 июня на злаково-разнотравном суходольном лугу у базы заказника «Былина». На месте бывшей деревни Воробьевы (северо-западная часть заказника) 28 июня нами были учтены два одновременно «поющих» перепела. Следует заметить, что в этот же период крик перепелов был слышен в заливных лугах поймы р. Юг близ с. Низовского, в непосредственной близости от границы заказника. Ранее, за весь период наблюдений (2004–2012 гг.) на данной территории перепела не встречались.

Встреча птиц в гнездовой период и выраженное брачное поведение позволяет предполагать возможное гнездование перепелов на территории заказника «Былина».

Рогатый жаворонок – *Eremofila alpestris*. Является обычным пролетным видом в Кировской области (Сотников, 2006). Рогатый жаворонок – тундровый вид, во время миграций придерживается открытых территорий, преимущественно агроландшафтов. Практически полное отсутствие последних обуславливает тот факт, что этот довольно обычный вид не был столь долго обнаружен в заказнике.

Впервые рогатых жаворонков в пределах ГПЗ «Былина» мы наблюдали 30 апреля этого года. Стая из 36 самцов кормилась на суходольном лугу у базы заказника. На следующий день на этом же месте пребывала стая более чем из 100 особей.

Лапландский подорожник – *Calcaris lapponicus*. На территории Кировской области лапландский подорожник является немногочисленным пролетным видом (Сотников, 2008).

Одиночных лапландских подорожников и стайки из 3–7 птиц мы наблюдали 30 апреля у северо-западной границы заказника (ур. Дор, б.д. Воробьевы).

Таким образом, с учетом данных по инвентаризации позвоночных животных (Рябов, 2007), дополнениями к составу орнитофауны (Рябов, 2011) и наблюдениями этого года на территории Государственного природного заказника «Былина» выявлено пребывание 161 вида птиц.

Литература

Рябов В. М. Фауна Государственного природного заказника «Былина». Ч. 1. Позвоночные животные. Киров, 2007. 200с.

Рябов В. М. Новые данные по составу орнитофауны Государственного природного заказника «Былина» // Биологический мониторинг природно-техногенных систем: Сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием. Ч. 1. (г. Киров, 29–30 ноября 2011г.). Киров: ООО «Лобань», 2011. 250 с.

Сотников В. Н. Птицы Кировской области и сопредельных территорий (Т. I. Неворобьиные. Ч. I). Киров: ООО «Триада С», 1999. 432 с.

Сотников В. Н. Птицы Кировской области и сопредельных территорий (Т. II. Воробьиные. Ч. I). Киров: ООО «Триада С», 2006. 528 с.

Сотников В. Н. Птицы Кировской области и сопредельных территорий (Т. II. Воробьинообразные. Ч. II). Киров: ООО «Триада С», 2008. 432 с.

ОРНИТОФАУНА БАССЕЙНА Р. ВАНГЫР

Н. П. Селиванова

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

Приполярный Урал является уникальной природной территорией для изучения и понимания закономерностей структурно-функциональной организации сообществ птиц в горах европейского Северо-Востока России. Значительная часть его территории представлена ненарушенными и слабо нарушенными природными ландшафтами. К одним из таких районов, где степень ан-

тропогенного воздействия на экосистемы не значительна, относится бассейн р. Вангыр. Вангыр и его притоки реки Харота и Ягиней входят в систему охраняемых территорий Республики Коми (Харота-Ягинейский комплексный заказник регионального значения, национальный природный парк «Югыд ва» федерального значения, объект всемирного наследия ЮНЕСКО «Девственные леса Коми» международного значения).

В орографическом отношении бассейн р. Вангыр, расположенный в центральной части западного склона Приполярного Урала, характеризуется широкой речной долиной даже в горной ее части, что позволяет предположить возможность проникновения в горы большего числа равнинных видов. Подобное явление (явление «экологического русла») было показано для фауны птиц долины р. Собь (Головатин, Пасхальный, 2005).

Специальных орнитологических исследований в бассейне р. Вангыр не проводилось. Имеются фрагментарные сведения о местах встреч крупных хищных птиц в этом районе (устные сообщения сотрудника Института биологии Коми НЦ УрО РАН А. А. Естафьева и сотрудников Печорского филиала Национального парка «Югыд ва» Г. В. Батулы, С. В. Дедова, А. М. Прохорова). Слабая антропогенная нагрузка, орографические особенности и не достаточная обследованность территории делают бассейн р. Вангыр интереснейшим районом для орнитологических исследований.

С целью изучения фауны и структуры населения птиц бассейна р. Вангыр в гнездовой период 2011 г. нами были обследованы типичные местообитания горной, предгорной и равнинной части речной долины рек Вангыр и Косью. Учеты птиц с пересчетом на площадь по средне-групповой дальности обнаружения выполнены по методике Ю. С. Равкина (1967).

Орнитофауна Приполярного Урала, насчитывающая 166 видов птиц, в бассейне р. Вангыр представлена 72 видами. Птицы принадлежат к девяти отрядам, наиболее многочисленны в видовом отношении из которых: воробьинообразные – 53%, ржанкообразные – 17% и гусеобразные – 13%. Представители остальных отрядов занимают в фауне менее 10%. В фауно-генетическом отношении в бассейне р. Вангыр сибирские виды (47%) преобладают над европейскими (14%) и арктическими (7%).

Для двух видов птиц европейского происхождения: садовой славки (*Sylvia borin*) и зяблика (*Fringilla coelebs*) отмечены новые для Приполярного Урала места находок.

Садовая славка – обычный гнездящийся на Северном Урале вид (Нейфельд, Теплов, 2000). На Приполярном Урале вид ранее был отмечен в среднем течении р. Малый Паток (поющий самец; Мариев, 1997). В бассейне р. Вангыр поющие самцы (две особи на 100 км поймы) отмечены нами в предгорном и горном районе. Встречи поющих самцов относились к первой половине июля, что позволяет предположить гнездование вида в северной точке его ареала на Урале.

Зяблик – обычный для Северного Урала вид, гнездящийся в предгорных и горных лесах (Нейфельд, Теплов, 2000). На Приполярном Урале зяблик изредка отмечался на гнездовании в предгорье в бассейнах рек Большая Сыня и Кожым

(Рябицев и др., 1980; Шутов, 1989, наши неопубликованные данные). В горной части бассейна р. Вангыр (район устья руч. Медвежий) на протяжении трех дней (27–29 июня) в районе полевого лагеря пел самец. После 29 июля наблюдалось резкое изменение погоды с солнечной, сухой и жаркой (+ 25 +30 °С) на пасмурную, дождливую и прохладную (+15 °С). Встречу вида, по всей видимости, можно считать случайным залетом. Залеты зябликов в горы в пролетный и гнездовый период отмечались ранее в окрестностях ст. Красный камень (Полярный Урал; Рыжановский, 1998). Проникновению европейских видов птиц, предпочитающих осветленные лесные массивы и кустарниковые заросли, в горную тайгу Приполярного Урала, по видимому, способствуют наличие крупных массивов кустарниковых зарослей и обширные системы пойменных озер, которые в бассейне р. Вангыр представлены до восточной оконечности хр. Лапапай (59.40' в.д.).

Распределения птиц по местообитаниям в бассейне р. Вангыр выглядит следующим образом.

Таблица

Распределения птиц по местообитаниям в бассейне р. Вангыр

Растительные сообщества	Количество видов птиц	Плотность населения (ос/км ²)	Доминирующие виды
Мелкоерниковые лишайниково-моховые тундры	13	182	обыкновенная чечетка луговой конек пеночка-весничка подорожник
Редколесья и редины (лиственничные, лиственнично-березовые)	18	570	обыкновенная чечетка пеночка-весничка
Лиственничные ерниково-зеленомошные леса	22	600	обыкновенная чечетка вьюрок пеночка-таловка
Долинные темнохвойные леса (еловые, елово-лиственничные)	27	758	обыкновенная чечетка пеночка-таловка овсянка-крошка вьюрок белокрылый клест
Комплексы верховых травяно-моховых болот на выположенных горных плато	13	1060	обыкновенная чечетка пеночка-весничка белокрылый клест овсянка-крошка
Прибрежноводные и водные сообщества в горах (р. Вангыр)	10	11*	белая трясогузка большой крохаль черныш сизая чайка горная трясогузка
Прибрежноводные и водные сообщества в предгорьях (р. Вангыр)	9	21*	сизая чайка большой крохаль белая трясогузка
Прибрежноводные и водные сообщества на равнине (р. Вангыр)	11	26*	большой крохаль сизая чайка белая трясогузка
Прибрежноводные и водные сообщества на равнине (р. Косью)	10	41*	большой крохаль сизая чайка речная крачка

Примечание: * – плотность населения птиц в азональных местообитаниях приводится на 10 км береговой линии

В бассейне р. Вангыр по данным натуральных наблюдений и опросным сведениям обитает семь видов птиц, занесенных в Красные книги Российской Федерации и Республики Коми. В горной и предгорной части бассейна р. Вангыр на крупных пойменных озерах гнездятся: европейская чернозобая гагара (*Gavia a. arctica*) и лебедь-кликун (*Cygnus cygnus*); в пойме охотятся крупные хищники: скопа (*Pandion haliaetus*), беркут (*Aquila chrysaetos*), орлан-белохвост (*Haliaeetus albicilla*); на пойменных лугах встречается дупель (*Gallinago media*). В равнинной части бассейна отмечен на гнездовании филин (*Bubo bubo*). Все эти виды, за исключением дупеля (неопределенный по статусу вид), относятся к категории редких или сокращающихся в численности.

В целом, можно отметить, что орнитофауна бассейна р. Вангыр носит тажежный облик со значительным присутствием в лесных и горно-лесных сообществах сибирских, в горно-тундровых – арктических видов птиц, что отражает общие закономерности, характерные для таксономического и фауногенетического состава фауны птиц Приполярного Урала. Ландшафты, слабо подверженные антропогенной нагрузке, представленные в бассейне р. Вангыр, могут служить природными резерватами для поддержания стабильной численности популяций редких и охраняемых видов птиц Приполярного Урала.

Работа выполнена в рамках проекта Президиума РАН «Видовое, ценогенетическое и экосистемное разнообразие ландшафтов территории объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО «Девственные леса Коми» № 12-П-4-1018.

Литература

Головатин М. Г., Пасхальный С. П. Птицы Полярного Урала. Екатеринбург, 2005. 559 с.

Маринов А. Н. К материалам по орнитофауне национального парка «Югыд-Ва» (Приполярный Урал) // Материалы к распространению птиц на Урале, в Предуралье и Западной Сибири. Екатеринбург, 1997. С. 102–103.

Нейфельд Н. Д., Теплов В. В. Птицы юго-восточной части Республики Коми // Материалы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири. Екатеринбург, 2000. С. 132–154.

Равкин Ю. С. К методике учета птиц лесных ландшафтов // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. Новосибирск, 1967. С. 66–75.

Рябицев В. К., Бачурин Г. Н., Шутов С. В. К распространению птиц на западном склоне Приполярного Урала // Уч. записки Ур. ун-та. Свердловск, 1980. Вып. 31. С. 54–59.

Рыжановский В. Н. Птицы долины р. Соби и прилегающих районов Полярного Урала // Материалы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и в Западной Сибири. Екатеринбург, 1998. С. 148–158.

Шутов С. В. Фауна птиц западных предгорий Приполярного Урала и влияние погодных условий весны на ее многолетний состав // Распространение и фауна птиц Урала. Информ. матер. Свердловск, 1989. С. 104–106.

ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ ПОПУЛЯЦИЯМИ КОПЫТНЫХ ЗВЕРЕЙ В УСЛОВИЯХ ЗАПОВЕДНИКОВ И АКТИВНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

М. Г. Дворников

*Всероссийский научно-исследовательский институт охотоведения и
звероводства им. проф. Б. М. Житкова, Dvornikov50@mail.ru*

Исследования популяционных волн, популяций как элементарных (неделимых) структурных единиц видов живых существ, далее как объектов охраны и природопользования, начались в 1921 г. С известных работ генетика С.С. Четверикова и оформилось в конце 60-х гг. 20 века в статус нового научного направления – популяционной биологии. Наряду с этим, также хорошо известно, что в 1959 г. зоолог Воронежского заповедника профессор Ю. Н. Куражковский впервые в отечественной литературе привел термин новой комплексной научно-практической дисциплины – «природопользование». Тогда же автор, с его точки зрения, определил цели и задачи природопользования, призванные к рациональной эксплуатации природных ресурсов и к мерам по их сохранению.

Целью нашего сообщения было уточнить (спустя 40 лет) принципы в понятиях рациональности, использовании, сохранении и управлении ресурсами диких копытных зверей и, главное, рассмотреть последовательность этапов действий исследователей и специалистов в достижении этого.

Копытные звери, как и многие охотничьи животные, – видовые ресурсы, структурно состоящие из популяций иерархического ряда: биогеоценозы, природные комплексы и т. д. В начало биологического определения популяций всегда обозначается, что это совокупность особей одного вида в течение большого числа поколений населяет определенную территорию или пространство. Пространство и территория, согласно природного районирования имеет «адрес», качественные и количественные характеристики. К примеру, площадь в га или квадратных километрах, условия климата, кормовые запасы, численность, плотность животных и т.д., а главное ареал популяции и её место в популяционной структуре вида, так как она обладает биологической самостоятельностью целого. Популяции, даже с одинаковой плотностью, характеризуются разной экологической структурой. В данном случае необходимо знать даже примерные границы их ареалов и по-разному подходить к использованию их ресурсов. В отвлеченном понимании сказанного – части от самолета не летают. Популяция – целостная система. Управляют ею так, как мы иногда изменяем с помощью компьютера формат рисунка, фотографии и т. д. (активируем точку и перемещаем или передвигаем целый рисунок). Популяция – это реально выделенный объект для изучения, сохранения, использования и для управления в изменяющихся условиях среды её обитания. Популяция – единица эволюционных процессов. В настоящее время эволюционные процессы проходят в новых условиях масштабного изменения и преобразования биогеоценозов (БГЦ). В данном

случае не все ранее «хорошие» научные подходы и методические разработки (по изучению и управлению) для настоящего временного этапа применимы, т.к. значительное число методик разрабатывалась в малонарушенных БГЦ заповедников. Ранее выделение популяций редких и малочисленных видов, обычных видов, обитающих на островах, полуостровах (Феноскандия) и в крупных по площади заповедниках, не представляло трудностей. Многие практические решения в использовании и сохранении популяций млекопитающих в России и за её рубежами принимались специалистами на основе результатов исследований, основанных на мечении животных. Сейчас преемственно учитывают прошлые сведения и проводят фенетический и генетический анализы. Подобные результаты, наряду с полевыми наблюдениями за экологической структурой популяции, являются основой для управления продуктивностью и её будущим. Основные положения отмеченные нами, ранее были изложены С. С. Шварцем (1970) и В. А. Поповым (1970), которые предначертали эколого-популяционные принципы рационального использования ресурсов популяций крупных млекопитающих в условиях охотничьих хозяйств. Хорошо известно, что Ю. П. Язан, В. М. Глушков, М. Н. Смирнов, К. П. Филонов, Н. М. Гордиюк, Б. Д. Абатуров, А. А. Данилкин и др. внесли значительный вклад в популяционную биологию копытных зверей, и в частности, в совершенствование принципов рациональности.

Нами с 1974 г. по 2012 г. проводились изучения (сохраняя преемственность с работами К.П. Филонова) динамики численности копытных в Ильменском заповеднике (общая площадь 32000 га), на сопредельных с ним охотничьих хозяйств и особо охраняемых территориях (ООПТ) Южного Урала. Основная цель работы: предложить рекомендации по сохранению и использованию популяций диких копытных в охотничьих хозяйствах региона (Дворников, 1975, 1989, 1992).

В начале нами были изучены палеозоологические и палеоботанические сведения о биоте, сообществах копытных и изменениях их среды обитания. На основе результатов исследований по морфометрии, этологии и экологии животных (Дворников, Дворникова, 1984, 1985) мы выделили примерные площади ареалов популяционных группировок и обозначили их межпопуляционные связи в комплексах БГЦ и природных зонах Урала. Установили совместное существование мигрирующих, кочующих и оседлых группировок, их популяционные структуры и т.д., уточнили площадные показатели ареалов после анализа массового мечения зверей (Дворников, Мартынкин, Дворникова, 2012). В данном случае отметим главное: площади заселения популяциями копытных и хищных зверей превышали территории нескольких административных районов (общая территория 22 тыс.кв. км или $\frac{1}{4}$ от площади Челябинской области). Данные результаты подтвердили ранее опубликованные нами намерения об укрупнении охотничьих хозяйств Челябинской области (организовать 6 из 160) с целью эффективного, рационального использования и управления ресурсами на популяционной основе. В результате реорганизации стало 30 районных охотхозяйств. Многие годы общие тенденции движения динамики популяций копытных Южного Урала были близки с таковыми показателями (ЗМУ) по за-

поведной территории (32000 га), так как это единые биосистемы. Вместе с тем, при заповедном режиме проявляются некоторые отличия. В заповеднике специальные учеты и ЗМУ начаты с 1936 г. и преемственно исполняются по настоящее время. Ведётся с 1930 г. картотека по встречам зверей и их следов. В карточках отмечают дату, вид, пол, возраст, поведение животного, место встречи (квартал, таксационный выдел), характер рельефа и растительности, наличие молодняка, и т. д. Анализ жизнедеятельности зверей в биотопах и в условиях заповедника свидетельствует, что здесь плотность их выше, чем на территории интенсивного природопользования (действуют факторы беспокойства), несмотря на то, что запасы кормов на освоенных вырубками лесных формациях выше. При данных условиях достоверной связи кормовой базы с плотностью зверей и птиц нет. Причины цикличности численности копытных зверей были ранее рассмотрены В. М. Глушковым и Н.Н. Граковым (1989). В солидарности с авторами мы приводим пример. Многолетнюю плотность копытных выразили их биомассой (БМ) в общей структуре БГЦ заповедника. Колебания БМ за 70 летний период представлено на рисунке, в кг/га. Динамика биомассы в конце зимних периодов с 1936 по 2006 гг. составляла $\lim 0,78-4,54$ кг/га, $M_{\pm m} - 2,075 \pm 0,11$.

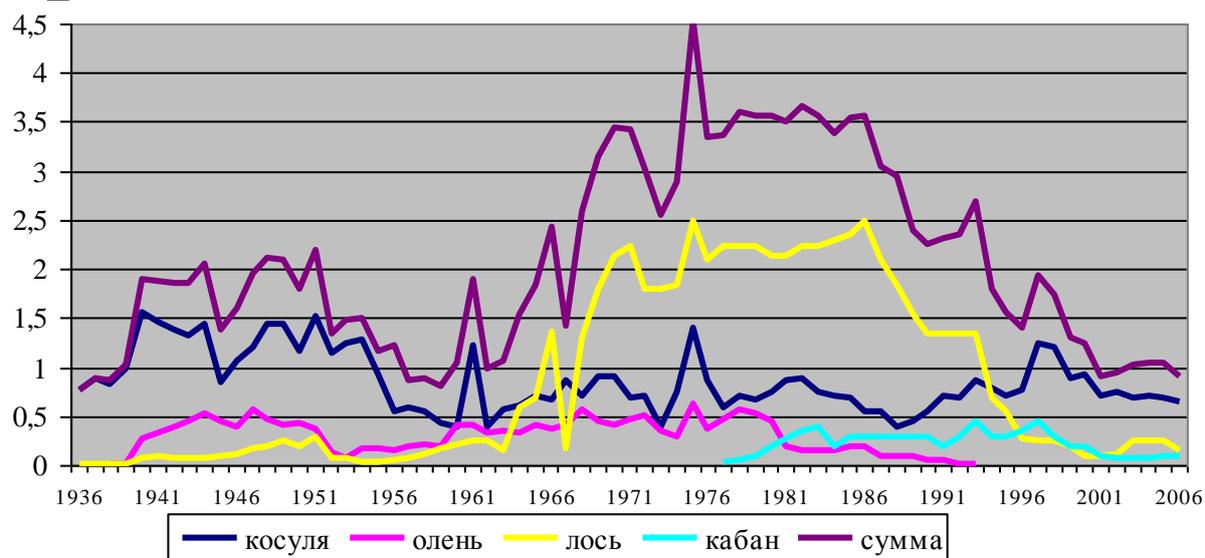


Рис. Колебания биомассы копытных за 70-летний период

В лесных и луговых БГЦ самовоспроизведение живых существ определяется динамично-циклическими движениями химических веществ и энергии и поддерживается волновым режимом, а в популяциях и других подсистемах – автоволновым (Дворников, Ширяев, Сафонов, Глушков, 2012). Так в пределах параметров биогеоценологических процессов флуктуировала БМ копытных, при этом заметно проходила смена доминантов. В конце 80-х годов возросла активность браконьерства, и резко снизилось поголовье всех копытных даже в заповеднике. Сохранять копытных нужно в больших ООПТ и охотничьих хозяйствах, при этом смежено размещать и объединять охранные зоны и воспроизводственные участки. В современных условиях состояние численности копытных – интегральный ответ популяциями на процветание браконьерства, дли-

тельные сроки охоты и не предсказуемые изменения лесных экосистем. Это состояние ставит под сомнение идею управления популяциями диких копытных.

Литература

Глушков В. М., Граков Н. Н. Теория динамики численности – концепция численности и реальность идеи управления популяциями лося // Управление популяциями диких копытных животных. Киров, 1989. С. 14–35.

Дворников М. Г. Динамика численности копытных Ильменского заповедника // Копытные фауны СССР. М., 1975. С. 82–83.

Дворников М. Г. Экологические аспекты эксплуатации, воспроизводства и охраны диких копытных Урала // Управление популяциями диких копытных животных. Киров, 1989. С. 75–80.

Дворников М. Г. Эколого-экономические основы рационального ведения охотничьего хозяйства Челябинской области // Проблемы рационального ведения охотничьего хозяйства на Южном Урале. Свердловск, 1992. С. 21–36.

Дворников М. Г., Дворникова Н. П. Фауна, морфология и численность позвоночных животных Ильменского заповедника // Научные доклады УНЦ АН СССР. Свердловск, 1984. 76 с.

Дворников М. Г., Дворникова Н. П. Территориальное размещение растительноядных млекопитающих Ильменского заповедника // Научные доклады УНЦ АН СССР. Свердловск, 1985. 64 с.

Дворников М. Г., Мартынкин В. И., Дворникова И. Н. Особенности охотничьего хозяйства на Северо-Востоке Челябинской области // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. Киров, 2012. С. 442.

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

Попов В. А. Биогеоценология и охотничье хозяйство // Труды 9 Международного конгресса биологов-охотоведов. М., 1970. С. 39–46.

Шварц С. С. Эколого-популяционные основы ведения охотничьего хозяйства // Труды 9 Международного конгресса биологов-охотоведов. М., 1970. С. 74–77.

МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ ПОЛЁВКИ-ЭКОНОМКИ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ

*А. Г. Кудяшева, О. В. Ермакова, Л. А. Башлыкова, Н. Г. Загорская,
О. В. Раскоша, О. Г. Шевченко*
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, kud@ib.komisc.ru

Мониторинговые исследования природных популяций животных в среде обитания при длительном действии техногенного загрязнения окружающей среды, к которым относится повышенный уровень естественной радиоактивности (радионуклиды, содержащие соединения урана, радия, тория) являются важными при прогнозировании отдаленных последствий хронического действия ионизирующей радиации на популяции животных в изменившейся антропогенной среде. Наиболее полная оценка этих последствий для выявления механизмов действия факторов низкой интенсивности на разных уровнях орга-

низации биообъектов возможна в рамках комплексных исследований. В настоящее время исследования, проводимые радиоэкологами Института биологии Коми НЦ УрО РАН, направлены на дальнейшее изучение особенностей изменчивости и адаптивных состояний популяций мышевидных грызунов и определение качества и состояния организмов в условиях длительного радиоактивного загрязнения среды обитания.

Обобщены исследования, начатые сотрудниками отдела радиоэкологии в 1960-е годы до настоящего времени, проводимые на популяциях мышевидных грызунов, обитающих на территории бывшего радиового производства (Республика Коми, Ухтинский р-н), с повышенным уровнем естественной радиоактивности. Цель работы заключалась в комплексной оценке состояния животных при длительном пребывании их в условиях нормального и повышенного уровня радиоактивности на основе систематизации многолетних результатов исследований динамики изменений в тканях, клетках и организме мышевидных грызунов. Состояние популяций и организма зверьков проводили на основании анализа экологических, радиохимических, гистоморфологических, цитогенетических, биохимических исследований, проведенных сотрудниками отдела радиоэкологии в разные годы исследований. Оценивали динамику накопления радионуклидов в организме, относительную численность животных, половозрастную структуру популяций, морфофизиологические параметры, гистоморфологическое состояние эндокринной системы, изменения системы регуляции перекисного окисления липидов, активности ферментов антиоксидантной защиты и энергетического обмена, процессы размножения и развития, цитогенетические показатели в различных клетках и тканях мелких грызунов. Объектами исследований были популяции полевки-экономки (*Microtus oeconomus* Pall), доминирующие и отловленные на четырех стационарных участках с различным уровнем радиоактивности (два контрольных и два опытных участка). Исследования, проводившиеся на радиовом и урано-радиовом участках, дублировались на условно контрольных участках, которые характеризовались аналогичными экологическими условиями, но имели нормальный радиоактивный фон и кларковое (фоновое) содержание радионуклидов в почве и растениях. Радиационная обстановка на контрольных участках во все годы исследований показала, что мощность экспозиционной дозы γ -излучения варьировала в пределах от 0,1 до 0,15 мкЗв/ч. На опытном участке (радиовом) в 1960-е гг. прошлого столетия мощность экспозиционной дозы варьировала от 5 до 40 мкЗв/ч, в 1981 г. она имела диапазон от 0,5 до 20 мкЗв/ч и в среднем составляла 1,8 мкЗв/ч, а в 2002–2012 гг. она была равна в среднем 1,4 мкЗв/ч при диапазоне доз от 0,2 до 20 мкЗв/ч. На основании данных по радиационной обстановке участков, дозиметрического и радиохимического анализов, грызуны испытывают дозовые нагрузки: от внешнего облучения от 0,3 до 3,0 сГр/год, от инкорпорированных радионуклидов – от 1,2 до 4 сГр/год и от газообразных эманаций радона и торона – 1,3 сГр/год (Кудяшева, 2009).

Известно, что популяции животных представляют собой сложные саморегулирующиеся системы открытого типа, способные приспосабливаться к антропогенной среде. Такие популяции существенно отличаются от обитающих

на фоновых территориях, что проявляется в изменении чувствительности к действию определенных антропогенных факторов и для этого млекопитающим необходим отбор на протяжении многих поколений (Шилова, 1999). На исследуемых участках в Республике Коми полевки-экономки подвергаются радиационному воздействию уже около 80 лет (более чем 100 генераций), что обусловило формирование микропопуляций зверьков на радиоактивных участках их обитания. Они отличаются от животных контрольного участка по таким параметрам, как чередование фаз популяционного цикла, изменениям морфофизиологических характеристик, по репродуктивному поведению потомков, спонтанному уровню мутационной изменчивости (Кудяшева и др., 1997, 2004; Башлыкова, 2000). Многолетние исследования состояния популяций полевки-экономки на радиоактивных участках показали высокий эффект действия малых доз ионизирующей радиации, выявленный на клеточном, организменном, мембранном уровнях и чувствительность этого вида к радиоактивному загрязнению среды. Установлены основные закономерности и особенности ответных реакций мышевидных грызунов в зависимости от эколого-физиологического состояния животных, степени и природы радиоактивного загрязнения территорий, времени действия радиационного фактора. Выявлены качественные различия субпопуляций полевок-экономок, обитающих на контрольных и радиоактивных участках. У полевок с радиоактивных участков, по сравнению с животными с контрольных участков, обнаружены изменения численности животных в разные фазы популяционного цикла, нарушения синхронности фаз цикла, процессов размножения, увеличение вариабельности половозрастной структуры популяций, усиление микроэволюционных процессов, стимуляция процессов фолликулогенеза в щитовидной железе, перестройки в системе кроветворения и в эндокринной системе (Маслова и др., 1994; Материй и др., 2003), липидной компоненте мембран эритроцитов крови, печени, головного мозга (Кудяшева и др., 2004), установлена высокая изменчивость параметров перекисного окисления липидов в различных тканях животных, обитающих в разных радиоэкологических условиях, степень и направленность которых зависят от исходного антиоксидантного статуса органов и тканей (Шишкина и др., 2005). Показано, что одним из путей адаптивных биохимических реакций к радиоактивному загрязнению являются изменения масштаба и направленности между тесно скоординированными в норме параметрами клеточных систем регуляции и переход их на новый уровень функционирования, направленный на выживание популяций и поддержание гомеостаза в изменившихся радиоэкологических условиях (Кудяшева и др., 2004; Шишкина и др., 2011). Многолетние мониторинговые исследования показали, что процесс адаптации мышевидных грызунов в условиях техногенного радиоактивного загрязнения за счет увеличения изменчивости генотипа популяций может привести к повышению скорости эволюционных преобразований в этих условиях, способствующих изменению качества самой популяции животных в условиях воздействия малых доз радиации в среде обитания (Кудяшева, 2012).

Работа частично поддержана грантом Президиума РАН «Молекулярно-клеточные механизмы ответных реакций организмов на хроническое воздей-

ствие факторов физической и химической природы низкой интенсивности» (12-П-4-1021).

Литература

Башлыкова Л. А. Цитогенетическая изменчивость полевков-экономок в условиях хронического радиационного воздействия // Сочетанное действие факторов радиационной и нерadiационной природы на растительные и животные организмы. Сыктывкар, 2000. С. 89–100. (Тр. КНЦ УрО РАН, № 164).

Кудяшева А. Г. Динамика численности популяций полевки-экономки и накопления животными естественных радионуклидов на территориях с повышенным уровнем радиоактивного загрязнения // Радиационная биология. Радиоэкология. 2009. Т. 49. № 2. С. 172–178.

Кудяшева А. Г. Ответные реакции организма природных популяций мышевидных грызунов на действие малых доз ионизирующей радиации в среде обитания // Научные труды VI Международного конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». СПб., 2012. С. 163. www.biophys.ru/archive/congress2012/proc-p163.pdf

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.

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. Мониторинг популяций полёвок-экономок (*Microtus oeconomus* Pall), обитающих в условиях повышенного радиационного фона // Радиационная биология. Радиоэкология. 2004. Т. 44. № 3. С. 262–268.

Маслова К. И., Материй Л. Д., Ермакова О. В., Таскаев А. И. Атлас патоморфологических изменений у полевков-экономок из очагов локального радиоактивного загрязнения. СПб.: Наука. 1994. 192 с.

Материй Л. Д., Ермакова О. В., Таскаев А. И. Морфофункциональная оценка состояния организма мелких млекопитающих в радиоэкологических исследованиях (на примере полёвки-экономки). Сыктывкар, 2003. 164 с.

Шилова С. А. Популяционная организация млекопитающих в условиях антропогенного воздействия // Успехи современной биологии. 1999. Т. 119. № 5. С. 487–503.

Шишкина Л. Н., Кудяшева А. Г., Загорская Н. Г., Шевченко О. Г. Показатели антиоксидантного статуса в тканях потомков полёвок-экономок (*Microtus oeconomus* Pall.) из районов с повышенной естественной радиоактивностью // Радиационная биология. Радиоэкология. 2005. Т. 45. № 4. С. 474–479.

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.

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ В НАСЕЛЕНИИ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ НЕНАРУШЕННЫХ И ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ТУНДРЕ

А. Н. Петров, Н. М. Быховец

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

Мелкие млекопитающие как важный компонент естественных экосистем широко используются в качестве модельных объектов в экологических исследованиях. Эта многочисленная группа животных в силу своего положения в трофических цепях экосистем непосредственно воспринимает давление дестабилизирующих факторов и поэтому может служить основой индикации нарушенности среды (Большаков и др., 2001).

Результаты анализа характеристик средовых условий, видовой разнообразия, численности и пространственной структуры популяций видов-доминантов мелких млекопитающих в зональных тундровых биогеоценозов – ненарушенного и восстановленного – опубликованы ранее (Петров, Быховец, 2012). Настоящее сообщение представляет собой продолжение исследований в виде сравнительного анализа динамики численности и пространственной структуры видовых группировок.

Исследования выполнены в подзоне кустарниковых южных тундр (восточноевропейские тундры, окрестности г. Воркута, 67°30' с.ш., 64°00' в.д.) в 1999–2003 гг. на двух мониторинговых площадках.

Площадка 1. Ненарушенный тундровый биогеоценоз. Участок ерниково-ивняковой моховой тундры на плакоре, типичный для зональных условий кустарниковых тундр района.

Площадка 2. Вторичный тундровый биогеоценоз, расположенный на уплощенной вершине водораздельного холма на месте бывшей ерниково-ивняковой тундры. В 1965 г. был освоен совхозом под посевы трав путем срезки кустарника бульдозером. Растительный покров удаляли за пределы поля вместе с минеральной частью почвы (горизонт А 1). Самовосстановление биогеоценоза началось после трех лет выращивания многолетних трав на участке залуженного поля, выведенном из хозяйственного оборота. К концу четвертого десятилетия восстановившийся биогеоценоз достиг устойчивого состояния (Арчегова и др., 2009).

Учеты мелких млекопитающих проводили ежегодно в конце августа – начале сентября методом отлова на линиях плашек. Всего отработано 4.4 тыс. ловушко-суток, проанализировано 376 экз. грызунов и насекомоядных.

Для характеристики пространственной структуры населения использовали индексы общего и частного обилия, заселенности территории и агрегированности (Лукьянова, Лукьянов, 1992; Whitford, 1949). В качестве меры относительной амплитуды показателей рассчитано отношение максимального значения к минимальному (R).

Индекс общего обилия (I) – мера совокупного обилия животных на территории, включающей заселенные и незаселенные микроучастки. Индекс частного

обилия (A) представляет собой меру относительной численности животных на заселенных микроучастках. Индекс заселенности (F) отражает совокупную емкость местообитания всей территории и показывает, какая доля территорий (в процентах от обследованной) занята животными. Показатель агрегированности (степени скученности) населения (Ag) рассчитан как отношение индекса частного обилия и заселенности. При выровненном размещении животных по территории этот показатель минимален; с увеличением мозаичности (когда небольшое число ловушек попадает на участки, плотно заселенные животными, а оставшиеся – на незаселенную территорию) он возрастает.

Анализ обилия животных на изучаемых территориях в динамике выявил синхронность изменений расчетных показателей на протяжении всего периода наблюдения (рис. 1–4).

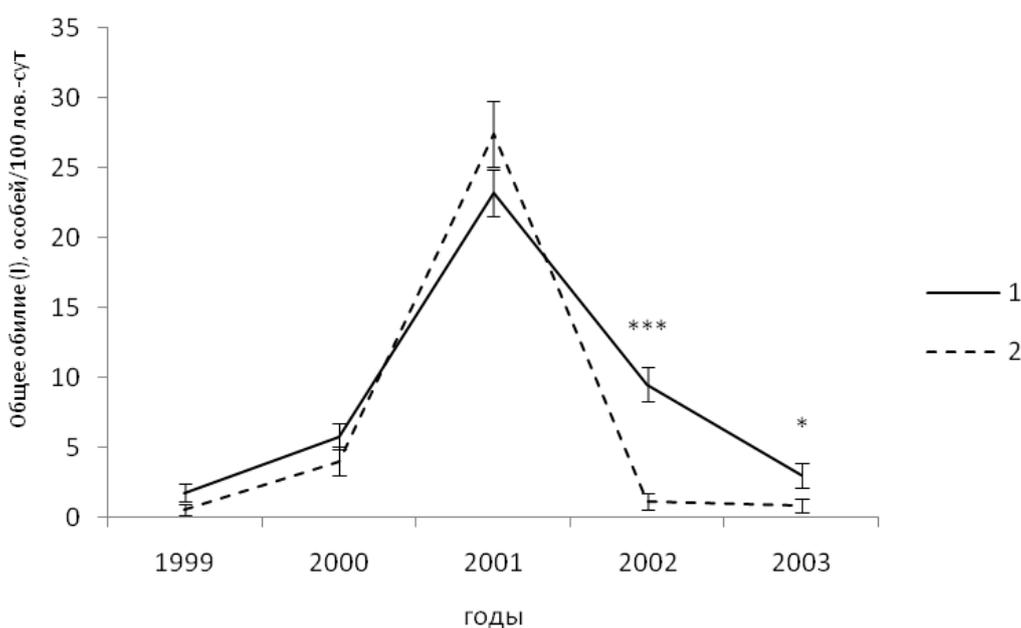


Рис. 1. Динамика показателя общего обилия (I) мелких млекопитающих в ненарушенной тундре (1) и восстановленной тундре (2).

$$RI(1)=13,3; RI(2)=48,1.$$

Примечание (здесь и в рис. 2–4): уровни значимости для t-критерия – * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$

Были отслежены годы депрессий численности, подъема, пика и спада. При депрессиях численности население характеризовалось низким показателем заселенности при высоком показателе агрегированности. Это свидетельствует о том, что в фазе депрессии небольшое количество зверьков сосредоточено на ограниченной территории (в наиболее благоприятных микростациях). Известно, что при низкой численности мелких млекопитающих в малоблагоприятных местообитаниях естественного и антропогенного происхождения животные скучиваются на отдельных «островках» с более оптимальными условиями (Мухачева, 2007). Нарастание численности в обоих биотопах происходило, главным образом, за счет пространственной экспансии с увеличением общего обилия и за-

селенности территории при незначительном уплотнении локальных поселений (частного обилия).

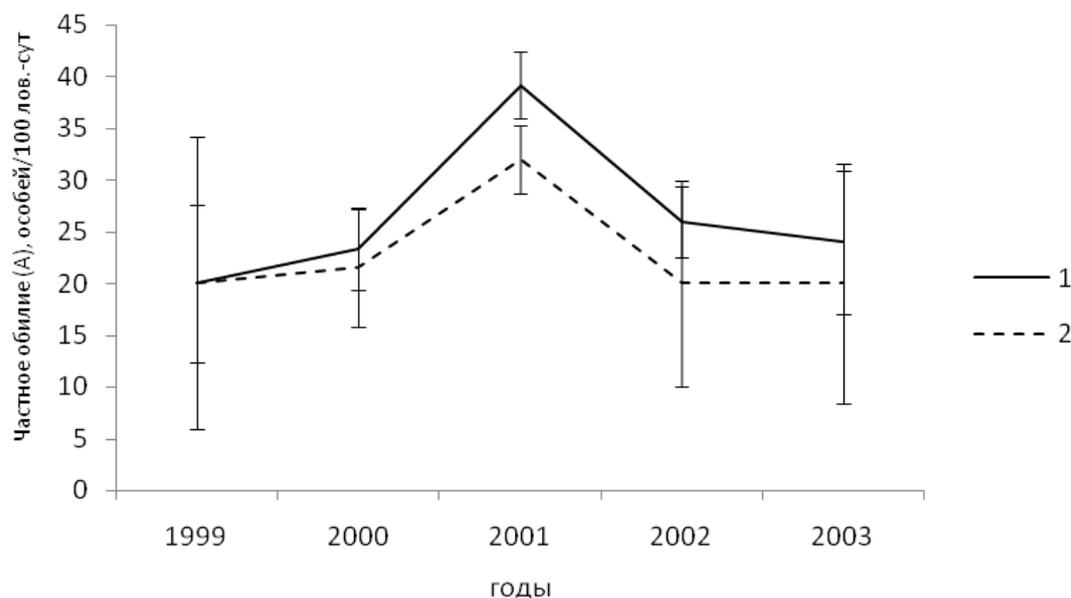


Рис. 2. Динамика показателя частного обилия (A) мелких млекопитающих в ненарушенной тундре (1) и восстановленной тундре (2). $R_A(1)=2,0$; $R_A(2)=1,6$

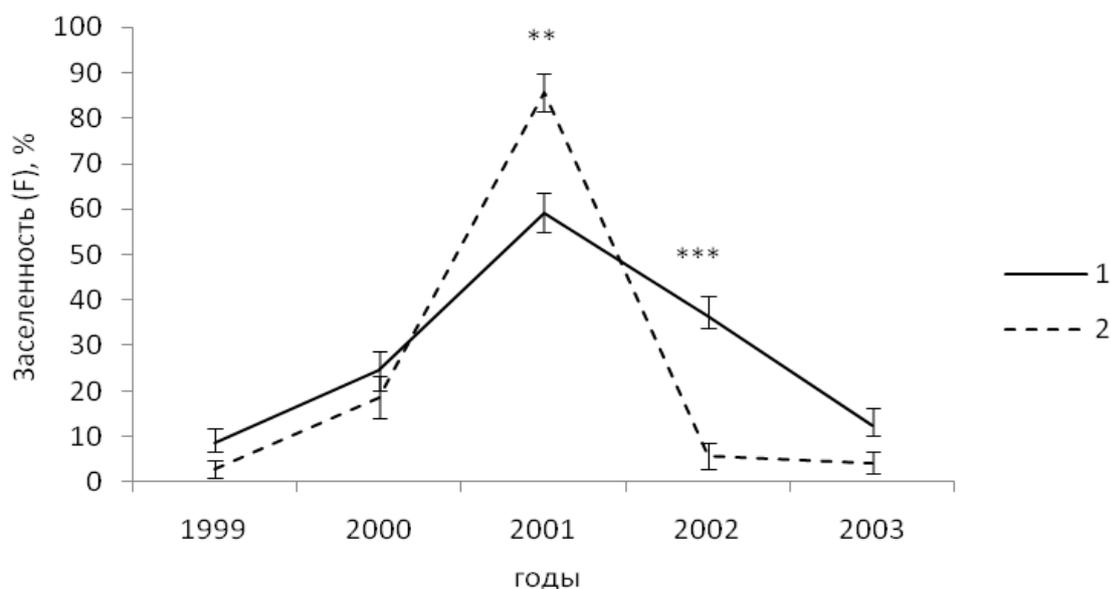


Рис. 3. Динамика показателя заселенности (F) мелких млекопитающих в ненарушенной тундре (1) и восстановленной тундре (2). $R_{F(1)}=6,8$; $R_{F(2)}=30,0$

Крайние значения при минимуме и максимуме показателей характеризуют полный диапазон изменчивости в относительной численности и пространственной структуре населения. В этот диапазон в качестве компонент входит как естественная пространственно-временная гетерогенность среды, так и пространственная неоднородность, обусловленная воздействием антропогенного фактора. Естественную вариабельность показателей обилия и связанное с этим распределение по территории можно оценить амплитудой показателей численности животных на ненарушенной территории. Оценкой вклада пространственно-временной гетеро-

генности, обусловленной антропогенным воздействием, в этом случае будет служить разность между полной вариабельностью и амплитудой, имеющей место на естественной территории (Лукьянова, Лукьянов, 1992).

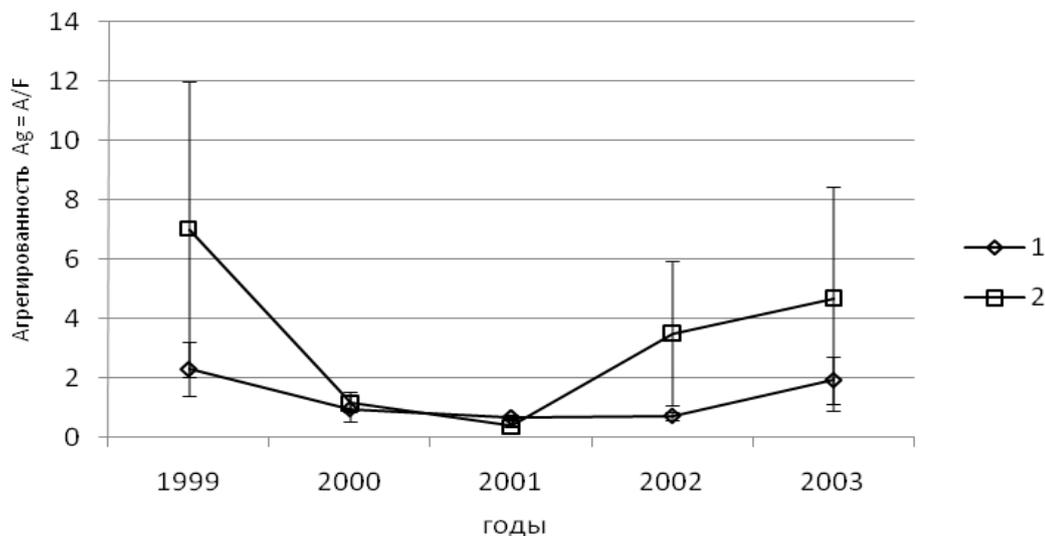


Рис. 4. Динамика показателя агрегированности (Ag) мелких млекопитающих в ненарушенной (1) и восстановленной тундре (2). $R_{Ag(1)}=3,5$; $R_{Ag(2)}=18,9$

Выполненные расчеты показали, что вариабельность значений общего обилия на 72%, заселенности на 77% и агрегированности на 82% определяется факторами антропогенной природы, а локальная плотность (частное обилие) на 80% обусловлена естественной хронологической изменчивостью.

Таким образом, выявленные в ходе естественной динамики эффекты возрастания амплитуды показателей обилия и пространственной структуры населения свидетельствуют о том, что сообщество мелких млекопитающих в производной тундре трансформировано и продолжает испытывать последствия антропогенного нарушения исходной среды обитания.

Литература

Арчегова И. Б., Кузнецова Е. Г., Лиханова И. А., Панюков А. Н., Хабибуллина Ф. М., Осадчая Г. Г. Экологические принципы природопользования и природовосстановления на Севере. Сыктывкар, 2009. 176 с. (Коми научный центр УрО РАН).

Большаков В. Н., Пястолова О. А., Вершинин В. Л. Специфика формирования видовых сообществ животных в техногенных и урбанизированных ландшафтах // Экология, 2001. № 5. С. 343–354.

Лукьянова Л. Е., Лукьянов О. А. Характеристика обилия и пространственной структуры населения рыжей полевки на техногенных территориях // Животные в условиях антропогенного ландшафта. Екатеринбург, 1992. С. 85–95.

Мухачева С. В. Особенности пространственно-временного размещения населения рыжей полевки в градиенте техногенного загрязнения среды обитания // Экология, 2007. № 3. С. 178–184.

Петров А. Н., Быховец Н. М. Мелкие млекопитающие ненарушенного и восстановленного тундровых биогеоценозов // Экология, 2012. № 5 С. 374–382.

Whitford P. B. Distribution of woodland plants in relation to succession and clonal growth // Ecology, 1949. № 30. P. 199–208.

ВОЗДЕЙСТВИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЛАНДШАФТА НА ФАУНУ И НАСЕЛЕНИЕ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ПОДЗОНЫ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ (ЕВРОПЕЙСКИЙ СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ, РЕСПУБЛИКА КОМИ)

А. Н. Петров, Н. М. Быховец

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

Мелкие млекопитающие – представители отрядов насекомоядных и грызунов составляют около трети видов териофауны и доминируют в населении млекопитающих европейской тайги. Значительные перепады в динамике биомассы, воздействие на почвы, растительность, численность и трофические связи хищников-миофагов определяют их важную биоценотическую роль. Сельскохозяйственная деятельность человека на Севере, связанная прежде всего с вырубкой лесов, формирует комплекс факторов, изменяющих естественную среду обитания диких животных.

Города и поселения сельского типа на территории крайнего Северо-Востока Европы традиционно приурочены к долинам крупных рек. Основной тип сельскохозяйственного освоения – долинный. Это связано с трудностью освоения плохо дренированных переувлажненных и бедных почв междуречий. Интенсивное освоение человеком лесов в Республике Коми под сенокосные поля, луга и пастбища началось со второй половины прошлого века: с 60-х годов были начаты работы по мелиорации, получившие особый размах к 70-м годам. Появились обширные площади ландшафтов с фрагментированной структурой, после чего поля использовались как пастбища с частичным посевом злаковых трав для сенокоса. В конце 90-х во многих хозяйствах сократилось, либо было ликвидировано поголовье крупного скота, прекратились сенокосы, расчистка мелиоративных каналов, на заброшенных землях началось естественное возобновление растительности. В последней региональной фаунистической сводке (Млекопитающие..., 1994) были обобщены результаты исследований мелких млекопитающих в сельскохозяйственных угодьях подзоны средней тайги, включая пойменные сенокосные луга и суходолы-выпасы. Сведения о таких местообитаниях как территории мелиоративных каналов, изменяющих структуру фито- и зооценозов, изначально отсутствовали.

Цель данной работы — сравнительный анализ видового разнообразия, распределения и численности мелких млекопитающих биотопических комплексов естественных и мелиорированных зональных ландшафтов тайги.

Исследования выполнены в подзоне средней тайги на правом берегу р. Вычегда (Усть-Вымский и Корткеросский районы Республики Коми) в 2010 г. Учеты мелких млекопитающих проводили в конце июля – начале августа методом отлова в конусы (Булавинцев, 1978). Отлов проводился в течение 10 суток, проверка — один раз в сутки. Эта продолжительность изъятия позволяла избегать негативных эффектов, связанных с избирательностью отлова различных видов и демографических групп, и способствовала лучшей сравнимо-

сти различных характеристик населения на естественных и антропогенных территориях.

Ловушки выставляли одновременно в пределах сходных выделенных биотопов (табл.). Среди естественных местообитаний обследовали территории лесных формаций, характерных для зональных ландшафтов европейской средней тайги – коренные и условно-коренные сосново-еловые хвойные леса с примесью осины и березы, долгомошные, сфагновые, зеленомошно-черничниковые (на коренном берегу р. Вычегды лес наиболее сохранен, находится в водоохранной зоне, и следы вырубок здесь не прослеживаются).

Таблица

Структура топических группировок мелких млекопитающих в зональных и антропогенных элементах ландшафта (доля участия вида, %)

Вид	Биотопы (местообитания)		
	Суходольный луг	Плакорный лес	Мелиоративные каналы
Рыжая полевка	0	13	11
Красная полевка	0	6	0
Полевка-экономка	34	6,3	23
Пашенная полевка	0	6,3	2,9
Лесная мышовка	0	4	4
Обыкновенная бурозубка	66	50	47
Средняя бурозубка	0	4,2	2,9
Малая бурозубка	0	4	3
Обыкновенная кутора	0	2,1	4,3
Крот европейский	0	4,2	1,4
Число видов	2	10	9
Число особей	29	48	70
Среднее число видов	1,93±0,06	7,57±0,61	7,72±0,61
Доля редких видов	0,97±0,03	0,24±0,06	0,14±0,37
Обилие, особей / 100 к/с	29±4,54	48±5,0	70±4,58
Число к/с	100	100	100

Примечание: к/с – конусо-сутки.

Суходольные луга, примыкающие к лесным массивам. Общее покрытие – 90–100%, в растительности преобладает злаково-луговое разнотравье: овсяница луговая, тимофеевка, пырей ползучий, клевер, лапчатка гусиная, мятлик луговой, щучка дернистая, в понижениях рельефа – осоки.

Территории мелиоративных каналов с глубиной от 1–1,5 м на лугах. Ширина кустарниковой полосы около 4 м. Густой кустарниковый ярус высотой до 2–4 м сформирован ивой и ольхой, древесные породы представлены подростом из осины, березы и ели. В присклоновых участках злаки и луговое разнотравье, борщевик, крапива двудомная, в пониженных и переувлажненных отрезках околородная растительность – осоки, таволга вязолистная. Обкосы каналов и участков, прилегающих к ним, не проводятся, кустарник не вырубается.

Для анализа населения животных использованы показатели: список видов, суммарное обилие видов на 100 ловушко-суток, их доленое участие. Видо-

вую структуру оценивали по показателям видового разнообразия (m) и доли редких видов (Животовский, 1980).

В результате исследований выявлено 10 из 17–18 известных видов фауны мелких грызунов и насекомоядных подзоны средней тайги в равнинной ее части (без учета синантропов). Зарегистрированы почти все фоновые виды, характерные для зональных элементов ландшафта. Из ожидаемых видов не учтены редкие: бурозубки крошечная и равнозубая, лесной лемминг, красно-серая полевка. В целом, год характеризовался средним уровнем численности мелких млекопитающих при повышенной численности бурозубок и серых полевок. Средний уровень численности лесных полевок – низкий.

В суходольных лугах зарегистрировано всего лишь 2 вида: полевка-экономка и обыкновенная бурозубка, доминировала обыкновенная бурозубка. Суммарное относительное обилие низкое. В лесных местообитаниях обнаружено 10 видов, относительное обилие почти в 1,7 раза выше ($t=2,8$; $p<0,01$). В числе доминантов отмечена обыкновенная бурозубка, содоминант – рыжая полевка. В мелиоративных каналах обнаружено 9 видов, при доминировании обыкновенной бурозубки позицию субдоминанта занимает полевка-экономка. Относительное обилие в данном местообитании максимально. По степени видового разнообразия (среднее число видов) и выравненности по обилию (доля редких видов) группировки мелиоративных каналов и леса близки (отличия статистически незначимы). Обращает на себя внимание факт, что суммарное обилие в каналах, по сравнению с лесными местообитаниями, в 1,5 раза выше ($t=3,24$; $p<0,001$) за счет повышенного обилия доминантов – полевки-экономки и обыкновенной бурозубки – политоппных полизональных видов, лесолуговой экологической группы. На наш взгляд, линейная структура местообитаний каналов способствует миграционной активности животных. Современными исследованиями доказано, что учеты в конусы в большей степени отражают подвижность животных, быстро отлавливая резидентное население с ограниченной площади в первые дни, а в последующие – в основном мигрантов. Биомасса оседлого населения характеризует потоки вещества и энергии, которые поддерживаются за счет функционирования локальной экосистемы. Компенсация дисбаланса среды вследствие ее нарушений может осуществляться за счет иммиграции с соседних участков. Показано возрастание относительной величины транзитного потока мелких млекопитающих при увеличении уровня нарушенности экосистем, в частности, на зарастающих полях (Щипанов и др., 2012).

Таким образом, выявленные нами отличия ценотических показателей обилия и видового разнообразия указывают на то, что сообщество мелких млекопитающих в фрагментированном сельскохозяйственном ландшафте трансформировано и продолжает испытывать последствия антропогенного нарушения исходной среды обитания. Мелиоративные каналы суходольных лугов, формируя своеобразную сеть экологических коридоров между лесными массивами, создают условия обитания для многих лесных видов. Прослеживаются компенсационные явления в виде возможности возмещения биоразнообразия за счет численности фоновых видов.

Представляется перспективным и важным проведение дальнейших мониторинговых исследований с использованием мелких млекопитающих как тестового сообщества в оценке динамических и компенсационных процессов, происходящих в трансформированных зональных экосистемах тайги.

Литература

Ануфриев В. М., Бобрецов А. В., Войлочников А. А., Нейфельд Н. Д., Кудрявцева Э. Н., Куприянова И. Ф., Петров А. Н., Полежаев Н. М., Пыстин А. Н., Сокольский С. М., Соловьев В. А., Турьева В. В., Юшков В. Ф. Млекопитающие. Насекомоядные, рукокрылые, зайцеобразные, грызуны. С.-Петербург: Наука, 1994. 280 с. (Фауна европейского Северо-Востока России. Млекопитающие; Т. II, ч. 1).

Булавинцев В. И. Использование ловчих цилиндров для отлова мелких позвоночных в условиях техногенных ландшафтов // Зоол. журн. 1978. Т. LVIII, Вып. 9. С. 1884–1887.

Животовский Л. А. Показатель внутривидового разнообразия // Журнал общей биологии. 1980. Т. 41. № 6. С. 828–836.

Щипанов Н. А., Купцов А. В., Калинин А. А., Демидова Т. Б., Олейниченко В. Ю., Ляпина М. Г., Александров Д. Ю., Распопова А. А., Павлова С. В., Тумасьян Ф. А. Мелкие млекопитающие юго-востока Тверской области. Сообщение 2. Разнообразие, популяционная плотность, биомасса // Сибирский экологический журнал. 2012. Т. 19. № 1. С. 123–129.

ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ЛЕСНОЙ КУНИЦЫ *MARTES MARTES L.* НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

О. В. Масленникова

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

Значение пищевых связей в биоценозах настолько велико, что некоторые авторы склонны рассматривать биоценозы как трофоценотические системы.

Материал и методы. Исследования проводились с осени 1997 по февраль 2012 года. Изучались тушки куниц, добытые охотой в осенне-зимний период. Кроме того, исследовались погибшие куницы в ранне-осенний период. Желудки с пищей взвешивались. Разбиралось содержимое желудков и кишечника, которые затем промывались для выбора элементов питания. Всего было исследовано 127 куниц из различных районов Кировской области.

Результаты исследования. Из 127 куниц пищевые компоненты в желудочно-кишечном тракте были обнаружены у 97 куниц, что составляет 76,4% исследованных куниц. У 30 куниц следов пищи ни в желудке, ни в кишечнике обнаружено не было. Отчасти это связано со способом добычи. Куницы, пойманные в капканы, оставаясь живыми, отгрызают себе омертвевшую лапу. У 13 куниц в желудке или кишечнике были обнаружены останки своей лапы (табл.).

О количестве корма, поедаемого в природе куницей, можно примерно судить по весу содержимого желудков добытых зверьков. На северо-западе европейской части России средний вес желудков равен 35,5 г при максимальном весе 118 г (Данилов, Туманов, 1976). По нашим данным, средняя масса желудков $30,7 \pm 4,3$ г ($n=31$). Минимальная масса желудка 11,5 г, максимальная – 123 г. В

одном желудке куницы ($m=59$ г), добытой 6 февраля 2010 г. в Подосиновском районе, было обнаружено 12 полёвок, 2 бурозубки, останки белки, останки рябчика, лапы и перья воробьиных.

Таблица

**Содержимое желудков и кишечника лесной куницы
в осенне-зимний период**

Виды корма	Встречаемость кормов	% встречаемости
Мышевидные	47	48,5
Бурозубки	1	1,0
Белка	7	7,2
Куньи (горностай, ласка)	2	2,1
Шерсть, когти, останки лапы куницы	13	13,4
Падаль	17	17,5
Тетеревиные	8	8,2
Воробьиные и дятлообразные	25	25,8
Земноводные	7	7,2
Насекомые	9	9,5
Рыба	1	1,0
Черника	1	1,0
Рябина	2	2,1
Другие растительные включения	9	9,3

Основным кормом куницы в течение всего года служат полевки, частота встреч остатков которых в данных по питанию в снежный период года коррелирует с обилием грызунов в угодьях. Второе по значению место принадлежит тетеревиным птицам, главным образом, рябчику, на долю которого приходится более 60% встреч остатков тетеревиных в питании куницы (Граков, 1965).

По нашим данным, мышевидные грызуны (чаще полевки) составляют 48,5% встреч, а на втором месте по встречаемости в осенне-зимний период – воробьиные и дятлообразные, 25,8% встреч, тогда как тетеревиные (в основном рябчик) лишь 8,2%. Белка также не имеет решающего значения в питании куницы и составляет 7,2% встреч. Земноводные в осенне-зимний период составляют 7,2%. По-видимому, земноводные играют большую роль в питании куниц весной и в летний период. Насекомые и их личинки в питании куницы большую роль играют в летне-осенний период. В Омутнинском районе содержимое желудка куницы (31,9 г), задавленной собакой 24 сентября 2011 г., состояло из земляных ос и их личинок. В осенне-зимний период количество встреч насекомых совпадает со встречами земноводных. При урожае рябины куница охотно питается ею.

Питание куницы в лесных биотопах, измененных рубками, в Зуевском районе Кировской области изучал Т. В. Плешак (1976). По данным этого автора, основу питания лесной куницы во всех биотопах также составляют мышевидные грызуны, среди них преобладают лесные полевки (р. *Clethrionomys*). Представители р. *Microtus* (серые полевки) отмечены в питании куницы только для вырубков. Встречаемость в питании насекомоядных на лесосеках составляет до 26,7%, причем ее основную роль здесь играет крот, тогда как в ельнике ос-

новное место занимают бурозубки. Белка в питании куницы играет заметную роль в ельнике (22,6%). На свежих вырубках возрастает роль зайца-беляка в питании куницы (27,3%).

По данным С. М. Сокольского (2004), в питании куницы на территории Печоро-Илычского заповедника мышевидные составляют 69,9% встреч, насекомоядные – 11,6%, белка, летяга, бурундук – 4,8%, заяц-беляк – 0,2%, тетеревиные (рябчик и глухарь) – 1,7%, воробьиные и дятлообразные – 12,1%, яйца птиц – 1,8%, земноводные и пресмыкающиеся – 2,9%, насекомые – 7,6%, кедровый орех – 16,5%, различные ягоды – 9,64%, падаль – 0,4%.

А. А. Насимович (1948), изучавший в течение ряда лет лесную куницу в Лапландском заповеднике, отмечает ее всеядность в местных условиях и пластичность в выборе пищи в тот или иной год и сезон в зависимости от обилия корма в угодьях. При недостатке основного корма – полевков и тетеревиных – куница в большем количестве, чем обычно, поедает второстепенные корма – ягоды, насекомых и лягушек.

Приведенные данные по питанию куницы позволяют судить о высокой экологической пластичности вида, способного при отсутствии или недостатке какого-нибудь корма, переключаться на другие виды кормов.

Таким образом, наши исследования показали, что в условиях антропогенного влияния (вырубки лесов) меняется питание куницы. Для Кировской области впервые обозначены в питании куницы земноводные, снизилась роль тетеревиных птиц с 60% до 8,2%, возросла роль воробьиных и дятлообразных до 25,8% встреч. Насекомые служат кормом больше в летний период, в осенне-зимний период они регистрируются при питании куниц земноводными, иногда мышевидными. Мышевидные грызуны остаются основным кормом лесной куницы.

Литература

- Граков Н. Н. Запасы пищи и их роль в жизни лесной куницы // Охота, пушнина, дичь. Сб. науч.-техн. информ. Киров, 1965. Вып. 13. С. 10–14.
- Данилов П. И., Туманов И. Л. Куны Северо-Запада СССР. Л., 1976. 256 с.
- Насимович А. А. Экология лесной куницы // Труды Лапландского гос. заповедника. М., 1948. В. 3. С. 62–64.
- Плешак Т. В. К питанию куницы в лесных биотопах, измененных рубками // Труды Кировского СХИ. Пермь, 1976. С. 38–45.
- Сокольский С. М. Лесная куница // Млекопитающие Печоро-Илычского заповедника. Сыктывкар: Коми книжное издательство, 2004. С. 330–349.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ

А. В. Канева¹, Е. С. Белых², И. О. Вележжанинов², Т. А. Майстренко²

¹ Сыктывкарский государственный университет,

² Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, canewa.anuta@yandex.ru

Контроль состояния окружающей среды является актуальной задачей, решение которой заключается в разработке и стандартизации чувствительных к определенным типам загрязнения методов оценки качества воздуха, воды и почв. Использование в качестве биоиндикаторов референтных видов животных и растений из природных популяций позволяет получить достоверную информацию о состоянии окружающей среды.

Одной из важнейших групп почвенных беспозвоночных являются дождевые черви. Эти малоподвижные животные являются удобными биоиндикаторами, поскольку имеют высокую численность в поверхностном слое почвы и чувствительны к изменениям среды обитания. Возможность использования дождевых червей для оценки загрязнения окружающей среды радионуклидами и тяжелыми металлами обсуждалась многими исследователями. Показано, что дождевые черви первыми из представителей почвенной мезофауны реагируют на радиоактивное загрязнение изменением численности (Криволуцкий, 1994).

Целью работы явилось сравнение методов оценки загрязнения почвы с использованием дождевых червей.

Одним из использованных нами методов было определение численности представителей почвенной мезофауны. Этот метод позволяет на популяционном уровне оценить комплексное действие всех внешних факторов без использования сложного оборудования. Однако его недостаток заключается в сложности определения вклада в наблюдаемый биологический эффект каждого из факторов, оказывающих негативное воздействие.

Определяли численность дождевых червей семейства Lumbricidae, собранных вблизи пос. Водный (Республика Коми) на участке с техногенно повышенным содержанием тяжелых естественных радионуклидов и тяжелых металлов в почвах. Среднее содержание ^{226}Ra в пробах загрязненных почв варьировало от $5,3 \times 10^2$ до $10,5 \times 10^4$ Бк/кг, ^{210}Pb – от $4,1 \times 10^2$ до $10,6 \times 10^4$ Бк/кг, ^{210}Po – от $2,7 \times 10^2$ до $6,0 \times 10^4$ Бк/кг и ^{230}Th – от $0,2 \times 10^2$ до $5,1 \times 10^4$ Бк/кг. Контрольный участок расположен в той же почвенно-климатической зоне, что и экспериментальный. Содержание тяжелых металлов и радионуклидов в почве соответствует региональным фоновым значениям (Безносиков и др., 2007; Евсеева и др., 2012).

Численность червей была достоверно выше ($p < 0,05$) на контрольном участке, чем на площадках с повышенным содержанием в почве радионуклидов уранового и ториевого рядов (рис. 1). Рассчитанные с использованием программы Erica Tools (www.eric-tool.com) мощности поглощенных доз для червей составили от 7 до 1395 мкГр/ч при соответствующем значении для особей с контрольного участков 1,1 мкГр/ч. Показано, что при дозовой нагрузке

60,7 мкг/р/ч численность особей снижается на 50% относительно контроля. При максимальном значении мощности поглощенной дозы дождевых червей в почве обнаружено не было. Таким образом, при увеличении мощности поглощенной дозы наблюдали снижение численности червей.

На исследуемых участках также установлено значительное превышение ОДК (ГН 2.1.7. 2511 – 09) тяжелых металлов в почвах, а именно: Cu – до 5,5 раз, Pb – до 28,5 раз, Zn – до 3 раз, As – до 80 раз. Установлено, что численность червей на участках, загрязненных тяжелыми металлами, была достоверно ($p < 0,05$) ниже, чем на контрольных участках. При максимальном содержании Cu, Zn, V и As дождевых червей в почве не обнаружили. Расчет суммарного показателя загрязнения почв тяжелыми металлами (СПЗ) показал, что по уровню содержания химических веществ 35% образцов почв характеризуются высокой степенью загрязнения. Увеличение загрязненности почв тяжелыми металлами вызывает сокращение численности червей (рис. 1). Так, в случае СПЗ=15 численность дождевых червей снижается относительно контроля на 50, а при СПЗ=95, соответствующему опасному уровню загрязнения, дождевых червей в почве обнаружено не было. Для оценки качества почвы с повышенным содержанием радионуклидов и металлов исследуют (Lourenco et al., 2011) изменение морфологических характеристик дождевых червей. Однако в нашем исследовании не было обнаружено достоверных ($p < 0,05$) отличий морфологических характеристик, таких как длина, диаметр, масса тела и диаметр гастроэнтерального тракта, червей контрольных и техногенно загрязненных участков. Таким образом, морфологические параметры червей семейства Lumbricidae в данной радиоэкологической ситуации не могут быть использованы для оценки качества среды.

Еще один использованный нами метод, позволяющий оценить степень повреждения ДНК в клетках организмов при действии мутагенов, – FAST-микрометод. Метод применяется для определения степени поврежденности ДНК у моллюсков, рыб и млекопитающих (Batel et al., 1999; Ullmann et al., 2008). Поскольку ранее на дождевых червях этот метод не использовался, на первом этапе исследовали чувствительность эпителиальных и мышечных клеток дождевых червей к действию H_2O_2 – вещества, вызывающего разрывы ДНК, – с использованием методики описанной в работах (Batel et al., 1999; Ullmann et al., 2008). Подготовленную клеточную суспензию инкубировали с 50 мкМ H_2O_2 и окрашивали флуоресцентным красителем PicoGreen. Целостность ДНК регистрировали по скорости уменьшения интенсивности флуоресценции за 30 минут денатурации при pH=11,7. Нормализованную флуоресценцию с учетом концентрации белка, определенного в образцах реакцией с биуретом (Семак и др., 2007) рассчитывали как отношение флуоресценции образца к содержанию в нем белка.

Установлено, что уровень разрывов ДНК при действии на клетки 50 мкМ H_2O_2 достоверно возрастает по сравнению с контролем (рис. 2). Таким образом, FAST-микрометод может быть использован для регистрации повреждений ДНК клеток дождевых червей.

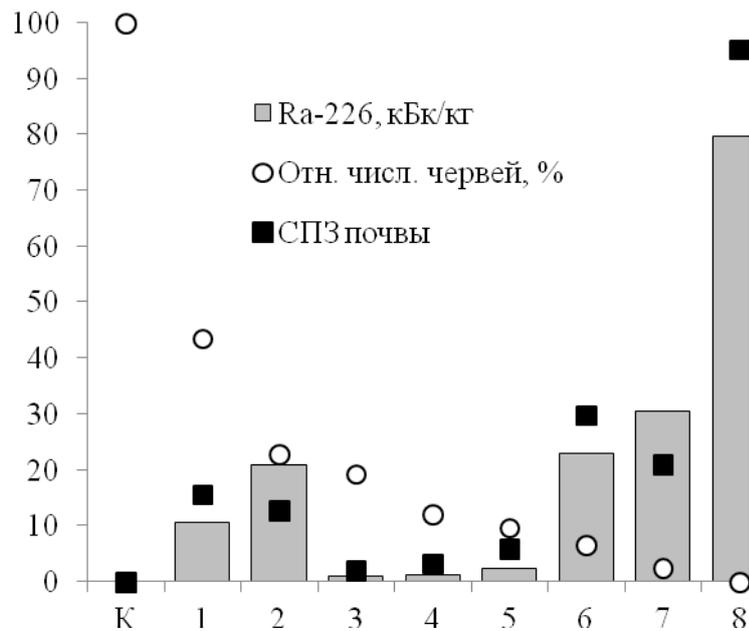


Рис. 1. Изменение численности дождевых червей относительно контроля, удельная активность ^{226}Ra и СПЗ почвы

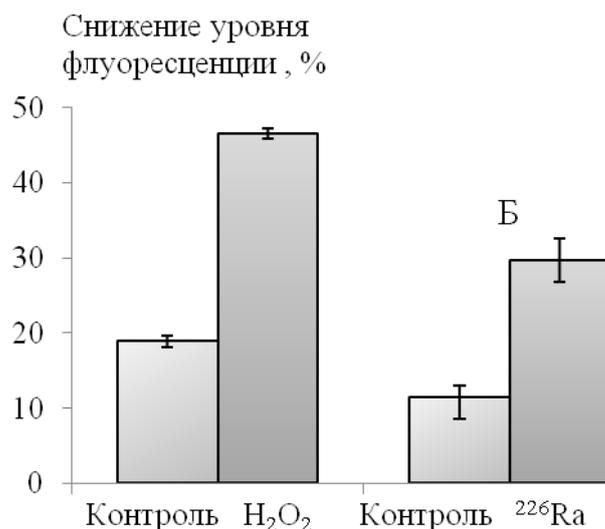


Рис. 2. Снижение уровня флуоресценции комплекса ДНК-PicoGreen за 30 минут щелочной денатурации ДНК суспензии клеток дождевых червей, экспонированной в растворе H_2O_2 (50 мкМ) (А), и суспензии клеток животных из природных популяций с фоновым и повышенным содержанием ТЕРН в почве (Б)

Следующим этапом было изучение степени повреждения ДНК дождевых червей, обитающих на участках с фоновым и повышенным содержанием тяжелых естественных радионуклидов в почве. Концентрация ^{226}Ra в почве контрольного участка составила 41 ± 10 , экспериментального – 6500 ± 1400 Бк/кг.

Снижение относительной интенсивности флуоресценции комплекса двунитовой ДНК-PicoGreen за 30 минут составило 12 и 30% для червей из популяций с контрольного и экспериментального участков, соответственно. Таким об-

разом, высокая чувствительность и возможность одновременного анализа большого количества образцов позволяют использовать FAST-микрометод для оценки состояния окружающей среды.

Приведенные методы отличаются друг от друга информативностью, чувствительностью, воспроизводимостью и достоверностью. При этом все они отражают уровень воздействия компонентов окружающей среды на живые организмы. Использование в качестве биоиндикаторов дождевых червей из природных популяций наряду с традиционными химико-аналитическим контролем позволяет получить комплексную экологическую оценку качества почв.

Проведение работ поддержано проектом 12-И-4-2006.

Литература

Безносиков В. А., Лодыгин Е. Д., Кондратенко Б. М. Оценка фоновое содержания тяжелых металлов в почвах Европейского Северо-Востока России // Почвоведение. 2007. № 9. С. 1064–1070.

ГН 2.1.7. 2511 – 09. Гигиенические нормативы. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве.

Евсеева Т. И., Белых Е. С., Майстренко Т. А. и др. Латеральное распределение радионуклидов уранового и ториевого рядов в антропогенно измененных почвах на территории складирования отходов радиевого производства // Радиационная биология. Радиозэкология. 2012. Т. 52. № 1. С. 103–112.

Криволицкий Д. А. Почвенная фауна в экологическом контроле. М.: Наука, 1994. 268 с.

Семак И. В., Зырянова Т. Н., Губич О. И.. Биохимия белков. Минск: БГУ, 2007. 49 с.

Batel R., Jakšić Ž., Bihari N., Hamer B, Fafandel M., Chauvin C., Schröder H.C., Müller W.E., Zahn R.K. A microplate assay for DNA damage determination (Fast micromethod) in cell Suspensions and Solid Tissues // Analytical Biochemistry. 1999. V. 270. P. 195–200.

Lourenço J., Silva A., Carvalho F., Oliveira J., Malta M., Mendo S., Gonçalves F., Pereira R. Histopathological changes in the earthworm *Eisenia andrei* associated with the exposure to metals and radionuclides // Chemosphere. 2011. V. 85. P. 1630–1634.

Ullmann K., Müller C., Steinberg P. Two essential modifications strongly improve the performance of the Fast Micromethod to identify DNA single- and double-strand breaks // Archives of Toxicology. 2008. V. 82. P. 861–867.

МОНИТОРИНГ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ РЫЖЕГО СОСНОВОГО ПИЛИЛЬЩИКА КАК МЕТОД БИОИНДИКАЦИИ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

С. А. Максимов, В. Н. Марущак

Ботанический сад УрО РАН, valn-ma@yandex.ru

Динамика численности хвое-листогрызущих вредителей является одной из наиболее слабо разработанных и противоречивых областей лесной экологии (Szujecki, 1987). В 1986–2012 гг. мы изучали факторы динамики популяций грызущих филлофагов Урала. В процессе исследований мы пришли к выводу, что у каждого вида хвое-листогрызущих вредителей есть свой видоспецифичный механизм массовых размножений. В основе его лежит явление, которое до сих пор не было известно. Это явление заключается в том, что при резких пере-

ходах от прохладной к жаркой погоде, совпадающих по времени с началом роста нового поколения сосущих корней древесных растений, у деревьев нарушаются начальные фазы развития корней. Сосущими, тонкими, поглощающими корнями называются корни диаметром от 0,05 мм до 1 мм, выполняющие у древесных растений основную работу по поглощению воды и питательных минеральных веществ. Поколение корней с нарушенными начальными стадиями развития вырастает слабым или даже не вырастает совсем. В результате в насаждении кормовой породы на время, равное среднему сроку жизни сосущих корней, возникает недостаток физиологически активных тонких корней и, как следствие, меняется химизм хвои или листвы. Личинки грызущих филлофагов, питающиеся на кормовых растениях с недостатком сосущих корней, имеют повышенную выживаемость, что служит причиной роста численности вредителей в очагах. Очагами массового размножения становятся насаждения, где возник недостаток тонких корней. Среднее время жизни сосущих корней у наших древесных растений составляет 4 года (Максимов, Марущак, 2009).

Таким образом, повышенная выживаемость личинок вредителей поддерживается обычно в течение 4 лет. Поскольку необходимым условием в возникновении очагов массового размножения является конкуренция между ростом корней и побегов, очаги бывают приурочены к насаждениям, где сосущие корни дружно трогаются в рост, а вспышки численности начинаются в годы, когда здесь начинают рост многочисленные поколения тонких корней. Поэтому данные многолетнего мониторинга динамики численности хвое-листогрызущих вредителей содержат информацию о свойствах ризосферы древесных насаждений, порой неожиданную, получить которую другими методами бывает затруднительно. Например, на юге Свердловской области очаги непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.), как правило, возникают в березовых насаждениях на бедных почвах. В таких местах основная масса корней березы сосредоточена в верхнем слое почвы толщиной 5–7 см и хорошо выражена цикличность роста сосущих корней. В таких насаждениях очаги массового размножения непарника возникают очень часто, и почти непрерывно поддерживается высокая численность вредителя. Популяция непарного шелкопряда повышенной плотности представляет собой богатую кормовую базу для многочисленных хищников, паразитоидов и сапрофагов. Кроме того, в таких насаждениях поддерживается повышенная численность некоторых семейств дневных бабочек. Поэтому насаждения с высокой вероятностью возникновения очагов непарника несмотря на бедность почв выделяются большим индексом биоразнообразия (Максимов, Марущак, 2012). Одним из видов грызущих филлофагов, который дает вспышки массового размножения в сосновых, а в северных районах в кедровых насаждениях, является рыжий сосновый пилильщик (*Neodiprion sertifer* Geoffr.). Очаги соснового пилильщика также нередко приурочены к определенным насаждениям. Так, по данным Г. И. Соколова (личное сообщение), на крайнем юге Челябинской области очаг рыжего соснового пилильщика 3 раза (каждые 10 лет) возникал на одном и том же участке сосновых культур в Брединском районе в 70–90-х годах 20 века. В тоже время в окружающих сосновых насаждениях численность вредителя заметно не повышалась. По нашим наблюдени-

ям, наиболее интенсивные очаги рыжего соснового пилильщика часто возникают в сосновых насаждениях, расположенных в нижних частях склонов холмов. Можно предположить, что это связано с какими-то свойствами грунта, на котором растут данные насаждения.

В процессе работы нам удалось установить и механизм массовых размножений рыжего соснового пилильщика. Методика исследований включала учеты численности пилильщика на большом числе постоянных пробных площадей, наблюдения за ростом сосущих сосны и кедра, наблюдения за динамикой прогревания почвы весной близко расположенных пробных площадей к г. Екатеринбург. Оказалось, что основной погодный сценарий, благоприятствующий началу вспышек массового размножения рыжего соснового пилильщика, заключается в следующем. В августе – сентябре – октябре года, предшествующего образованию очагов вредителя, выпадает очень много осадков. Последующая зима должна быть малоснежной с морозным начальным месяцем или очень холодной, так что почва промерзает на глубину 1 м и более.

Весной, в год образования очагов рыжего соснового пилильщика должен происходить очень быстрый переход к жаркой погоде, так что верхний слой почвы в сосновых или кедровых насаждениях прогревается до +9–10 °С, в то время как на глубине несколько десятков сантиметров сохраняется слой не оттаявшей почвы (Максимов и др., 2009). Можно предположить, что при большом количестве осадков осенью в тех насаждениях, под которыми имеется водонепроницаемый слой грунта, образуется на некоторой глубине долго сохраняющийся насыщенный водой слой почвы. При соответствующей зимней погоде этот слой замерзает, а так как лед обладает большой теплоемкостью, весной он долго сохраняется не оттаявшим. Что и создает условия для образования интенсивных очагов рыжего соснового пилильщика в таких насаждениях. Осенью 2009 г. в центральных районах Свердловской области выпало много осадков, особенно около г. Артемовского. Зима 2010 г. была довольно холодной, а в начале мая 2010 г. произошел быстрый переход к жаркой погоде (табл.). По нашим наблюдениям, в сосновых насаждениях 6 мая 2010 г. самый верхний слой почвы нагрелся до +9 °С. Можно было ожидать возникновения очагов рыжего соснового пилильщика. И они в 2010 г. действительно возникли.

Таблица

**Температуры воздуха и почвы в окрестностях
г. Артемовского 1–9 мая 2010 г.**

Дата	Температура воздуха, °С			Температура почвы на глубине, м			
	средн.	максим.	миним.	0,2	0,4	0,8	1,2
1	8,0	21,4	-0,4	4,2	2,4	0,0	0,3
2	10,9	20,6	0,8	5,7	3,3	0,0	0,3
3	16,0	21,2	11,3	7,0	4,1	0,0	0,3
4	16,4	23,1	10,3	8,3	5,0	0,1	0,4
5	16,8	26,3	4,6	9,2	6,0	0,2	0,4
6	20,6	28,2	12,9	10,2	6,6	0,4	0,5
7	15,8	24,8	11,2	11,4	7,6	1,9	0,6
8	8,1	17,3	-4,8	9,2	7,5	2,2	0,8

Причем наиболее интенсивным очаг вредителя оказался в окрестностях г. Артемовского. В насаждении, где осенью 2011 г. численность вредителя составила 200–300 коконов на 1 м², исследовали грунт. Как мы и ожидали, на глубине 55–60 см в этом насаждении имеется очень плотный слой грунта. Вероятно, интенсивные очаги рыжего соснового пилильщика приурочены к насаждениям, под которыми имеются водонепроницаемые слои грунта. Пока неясно, позволяет ли мониторинг динамики численности рыжего соснового пилильщика получить информацию о более тонких свойствах сосновых насаждений.

Литература

Максимов С. А., Марущак В. Н. Новый метод определения срока жизни сосущих корней у древесных растений // Ботанические сады в 21 веке: сохранение биоразнообразия, стратегия развития и инновационные решения. Белгород, 2009. С. 252–257.

Максимов С. А., Марущак В. Н. Антропогенные воздействия насаждения и вспышки массового размножения грызущих филлофагов // Человек и животные. Мат. XII Междунар. конфер., посвящ. 80-летию Астраханского гос. университета. Астрахань, 2012. С. 48–52.

Максимов С. А., Марущак В. Н., Тишечкин А. Н. К причинам вспышек массового размножения рыжего соснового пилильщика // Вестник института биологии Коми филиала УрО РАН. № 6. 2009. С. 59–62.

Szujewski A. Ecology of forest insects. Warszawa. Pol. Scient publishers, 1987. P. 162.

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПОВРЕЖДЕНИЕ РЯБИНЫ ВРЕДИТЕЛЯМИ И БОЛЕЗНЯМИ

С. В. Пестов

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

Изменение солнечной активности и связанные с ней изменения климатических характеристик являются одним из важных факторов динамики численности насекомых. В связи с этим прогнозирование вспышек численности массовых вредителей лесных и сельскохозяйственных растений в последнее время привлекает особое внимание. Однако пока не удается дать однозначного ответа на вопрос: что произойдет с насаждениями и популяциями насекомых при возможных глобальных изменениях климата (Исаев и др., 1999).

В середине июля 2009–2012 гг. на территории зоны защитных мероприятий ОХУХО «Марадыковский» на 20 лесных участках произведена оценка повреждения листьев рябины вредителями и болезнями. Сбор материала проводился в соответствии с ранее принятой методикой (Пестов, 2008). Для оценки роли климатических изменений использовали корреляционный анализ. Сведения о средней температуре воздуха и количестве осадков за июнь и июль взяты из базы данных для станции «Киров» сайта <http://pogoda.ru.net>. Значения температур воздуха и осадков в июне в годы исследований были выше, чем среднее за 10 предыдущих лет (табл. 1).

Температура июля в 2010 и 2011 гг. были значительно выше среднемноголетней. Самым холодным июль был в 2009 г. По количеству осадков 2009 и

особенно 2010 гг. были засушливыми. В 2011 и 2012 гг. этот показатель был близок к среднемноголетним значениям.

Таблица 1

**Сведения о климатических характеристиках в районе исследований
в годы исследований**

Климатический показатель	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Среднее значение (1998–2007)*
Температура июнь (°С) T ₆	16,91	17,14	16,71	17,29	16,38
Температура июль (°С) T ₇	17,41	23,11	21,21	19,33	19,64
Осадки июнь (мм) η ₆	114,6	124,1	84,3	83,4	71,08
Осадки июль (мм) η ₇	63,6	8,6	90,2	101,9	89,73

Важной характеристикой лесных насаждений является сомкнутость крон. В зависимости от сомкнутости изменяются освещенность полога, температурный, водный и ветровой режим. Таким образом, его можно рассматривать как индикатор микроклиматического режима насаждений. Ранее было показано, что этот показатель связан с поврежденностью рябины рядом групп вредителей и болезней (Мошарова, Пестов, 2011). Сомкнутость крон в изученных насаждениях менялась от 0,23 до 0,55. Исходя из среднегеометрического значения, мы разделили обследованные участки на две группы: с высокой сомкнутостью (>0,33) и низкой сомкнутостью (<0,33).

Основными патогенными организмами, повреждающими листья рябины, являются чешуекрылых (*Stigmella nylandriella* и *S. salicis*) и *Gymnosporangium cornutum* Arthur ex F. Kern. Среди грызущих насекомых на рябине обычны гусеницы чешуекрылых (*Aporia crataegi* (L.), *Orgyia antique* (L.), *Opisthograptis luteolata* (L.)) и личинки пилильщиков (*Pristiphora geniculata* Htg). Изредка встречается тля *Dysaphis sorbi* (Kaltenbach), галловый клещик *Eriophyes sorbi* (Canestrini). Из хищных членистоногих на листьях рябины встречаются личинки сетчатокрылых, божьих коровкой и пауки. Последние довольно часто используют листья для выведения потомства, формируя из них паутинные гнезда (Пестов, 2009).

Значимые положительные зависимости получились между средней температурой июня и поврежденностью дырчатыми погрызами, грубым объеданием и количеством осадков в июле, отрицательные – между количеством осадков в июле, поврежденностью сосущими насекомыми и чешуекрылыми минерами (табл. 2). Высокие значения коэффициентов корреляции в этих случаях были независимо от сомкнутости. Между поврежденностью галловыми клещиками и количеством осадков в июне и июле, свертыванием листьев и температурами июня и июля отмечены значительные различия коэффициентов корреляции при разной сомкнутости. Эти различия могут свидетельствовать о большом влиянии микроклиматических условий на повреждаемость этими группами вредителей.

**Значения коэффициентов корреляции степени повреждения
листьев рябины с климатическими характеристиками (2008–2012 гг.)**

Показатель	Низкая сомкнутость <0,33				Высокая сомкнутость >0,33			
	T ₆	T ₇	η ₆	η ₇	T ₆	T ₇	η ₆	η ₇
Галловые клещики	-0,27	-0,78	0,42	-0,04	-0,42	-0,60	-0,84	0,96
Чешуекрылые-минеры	-0,29	0,76	0,64	-0,84	-0,19	0,73	0,74	-0,91
Грубое объедание	-0,14	0,25	0,96	-0,91	0,13	-0,20	0,93	-0,71
Краевые погрызы	0,38	-0,54	-0,77	0,86	0,91	-0,17	-0,28	0,28
Скелетирование	0,95	0,37	0,11	-0,26	0,41	0,93	0,07	-0,43
Дырчатые погрызы	0,96	-0,16	-0,08	0,11	0,94	0,16	-0,20	0,08
Свертывание листьев	0,71	0,73	0,03	-0,33	-0,76	-0,69	-0,10	0,37
Паутинные гнезда	-0,78	-0,62	0,06	0,21	0,23	-0,94	0,01	0,36
Сосущие насекомые	0,19	0,67	0,85	-0,99	0,20	0,65	0,86	-0,99
Пятнистости	0,48	-0,63	-0,62	0,76	0,10	0,26	-0,88	0,65
Ржавчины	-0,21	0,65	-0,61	0,26	-0,28	-0,21	-0,99	0,93
Хлорозы	-0,24	0,06	-0,96	0,80	-0,57	0,18	-0,81	0,63
Некрозы	0,46	0,79	0,63	-0,85	0,50	0,83	0,52	-0,78

Примечание. T₆ – среднемесячная температура июня, T₇ – среднемесячная температура июля, η₆ – количество осадков в июне, η₇ – количество осадков в июле.

Можно отметить, что более высокие значения коэффициентов корреляции наблюдаются между поврежденностью патогенными организмами и климатическими характеристиками июня, чем июля. В насаждениях с разной сомкнутостью более значительны различия в тесноте связи между повреждаемостью и температурным режимом, чем повреждаемостью и количеством осадков.

Литература

Исаев А. С., Овчинникова Т. М., Пальникова Е. Н., Суховольский В. Г., Тарасова О. В. Оценка характера взаимодействий «лес-насекомое» в лесах бореальной зоны в ходе возможных климатических изменений // Лесоведение, 1999. № 6. С. 39–44.

Мошарова К. С., Пестов С. В. Мониторинг фитопатологического состояния ассимиляционного аппарата древесных растений в зоне защитных мероприятий объекта «Марадыковский» // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Материалы IV обл. науч.-практ. конф. Киров, 2011. С. 93–95.

Пестов С. В. Мониторинг фитопатологического состояния листьев деревьев и кустарников // Биоиндикаторы и биотестсистемы в оценке окружающей среды техногенных территорий / Под общ. ред. Т. Я. Ашихминой, Н. М. Алалыкиной. Киров: О-Краткое, 2008. С. 228–241.

ЧЕШУЕКРЫЛЫЕ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ ДНЕВНЫХ БАБОЧЕК г. СЫКТЫВКАРА)

О. И. Кулакова, А. Г. Татаринов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
iduna@rambler.ru; andrei_tatarinov@mail.ru

В последние десятилетия на фоне широкомасштабной урбанизации территорий среди зоологов значительно возрос интерес к изучению экологии животных в городских условиях. Как отмечают исследователи (Морозов, 2009), «урбанизированные ландшафты интересны своей «эволюционной молодостью», крайней мозаичностью, резким контрастом между урбоценозами и сохранившимися «островами» природных комплексов <...> Это предоставляет уникальные возможности для проведения исследований в сферах концепций динамики популяций, внутри- и межвидовых отношений, устойчивости сообществ».

Урбанизированные ландшафты весьма плотно заселены чешуекрылыми, в том числе и на европейском Северо-Востоке России. К сожалению, удовлетворительных сведений о видовом богатстве, численности представителей отряда в городах региона пока немного. Лучше изучены дневные бабочки г. Сыктывкара, хотя и по ним имеются, в основном, лишь результаты первичных фаунистических инвентаризаций и учетов. Поэтому целью нашего доклада является представление накопленных материалов в качестве основы для последующих длительных наблюдений за динамикой видовых популяций и синэкологических исследований этой группы чешуекрылых в условиях городской среды.

Первые более-менее полные сведения о дневных бабочках г. Сыктывкара содержатся в работах К. Ф. Седых (1972, 1974). Для города и его окрестностей этот автор приводит 60 видов. В 2012 г. в городской черте (без ближайших пригородов с. Выльгорт, г. Эжва, пос. Краснозатонский и дачных массивов) по нашим сведениям обитало 56 видов дневных чешуекрылых из шести семейств, это около 70% состава средневычегодской конкретной фауны.

Фаунистический список дневных бабочек городской черты г. Сыктывкара можно разбить на несколько групп, в зависимости от характера и длительности встречаемости видов, их связи с собственно урбоценозами и сохранившимися природными и квазиприродными комплексами.

1. Случайные мигранты. К данной категории относятся нерегулярные залёты видов, обычно в период пика численности популяций, а также единичные заносы бабочек ветром, иногда человеком. Выживание потомства заносной особи здесь невозможно из-за неподходящих условий существования в условиях города или региона. Характерные представители: *Iphiclides podalirius* (L.), *Colias myrmydone* (Esp.).

2. Регулярные сезонные мигранты, способные образовывать временные популяции. В эту категорию включаются виды с высокоактивной вагильностью, для которых обычны миграции имаго в летний период за пределы основ-

ного ареала. *Pontia daplidice* (L.), *Colyas hyale* (L.), *Inachis io* (L.), *Vanessa atalanta* (L.), *V. cardui* (L.), *Issoria lathonia* (L.).

3. Новейшие вселенцы и адвентивные виды, образовавшие устойчивые популяционные группировки. К этой группе относятся бабочки, которые появились в последние 20–30 лет и успешно приспособились к местным условиям существования. Как правило, они тесно связаны с урбоценозами (пустырями, заросшими малоиспользуемыми ж/д линиями, промзонами, парками и скверами и т.д.). *Cupido argiades* (Pall.), *Glaucopsyche alexis* (Poda), *Argynnis paphia* (L.).

4. Постоянные обитатели урбоценозов. Эту категорию образуют виды с высокой степенью синантропизации: в антропогенных местообитаниях они обильнее, чем в естественных сообществах региона и процветают в условиях города. *Pieris brassicae* (L.), *P. rapae* (L.), *P. napi* (L.), *Nymphalis urticae* (L.).

5. Постоянные обитатели, связанные с природными комплексами и урбоценозами. К данной категории относятся виды местной фауны, которые встречаются не только в сохранившихся в черте города фрагментированных естественных сообществах, но и приспособились к обитанию в собственно урбоценозах. *Papilio machaon* L., *Aporia crataegi* (L.), *Gonepteryx rhamni* (L.), *Lycæna hippothoe* (L.), *Celastrina argiolus* (L.), *Polyommatus icarus* (Rott.), *Cyaniris semiargus* (Rott.), *Limenitis populi* (L.), *Nymphalis antiopa* (L.), *Polygonia c-album* (L.), *Araschnia levana* (L.), *Clossiana selene* (Den. et Schiff.), *Maniola jurtina* (L.), *Aphantopus hyperantus* (L.), *Ochlodes sylvanus* (Esp.), *Hesperia comma* (L.).

6. Постоянные обитатели, связанные с сохранившимися на территории города природными комплексами. *Leptidea sinapis* (L.), *Anthocharis cardamines* (L.), *Callophrys rubi* (L.), *Euphydryas maturna* (L.), *Melitæa athalia* (Rott.), *Neptis rivularis* (Scop.), *Pararge aegeria* (L.), *Coenonympha glycerion* (Brkh.), *Erebia euryale* (Esp.), *E. ligea* (L.), *Carterocephalus palaemon* (Pall.), *C. silvicolus* (Meig.).

Представленная классификация очень условна, так как по некоторым видам еще недостаточно наблюдений, другие неожиданно оказываются экологически пластичными и быстро изменяют свой биопреферендум в городской среде. Самой многочисленной категорией дневных бабочек в г. Сыктывкаре являются виды местной фауны, которые приспособились к обитанию в урбоценозах. В городских местообитаниях у некоторых из них (*Polyommatus icarus*, *Cyaniris semiargus*) наблюдается резкое увеличение численности по сравнению с естественными сообществами за пределами города. В некоторых урбоценозах образовались особые ассамблеи видов дневных бабочек, отсутствующие в природных комплексах средней тайги северо-востока Русской равнины.

Литература

Морозов Н. С. Птицы городских лесопарков как объект синэкологических исследований: наблюдается ли обеднение видового состава и компенсация плотностью? // Виды, сообщества в экстремальных условиях. М.-София: КМК–Pensoft, 2009. С. 429–486.

Седых К. Ф. Дневные бабочки // Природа Сыктывкара и его окрестностей. Сыктывкар: Коми книжн. изд-во, 1972. С. 77–83.

Седых К. Ф. Животный мир Коми АССР. Беспозвоночные. Сыктывкар: Коми книжное изд-во, 1974. 192 с.

RANATRA LINEARIS (LINNE, 1758) – РЕДКИЙ ВИД КЛОПОВ НА ТЕРРИТОРИИ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Д. Н. Лобанов, О. В. Масленникова

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

В настоящее время, несмотря на многолетние исследования, не все виды гидробионтов, обитателей водоемов, описаны на территории Кировской области.

Сбор материалов проводился на низинном выработанном торфянике «Гадовское болото» Кировской лугоболотной опытной станции, расположенном в 30 км на юго-западе от г. Кирова. Исследования проводились в летний период с июля по август 2011 г. Исследован участок реки Быстрица в районе Кировской лугоболотной опытной станции, старое ее русло (стоячий водоем), а также два рукотворных водоема, которые находятся непосредственно на древней террасе реки Быстрицы, один водоем на открытой местности, другой – в лесном массиве. Отобрано 10 проб зоопланктона и 10 проб бентоса обычными гидробиологическими методами. Определяли виды и роды по определителям с помощью микроскопов МБС-1 и Микмед.

Вид *Ranatra linearis* (Linne, 1758), принадлежащий к роду *Ranatra Fabricius, 1790*, семейству *Nepidae*, отряду *Hemiptera (Heteroptera)* – полужесткокрылые, классу *Insecta Ectognatha*, обнаружен в пробе планктона, взятой в водоеме 3 августа 2011 г.

Водоем расположен в лесном массиве. Его координаты 49° 10 16.72" E (долгота), 58° 27 48.76" N (широта). Площадь водоема около 400 м² (ширина около 20 м, длина около 20 м), глубина 4,5–5 м, вода коричневатого цвета, водоем стоячий, сильно заросший высшей водной растительностью, РН=6,7 (на поверхности). Ихтиофауна бедна, представлена золотым карасем (*Carassius carassius*).

Ranatra linearis (Linne, 1758) принадлежит к очень древнему семейству *Nepidae*, известного уже из верхнеюрских отложений; в мире всего около 15 видов, почти все тропические. На территории европейской части России встречаются всего два вида этого семейства – *Ranatra linearis* и *Nepa cinerea* (водяной скорпион).

Взрослый клоп ранатра с узким телом длиной 30–35 мм, оканчивающимся дыхательной трубкой такой же длины. Похож на грязный сучок желтовато-серого цвета, верх брюшка красный, задние крылья прозрачные. Простых глазков нет, усики очень короткие, сидят под глазами; хоботок короткий, направлен вперед и немного вниз. Передние ноги хватательные, средние и задние скорее ходильные, чем плавательные (Кержнер, Ячевский, 1964).

Наш экземпляр клопа представляет собой длинное, цилиндрической формы насекомое. Цвет его грязновато-серожелтый. Первоначально перед фиксацией брюшко было сверху красное, с боков желтое. После фиксации красный цвет исчез. Голова очень маленькая, длиной 3 мм с хоботком, снабжена необы-

чайно сильно выдающимися большими глазами. Усики короткие, сидят под глазами. Диаметр глаз – 0,8 мм. Клоп еще не достиг половозрелого состояния, о чем свидетельствуют зачатки крыльев, которые достигают 5 мм, длина трубки, которую он использует для дыхания, – 11 мм при длине тела 29 мм (рис.). Длина хватательных конечностей 14 мм, длина второй пары конечностей 27 мм, третьей – 29 мм. Длина груди 9 мм, брюшко 17 мм, ширина брюшка в самой широкой части – 3 мм.

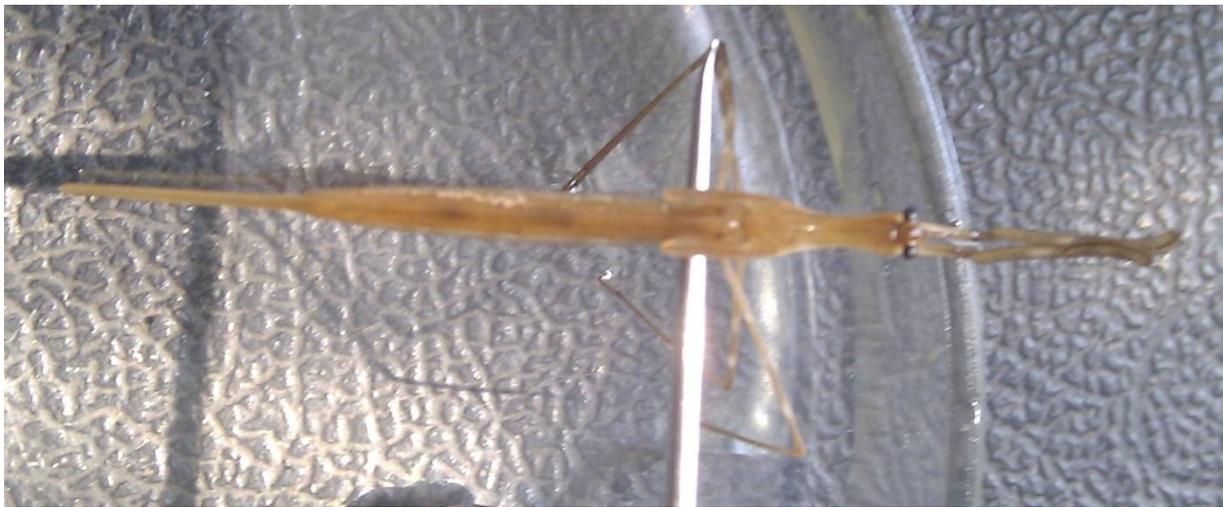


Рис. *Ranatra linearis* (фото Д. Н. Лобанов)

В России *Ranatra linearis* встречается в средней полосе, на юге и северо – западе Европейской части, также в Закавказье, в Средней Азии, Казахстане и в Западной Сибири (Кержнер, 1977).

В настоящее время вид зарегистрирован в Нижегородской области, где численность вида стабильно низкая. *Ranatra linearis* встречается в Навашином (р. Велетьма), Арзамаском (система Пустыньских озер близ с. Ст. Пустынь), Воротынском (пруд близ с. Быковка), Лысковском (оз. Дерябино) равнинах и в низовьях р. Суры. Данный вид на территории Нижегородской, Смоленской, Челябинской и Московской областей, а также Республики Татарстан занесен в Красную книгу.

Ranatra linearis отнесена к категория В 3 – вид, ставший редким в результате деятельности человека.

Особенности биологии. Хищники. Плавают слабо, цепляясь длинными ногами за растения. Охотятся за водными насекомыми и их личинками, подкарауливая жертву, которую хватают быстрым движением передних ног. Дышат, набирая воздух под надкрылья с помощью дыхательной трубки. Яйца, имеющие по два дыхательных отростка, откладывают в ткани водных растений в мае, июне. Молодые вылупляются через 14 дней. Крыловые влагалища появляются лишь после четвертой линьки, которое бывает в августе (как в нашем случае). Всего линек пять. Иногда ночью летают. Во время зимовки относительно активны, могут подниматься к прорубям для дыхания.

К основным лимитирующим факторам следует отнести ликвидацию пойменных водоемов, антропогенное загрязнение водоемов.

Таким образом, в водоеме на территории Кировской области впервые зарегистрирован вид *Ranatra linearis* (Linne, 1758). Ввиду его редкой встречаемости мы рекомендуем также включить ранатру в Красную Книгу Кировской области.

Литература

Кержнер И. М. Отряд полужесткокрылые, или клопы *Heteroptera*. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР (планктон, бентос). Ленинград: Гидрометеоздат, 1977. С. 319–325.

Кержнер И. М., Ячевский Т. Л. Отряд *Hemiptera* (*Heteroptera*) – полужесткокрылые или клопы. Определитель насекомых Европейской части СССР. Т.1. М. –Л.: АН СССР, 1964. С. 655–845.

Красная книга Республики Татарстан (животные, растения, грибы) / Под ред. А. И. Щеповских, В. А. Бойко, М. А. Горшков, Т.В. Рогова. Казань: Идель-Пресс, 2006. 812 с.

Красная книга Нижегородской области // Животные. Нижний Новгород, 2003. Т. 1. 380 с.

Красная книга Смоленской области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений / Отв. ред. Н. Д. Круглов. Смоленск: Смоленский гос. пед. ин-т, 1997. 294 с.

Красная книга Московской области / Отв. ред. В. А. Зубакин, В. Н. Тихомиров. М.: Аргус, Русский университет, 1998. 560 с.

Красная Книга Челябинской области: животные, растения, грибы. / Отв. ред. Н. С. Корытин. Екатеринбург: Урал. ун-т, 2005. 450 с.

СОСТАВ МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА И ФАУНЫ В СТОЧНЫХ ВОДАХ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

И. Э. Шаранова, О. Н. Кононова

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

В настоящее время одной из острейших проблем современности является борьба с загрязнением окружающей среды сточными водами. В связи с этим, для улучшения качества очистки сточных вод различных отраслей промышленности используют их биологическую доочистку (Виндберг, Сивко, 1956). Технология процесса биологической очистки сточных вод основана на механизмах взаимодействия различных таксономических групп микроорганизмов, а также простейших и ракообразных, осуществляющих минерализацию и потребление органических веществ, и отличается от процессов естественного самоочищения природных водоемов увеличением биомассы деструкторов, принудительной аэрацией, обеспечивающей перемешивание и более полный контакт с загрязняющими веществами (Виндберг, Сивко, 1956; Телитченко, 1972). На биологическую очистку положительную роль оказывает суммарное воздействие улучшения кислородного режима, которое создает благоприятные условия для развития в водной среде микроорганизмов, обеспечивающих непосредственное участие в процессе аккумуляции и деструкционном метаболизме загрязнителей (Телитченко, 1972; Сопрунова, Дзержинская, 2002). При исследовании сточных вод в очистных сооружениях и биопрудах акцент делается на изучение микроб-

ного сообщества, в том числе водорослевой составляющей, т.к. установлено, что микроводоросли способствуют бактериальному окислению различных органических загрязняющих веществ за счет ассимиляции кислорода и углекислого газа в водной среде (Ленова, Ступина, 1990; Overbeck, 1972). Разнообразные многоклеточные животные организмы, которые наряду с микроорганизмами участвуют в деструкции загрязнений в природных водоемах и на очистных сооружениях, а также, питаясь бактериями, простейшими, водорослями, органической взвесью, обеспечивают детритом микроорганизмы, тем самым способствуя увеличению микробной массы и активизации процесса биоочистки сточных вод (Фауна аэротенков, 1984).

Цель работы – исследование состава физиологических групп микроорганизмов и планктонных организмов, участвующих в процессе биологической очистки сточных вод целлюлозно-бумажного производства.

Для исследования сточных вод, содержащих коммунальные отходы до 10% от общего объема, а также отходы целлюлозно-бумажного производства лесопромышленного комплекса (ЛПК) ОАО «Монди СЛПК» г. Сыктывкар, отбиралась загрязненная водная среда из объектов очистных сооружений: из приемной камеры, где смешиваются потоки сточных вод после первичных отстойников; из аэротенков, куда последовательно поступают стоки воды, смешанная водная фаза с активным илом из вторичных отстойников очистных сооружений, а также водная фаза, впоследствии поступающая в биопруды для доочистки. Сточные воды характеризуются повышенным содержанием общего и аммонийного азота, фосфора и взвешенных веществ, при температуре сточных вод более 40 °С на стадии аэротенков. Биологическую очистку в объектах очистных сооружений СЛПК наблюдали на протяжении периода апрель – май – июнь по изменению количественного и качественного состава физиологических групп микроорганизмов, определенных чашечным методом Коха (Градова и др., 1999).

Изменение количественного состава трофических групп микроорганизмов определяется изменениями физико-химических условий среды обитания, которые в свою очередь влияют на состав и сукцессию микробиоты. Сточная вода представлена как гетерогенная техногенная экосистема, состоящая из сложного микробного сообщества и фауны, и наиболее многофункционально выражена в активном иле, компоненты которого взаимодействуют между собой, а также отличаются устойчивостью в отношении загрязняющих и токсичных веществ сточных вод конкретного производства. Поэтому особым вниманием отмечены два объекта очистных сооружений целлюлозно-бумажного предприятия – аэротенки и вторичные отстойники.

Обнаружена характерная тенденция увеличения на 1–2 порядка численности микроорганизмов сапротрофов (гетеротрофов), а также сахаролитиков и амилолитической групп в летний период исследований по отношению к численности данных групп микроорганизмов весеннего периода. Учитывая, что содержание ила в водной среде вторичных отстойников в два и более раза выше, чем в аэротенках, отмечено также, что численность гетеротрофов и амилолитической групп в пробах из отстойников снижена более, чем на порядок по

сравнению с численностью этих групп микроорганизмов в водной среде аэротенков. При этом численность олиготрофов и сахаролитиков в противоположность в водной среде вторичных отстойников на порядок увеличена. Усредненные минимальные и максимальные данные численности микроорганизмов за указанный период представлены в таблице.

Таблица

**Некоторые группы микроорганизмов сточных вод
из объектов очистных сооружений СЛПК**

Месяц	Микроорганизмы сточных вод	КОЕ/мл в водных пробах на этапах очистки сточных вод	
		Аэротенки	Вторичные отстойники
Апрель	Гетеротрофы (сапротрофы) $\times 10^5$	8,6–20	0,3–17
Май		6,2–300	12–40
Июнь		230–3800	32–230
Апрель	Олиготрофы $\times 10^4$	2–4,5	1,1–37
Май		2,2–10	1,3–35
Июнь		0,14–7	27–110
Апрель	Амилолитические $\times 10^5$	0,48–2,4	4,1
Май		0,38–1	0,1–1,2
Июнь		64–300	3,7–50
Апрель	Сахаролитики $\times 10^3$	8,1–10	4,7
Май		3,5–10	9,2–120
Июнь		14–190	80–2000

Водная среда с илом из вторичных отстойников отличалась также повышенным содержанием численности целлюлозолитической группы микроорганизмов. В ряду объектов очистных сооружений от приемной камеры – аэротенков – вторичных отстойников наблюдалось повышение численности целлюлозолитиков более, чем на 2 порядка. Это обусловлено, очевидно, увеличением осадка в активном иле отстойников и в промышленных водных стоках за счет отходов бумажного производства, содержащих, в том числе, целлюлозное волокно в различных количествах, зависящих от технологических этапов процесса производства.

Вода или водная фаза, выходящая после вторичных отстойников и являющаяся исходной при поступлении для доочистки сточных вод в биопрудах очистных сооружений СЛПК, также содержала значительное количество микроорганизмов при незначительном содержании взвешенных веществ. Состав доминирующих микроорганизмов в данных водных пробах представлен в основном гетеротрофной и олиготрофной группами численностью $(3,2 \pm 0,2) \times 10^4$ – $(1,8 \pm 0,1) \times 10^5$ КОЕ/мл. При этом в водных средах отсутствовала или представлена в следовых концентрациях группа микроорганизмов-сахаролитиков.

Микробные сообщества объектов очистных сооружений СЛПК представлены в основном бактериальной микробиотой, а также мицелиальными грибами, численность которых в отношении к численности бактерий значительно снижена. В сточной водной среде обнаружены присутствующие в активном иле аэротенков зеленые микроводоросли, в том числе *Chlorococcus* sp., а также идентифицирована зеленая нитчатая микроводоросль *Klebsormidium flaccidum* (Kutz Silva) (Водорості ґрунтів..., 2001).

В пробах с активным илом, отобранных из аэротенков и вторичных отстойников, были обнаружены представители зоопланктона – коловратки (*Rotatoria*) и ветвистоусые раки (*Cladocera*). Среди коловраток найдены *Brachionus leydigii rotundus* Rousselet, численность которых варьировала в пределах 71–520 тыс. экз./м³, а также *Filinia* sp. и представители отряда Bdelloida (до 15 тыс. экз./м³). Рачки *Moina macrocopa* Straus, более характерны для небольших, богатых органикой водоемов (Мануйлова, 1964). Высокая устойчивость этого вида к изменению содержания кислорода и сильному органическому загрязнению позволяет *M. macrocopa* в массе развиваться в объектах очистных сооружений сточных вод. В исследуемых аэротенках плотность организмов составляла 50–150 тыс. экз./м³.

В результате проведенных исследований сточных вод из объектов очистных сооружений целлюлозно-бумажного производства выявлена зависимость изменения состава микробного сообщества и фауны, обусловленная изменениями физических свойств и химического состава воды, которые в свою очередь влияют на сукцессию микробиоты. Обнаружено увеличение в летний период численности трофических групп микроорганизмов, обусловленное, в том числе, повышением активности водорослей и ростом высших водных растений (обрастание ряской водной поверхности вторичных отстойников), что, в свою очередь, стимулирует рост ракообразных и, как следствие, характеризуется увеличением численности и биомассы микроорганизмов.

Работа выполнена по программам фундаментальных исследований УрО РАН и интеграционного проекта «Биоресурсный потенциал и биохимическая оценка микроводорослей европейского северо-востока России в качестве объектов биотехнологии» № 12-И-4-2007.

Литература

- Виндберг Г. Г., Сивко Т. М. Фитопланктон как агент самоочищения загрязненных вод. – Труды Всер. Гидробиологического общества. 1956. Т. 7. С. 20–31.
- Костіков І. Ю., Романенко П. О., Демченко Е. М. и др. Водорості ґрунтів України (історія та методи дослідження, система, конспект флори). Київ, 2001. 300 с.
- Градова Н. Б., Бабусенко Е. С., Горнова И. Б., Гусарова Н. А. Лабораторный практикум по общей микробиологии. М., 1999. 130 с.
- Ленова Л. Н., Ступина В. В. Водоросли в доочистке сточных вод. Киев: Наукова думка, 1990. 182 с.
- Мануйлова Е. Ф. Ветвистоусые рачки (*Cladocera*) фауны мира. М.-Л.: Наука, 1964. 328 с.
- Сопрунова О. Б., Держинская И. С. Мониторинг природных и техногенных экосистем // Тезисы докладов совещ. «Экологическая токсикология: Подготовка специалистов биотехнологов. Мониторинг и биологическая реабилитация загрязненных нефтью и нефтепродуктами территорий (30 сентября 2002 г., Астрахань). М.: МАКС Пресс, 2002. С. 29.
- Телитченко М. М. О возможности управления процессами самоочищения биологическими методами // Теория и практика биологического самоочищения загрязненных вод. М.: Изд-во Наука, 1972. С. 29–34.
- Фауна аэротенков (Атлас). Л.: Наука, 1984. 264 с.
- Overbeck J. Distribution pattern of phytoplankton and bacterial, microbial decomposition of organic matter and bacterial production in eutropic, stratified lake // Proc. IBP-UNESCO Symp. Prod. Probl. Freshwaters. Warszawa; Krakow, 1972. P. 227–237.

ЗООПЛАНКТОН КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ПРУДА В г. САМАРЕ

Ю. Л. Герасимов¹, А. В. Синицкий², А. В. Куреев¹

¹ Самарский государственный университет, yuger55@list.ru

² Самарская государственная областная академия Наяновой,
sinandrei@mail.ru

На территории г. Самара расположено более 30 прудов постоянных и пересыхающих, разных размеров и глубины, различающихся по гидрохимическим показателям и степени антропогенного воздействия. Разнообразие условий существования в этих прудах обусловило формирование сильно различающихся экосистем. Антропогенное воздействие на городские пруды очень велико и оценка состояния их экосистем представляется очень важной. На берегах большинства прудов происходит отдых населения, в крупных прудах местные жители летом ловят рыбу и купаются, несмотря на то, что санитарное состояние прудов как правило оставляет желать лучшего. Общеизвестно, что именно биодиагностика в сочетании с физико-химическими методами позволяет оценить состояние водоёма и его потенциал самоочищения. Мы предприняли попытку оценить состояние одного из самарских прудов по сложившемуся в нём сообществу мезозoopланктона.

Нами изучалось состояние экосистемы небольшого пруда, расположенного в Кировском районе возле перекрестка двух улиц с интенсивным автомобильным движением. Расстояние до этих улиц – 200 и 400 м, а до ближайшей внутриквартальной дороги – 25 м. Пруд копаный, эллиптической формы, его длина в середине мая более 100 м, наибольшая ширина около 70 м. Однако в течение лета из-за испарения воды прибрежные мелководья обсыхают и площадь акватории уменьшается в разные годы на 20–50%. Максимальная глубина пруда при самом высоком уровне воды 1,5 м, средняя 0,85 м, питание атмосферными осадками и грунтовыми водами. Весной и летом 2012 г. воды в пруду было много, уровень был максимальным за последние 9 лет. Тем не менее, судя по размерам котловины, в которой находится пруд, при его создании уровень воды был на 2–3 метра выше современного. Края котловины довольно круто спускаются вниз к воде. Дно илистое, у южного берега на дне разлагающиеся листья. Температура воды с 3 по 12 августа достигала до 25–26 °С. Гидрохимические показатели: концентрация растворённого кислорода – 87–93% насыщения, БПК-5 – 3,3–3,9 мгО/л, бихроматная окисляемость – 34,1–36,8 мгО₂/л, азот общий – 0,762–0,846 мг/л, фосфор общий – 0,089–0,097 мг/л. Прозрачность по диску Секки 0,5–0,8 м.

В 2003 г из макрофитов присутствовали только *Elodea canadensis* Michx. и *Potamogeton berchtoldii* Fieb. В 2012 г. *P. berchtoldii* занимает два участка на западном и восточном концах пруда, к концу лета ширина заросших участков достигает 10–15 м (примерно 20% акватории). В 2012 г. в пруду обнаружена кубышка жёлтая *Nuphar lutea* L., которая образует два островка площадью до 50 м² каждый, островки примыкают к зарослям рогоза на мелководьях. Элодея

занимают центральную часть пруда, образуя отдельные куртины и полосы на дне.

Пруд находится на площадке между 9–12-этажными жилыми домами, до ближайших зданий (с северной стороны) 30 м, до отдалённых (с восточной и южной сторон) около 150 м. С южной и западной сторон берег занят остатками обширной до начала застройки микрорайона (1970-е годы) рощи. Между деревьями проложены асфальтовые дорожки, поставлены скамейки. Здесь постоянно присутствуют отдыхающие жители. Асфальтовая дорожка проходит по периметру котловины, в которой расположен пруд, здесь также постоянно прогуливаются местные жители. Откосы котловины покрыты сорными травянистыми растениями, сильно вытоптаннами в местах, где постоянно собираются компании молодёжи. На берегах, несмотря на периодическую уборку, почти всегда есть бытовой мусор, дно мелководий также замусорено.

Пробы собирали в 2012 г. два раза в месяц с середины мая до начала октября по общепринятым методикам (Методика..., 1975) планктонной сетью (газ № 64) и 2-л батометром в пелагиали (от дна до поверхности) и на мелководьях с погруженными макрофитами.

В 2012 г. в изучаемом пруду было обнаружено 22 вида кл. Rotatoria из 12 семейств и 16 родов. Это коловратки из сем. Asplanchnidae (род *Asplanchna*), сем. Brachionidae (роды *Brachionus*, *Keratella*), сем. Colurellidae (род *Colurella*), сем. Euchlanidae (род *Euchlanis*), сем. Filinidae (род *Filinia*), сем. Hexarthriidae (род *Hexarthra*) сем. Lecanidae (род *Lecana*), сем. Notommatidae (род *Eosphora*), сем. Philodinidae (роды *Dissotrocha*, *Habdrotrocha*, *Philodina* и *Rotaria*), сем. Synchaetidae (роды *Polyarthra* и *Synchaeta*), сем. Testudinellidae (род *Testudinella*) и сем. Trichocercidae (род *Trichocerca*). 5 видов коловраток пелагические, 17 видов – литоральные и эвритопные.

При сравнении этих данных с результатами обследования данного пруда в 2003 г. выясняется, что общее число видов коловраток увеличилось на 2 вида. При этом не были обнаружены представители родов *Mytilina* (сем. Mytilinidae) и *Notholca* (сем. Brachionidae). Появились виды из ранее не обнаруживающихся родов *Dissotrocha*, *Habdrotrocha* и *Hexarthra*, а также ещё один вид рода *Keratella*.

Ракообразных в 2012 г. выявлено 16 видов из 3 отрядов, 3 подотрядов, 6 семейств и 15 родов (кроме того присутствовали особи, относящиеся к п/кл. Ostracoda и п/отр. Harpacticoida, видовой принадлежности которых не определена). В состав сообщества входили сем. Cyclopidae (роды *Cyclops*, *Eucyclops* и *Thermocyclops*), сем. Eudiaptomidae (род *Eudiaptomus*), сем. Bosminoidae (род *Bosmina*), сем. Chydoridae (роды *Alona*, *Chydorus*, *Graptoleberis* и *Pleuroxus*), сем. Daphniidae (роды *Daphnia*, *Scapholeberis* и *Simocephalus*), сем. Macrothricidae (род *Macrothrix*), сем. Moinidae (род *Moina*) и сем. Sididae (род *Diaphanosoma*). 6 видов считаются пелагическими, 4 эвритопными, 4 литоральными и зарослевыми.

В 2003 г. в пробах встречались ракообразные 9-ти видов. В пруду за прошедшие 8 лет появились ранее отсутствовавшие представители родов копепод – *Macrocylops*, *Microcylops* и кладоцер – *Alona*, *Diaphanosoma*, *Graptoleberis*,

Macrothrix, *Scapholeberis* и *Simocephalus*. Рачки из рода *Ceriodaphnia*, обитавшие в пруду в 2003 г., в 2012 г. в пробах не обнаруживались.

Следует отметить, что большинство появившихся ракообразных и коловраток относятся к зарослевым, придонным или литоральным видам.

Изменение видового состава мезозoopланктона и увеличение количества видов объясняется, скорее всего, увеличением площади занятой макрофитами и, возможно, увеличением объёма воды в пруду.

Относительно небольшая доля пелагических видов в пруду, возможно, связана с повышенной мутностью его воды. Пруд находится на открытом месте и ничем не защищен от ветрового перемешивания. Не исключено влияние на пруд загрязнения атмосферы двигателями большого количества проезжающих по близлежащим улицам автомобилей.

Численность популяций ракообразных и коловраток в изучаемом пруду в 2012 г. была очень низкой. Среди коловраток наибольшей численности достигали популяции *Asplanchna* (до 5,5 тыс. экз./м³) и *Keratella* (до 2,6 тыс. экз./м³), но только во второй половине мая. В июне количество этих коловраток сильно уменьшилось, а с середины июля они перестали встречаться в пробах. Численность *Brachionus* и *Polyarthra* редко превышала 0,5 тыс. экз./м³, а у остальных видов — 0,1 тыс. экз./м³.

Среди ракообразных более 1 тыс. экз./м³ была численность *Cyclops*, *Eucyclops*, *Microcyclops*, *Daphnia* и *Chydorus*. Был наиболее массовым видом в пруду (максимальная численность 576 тыс. экз./м³ наибольшая средняя численность — 153 тыс. экз./м³). Для сравнения, в соседнем пруду, расположенном в 500 м от описываемого, численность ракообразных была на порядок выше.

Среди выявленных в пруду видов присутствуют индикаторы сапробности. 7 видов коловраток характерны для олиго-β-мезосапробных вод, 2 вида для β-мезо-олигосапробных вод, 2 вида для β-мезосапробных, 2 — для β-α-мезосапробных вод, для олигосапробных. Среди ракообразных 8 видов характерны для β-мезосапробных вод, 1 вид для олиго-β-мезосапробных вод, 1 — для олигосапробных. По численности в пруду преобладают именно β-мезосапробные виды. В 2002 г. Е. В. Захаров исследовал бентос данного пруда, выявил 21 вид бентосных организмов и отнёс пруд к β-мезосапробному типу и разряду 4 (загрязненные). Результаты нашего исследования подтверждают правильность такого заключения.

Таким образом, состояние экосистемы изученного водоёма нельзя признать благополучным. Если исходить из увеличения количества видов мезозoopланктона по сравнению с 2003 г., то за 8 прошедших лет произошло некоторое улучшение. Однако, число видов по сравнению с прудами парков всё-таки в 2–3 раза меньше, численность ракообразных ниже на порядок, а численность коловраток — на 2 порядка (Герасимов, Сеницкий 2009).

Пруд создавался как центр рекреационной зоны микрорайона и является таким центром несмотря на произошедшую деградацию. Для улучшения санитарного состояния пруда необходимо удалить накопившиеся донные отложения, укрепить берега, обеспечить поддержание уровня воды на проектной высоте. В г. Самаре с 2012 г. запланирована и реализуется программа мелиорации ряда

прудов, можно надеяться, что в ближайшем будущем она распространится и на этот водоём.

Литература

Герасимов Ю. Л., Синицкий А. В. Зоопланктон в экосистемах больших прудов г. Самары // Известия Самарского научного центра РАН, 2009. Т. 11. № 1 (4). С. 695–698.

Захаров Е. В. Сообщества макрозообентоса малых водоемов урбанизированных территорий (на примере города Самары) / дисс. на соиск. уч. степ. к.б.н. Самара, 2005. 155 с.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975. 240 с.

ЗАРАЖЕННОСТЬ МОЛЛЮСКОВ ПРЕСНОВОДНЫХ ВОДОЕМОВ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ *FASCIOLA HEPATICA*

А. П. Леонтьева, О. В. Масленникова

Вятская государственная сельскохозяйственная академия,

LeontjevaAnna@mail.ru

Проблемы биологической безопасности и биологического терроризма (Сергиев, Пальцев, 2008) становятся одними из важных вопросов современного мира. Быстрое развитие туризма, освоение новых земель, особенно для сельскохозяйственных нужд, усиливают контакт человека с природой. Увеличивается число стихийных пастбищ, мест для купания, не изученных в санитарно-эпидемиологическом отношении. Поэтому случаи возникновения различных заболеваний, в частности фасциолезом, становятся широко распространенными как в Российской Федерации, так и в Кировской области (Зонова, 2012).

Данная работа посвящена изучению пресноводных моллюсков, как промежуточного хозяина *Fasciola hepatica* (Linne, 1758). Актуальность выбранной темы исследования заключается в том, что в настоящее время моллюски широко распространены в мире и присутствуют практически в каждом пресноводном водоеме. При этом моллюски с одной стороны являются биоиндикаторами, с другой – биозагрязнителями, так как в их внутренних органах проходят процессы жизненного цикла многих гельминтов, в том числе и печеночного сосальщика *Fasciola hepatica*, который представляет собой угрозу как сельскохозяйственным животным, так и человеку.

Цель данной работы состоит в изучении зараженности пресноводных моллюсков *Fasciola hepatica* и ее связи с окружающей средой, а также степени опасности исследуемых водоемов для животных и человека.

Исходя из цели исследования, поставлены следующие задачи:

1. Исследовать моллюсков различных видов из водоемов Кировской области на наличие *Fasciola hepatica* в различных стадиях развития;
2. Вычислить экстенсивность и интенсивность заражения моллюсков в различные месяцы; выявить вид, наиболее подверженный заражению;
3. Определить наиболее опасный по степени зараженности моллюсков личиночными стадиями фасциол водоем.

Объектом исследования стали пресноводные моллюски из водоемов Кировской области (водоемы в окрестностях сел Дымково, Ключи, Тужи; парка

имени Кирова, г. Киров) и *Fasciola hepatica* на стадии спороцисты, редии, церкария, метацеркария. Сбор материала проводился с 18 июля 2012 г. по 11 сентября 2012 г.

Среди исследованных моллюсков были обнаружены овальный прудовик (*Lymnaea ovata*), обыкновенный прудовик (*Lymnaea stagnalis*), живородящая лужанка (*Viviparus contectus*), горошинка (*Pisidium amnicum*), речная лужанка (*Viviparus viviparus*), роговая катушка (*Planorbarius corneus*).

В работе применялись полевые (сбор моллюсков), лабораторные (вскрытие и микроскопирование собранного материала), статистические (вычисление экстенсивности и интенсивности инвазии), аналитические (анализ полученных результатов) методы.

Сбор материала проводился при помощи специализированных сачков вдоль побережья водоемов на мелководье и на глубине 1 метра на расстоянии 2–3 метров от берега. После изъятия моллюски вскрывали, отрезали печень, находящуюся в завитке раковины. Далее путем раздавливания печени между двух компрессорных стекол готовили макропрепарат и просматривали его под микроскопом. При этом учитывалась интенсивность инвазии и экстенсивность инвазии моллюсков. Статистическая обработка данных велась посредством пакета программ Microsoft Office Excel 2007.

Экстенсивность инвазии (ЭИ) определяли по формуле

$$\text{ЭИ} = \frac{n \times 100}{k}, \quad (1)$$

где n – количество зараженных моллюсков;

k – количество исследованных моллюсков.

Интенсивность инвазии характеризовали в градации «много» или «мало».

Результаты и обсуждение. За все время изучения было исследовано 477 пресноводных моллюсков, среди которых выявлено 289 моллюсков, зараженных личиночными стадиями *Fasciola hepatica* в различной степени интенсивности инвазии.

В период с июля по август было обнаружено 423 моллюска, из которых 275 экземпляров были инвазированы фасциолой. Общая экстенсивность инвазии составила 65,01%. Величина показателя варьировала в зависимости от вида моллюска (рис. 1).

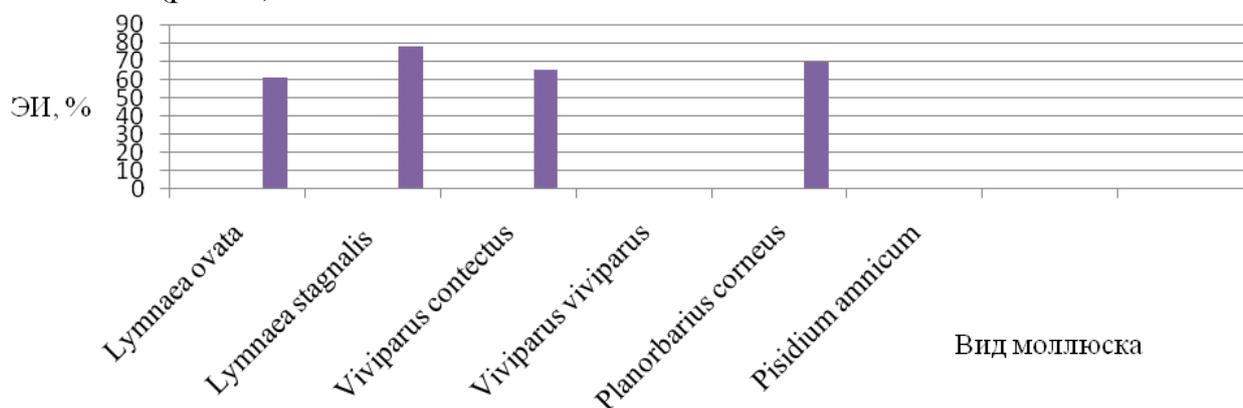


Рис. 1. Экстенсивность инвазии пресноводных моллюсков различных видов (июль – август 2012 г.)

Наибольшей экстенсивностью инвазии обладает *Lymnaea stagnalis* (ЭИ равна 78,26%). Из 167 пойманных прудовиков были заражены 130. Далее по снижению инвазивности следует *Planorbarius corneus* (ЭИ равна 69,5%, из 29 вскрытых катушек в печени 20 были встречены личиночные стадии трематоды) и *Viviparus contectus* (ЭИ равна 65,21%, из 39 исследованных моллюсков были заражены 24). Меньшей экстенсивностью инвазии обладал *Lymnaea ovata*, у которого величина этого показателя составила 60,87%. Из 168 исследуемых моллюсков данного вида 101 экземпляр были заражены различными личиночными формами *Fasciola hepatica*. У *Pisidium amnicum* и *Viviparus viviparus* инвазия не обнаружена.

Наиболее часто в печени различных видов пресноводных моллюсков встречались такие личиночные стадии, как редии, церкарии и метацеркарии. Спороцисты были отмечены в единичных экземплярах. Это связано с тем, что отбор материала проводился в конце лета, именно тогда, когда у *Fasciola hepatica* наступает постэмбриональный период и цистогония.

В сентябре было исследовано три вида моллюсков: *Lymnaea ovata*, *Pisidium amnicum* и *Lymnaea stagnalis*. Общая экстенсивность инвазии составила 22,64% (рис. 2), то есть из 53 моллюсков были заражены 12 экземпляров.

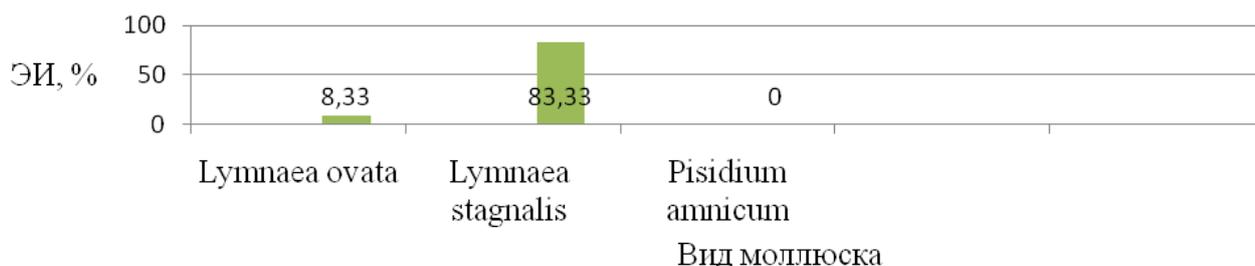


Рис. 2. Экстенсивность инвазии пресноводных моллюсков различных видов (сентябрь 2012 г.)

В сентябре самым инвазированным видом являлся *Lymnaea stagnalis* (ЭИ равна 83,33%), из 12 исследуемых экземпляров были заражены 10 моллюсков. *Lymnaea ovata* в сравнении с исследованиями в июле наоборот был заражен меньше: из 39 вскрытых моллюсков данного вида только 3 особи были заражены, экстенсивность инвазии составила 8,3%. Обследованные экземпляры *Pisidium amnicum* не были инвазированы.

Наиболее часто встречались спороцисты и редии, в единичных экземплярах – метацеркарии. Можно предположить, что в данный период был возможен выход и повторное заражение моллюсков трематодами, поэтому часто встречались начальные личиночные стадии *Fasciola hepatica*.

Изъятие моллюсков, как было уже отмечено ранее, производилось в четырех различных водоемах. При расчете экстенсивности учитывалось общее количество пойманных моллюсков без видовой принадлежности. Данные по экстенсивности инвазии в различных водоемах в период с июля по август представлены на рис. 3.

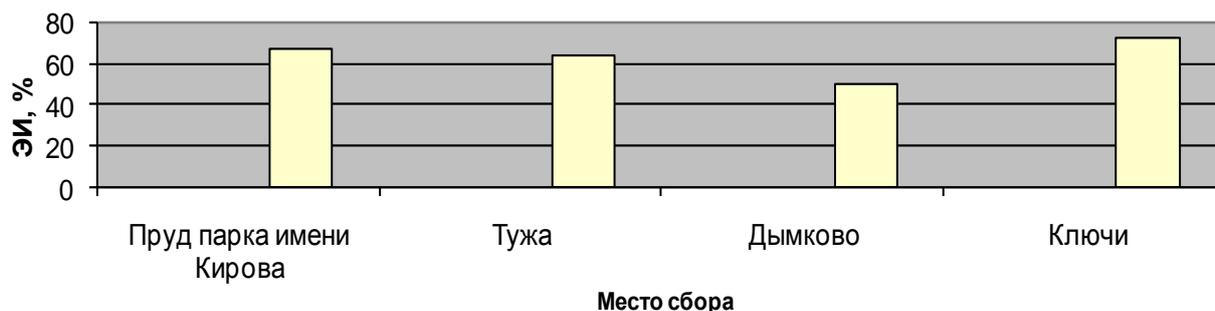


Рис. 3. Экстенсивность инвазии пресноводных моллюсков различных водоемов (июль – август 2012 г.)

Анализ данных показал, что экстенсивность инвазии моллюсков была наиболее высокой в водоеме у с. Ключи и составляла 72,6%. Высокий показатель инвазии отражает высокую антропогенную нагрузку на данный водоем. В окрестностях исследуемого пруда идет активный выпас сельскохозяйственных животных, являющихся основными хозяевами *Fasciola hepatica*.

Меньшей экстенсивностью инвазии характеризовались моллюски из водоема парка имени Кирова (ЭИ равна 67%). Данный пруд не замерзает, и в зимний период в нем создаются благоприятные условия для перезимовки большинства моллюсков, в том числе и инвазированных. В водоеме в течение всего года обитает большое количество водоплавающих птиц, которые, вероятно, и являются переносчиками различных подвидов *Fasciola hepatica*, выделяя их с экскрементами.

Далее по степени экстенсивности инвазии следуют пресноводные моллюски из пруда в окрестностях с. Тужи. ЭИ моллюсков составила 64%. Полученный результат отражает большую антропогенную нагрузку, так как водоем используют для водопоя при выпасе крупного рогатого скота, а также это место временного обитания различных видов водоплавающих птиц.

Минимальная экстенсивность обнаружена у моллюсков из пруда, находящегося в окрестностях села Дымково – 50,6%. Это может быть связано с тем, что данный пруд слабо используется в хозяйственной деятельности человека и имеет большие размеры по сравнению с остальными водоемами.

Таким образом, исследования показали, что наиболее опасными для человека и животных являются водоемы у с. Ключи и в парке им. Кирова. Предположительный источник загрязнения – экскременты сельскохозяйственных животных и водоплавающих птиц. Наименьшее заражение имеют моллюски из водоема у с. Дымково.

Литература

Зонова Ю. А. Фасциозез крупного рогатого скота в Кировской области (эпизоотические проявления, иммунология, терапия): Автор. дис.... канд. вет. наук. Киров: ВГСХА, 2012. 22 с.

Сергиев В. П., Пальцев М. А. Физиология паразитизма и проблема биологической безопасности М.: Медицина, 2008. 144 с.

СЕКЦИЯ 3 ЭКОЛОГИЯ ОРГАНИЗМОВ И МЕХАНИЗМЫ ИХ АДАПТАЦИИ К СРЕДЕ ОБИТАНИЯ

УЛЬТРАФИОЛЕТОВАЯ РАДИАЦИЯ И ЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА РАСТЕНИЯ И ЭКОСИСТЕМЫ

*Т. К. Головки, И. Г. Захожий, И. В. Далькэ, Р. В. Малышев,
М. А. Шелякин, Е. В. Коковкина
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, golovko@ib.komisc.ru*

Вся жизнь на Земле поддерживается непрерывным потоком солнечной энергии. Электромагнитное излучение Солнца охватывает диапазон волн длиной (λ) от нескольких долей нанометра (γ -излучение) до метровых радиоволн. Основную часть солнечного излучения составляет тепловое. Биосфера получает солнечную радиацию (СР) с λ от 290 нм до 10^5 нм. Примерно 45% СР приходится на область 400–700 нм (фотосинтетически активная радиация, ФАР), которую растения используют для осуществления глобального биорегенеративного процесса – фотосинтеза. Длинноволновая область включает инфракрасную (750–4000 нм) и тепловую (4000– 10^5 нм) радиацию. Достигающая биосферы коротковолновая область СР (290–380 нм) относится к ультрафиолетовому излучению (УФ радиация) и известна как ближний ультрафиолет. Его доля в солнечном спектре на поверхности Земли составляет в среднем 2%. Дальняя (<290 нм) УФ-С радиация обладает мощным биоцидным действием и до поверхности Земли не доходит, полностью поглощаясь озоновым слоем. Главная полоса поглощения O_3 находится в области 200–300 нм. Благодаря озоносфере, полностью поглощающей УФ-С и снижающей поступление на поверхность Земли УФ-В радиации почти в 10000 раз, на нашей планете возможно существование биосферы. Хотя УФ составляет небольшую часть поступающей на поверхность земли СР, он является фактором среды, значительно влияющим на живые организмы и экосистемные процессы. УФ радиация сильно поглощается биологически важными молекулами – белками, нуклеиновыми кислотами, и приводит к нарушению их структуры и функций, что потенциально опасно для всей биоты. По биологическому действию ближнюю УФ радиацию делят на УФ-В (290–315 нм) и УФ-А (315–400 нм). У человека область УФ-В радиации индуцирует образование провитамина Д, вызывает покраснение кожи (фотоэритема) и пигментобразование (загар). С воздействием УФ-В связывают возникновение раковых заболеваний кожи. В последнее время наблюдается уменьшение содержания озона в атмосфере ежегодно на 0,6%. Расчеты показывают, что уменьшение озонового слоя на 1% эквивалентно увеличению поступления УФ-В радиации на 2%. Уровень УФ-В на поверхности Земли к 1990–2000 гг. возрос на 6–14%, наиболее существенно в полярных широтах (Арктика

и Антарктика). В текущем десятилетии прогнозируется увеличение поступления УФ на 14% в Северном полушарии и на 40% в Южном. Наибольший рост УФ будет наблюдаться в весеннее время и приходится на начало вегетационного периода, что потенциально опасно для развития растений. Такие прогнозы были подтверждены данными, полученными в Восточной Сибири (Биоиндикация стратосферного озона, 2006). Одной из основных причин современной депрессии стратосферного озона считается эмиссия в атмосферу все возрастающих количеств соединений, разрушающих озоновый экран. Однако колебания озоносферы имели место и в доиндустриальную эпоху. Снижение озонового слоя – глобальный феномен и осознание опасности этого явления привело к всплеску исследований биологического действия УФ.

Анализ литературы и результаты собственных исследований показывают, что экспонирование растений к повышенным дозам УФ приводит к появлению хлорозных и некротических пятен, раннему старению листьев. Например, у семян березы первые симптомы хлороза появлялись на 10-ый день при суточной дозе УФ-В 22 кДж/м² (Wulff e.a., 1999). В наших опытах с яровой пшеницей, выращиваемой в полевых условиях, хлорозные и некротические пятна были отмечены уже на следующий день после 1–3-часового действия УФ-С мощностью 15 Вт/м². Экспозиция растений яровой пшеницы в фазе начало колошения к УФ-С в течение 2–3 ч приводила к снижению зерновой продуктивности. Масса зерен в колосе уменьшалась почти на 40%, тогда как число зерен в колосе снижалось незначительно, на 10–12%. Отрицательное влияние УФ на репродукцию сельскохозяйственных растений показано в ряде работ (Kakani et al., 2003; Канаш, Осипов, 2008). Облучение УФ тормозило рост, приводило к уменьшению количества плодоеlementов и продуктивности многих культур. Применение пленок, снижающих естественный поток УФ к растению, усиливало рост листьев и оказывало положительное влияние на формирование урожая. Вместе с тем, имеются данные о положительном влиянии УФ на семена. Так, облучение УФ семян хвойных пород приводило к улучшению их посевных качеств (Украинцев и др., 2011). В наших опытах облученные УФ растения яровой пшеницы давали семена с повышенной (на 25%) всхожестью.

Облучение УФ ограничивает рост растений, влияет на деление и дифференциацию клеток, анатомию и ультраструктуру клеток листа. Такой феномен часто наблюдается у горных растений, произрастающих в условиях повышенного уровня УФ-В. Нами (Далькэ и др., 2011) показано, что растения аконита высокого в горных ценопопуляциях Приполярного Урала получали больше УФ радиации в течение вегетационного периода. Они отличались от растений лесного пояса меньшим габитусом и накоплением биомассы.

Фотосинтетический аппарат растений является потенциальной мишенью для УФ радиации. Многие авторы отмечали депрессию ассимиляционной активности растений при экспозиции к УФ, что выражалось в уменьшении скорости нетто-фотосинтеза, активности ферментов углеродного метаболизма, квантового выхода фотохимических процессов (Fedina, Velitchkova, 2009). Как правило, нарушения работы фотосинтетического аппарата (ФСА) сильнее выражены у адаптированных к затенению растений, морских и пресноводных водорос-

лей. У адаптированных к полному солнечному излучению горных видов растений эффекты УФ на ФСА проявляются гораздо слабее. Так, на Приполярном Урале показатели CO_2 -газообмена и скорость фотохимических процессов в листьях аконита высокого из горных и лесных ценопопуляций была одинаковой, несмотря на торможение роста растений, произрастающих на больших высотах в ивняке (Далькэ и др., 2011).

Как отмечалось выше, растения, адаптированные к затенению, сильнее реагируют на УФ. Это было подтверждено нами в опытах с подорожником средним. При экспозиции к УФ-С листьев теневого фенотипа торможение фотохимических процессов и ассимиляции CO_2 было выражено сильнее, чем у листьев растений, произрастающих на открытом склоне, освещаемом прямыми солнечными лучами. Нами также были исследованы эффекты ближней УФ радиации на талломы листоватого лишайника лобария пульмонария. В природе этот вид лишайника обитает на стволах деревьев в старовозрастных осинниках и ельниках и редко испытывает действие прямого солнечного света. В опыте длительная (две недели) экспозиция талломов к УФ-В радиации приводила к снижению скорости нетто-ассимиляции, оказывала влияние на дыхание и общую метаболическую активность. В ответ на вызываемый действием УФ окислительный стресс в талломах возрастала активность антиоксидантных ферментов.

В эволюции у растений выработались различные приспособления, защищающие их от влияния УФ радиации (Rozema et al., 2002). К ним следует отнести увеличение образования и изменение состава эпикутикулярных восков, усиливающих отражение падающей радиации, накопление в клетках эпидермы фенолов и флавоноидов, которые абсорбируют или экранируют УФ-В и защищают нижележащие ткани от ее повреждающего действия. Нами (Дымова, Головкин, 2012) исследовано видовое разнообразие растений бореальной зоны по накоплению антоцианов (А) – внепластидных пигментов флавоноидной природы. Их содержание в листьях сосудистых цветковых растений достигало 2 мг/г сухой массы, особенно много А присутствовало в листьях светового типа. У листостебельных бриофитов (мхи), обитающих в затененных местах с низким поступлением УФ радиации и повышенным увлажнением, концентрация А была в 10–100 раз меньше.

Важно отметить, что реакция растений и степень их повреждения при экспозиции к УФ-В радиации модифицируются в зависимости от условий выращивания (оранжерея, вегетационная камера, поле), уровня ФАР, обеспеченности водой и минеральными элементами, возраста и генотипической устойчивости. Например, однодольные растения меньше повреждаются повышенными дозами УФ, чем двудольные. Сравнительно высокой чувствительностью к УФ характеризуются представители бобовых видов. Листья многолетних вечнозеленых видов растений могут накапливать повреждения, вызываемые УФ излучением, в результате их рост тормозится. Неспецифической реакцией растений на повышенные дозы УФ-В радиации является развитие окислительного стресса, приводящее к накоплению активных форм кислорода. Это нарушает функционирование чувствительных видов, ускоряет старение, снижает продуктив-

ность, влияет на баланс в растительных сообществах. Может приводить к изменению роста, продуктивности, пищевых предпочтений, конкурентных взаимосвязей, биогеохимических циклов и, как результат, биоразнообразия на видовом, популяционном и экосистемном уровнях (Zepp et al., 1998).

Растения, являющиеся ключевым компонентом и первичным продуцентом во всех экосистемах, в силу своей жизненной стратегии (фототрофный тип питания, ограниченная подвижность, длительность жизненного цикла и т. д.) подвергаются прямому действию радиации. Поэтому, на наш взгляд, целесообразно проведение комплексных исследований роста и развития, фотосинтетической продуктивности и репродуктивных усилий растений природной флоры при воздействии пониженной, естественной и повышенной дозы УФ радиации. Важно также выявление защитных приспособлений и адаптивных реакций на анатомо-морфологическом и физиолого-биохимическом уровне, рассмотрение видовых, популяционных и экологических факторов чувствительности растений северных широт к УФ радиации.

Работа выполнена при поддержке гранта УрО РАН №12-С-4-1015.

Литература

Биоиндикация стратосферного озона / Под общей ред. В. В.Зуева. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006. 228 с.

Далькэ И. В., Зхожий И. Г., Головки Т. К., Паршина Е. И., Чадин И. Ф. Фотосинтез и продуктивность растений *Aconitum septentrionale* в горных ценопопуляциях на территории национального парка «Югыд Ва» // Известия Самарского НЦ РАН, 2011. Т. 13. № 1(6). С. 1496–1500.

Дымова О. В., Головки Т. К. Антоцианы – внепластидные пигменты флавоноидной природы в листьях растений бореальной зоны // Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты: Матер. докл. VIII Междунар. симп. М.: ИФР РАН; РУДН, 2012. С. 265–270.

Канаш Е. В., Осипов Ю. А. Диагностика физиологического состояния и устойчивости растений (на примере УФ-В радиации). Методические рекомендации. 2008. СПб., 36 с.

Украинцев В. Д., Корепанов Д. А., Кондратьева Н. П., Бывальцев А. В. Влияние ультрафиолетового облучения на повышение посевных качеств семян хвойных // Вестник Удмуртского ун-та. 2011. Вып. 1. С. 132–137.

Kakani V. G., Reddy R. K., Zhao D., Sailaja K. Field crop responses to ultraviolet-B radiation: a review // Agricultural and forest meteorology. 2003. № 120. P. 191–218.

Fedina I. F., Velitchkova M. Y. Physiological responses of higher plants to UV-radiation // Climate changes and crops. Environmental science and engineering / Ed. Singh S.N. Berlin: Springer-Verlag, 2009. P. 283–305.

Zepp R. G., Callaghan T. V., Ericson D. J. Effect of enhanced solar ultraviolet radiation on biogeochemical cycles // Journal of photochemistry and photobiology B: Biology. 1998. V. 46. P. 69–82.

Rozema J., Bjorn L. O., Bornman J. F., Gaberscik A., Hader D.- P. Trost T., Germ M., Klisch M., Groniger A., Sinha R. P., Lebert M., He Y.-Y. Buffoni - Ha R., Barker de N. V. J., Staaij van de J., Meijkamp B. B. The role of UV-B radiation in aquatic and terrestrial ecosystems – as experimental and functional analysis of the evolution of UV-absorbing compounds // Journal of photochemistry and photobiology B: Biology. 2002. V. 66. P. 2–12.

Wulff A., Anttonen S., Pellinen R., Savonen E.-M., Sutinen M.-L., Heller W., Sandermann H., Kangasjarvi Jr. and J. Birch (*Betula pendula* Roth.) responses to High UV-B radiation // Boreal environment research, 1999. V. 4. P. 77–88.

ЭКЗОГЕННЫЙ ЭПИБРАССИНОЛИД СПОСОБСТВУЕТ АДАПТАЦИИ ПРОРОСТКОВ КУКУРУЗЫ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ УСЛОВИЯМ ВЫРАЩИВАНИЯ

А. С. Лукаткин¹, Н. Н. Каиштанова^{1,2}, А. С. Семенова¹

¹ *Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева,
aslukatkin@yandex.ru*

² *Республиканский лицей – Центр для одарённых детей, resmol@yandex.ru*

На современном этапе растения подвергаются действию самых различных неблагоприятных факторов среды, как абиотической, так и антропогенной природы. Среди абиотических факторов наиболее существенно влияние неблагоприятных температур, ограничивающих распространение растений по земному шару. Для теплолюбивых растений таким ограничителем является действие пониженных положительных температур в период активной вегетации; для всех растений – действие повышенных температур (Лукаткин, 2005).

Среди факторов иной природы можно выделить все возрастающее поступление в окружающую среду ксенобиотиков – соединений чужеродной природы, вызывающих нарушения метаболизма, роста, функционирования растений. Применение пестицидов (гербицидов, фунгицидов, инсектицидов и т. п.) – необходимый элемент интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур; без них неизбежно снижение урожая и ухудшение его качества. Однако при этом повышается уровень загрязнения окружающей среды пестицидами и продуктами их метаболизма, что требует системного изучения их действия на живые организмы и анализа возможных последствий. Многие применяемые вещества неблагоприятно влияют на культурные растения.

Одними из наиболее серьезных стрессоров антропогенной природы являются тяжелые металлы (ТМ). Их возрастающая эмиссия в окружающую среду приводит к накоплению в почве, откуда они легко поступают в растения и далее транспортируются по пищевым цепям. Попадание культурных растений в условия сильного загрязнения среды ТМ вызывает нарушение физиологических функций и затрудняет получение качественной продукции растениеводства. Избыточные количества ТМ в среде ингибируют рост растений, нарушают водный режим, метаболизм и т. п. (Башмаков, Лукаткин, 2009).

Известно, что биологически активные вещества могут модифицировать реакцию растений на абиотические стрессоры (Колмыкова, Лукаткин, 2012). Так, ранее было показано положительное влияние регуляторов роста (РР), в основном цитокининовой природы, на ослабление стрессового воздействия неблагоприятных температур и ТМ на растения (Лукаткин и др., 2003, 2007). Однако в последнее время были выявлены и синтезированы новые препараты, действие которых мало изучено, в числе которых brassinosteroids. Возможно ожидать повышенной устойчивости растений к ряду неблагоприятных факторов среды посредством предпосевной обработки такими препаратами. Изучение действия на растения синтетических РР (при стрессорных условиях) необ-

ходимо для решения проблемы устойчивости растений к глобальному изменению климата и загрязнению окружающей среды ксенобиотиками.

В связи с этим целью работы было изучение возможности адаптации проростков кукурузы к стрессовым температурам, ТМ (Zn и Ni) и ксенобиотикам (гербицидам) посредством экзогенной обработки синтетическим РР эпибрассинолидом (ЭБ).

Семена кукурузы (*Zea mays* L., гибриды РОСС 199 МВ и Коллективный 172 МВ) замачивали 10 часов в растворах ЭБ концентраций от 10^{-8} до 10^{-11} М (контроль – в дистиллированной воде), затем промывали дистиллированной водой и проращивали на дистиллированной воде (часть растений на растворах в концентрациях от 10^{-2} до 10^{-5} М). Определяли энергию прорастания, всхожесть семян и ростовые характеристики – длину корня и побега. Далее семидневные проростки кукурузы пересаживали в модифицированную среду Кнопа. В первой серии опытов часть растений оставляли в нормальных условиях (температура 25 °С), а остальные помещали на 20 часов в термостат (температура 43 °С) или холодильник (температура 3 °С), после чего возвращали в нормальные условия, выращивая еще 7 дней методом рулонной культуры, с последующим измерением длины корня и побега и определением состояния клеточных мембран по выходу электролитов из высечек листьев в дистиллированную воду на кондуктометре ОК-102 («Radelkis» Венгрия) с платиновым электродом при частоте 3 кГц (Гришенкова, Лукаткин, 2005).

Во второй серии опытов растения выращивали методом рулонной культуры на питательном растворе Кнопа с добавлением солей ТМ ($ZnSO_4 \times 7H_2O$ или $NiSO_4 \times 7H_2O$) до возраста 21 сут., после чего измеряли проницаемость клеточных мембран листьев кукурузы кондуктометрическим методом.

В третьей серии опытов растения кукурузы обрабатывали различными концентрациями гербицидов Гранстар, Топик, паракват, после чего определяли состояние растений (визуально), проницаемость мембран и биохимические параметры, характеризующие состояние окислительного стресса.

В первой серии опытов показано торможение роста при действии на проростки кукурузы неблагоприятных (повышенных или пониженных) температур. При воздействии повышенных температур препарат оказал стимулирующее действие на прирост корня в концентрации 10^{-9} М, а на прирост побега – в варианте 10^{-10} М. Исследованный синтетический препарат ЭБ способствовали (в некоторых концентрациях) улучшению состояния растений, что проявилось в нормализации роста после окончания действия стрессовых температур и снижении визуальных проявлений повреждений листьев.

В основе действия неблагоприятных температур на молодые растения лежат повреждения клеточных мембран (Лукаткин, 2002). При комнатной температуре во всех вариантах проницаемость мембран в результате обработки ЭБ не изменялась относительно водного контроля. Однако, сразу по окончании воздействия неблагоприятных температур в водном контроле отмечено значительное повышение проницаемости клеточных мембран, выражающее их повреждение температурным стрессом. Некоторые концентрации ЭБ снижали температурно-индуцированный выход ионов из клеток. Показано, что ЭБ сни-

жал выход электролитов, измеренный сразу после температурного воздействия: после действия температуры 3 °С – в концентрациях 10^{-9} и 10^{-10} М, 43 °С – 10^{-10} М.

Определение проницаемости мембран в последствии температурного стресса может дать представление о скорости процессов репарации поврежденных клеток, вызванных неблагоприятными температурами. В наших опытах определение выхода электролитов проводили спустя 7 дней после окончания температурного стресса. Показано, что в большинстве вариантов опыта происходило снижение неспецифической проницаемости мембран, по сравнению с параметрами, наблюдавшимися сразу после охлаждения. При этом наиболее эффективными оказались варианты с обработкой семян ЭБ в концентрации 10^{-10} М.

Для оценки повреждающих эффектов температуры на состояние клеточных мембран используют величину «коэффициента повреждаемости» (КП), который показывает выход ионов, индуцированный только неблагоприятным температурным воздействием (Гришенкова, Лукаткин, 2005). В наших опытах с прогревом растений при температуре 43 °С показано, что величина КП в варианте с препаратом Эпин-экстра (10^{-10} М) была ниже нуля сразу по окончании прогрева; в последствии теплового стресса выявлено снижение величины КП, прогрессирующее с уменьшением концентрации препарата (от 10^{-8} до 10^{-10} М). Сходные эффекты, хотя и менее выраженные (в абсолютных цифрах), обнаружены после воздействия пониженных температур (3 °С).

Повреждения клеточных мембран являются следствием образования активированных форм кислорода (АФК) при действии на растения стрессовых температур. АФК могут инициировать реакции перекисного окисления липидов (ПОЛ) – реагируя с ненасыщенными жирными кислотами, они вызывают перекисление мембранных липидов в плазмалемме или внутриклеточных органеллах. Окислительное повреждение плазмалеммы приводит к утечке клеточного содержимого, быстрому обезвоживанию и смерти клетки (Лукаткин, 2002). Ранее было показано, что неблагоприятные температуры усиливают генерацию потенциально опасных АФК – супероксидного анион-радикала, перекисей, и повышают ПОЛ. Вероятно, это является одним из ведущих механизмов повреждения клеток листьев кукурузы при действии температурных стрессов. Длительное нарушение состояния клеток и клеточных мембран будет приводить к нарушению метаболизма, а в результате – к торможению роста, что выявлено в наших опытах.

Во второй серии опытов выявлено, что различные концентрации ТМ снижали энергию прорастания и всхожесть семян кукурузы. Применение ЭБ одновременно с ТМ в большинстве случаев повышало энергию прорастания семян кукурузы, особенно в случае высоких концентраций ионов цинка, и существенно увеличивало всхожесть семян на растворах ТМ.

ТМ подавляли рост корня и coleoptily кукурузы, с увеличением концентраций ТМ длина корня и побега прогрессирующе снижалась. Предварительная обработка семян эпибрассинолидом в концентрации 10^{-11} М, привела к некоторой стимуляции корня на фоне ионов никеля и цинка, но ЭБ оказал неодно-

значное действие на рост побега. При этом разная концентрация регулятора роста различно влияла на фоне концентраций ТМ.

В большинстве использованных концентраций ЭБ оказал стабилизирующее воздействие на состояние клеточных мембран при обработке ионами ТМ: если ТМ повышали выход ионов из клеток, то в вариантах с ЭБ отмечено снижение этой величины, особенно на фоне ионов цинка.

В третьей серии опытов (с обработкой ЭБ семян кукурузы и последующем воздействием гербицидов на молодые растения) также выявлены положительные эффекты ЭБ как на внешний вид поврежденных ксенобиотиками растений, так и на биохимические параметры.

Таким образом, в наших исследованиях показано, что ЭБ в некоторых концентрациях снижает повреждения мембран и нарушения роста растений кукурузы на фоне действия пониженных и повышенных температур, тяжелых металлов и ксенобиотиков (гербицидов). Возможно, что это определяется их действием на генерацию и метаболизм АФК, с последующим изменением функционирования мембран и мембраносвязанных ферментов и сигнальных систем.

Анализ данных по действию ЭБ на проростки кукурузы, выращенные в неблагоприятных условиях, свидетельствует об антистрессовом характере этого препарата. Однако при действии различных факторов среды эффективность действия концентраций ЭБ на рост и состояние клеточных мембран растений кукурузы различалась.

Литература

Башмаков Д. И., Лукаткин А. С. Эколого-физиологические аспекты аккумуляции и распределения тяжелых металлов у высших растений. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2009. 236 с.

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

Колмыкова Т. С., Лукаткин А. С. Эффективность регуляторов роста растений при действии абиотических стрессовых факторов // Агрехимия. 2012. № 1. С. 83–94.

Лукаткин А. С. Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2002. 208 с.

Лукаткин А. С. Избранные главы экологической физиологии растений. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2005. 88 с.

Лукаткин А. С., Башмаков Д. И., Кипайкина Н. В. Протекторная роль обработки тидиазураном проростков огурца при действии тяжелых металлов и охлаждения // Физиология растений. 2003. Т. 50. № 3. С. 346–348.

Лукаткин А. С., Грачева Н. В., Гришенкова Н. Н., Духовский П. В., Бразайтите А. А. Цитокинин-подобные препараты ослабляют повреждения растений кукурузы ионами цинка и никеля // Физиология растений. 2007. Т. 54. № 3. С. 432–439.

РОЛЬ ПОЧВЕННЫХ АКТИНОМИЦЕТОВ В АДАПТАЦИИ РАСТЕНИЙ К УСЛОВИЯМ СРЕДЫ

И. Г. Широких

*Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, irgenal@mail.ru*

Актиномицеты – мицелиальные прокариоты – играют ключевую роль в поддержании почвой гомеостаза (Strohl, 2004). Благодаря способности продуцировать гидролитические ферменты (протеазы, целлюлазы, лигноцеллюлазы, ксиланазы и хитиназы) актиномицеты участвуют в утилизации разнообразных растительных полимеров и минерализации мономеров, создавая для растений благоприятные условия существования в почвах и водоёмах. Кроме того, почвенные актиномицеты, способные колонизировать корни растений, могут оказывать на него непосредственное воздействие, реализуя ряд потенциальных путей и механизмов, связанных с биосинтезом антибиотиков и других соединений вторичного метаболизма (фунгициды, сидерофоры, сигнальные молекулы, модуляторы иммунного ответа и регуляторы роста растений) (Tarkka, Hampp, 2008; Chater et al., 2010). Среди важнейших аспектов взаимодействия могут быть названы такие, как роль актиномицетов в питании растения, регуляции численности и состава его микрофлоры (контроль фитопатогенов) и повышение способности растений выдерживать разнообразные абиотические стрессы (засуха, засоление, загрязнение почв тяжелыми металлами и пр.).

Значение актиномицетов в обеспечении растений доступным азотом связано с симбиотической азотфиксацией представителей рода *Frankia*, способных проникать в корневую систему многих небобовых (актиноризных) растений, вызывать формирование клубеньков и активно фиксировать атмосферный азот. В основе симбиоза лежит снабжение актиномицетами растения связанным азотом в обмен на получаемые продукты фотосинтеза. Актиноризные взаимодействия активно изучаются с 1980-х годов и уже принесли практические результаты на площадях во многие тысячи гектаров на многих континентах и в различных природно-климатических зонах (Калакуцкий, Шарая, 1990).

Как показали результаты последних лет, некоторые представители рода *Streptomyces*, наиболее распространённого и многочисленного в классе актинобактерий, способны оказывать глубокое влияние в ризосфере растений на взаимодействие между симбиотическими партнерами таких важнейших симбиозов как бобово-ризобиальный и микориза травянистых и древесных растений. Наблюдали отрицательные и положительные эффекты, которые простираются от полного блокирования стрептомицетами роста микробного партнера до содействия образованию и функционированию симбиотических тканей (Tokala et al., 2002; Schrey et al., 2007). Хелперная роль стрептомицетов в формировании франкиальных симбиозов была отмечена и в более ранних работах (Калакуцкий, Шарая, 1990). К числу положительных эффектов, обусловленных присутствием в том или ином микробно-растительном симбиозе третьего – стрептомицетного компонента относятся: стимуляция образования клубеньков бобо-

выми и актиноризными растениями, повышение активности азотфиксации в клубеньках, стимуляция мицелиального роста и прорастания спор гриба-микоризообразователя, увеличение активности кислой и щелочной фосфатаз в корнях и усвоения фосфора.

Прямые эффекты актиномицетов на рост растений наиболее часто объясняются продукцией фитогормонов – ауксинов, гиббереллинов и цитокининов. Особенно часто в литературе сообщается о находках активных продуцентов ауксинов среди эндофитных актиномицетов как хозяйственно ценных, так и лекарственных растений. Полагают, что эндофитные актинобактерии повышают способность растений выдерживать экологические стрессы (Shimizu, 2011). Так, выделенные из сельскохозяйственных растений засушливых районов Индии (Раджастан) штаммы *S. coelicolor* DE07, *S. olivaceus* DE10 и *S. geysiriensis* DE27, способные к биосинтезу ИУК, при инокуляции пшеницы не только стимулировали рост проростков, но и способствовали их адаптации к пониженному (-0,05 до -0,73 МПа) водному потенциалу (Yandigeri et al., 2012). В результате инокуляции семян и почвы культурой *Streptomyces* sp. – изолята из ризосферы пшеницы, выращенной на засоленной почве в западном регионе Саудовской Аравии, существенно улучшались морфометрические и биохимические показатели растений, выращенных в условиях модельного засоления (NaCl). Рекомендуются в связи с этим к использованию в качестве биоудобрения на засоленных почвах штамм также характеризовался способностью продуцировать в среду ИУК в присутствии 2 мг/мл L-триптофана (Aly et al., 2012).

Многие, обитающие в ризосфере растений, актиномицеты проявляют в лабораторных условиях свойства, типичные для PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) бактерий, т.е. способны фиксировать атмосферный азот, минерализовать труднодоступные растениям соединения фосфора, продуцировать сидерофоры, увеличивая тем самым потребление растением дефицитного в условиях нейтрально-щелочной реакции среды железа. В то же время, актиномицеты, выделяемые из техногенно загрязнённых почв, в частности – тяжелыми металлами, способны развивать специальные стратегии, позволяющие им успешно справляться с «металлическим прессингом». Выделенные из сильно загрязнённых локусов устойчивые к свинцу и цинку штаммы стрептомицетов пригодны для использования в проектах по биоремедиации почв (Schütze, Kothé, 2012), в результате чего оптимизируются условия и для жизнедеятельности растений.

Самую большую группу биоактивных вторичных метаболитов актиномицетов составляют антибиотики с антибактериальной, противогрибковой, антипротозойной и противовирусной активностью. Антибиоз представляет собой важный фактор биоконтрольного действия актиномицетов. Особая роль в защите растений от фитопатогенов отводится стрептомицетам, поскольку они не только продуцируют широкий спектр антибиотических веществ, но и наиболее вездесущи, активно колонизируя покровы и внутренние ткани растений. Различные виды стрептомицетов или синтезированные ими метаболиты используются для биологического контроля фузариозных заболеваний многих хозяйственно важных растений, включая банан, хлопчатник, гвоздику, спаржу, фа-

соль, томаты, зерновые и хвойные культуры (Getha, Vikineswary, 2002). Значительное количество работ посвящено роли стрептомицетов в подавлении роста и ограничении численности также таких фитопатогенов как *Alternaria* spp., *Rhizoctonia* spp., *Phytophthora capsici*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Botrytis cinerea*, *Pythium ultimum*, *Rhizopus stolonifer*, *Stemphylium lycopersici* и многие другие (Shanmuganathan et al., 2001; Xiao et al., 2002; Chung et al., 2005).

Наряду с регуляцией численности и состава микробных сообществ фитосферы посредством антибиозиса, продукции хитиназ и гиперпаразитизма, противостояние инфекциям может быть обусловлено активностью актиномицетов, связанной с индукцией неспецифической или системной устойчивости самих растений. Так, иммунизирующее влияние на сеянцы норвежской сосны при заражении гетеробазидиальной гнилью оказала обработка культурой *Streptomyces* sp. GB 4-2. Отмечено под воздействием этого штамма также повышение невосприимчивости *Arabidopsis thaliana* к фитопатогену *Alternaria brassicicola* (Tarkka, Hampp, 2008).

Таким образом, продуцируемые актиномицетами вторичные метаболиты, по данным современной литературы, способствуют экологической адаптации как самих мицелиальных прокариот, так и связанных с ними растений. Одним из самых интересных аспектов синтеза этими бактериями вторичных метаболитов является способность одновременно продуцировать несколько совместно действующих веществ. Чтобы понять природу целесообразности одновременного синтеза актиномицетами нескольких вторичных метаболитов, необходимы дальнейшие исследования. Развитие этих представлений будет играть важную роль для практического использования актиномицетов в экологически безопасных технологиях аграрного производства.

Литература

- Калакуцкий Л. В., Шарая Л. С. Актиномицеты и высшие растения / Успехи микробиологии. М.: Наука, 1990. Вып. 2. С. 26–65.
- Aly M. M., El-Sayed H., El Sayed A., Jastaniah S. D. Synergistic Effect between *Azotobacter vinelandii* and *Streptomyces* sp. Isolated From Saline Soil on Seed Germination and Growth of Wheat Plant // Journal of American Science. 2012. V. 8(5). P. 667–676.
- Chater K. F., Biro S., Lee K. J., Palmer T., Schrepf H. The complex extracellular biology of streptomycetes // FEMS Microbiol rev. 2010. V. 34. P. 171–198.
- Chung W. C., Huang J. W., Huang H. C. Formulation of a soil biofungicide for control of damping-off of Chinese cabbage (*Brassica chinensis*) caused by *Rhizoctonia solani* // Biol. Control. 2005. V. 32. P. 287–294.
- Getha K., Vikineswary S. Antagonistic effects of *Streptomyces violaceusniger* strain G10 on *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense race 4: Indirect evidence for the role of antibiosis in the antagonistic process // J. of Industrial Microbiology & Biotechnology. 2002. V. 28 (6). P. 303–310.
- Sadeghi A., Karimi E, Dahaji P.A, Javid M. G., Dalvand Y. Plant growth promoting activity of an auxin and siderophore producing isolate of *Streptomyces* under saline soil conditions // World Journal of Microbiology and Biotechnology. 2012. V. 28(4). P. 1503–1509.
- Schrey SD, Salo V, Raudaskoski M, Hampp R, Nehls U, Tarkka MT Interaction with mycorrhiza helper bacterium *Streptomyces* sp. AcH 505 modifies organisation of actin cytoskeleton in the ectomycorrhizal fungus *Amanita muscaria* (fly agaric) // Curr Genet. 2007. V. 52. P. 77–85.
- Schütze E., Kothe E. Heavy Metal-Resistant Streptomycetes in Soil // In: Bio-Geo Interactions in Metal-Contaminated Soils // Soil Biology. 2012. V. 31, P. 163–182.

Shanmuganathan K., Yasin J. Jayaprakasam M. Antibiotics in agriculture // Agric. Today. 2001. V. 6. P. 40–41.

Shimizu M. Endophytic Actinomycetes: Biocontrol Agents and Growth Promoters // In: Maheshwari D.K. (Ed.). Bacteria in Agrobiolgy: Plant Growth Responses. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag. 2011. P. 201–220.

Strohl W. R. Antimicrobials // In: Bull A.T. (Ed.), Microbial Diversity and Bioprocessing. American Society for Microbiology, Washington DC. 2004. P. 336–355.

Tarkka M., Hampp R. Secondary Metabolites of Soil Streptomyces in Biotic Interactions // In: Karlovsky P. (Ed.). Secondary Metabolites in Soil Ecology. Soil Biology 14. Berlin - Heidelberg: Springer-Verlag. 2008. P. 107–126.

Tokala R. K., Strap J. L., Jung C. M., Crawford D. L., Salove M. H., Deobald L. A., Bailey J. F., Morra M. J. Novel plant-microbe rhizosphere interaction involving *Streptomyces lydicus* WYEC108 and the pea plant (*Pisum sativum*) // Appl. Environ. Microbiol. 2002. V. 68. P. 2161–2171.

Xiao K., Kinkel L. L., Samac D. A. Biological control of Phytophthora root rots on alfalfa and soybean with *Streptomyces* // Biol. Control. 2002. V. 23. P. 285–295.

Yandigeri M. S., Meena K. K., Singh D., Malviya N., Singh D. P., Solanki M. K., Yadav A. K., Arora D. K. Drought-tolerant endophytic actinobacteria promote growth of wheat (*Triticum aestivum*) under water stress conditions // Plant Growth Regul. 2012. Electronic supplementary material DOI10.1007/s10725-012-9730-2.

ОСОБЕННОСТИ ГРУППИРОВОК ПОЧВЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ СЕЛИТЕБНОЙ ЗОНЫ г. КИРОВА

О. С. Пирогова, Л. В. Кондакова

*Вятский государственный гуманитарный университет,
kaf_eco@vshu.kirov.ru*

В городах сконцентрирована наибольшая часть населения планеты и промышленного производства. В России городское население составляет 70–75% от общей численности (Лозановская и др., 1998). Под влиянием мощного антропогенного пресса на урбанизированных территориях формируется особая искусственная городская среда. Урбанизированные территории характеризуются особым климатическим, почвенным, водным и воздушным режимами (Хайбуллина и др., 2011). Селитебная зона города характеризуется разнообразием абиотических факторов, оказывающих влияние на биотическую составляющую, так как для каждого двора характерен свой микроклимат, степень освещения, увлажнения и т.д.

Изменения, происходящие с городскими почвами, приводят к нарушению среды обитания почвенных организмов, перестройке их комплексов. Постоянным компонентом наземных экосистем являются почвенные водоросли и цианобактерии. В условиях города, в экстремальных местообитаниях с высокой степенью загрязнения токсическими соединениями и нарушением почвенно-растительного покрова, они играют важную роль в поддержании стабильности городских экосистем. Поэтому они используются в качестве биоиндикаторов для оценки состояния окружающей среды, а также для оценки антропогенного воздействия на почву.

К первой работе, в которой упоминаются водоросли почв населенных мест, относится публикация Л. М. Горовиц-Власовой о почвах г. Днепропетровска (1927 г.). Наиболее полно была проанализирована альгофлора г. Луганска и его окрестностей (1966–1969 гг.). В результате исследований Н. П. Москвич отметила богатство видового разнообразия, обилие нитчатых цианобактерий из родов *Phormidium* и *Oscillatoria*. Количество желтозеленых водорослей на территории города резко снижалось, по сравнению с естественными экосистемами.

Изучению сообществ почвенных водорослей и цианобактерий урбанизированных территорий большое внимание уделил Р. Р. Кабиров с соавторами. Ими было отмечено, что в селитебной зоне наибольшего видового разнообразия достигают цианобактерии (40%), меньше – зеленые водоросли (35%) и диатомеи (15%). Характерным было уменьшение разнообразия и обилия желтозеленых водорослей (Хайбуллина и др., 2011).

Цель работы – выявить видовой состав почвенных водорослей селитебной зоны г. Кирова и изучить образованные ими группировки.

Объектом исследования являлись почвы городских дворов с разной степенью антропогенной нагрузки, а также почвы дворов старых и новых построек. Отбор проб проведен осенью 2011 и летом 2012 гг., всего было отобрано 35 проб. Отбор проводили общепринятыми в почвенно-альгологических исследованиях методами. Изучение видового состава проводили методом чашечных культур со стеклами обрастания и прямым микроскопированием свежевзятой почвы (Штина, Голлербах, 1969).

Всего в почвенных образцах селитебной зоны г. Кирова было выявлено 62 вида почвенных водорослей и цианобактерий (рис. 1), в том числе Cyanophyta 27 видов (44%), Chlorophyta 20 (32%), Bacillariophyta 10 (16%), Xanthophyta 3 (5%), Eustigmatophyta 2.

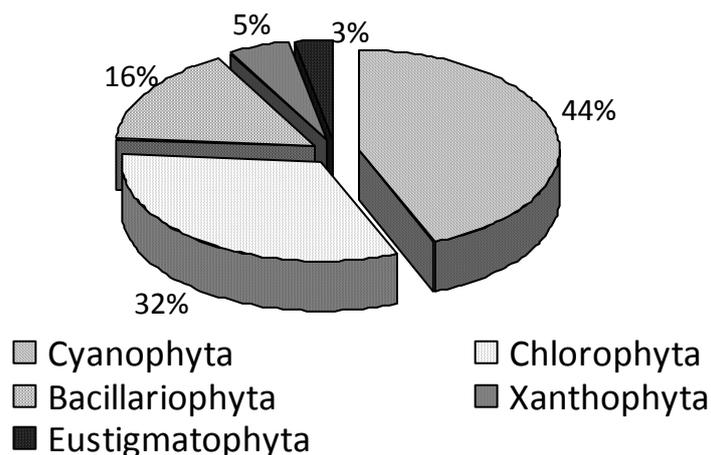


Рис. 1. Таксономический состав почвенных водорослей селитебной зоны г. Кирова

Осенью 2011 г. было отобрано 25 проб. В почвенных образцах было выявлено 52 вида почвенных водорослей и цианобактерий, в том числе Суано-

phyta 24 вида (46%), Chlorophyta 13 (25%), Bacillariophyta 10 (19%), Xanthophyta 3 (6%), Eustigmatophyta 2 (4%).

Доминирующий комплекс составили: из цианобактерий – *Leptolyngbya foveolarum*, *Microcoleus vaginatus*, *Phormidium autumnale*; из отдела Chlorophyta – *Coccomyxa* sp.; из диатомовых водорослей – *Hantzschia amphioxys*, *Luticola mutica*, *Nitzschia palea* и представители родов *Navicula* и *Pinnularia*. Желтозеленые водоросли, наиболее чувствительные к загрязнению среды, встречались редко, было выявлено 3 вида, в том числе *Xanthonema exile*, обнаружена в 6 пробах. Из отдела Eustigmatophyta встречались единичными экземплярами *Eustigmatos magnus* и *Vischeria helvetica*.

Влияние высших растений на альгофлору проявлялось в следующем: во дворах, где присутствовал разреженный растительный покров, по количеству видов преобладали диатомовые водоросли (пробы № 1–12), а во дворах, где растительный покров отсутствовал (пробы № 13–25), наибольшее видовое разнообразие принадлежало цианобактериям (рис. 2).

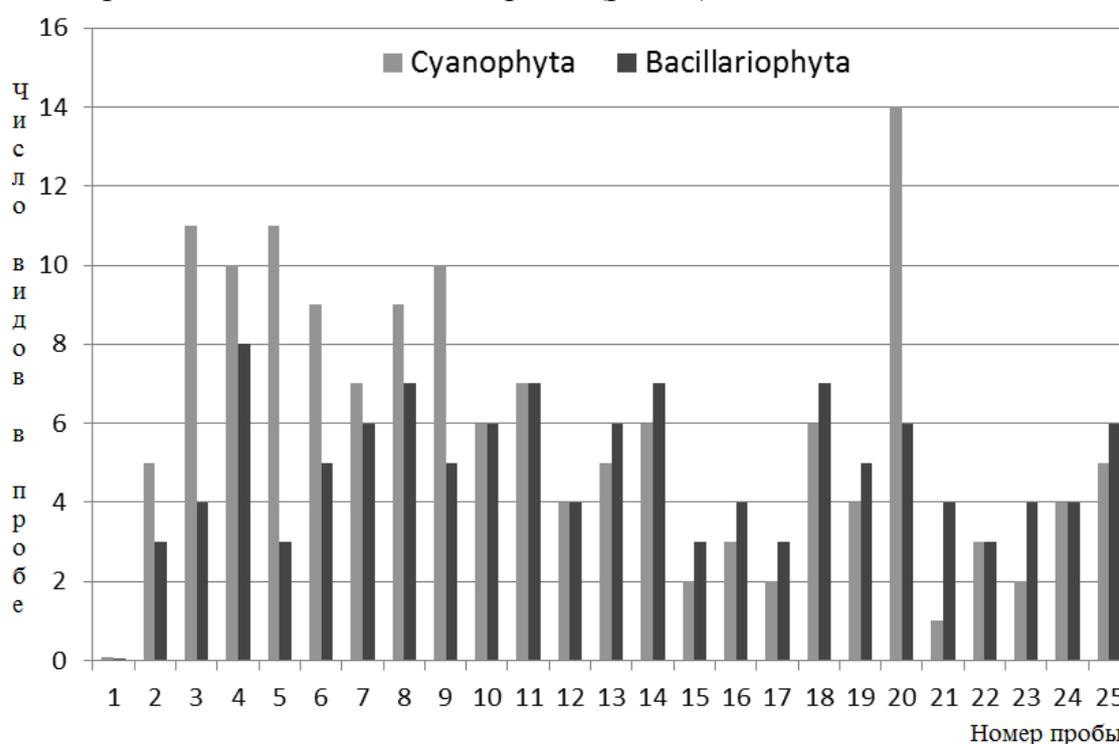


Рис. 2. Число видов диатомовых водорослей и цианобактерий

В пробах, отобранных летом 2012 г. из центральной части города, был выявлен 41 вид почвенных водорослей и цианобактерий, в том числе Cyanophyta – 17 (41%), Chlorophyta – 16 (39%), Bacillariophyta – 6 (15%), Eustigmatophyta – 2 (3%). Доминирующий комплекс составили: *Leptolyngbya foveolarum*, *Phormidium autumnale*; виды рода *Chlamydomonas*, *Hantzschia amphioxys*. Представителей отдела Xanthophyta обнаружено не было. Из отдела Eustigmatophyta было обнаружено 2 вида (*Eustigmatos magnus*, *Vischeria helvetica*), встретившиеся единичными экземплярами.

Сравнение альгофлоры почв, отобранных во дворах старых и новых построек, показало, что наибольшим видовым разнообразием отличались образцы

проб, взятые во дворах новых построек. Также в них присутствовали виды, не обнаруженные в пробах дворов старых построек: *Borzia trilocularis*, *Leptolyngbya fragilis*, *Cylindrospermum sp.*, *Phormidium corium*, *Ph. molle*; *Chlamydomonas conversa*, *Chloroplana terricola*, *Follicularia paradoxales*, *Klebsormidium flaccidum*, *Klebsormidium nitens*; *Luticola mutica*.

В условиях сильного затенения деревьями и уплотнения почвы видовое разнообразие наименьшее. Данную нагрузку выдерживали виды *Leptolyngbya foveolarum* и *Hantzschia amphioxys*.

Таким образом, видовой состав альгофлоры селитебной зоны города достаточно разнообразен и представлен 62 видами почвенных водорослей и цианобактерий. Наибольшее видовое разнообразие принадлежит цианобактериям, что говорит о их высокой толерантности к антропогенной нагрузке, а наименьшее – представителям отдела Xanthophyta. Это совпадает с данными других авторов (Хайбуллина, 2011).

Литература

Лозановская И. Н., Орлов Д. С., Садовникова Л. К. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. М.: Высш. шк., 1998. 287 с.

Хайбуллина Л. С., Суханова Н. В., Кабиров Р. Р. Флора и синтаксономия почвенных водорослей и цианобактерий урбанизированных территорий. Уфа: Гилем, 2011. 216 с.

Голлербах М. М., Штина Э. А. Почвенные водоросли. Л.: Наука, 1969. 228 с.

СОДЕРЖАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ ЛИСТА КАК ИНДИКАТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРЕССА

Е. М. Лисицын

*Научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Северо-Востока Россельхозакадемии, edaphic@mail.ru*

Содержание фотосинтетических пигментов листа может быть прямо связано со стресс-физиологией, а их относительная концентрация изменяется под действием различных абиотических факторов (Зарипова, 2008). Изучение закономерностей функционирования и адаптации растений как фотосинтезирующей системы, обеспечивающей превращение солнечной энергии в биохимическую, имеет ключевое значение при выяснении механизмов взаимодействия организма со средой. Однако в этом вопросе до сих пор существуют различные методические подходы, нередко приводящие к противоречивым выводам. Так, например, у сельскохозяйственных культур содержание пигментов может определяться во флаговом (Шимко и др., 2009), подфлаговом листьях (Головко и др., 2004), на листьях разных ярусов (Казанцев и др., 2010) или на произвольно выбранных листьях (Кынчева и др., 2011). Многие исследователи ограничиваются только определением концентрации пигментов, не рассматривая диагностические индексы. Поэтому мы в своей работе рассматриваем пригодность использования различных параметров фотосинтетического аппарата для оценки степени реакции растений на стрессовое воздействие на примере двух верхних листьев (флагового и подфлагового) зерновых культур.

Материал и методы. В ходе вегетационных сезонов 2008...2010 гг. у двенадцати сортов озимой ржи и тринадцати сортов овса различного происхождения в условиях нейтрального (рН 6,5, следы подвижного алюминия) и кислого (рН 3,8, содержание подвижного алюминия около 16 мг/100 г почвы) почвенных участков в период «колошение – начало цветения» отбирали пробы флаговых и подфлаговых листьев с двадцати индивидуальных растений каждого сорта на обоих вариантах почвенных фонов. Содержание пигментов (хлорофилл а – Chl a, хлорофилл b – Chl b, каротиноиды – Car) осуществляли в 100% ацетоне с использованием спектрофотометра UVmini-1240 (SHIMADZU Corporation, Japan). Выделение пигментов и расчет их содержания проводили по методике (Lichtenthaler, Bushmann, 2001). Рассчитывали соотношение хлорофиллов а и b (Chl a/b), соотношение хлорофиллов и каротиноидов (Chl / Car). Процентное содержание пигментов в светособирающих комплексах фотосистем (% LHC) определяли расчетным путем (Головки и др., 2007). Данные обрабатывали статистически с использованием табличного процессора Microsoft Office Excel 2007.

Результаты и обсуждение. Как показывают данные табл. 1, из трех изученных фотосинтетических пигментов листьев овса в наибольшей степени повышение кислотности почвы повлияло на синтез хлорофиллов группы b, что, в свою очередь, сказалось на резком повышении соотношения хлорофиллов (в два раза) и снижении содержания хлорофиллов в светособирающих комплексах фотосистем листьев (также практически вдвое по сравнению с нейтральным фоном).

Таблица 1

Некоторые статистические показатели изменения состояния фотосинтетического аппарата листьев овса под влиянием эдафического стресса (% от нейтрального почвенного фона, в среднем для 13 сортов)

Лист	Chl a	Chl b	Car	Chl a/b	Chl / Car	% LHC
Среднее значение						
подфлаговый	55,38	26,37	66,31	225,53	72,39	55,87
флаговый	70,58	41,18	81,74	187,46	77,72	66,81
Максимальное значение						
подфлаговый	86,32	37,30	99,31	344,59	100,27	83,64
флаговый	92,35	76,53	113,45	321,08	100,51	97,36
Минимальное значение						
подфлаговый	34,28	13,89	41,28	126,41	60,26	37,49
флаговый	51,40	18,44	47,79	101,37	57,12	40,23
Коэффициент вариации						
подфлаговый	29,4	29,5	29,0	25,0	14,7	21,9
флаговый	18,4	36,9	22,5	31,5	17,3	21,7

Примечание: обозначение параметров см. в тексте

С другой стороны, данные свидетельствуют о неодинаковом влиянии стрессора на разные структурные части растений. Флаговый лист, фотоассими-

ляты из которого в основном идут на формирование зерна, в гораздо меньшей степени реагировал на кислотность почвы, чем подфлаговый лист.

Несколько неожиданным оказалось снижение содержания каротиноидов, особенно в подфлаговом листе, поскольку у подверженных стрессу растений этот показатель обычно превосходит контрольные значения. Наиболее вероятным объяснением может быть то, что в листьях растений, выращиваемых на кислом почвенном фоне, снижается общий уровень синтеза всех соединений. Поэтому серьезность повреждения фотосинтетического аппарата лучше отражает показатель соотношения хлорофиллов и каротиноидов. Как видно из данных табл. 1, повреждения достаточно серьезны, причем в данном случае разница между флаговыми и подфлаговыми листьями незначительна.

Высокую степень стрессового воздействия на фотосинтетический аппарат можно определить и по изменению соотношения хлорофиллов *a/b*. Повышение данного показателя говорит об относительном снижении роли антенных комплексов фотосистемы II. Другими словами, условия освещения обеспечивали достаточное количество квантов света, падающих на растения, но в случае действия стрессового фактора растениям не доставало реакционных центров, в которых и происходит преобразование солнечной энергии в химическую органических соединений.

Данные, полученные для растений озимой ржи (табл. 2), подтверждают, что пигментный аппарат листьев разных сортов также неодинаково реагировал на изменение условий роста корневых систем.

Таблица 2

Некоторые статистические показатели изменения состояния фотосинтетического аппарата листьев озимой ржи под влиянием эдафического стресса (% от нейтрального почвенного фона, в среднем для 12 сортов)

Лист	<i>Chl a</i>	<i>Chl b</i>	<i>Car</i>	<i>Chl a/b</i>	<i>Chl / Car</i>	% LHC
Среднее значение						
подфлаговый	89,62	80,97	100,26	113,34	89,81	92,90
флаговый	93,16	103,24	103,64	95,10	98,63	106,95
Максимальное значение						
подфлаговый	120,23	114,37	140,94	148,70	128,08	107,77
флаговый	126,67	166,29	183,04	126,55	140,29	153,89
Минимальное значение						
подфлаговый	71,53	56,82	53,55	89,55	68,84	76,15
флаговый	74,00	62,16	55,59	54,61	70,47	84,87
Коэффициент вариации						
подфлаговый	15,44	21,99	25,40	16,87	19,12	11,40
флаговый	16,53	30,03	37,14	22,02	21,60	18,52

Примечание: обозначение параметров см. в тексте

Так, содержание *Chl a* повысилось во флаговом листе у 2 изученных сортов, в подфлаговом – у одного сорта; сохранение его на уровне контроля во флаговом листе характерно для 5 сортов, в подфлаговом листе – для трех. В остальных случаях содержание хлорофилла *a* достоверно снижалось.

Содержание *Chl b* в подфлаговом листе не увеличилось ни у одного из сортов, но у трех – осталось на уровне контроля. Для флагового листа можно отметить повышение содержания данной формы хлорофилла у 4 сортов и сохранение его на уровне контроля – еще у двух. В остальных случаях содержание пигмента значительно уменьшилось.

Что касается структурных перестроек фотосинтетического аппарата (распределения пигментов между светособирающими комплексами и реакционными центрами фотосистем), то необходимо отметить как общую закономерность сохранение этой структуры (т. е. ее неизменность под влиянием стрессового воздействия) в половине исследованных случаев.

Также стоит отметить тот факт, что для флагового листа характерно повышение доли пигментов в светособирающих комплексах, а для подфлагового листа – наоборот повышение содержания пигментов в реакционных центрах фотосистем. Можно предположить, что под влиянием стрессора в исследованных органах растений озимой ржи в разной степени нарушается отток пластических веществ – в подфлаговом листе он замедляется, а во флаговом листе – наоборот, ускоряется. Поэтому в первом случае для преобразования уловленной энергии необходимы новые реакционные центры (имеющиеся в большой степени блокированы уже синтезированными пластическими веществами по принципу обратной связи), а во втором случае, из-за повышенного оттока, для синтеза пластических веществ не хватает исходного материала.

В качестве дополнительных светосборщиков в растении выступают молекулы каротиноидов. Как показывают полученные данные, у трети исследованных сортов содержание *Car* повысилось в ответ на стрессовое воздействие, а у четверти всех сортов – не изменилось. В остальных 40% случаев наблюдалось снижение содержания *Car*.

Для сравнения степени пригодности изученных параметров фотосинтетического аппарата листа зерновых культур в качестве индикатора экологического стресса, рассмотрим коэффициент вариации каждого из параметров. Как известно, коэффициент вариации используется в качестве характеристики однородности совокупности. Коэффициент вариации в пределах от 0 до 20 % свидетельствует о незначительном отклонении вариант от средней. Если он выше 20%, значит, имеет место выраженная вариабельность вариант, а значения, превышающее 30%, характерны для качественно неоднородной совокупности вариант.

Исходя из этого, а также учитывая данные таблиц 1 и 2, можно сказать, что выбор того или иного параметра и органа растения будет определяться целью исследований. Если исследователя необходимо оценить общее влияние стрессора на видовом уровне, то следует брать параметры с более низким коэффициентом вариабельности – такие как содержание *Chl a*, % *LHC* или соотношения пигментов (*Chl a/b*, *Chl / Car*). При этом у озимой ржи лучше отбирать подфлаговые, а у растений овса – флаговые листья.

Если стоит цель дифференцировать сорта какой-либо культуры по их устойчивости к стрессору, то, наоборот, нужны показатели с большей вариабельностью – более всего для этих целей подойдет *Chl b* флагового листа.

Литература

Шимко В. Е., Кульминская И. В., Калитухо Л. Н., Гордей И. А. Сравнительный анализ показателей фотосинтеза и продуктивности у гибридов F₂ озимой ржи // Физиология растений, 2009. Т. 56. № 1. С. 139–146.

Головко Т. К., Родина Н. А., Куренкова С. В., Табаленкова Г. Н. Ячмень на Севере (селекционно-генетические и физиолого-биохимические основы продуктивности). Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 155 с.

Lichtenthaler H. K., Bushmann C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy // Current Protocols in Food Analytical Chemistry. 2001. F4.3.1-F4.3.8.

Головко Т., Дымова О., Табаленкова Г. Пигментный комплекс растений приполярного Урала // Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. 2007. № 8. С. 7–10.

Кынчева Р., Илиев И., Борисова Д., Георгиев Г. Раннее обнаружение физиологического стресса растительности по многоспектральным данным // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 4. С. 319–326.

Казанцев Т. А., Туменок Л. В., Кочубей С. М. Дистанционные измерения динамики содержания хлорофилла в посевах озимой пшеницы // Физиология и биохимия культ. растений. 2010. Т. 42. № 6 С. 544–549.

Зарипова Н. Р. Действие избыточных концентраций тяжелых металлов на экспрессию хлоропластных генов растений ячменя. Автореферат дисс... канд. биол. наук. Москва. 2008. 21 с.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ ЯЧМЕНЯ ПРИ ДЕЙСТВИИ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ПОЛЛЮТАНТОВ

Л. С. Свинолупова¹, С. Ю. Огородникова^{1,2}

¹ Вятский государственный гуманитарный университет,

² Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, ecolab2@gmail.com

В Кировской области функционирует объект по уничтожению химического оружия, который является потенциальным источником загрязнения природных сред специфическими поллютантами, к числу которых относят фосфор- и фторсодержащие соединения. Метилфосфоновая кислота – конечный продукт гидролиза изопропилового и пинаколилового эфира метилфосфоновой кислоты, которые образуются при разложении зарина и зомана (Александров и др., 1990; Франке, 1973); пиррофосфат натрия и фторид натрия – продукты сжигания реакционных масс уничтожения зарина и зомана (Ашихмина, 2002).

На территориях, прилегающих к объекту уничтожения химического оружия возможно появление как одного, так и нескольких поллютантов одновременно. Известно, что метилфосфоновая кислота (МФК) даже в низких концентрациях оказывает влияние на всхожесть семян, рост проростков и накопление биомассы, биохимические характеристики растений (Огородникова, Головко, 2004). МФК вызывает изменение интенсивности окислительных процессов в растительных тканях, усиливает экзоосмос электролитов из корней растений (Свинолупова, Огородникова, 2009). Фторид натрия (ФН) индуцирует изменение активности пероксидаз в растительных тканях и инициирует процессы перекисного окисления липидов в листьях (Свинолупова, Огородникова, 2012). Пиррофосфат натрия (ПФН) приводит к угнетению роста, изменению активно-

сти пероксидаз, накоплению веществ с антиоксидантными свойствами, усилению экзоосмоса электролитов из корней растений ячменя (Свинолупова, Огородникова, 2012). Однако не изучено, как будут реагировать растения на кратковременное действие данных поллютантов.

Целью работы было изучить состояние антиоксидантной системы растений ячменя после однократной обработки надземной части специфическими поллютантами (МФК, ПФН, ФН) и смесями.

Изучали действие водных растворов отдельных веществ ПФН (0,04 моль/л), ФН (0,04 моль/л), и их смесей ПФН+МФК (0,04 моль/л), ФН+МФК (0,004 моль/л) на растения ячменя сорта «Новичок». Надземную часть растений в фазу 2-х листьев опрыскивали растворами токсикантов до полного смачивания листовой пластины растений, через сутки изучали состояние антиоксидантной системы по ряду показателей. 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 каротиноидов определяли в ацетоновой вытяжке спектрофотометрически при длине волны 440,5 нм (Шлык, 1971).

Загрязняющие вещества, проникая в растительный организм, инициируют накопление активных форм кислорода (АФК) и развитие окислительного стресса. Ответной реакцией организма на окислительный стресс является запуск антиоксидантной системы: активация антиоксидантных ферментов – пероксидаз, накопление веществ антиоксидантов – каротиноидов. Оценить степень окислительных повреждений в растительных тканях, возникающих под влиянием стресс-факторов, можно по интенсивности процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ).

Отмечено, что ПФН и ПФН+МФК инициировали достоверное возрастание активности пероксидаз в листьях. Известно, что пероксидазы относятся к группе окислительно-восстановительных ферментов и регулируют внутриклеточное содержание перекиси водорода. Пероксидазы катализируют процессы окисления различных биологически активных соединений, предотвращая разрушительное действие АФК (Рогожин, 2004). Возрастание активности пероксидаз свидетельствует о повышенном содержании в клетках перекиси водорода, появление которой индуцирует обработка растений поллютантами. В ответ на действие фосфорсодержащих поллютантов (ПФН и ПФН+МФК) наряду с активацией ферментов антиоксидантной защиты в листьях, происходило накопление соединений с антиоксидантными свойствами – каротиноидов (рис.). Причем в большей степени увеличивалось содержание желтых пигментов в листьях растений, обработанных ПФН – в 1,3 раза, в варианте ПФН+МФК уровень каротиноидов возрастал в 1,2 раза, что может быть результатом снижения токсического эффекта при совместном присутствии поллютантов. Данный факт подтверждают результаты изучения интенсивности процессов перекисного окисления липидов в растительных тканях. В листьях растений, обработанных ПФН, содержание продуктов ПОЛ было в 1,5 раза выше, по сравнению с контрольными растениями. При обработке растений смесью фосфорсодержащих поллю-

тантов (ПФН+МФК) интенсивность процессов ПОЛ в листьях достоверно не отличалась от контроля. Снижение токсического эффекта при совместном действии фосфорсодержащих поллютантов, по сравнению с действием отдельных веществ ПФН и МФК (Огородникова и др., 2004), по-видимому, связано с нейтрализацией рН среды при взаимодействии ПФН и МФК. Так, рН (ПФН+МФК) = 6,0, тогда как растворы индивидуальных веществ имели сильно кислую (рН МФК = 1,8) и сильно щелочную среду (рН ПФН = 10,2), что усиливало их фитотоксическое действие.

Обработка надземной части растений фосфорсодержащими поллютантами приводила к изменениям биохимических процессов в корнях. Через сутки после действия ПФН в корнях существенно снижалась активность пероксидаз, интенсивность процессов ПОЛ не изменялась. В опыте с ПФН+МФК активность пероксидаз в корнях сохранялась на уровне контрольных растений, а интенсивность процессов ПОЛ достоверно снижалась. Низкий уровень активности пероксидаз и торможение процессов ПОЛ в клетках корней свидетельствует о достаточно эффективной работе антиоксидантной системы в условиях химического стресса. Изменения биохимических показателей в корнях были выражены слабее по сравнению с листьями, что связано со способом обработки растений фосфорсодержащими поллютантами.

Обработка растений ФН приводила к снижению активности пероксидаз в клетках листьев и корней. При совместном действии ФН+МФК активность пероксидаз в растительных клетках была на уровне контрольных растений. Содержание каротиноидов в листьях растений, обработанных ФН и ФН+МФК, было близко к контролю. Выявлена существенная активация процессов ПОЛ в листьях растений, обработанных ФН, в варианте с совместным действием токсикантов ФН+МФК накопление продуктов ПОЛ в листьях было существенно ниже и составляло 84% от контроля. Интенсивность процессов ПОЛ в корнях растений, обработанных ФН и ФН+МФК, была ниже контрольных растений. Можно предположить, что снижение концентрации МДА связано с активацией ферментов антиоксидантной защиты, которые разрушают H_2O_2 и другие АФК, чем и препятствуют повреждению мембран (табл.).

Таблица

**Изменение активности пероксидаз и интенсивности ПОЛ
под влиянием поллютантов**

	Активность пероксидаз, % к контролю		Интенсивность ПОЛ, % к контролю	
	лист	корень	лист	корень
ПФН	112*	50*	147*	95
ФН	89	71*	589*	84
ПФН+МФК	123*	95	91	60*
ФН + МФК	104	114*	84	72*

* Разница между контролем и опытом достоверна при $P \leq 0,05$.

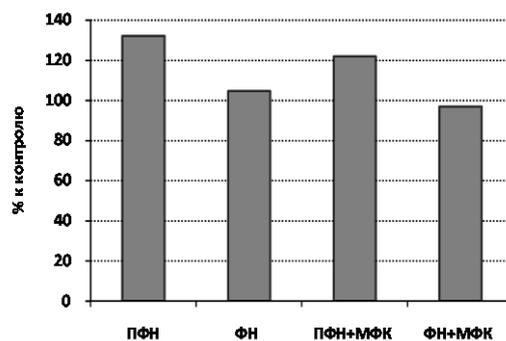


Рис. Содержание каротиноидов в листьях ячменя

Таким образом, однократная обработка растений специфическими поллютантами и их смесями вызывала изменения показателей антиоксидантной защиты растений: активность пероксидаз, интенсивность процессов ПОЛ и содержание каротиноидов. Биохимический отклик растений зависел от природы поллютантов. Установлено ослабление фитотоксического эффекта ПФН при совместном присутствии поллютантов ПФН+МФК. Выявленные изменения биохимических показателей могут быть использованы для биоиндикации территорий, прилежащих к объекту уничтожения химического оружия.

Литература

- Александров В. Н., Емельянов В. И. Отравляющие вещества. М.: Военное издательство, 1990. 320 с.
- Ашихмина Т. Я. Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия. Киров: Вятка, 2002. 544 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., Огородникова С. Ю. Реакции растений на фосфорорганический ксенобиотик – метилфосфоновоую кислоту. Сыктывкар, 2004. 24 с.
- Огородникова С. Ю., Головки Т. К., Ашихмина Т. Я. Реакции растений на фосфорорганический ксенобиотик – метилфосфоновоую кислоту Сыктывкар, 2004. 24 с. (Научные доклады / Коми научный центр УрО РАН Российской АН; Вып. 464).
- Рогожин В. В. Пероксидаза как компонент антиоксидантной системы живых организмов. СПб.: ГИОРД, 2004. 240 с.
- Свинолупова Л. С., Огородникова С. Ю. Влияние метилфосфоновой кислоты на активность окислительных процессов в растительных тканях // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Сб. материалов VII Всерос. науч.-практ. конф. в 2 частях. Ч. 2. Киров: ООО «Лобань», 2009. С. 51–55.
- Свинолупова Л. С., Огородникова С. Ю. Влияние пирофосфата натрия на антиоксидантную систему защиты растений ячменя // Агрохимия. 2012. № 6. С. 84–88
- Свинолупова Л. С., Огородникова С. Ю. Влияние фторидного загрязнения на биохимические показатели растений на примере ячменя с. Новичок // Адаптационные реакции живых систем на стрессорные воздействия. Материалы Всерос. молодежной конф. (г. Киров, 21–25 апреля 2012 г.). Киров: ООО «Лобань», 2012. 146 с.
- Франке З. Химия отравляющих веществ. М.: Химия, 1973. Т. 1. 440 с.

ЭФФЕКТЫ МЕТИЛФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ НА СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА А И ИНТЕНСИВНОСТЬ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В АЛЬГОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ КУЛЬТУРАХ ЦИАНОБАКТЕРИЙ

Е. В. Коваль¹, С. Ю. Огородникова^{1,2}

¹ Вятский государственный гуманитарный университет,

² Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,

ecolab2@gmail.com

Метилфосфоновая кислота – фосфорорганический ксенобиотик, являющийся конечным продуктом гидролиза фосфорсодержащих отравляющих веществ (зарин, зоман, Vх) (Александров и др., 1990). Данное соединение устойчиво в окружающей среде и сохраняется в почве десятилетиями (Савельева и др., 2002), относится к веществам 3 класса опасности (ГН 2.1.7. – 10). Ориентировочная допустимая концентрация метилфосфоновой кислоты (МФК) в почве населенных мест районов размещения объектов по хранению и уничтожению химического оружия составляет 0,22 мг/кг (ГН 2.1.7. – 10).

Имеются данные о негативном влиянии малых концентраций МФК на высшие растения (Огородникова и др., 2004) и почвенную микрофлору (Ашихмина и др., 2007). Метилфосфоновая кислота вызывает изменения содержания хлорофилла а и интенсивности процессов перекисного окисления липидов в биопленках *Nostoc commune* (Коваль, Огородникова, 2012).

Цель данного исследования изучить влияние МФК на интенсивность процессов перекисного окисления липидов и уровень хлорофилла а в альгологически чистых культурах цианобактерий (ЦБ).

Объектами исследования были чистые культуры ЦБ: *Nostoc linkia*, *Nostoc paludosum*, *Nostoc muscorum*. ЦБ были взяты из музея фототрофных микроорганизмов кафедры ботаники, физиологии растений и микробиологии им. Э. А. Штиной ВГСХА. Возраст культуры 3 месяца. Изучали влияние МФК в широком диапазоне концентраций $1 \cdot 10^{-4}$ – $1 \cdot 10^{-1}$ моль/л на биохимические характеристики ЦБ.

Культуру ЦБ инкубировали на растворе токсиканта в течение суток, далее оценивали содержание хлорофилла а и интенсивность процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в культуре. Содержание хлорофилла а в культуре сине-зеленых водорослей оценивали спектрофотометрически при длинах волн 665 и 750 нм (Standart procedure..., 2000). Интенсивность ПОЛ оценивали по накоплению малонового диальдегида в клетках культуры по общепринятой методике (Лукаткин, 2002), модифицированной нами для ЦБ.

Установлено, что МФК в концентрациях $4 \cdot 10^{-3}$ моль/л и более оказывает летальное действие на изученные культуры ЦБ.

Более низкие концентрации МФК не приводили к гибели культуры *N. paludosum*, однако инициировали изменения в содержании хлорофилла а (рис. 1). МФК в концентрациях $1 \cdot 10^{-4}$ – $2,5 \cdot 10^{-4}$ моль/л вызывала возрастание уровня хлорофилла а в культуре ЦБ в 1,2–1,4 раза, по сравнению с контролем. В вариантах с МФК в концентрациях $5 \cdot 10^{-4}$ – $7,5 \cdot 10^{-4}$ достоверных изменений в содержании хлорофилла а в культуре *N. paludosum* не выявлено, однако под влиянием более высокой концентрации МФК $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л отмечали уменьшение накопления пигментов. Снижение уровня хлорофиллов в культуре ЦБ сопровождалось активацией процессов ПОЛ. Установлено достоверное возрастание интенсивности ПОЛ в культуре *N. paludosum* под влиянием МФК $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л. Возможно, под влиянием МФК в высоких концентрациях в клетках происходит накопление активных форм кислорода, активация окислительных процессов, окислительная деградация хлорофиллов и накопление продуктов окисления. МФК в низких концентрациях $2,5 \cdot 10^{-4}$ – $7,5 \cdot 10^{-4}$, напротив вызывала снижение интенсивности процессов перекисного окисления липидов в 1,5–1,6 раза по сравнению с контролем. Ранее подобные эффекты были выявлены в опытах с высшими растениями, снижение интенсивности ПОЛ сопровождалось активацией антиоксидантных ферментов (Свинолупова, 2009). По-видимому, снижение интенсивности процессов ПОЛ было результатом эффективной работы антиоксидантной системы растений в условиях стресса.

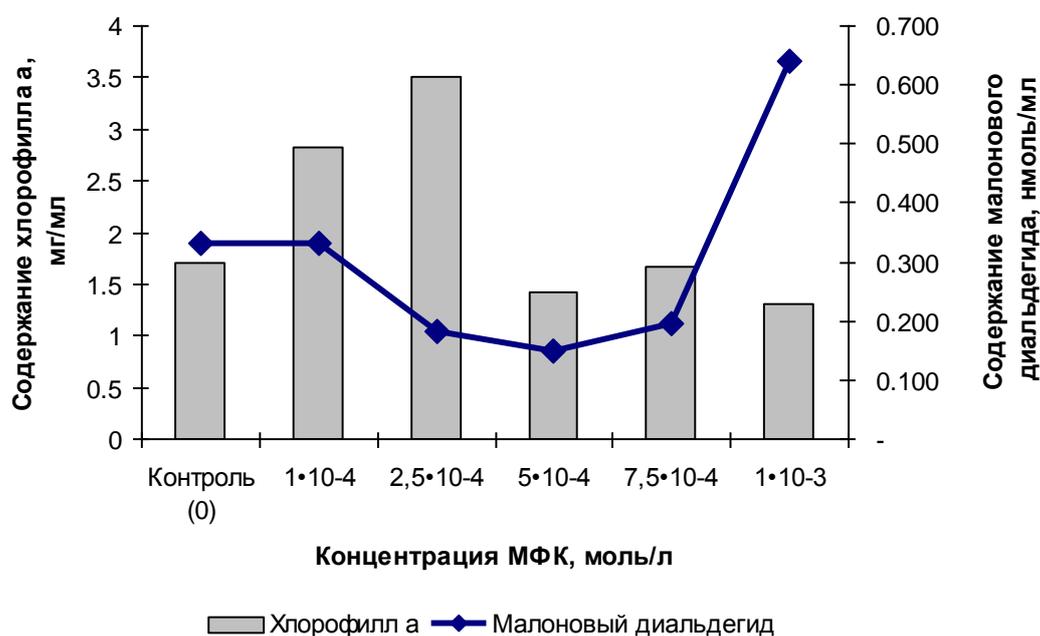


Рис. 1. Содержание хлорофилла а и малонового диальдегида в культуре *N. paludosum* под влиянием метилфосфоновой кислоты

Действие МФК на культуру *N. linkia* проявилось иначе. МФК в малых дозах $1 \cdot 10^{-4}$ – $2,5 \cdot 10^{-4}$ моль/л и в высоких концентрациях $7,5 \cdot 10^{-4}$ – $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л вызывала возрастание уровня хлорофилла а в культуре водорослей (рис. 2). Под влиянием МФК в концентрации $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л содержание хлорофилла в культуре ЦБ была близко к контролю, однако значительно ниже, чем в других вариантах опыта. Противоположным образом менялась интенсивность процессов

ПОЛ. При воздействии МФК в концентрации $1 \cdot 10^{-4}$ – $2,5 \cdot 10^{-4}$ и $7,5 \cdot 10^{-4}$ – $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л отмечали снижение уровня малонового диальдегида в среднем в 2 раза по сравнению с контролем в культуре *N. linkia*. МФК в концентрации $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л вызывала снижение лишь на 27% от уровня контроля. При увеличении количества хлорофилла а наблюдается снижение интенсивности ПОЛ в клетках культуры. Под влиянием МФК в культуре *N. linkia* между показателями содержание хлорофилла а и интенсивность ПОЛ выявлена высокая отрицательная корреляция ($-0,84$).

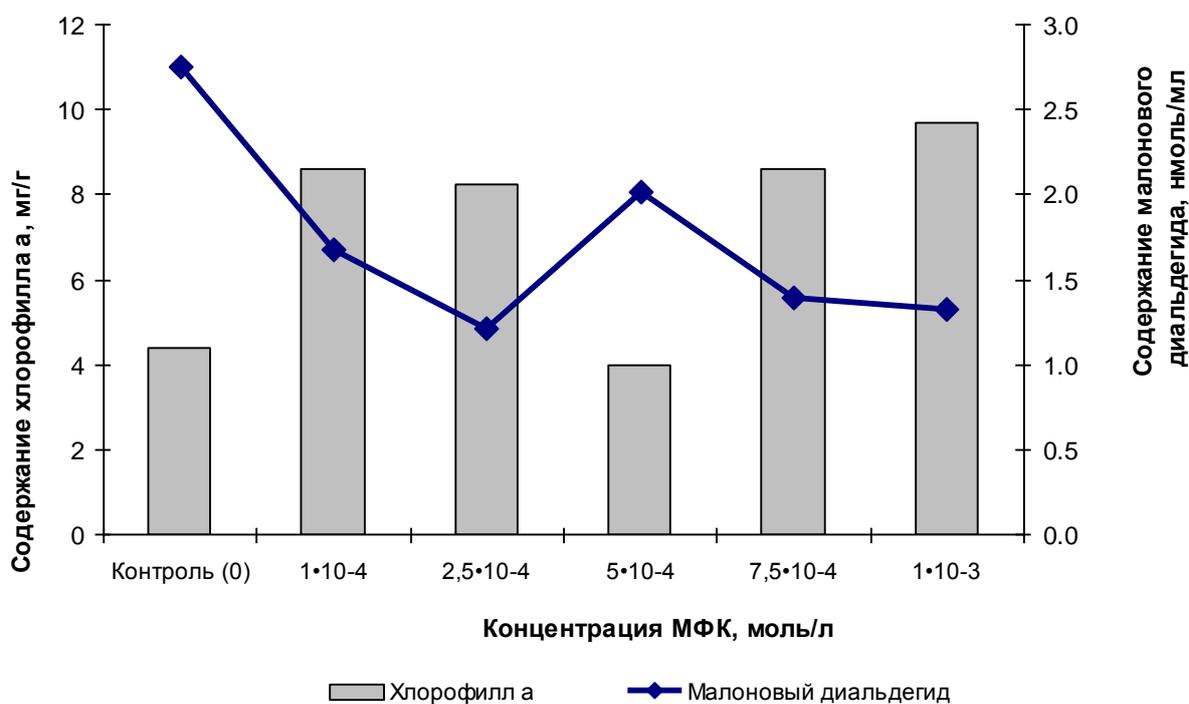


Рис. 2. Содержание хлорофилла а и малонового диальдегида в культуре *N. linkia* под влиянием метилфосфоновой кислоты

При воздействии МФК в концентрациях $1 \cdot 10^{-4}$ – $2,5 \cdot 10^{-4}$ моль/л на культуру *N. muscorum* уровень хлорофилла а не изменялся (рис. 3). Но при воздействии МФК в концентрации $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л происходило возрастание накопления хлорофилла а в 2,5 раза. При воздействии МФК в высоких концентрациях $7,5 \cdot 10^{-4}$ и $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л отмечен рост хлорофилла а на 112 и 40% соответственно. Интенсивность процессов ПОЛ при воздействии МФК в высоких концентрациях $1 \cdot 10^{-3}$ – $7,5 \cdot 10^{-4}$ моль/л возрастала по сравнению с контрольным уровнем в среднем на 54%. При действии МФК в других концентрациях интенсивность процессов ПОЛ оставалась в пределах контроля.

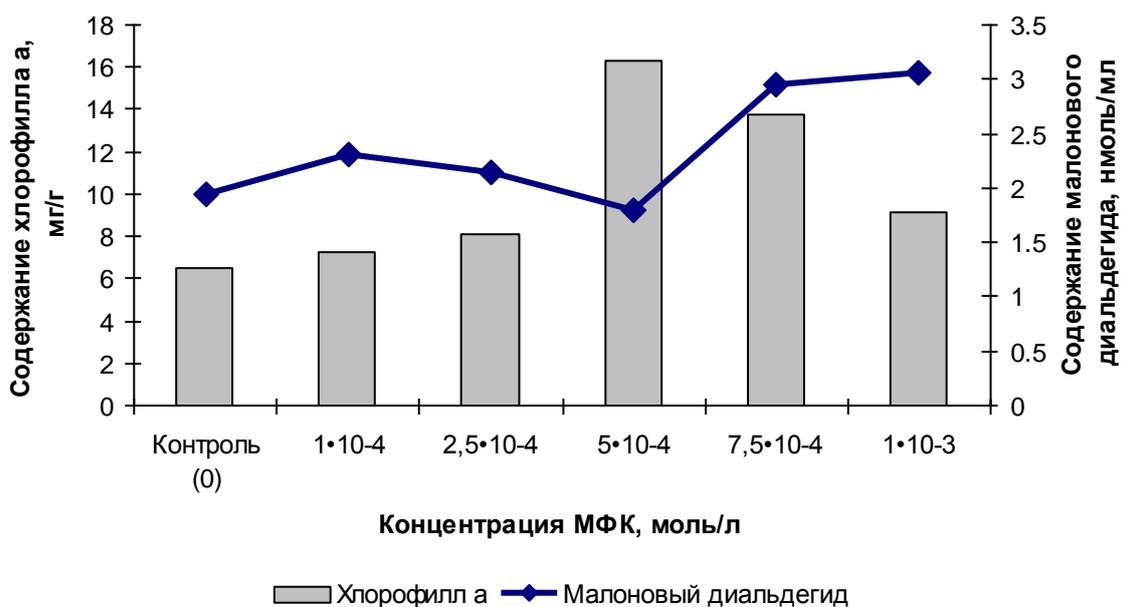


Рис. 3. Содержание хлорофилла а и малонового диальдегида в культуре *N. muscorum* под влиянием метилфосфоновой кислоты

Таким образом, изучено влияние МФК на интенсивность процессов перекисного окисления липидов и уровень хлорофилла а в альгологически чистых культурах цианобактерий. Культуры водорослей реагируют на МФК в изученном спектре концентраций по-разному. МФК в диапазоне концентраций $1 \cdot 10^{-4}$ и $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л в большинстве опытов вызывает увеличение накопления хлорофилла а в культурах ЦБ, существенного снижения накопления хлорофилла а под влиянием МФК не происходило. По показателю интенсивности процессов ПОЛ культура *N. linkia* была более устойчива к действию МФК, что проявилось в снижении накопления продуктов окисления в клетках. В культурах *N. muscorum* и *N. paludosum* происходило возрастание окислительных процессов под действием высоких концентраций МФК $7,5 \cdot 10^{-4}$ и $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л. Среди изученных показателей наиболее информативным на действие фосфорорганического ксенобиотика – метилфосфоновой кислоты является интенсивность процессов ПОЛ в культуре ЦБ.

Литература

- Александров В. Н., Емельянов В. И. Отравляющие вещества. М., 1990. 320 с.
- 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.
- Коваль Е. В., Огородникова С. Ю. Оценка токсичности метилфосфонатов по биохимическим реакциям цианобактерий // Адаптационные реакции живых систем на стрессорные воздействия: Материалы Всерос. молодежной конф. Киров, 2012. С. 123–126.
- Огородникова С. Ю., Головкин Т. К., Ашихмина Т. Я. Реакции растений на фосфорорганический ксенобиотик – метилфосфоновою кислоту. Сыктывкар, 2004. 24 с. (Научные доклады / Коми научный центр УрО РАН Российской АН; Вып. 464).
- Савельева Е. И., Зенкевич И. Г., Кузнецова Т. А., Радилов А. С., Пшеничная Г. В. Исследование продуктов превращений фосфорорганических отравляющих веществ методом га-

зовой хроматографии – масс-спектрометрии // Российский химический журнал. 2002. Т. XLVI. № 6. С. 82–91.

Свинолупова Л. С., Огородникова С. Ю. Влияние метилфосфоновой кислоты на активность окислительных процессов в растительных тканях // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. в 2 частях. Ч. 2. Киров: ООО «Лобань», 2009. С. 51–55.

ВЛИЯНИЕ МЕТИЛФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ НА СОДЕРЖАНИЕ ПИГМЕНТОВ И АКТИВНОСТЬ ХЛОРОФИЛЛАЗЫ В ЛИСТЯХ КУКУРУЗЫ

О. М. Плотникова, С. Ю. Максимовских

Региональный Центр по обеспечению государственного экологического контроля и мониторинга объекта уничтожения химического оружия по Курганской области, kurgan-rc@yandex.ru

Способность растения сопротивляться экстремальным условиям произрастания, приспосабливаться к ним и сохранять при этом свой жизненный потенциал является одним из определяющих условий существования растений и зависит от возможности реализовать защитно-приспособительные механизмы, то есть адаптироваться к стрессовым воздействиям.

Среди загрязняющих веществ особое место занимают фосфорорганические соединения (ФОС), среди которых важнейшими являются производные алкилфосфоновых кислот, широко используемые в промышленности, строительстве, медицине, сельском хозяйстве. Это инсектициды карбофос, хлорофос, дихлофос и гербициды – особенно глифосат (фосфометилглицин), применяемый с невиданным размахом для борьбы с сорняками во всем мире (Сох, 2004). К производным алкилфосфонатов относятся фосфорорганические отравляющие вещества химического оружия, которое в настоящее время уничтожается в Курганской области.

В период работы объекта по уничтожению химического оружия с фосфорорганическими отравляющими веществами в окружающей среде может появиться метилфосфоновая кислота (МФК, $\text{CH}_3\text{PO}(\text{OH})_2$), которая является продуктом их деструкции. МФК в виде солей является устойчивым веществом, поэтому может накапливаться в воде и почве, оказывая воздействие на все живые организмы. После ряда исследований влияния МФК на дикорастущие растения, ячмень, пелюшку, некоторые тест-организмы (Огородникова и др., 2007) абсолютная безопасность МФК стала подвергаться сомнению, и в 2010 г. в России был введен в действие норматив допустимой концентрации МФК в почве в районах размещения объектов уничтожения химического оружия. Для утилизации МФК разрабатываются способы биологического разложения. В некоторых работах отмечается, что даже в низких концентрациях сильно ингибирует рост дикорастущих растений, при этом корневая система более восприимчива к действию кислоты, чем побеги.

Для диагностики состояния растений и оценки влияния загрязняющих веществ все чаще используются биохимические характеристики ассимилирую-

щих органов, которые являются чувствительными к экологическим изменениям окружающей среды, прежде всего это – пигментный состав листьев растений.

Целью работы было изучение влияния метилфосфоновой кислоты в диапазоне концентраций от 10^{-1} до 10^{-17} г/л на всхожесть семян кукурузы, содержание пигментов и активность хлорофиллазы в листьях проростков.

Исследования проводили с использованием семян кукурузы, которые проращивали 14 дней при естественном освещении и комнатной температуре, с использованием растворов МФК различной концентрации: 10^{-1} , 10^{-3} , 10^{-5} , 10^{-7} , 10^{-9} , 10^{-11} , 10^{-13} , 10^{-15} , 10^{-17} г/л. В контрольном опыте использовали дистиллированную воду. Все опыты выполнялись в трех параллелях.

Для определения пигментов и активности хлорофиллазы в растительном материале был использован спектрофотометрический анализ ацетоновой вытяжки. Поглощение (А) ацетоновых экстрактов (необработанного и обработанного петролейным эфиром) измеряли на спектрофотометре СФ-46 при длинах волн – 470, 646 и 663 нм. Концентрацию пигментов рассчитывали согласно формулам (Гавриленко, 2003): $C_a = 12,21 \cdot A_{663} - 2,81 \cdot A_{646}$; $C_b = 20,13 \cdot A_{646} - 5,03 \cdot A_{663}$;

$$C_k = (1000 \cdot A_{470} - 3,27 \cdot C_a - 100 \cdot C_b) / 229.$$

В результате проведенного исследования влияния метилфосфоновой кислоты (МФК) в диапазоне концентраций от 10^{-1} до 10^{-17} г/л на содержание пигментов и активность хлорофиллазы в листьях высших растений на примере кукурузы было показано, что МФК ингибирует образование основных пигментов высших растений. Наибольшее влияние МФК оказывает на хлорофиллы b, угнетая его образование во всем диапазоне в 2–7 раз. Выявлена волнообразная зависимость действия МФК, активность хлорофиллазы, которая одинаково уменьшается в 2–3 раза при действии высоких и низких доз МФК.

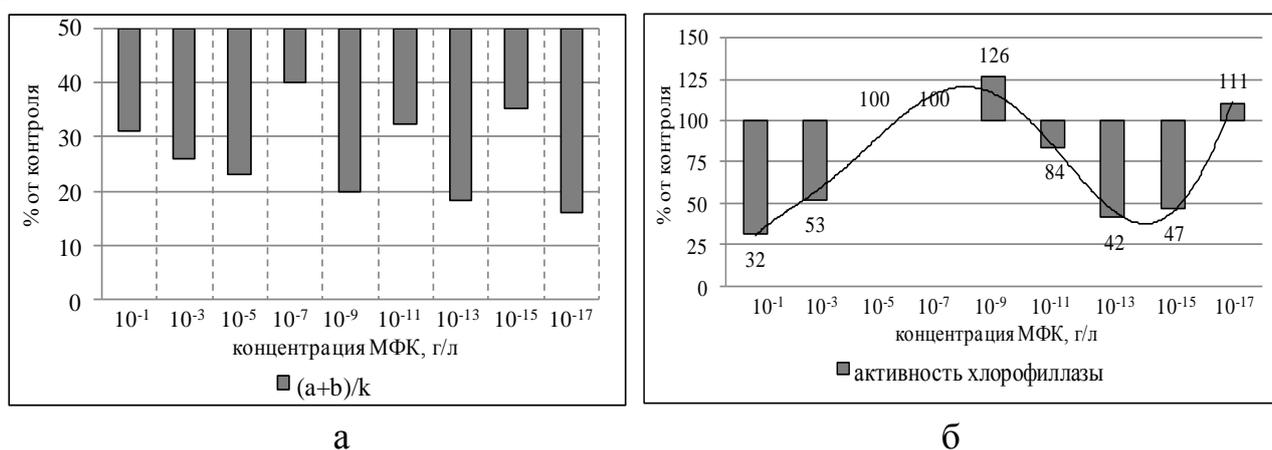


Рис. (а) – Интегральный показатель отношения суммы хлорофиллов (a+b) к содержанию каротиноидов в листьях проростков кукурузы в зависимости от концентрации МФК. (б) Изменение активности хлорофиллазы в листьях проростков кукурузы в зависимости от концентрации МФК в среде выращивания

Таким образом, интегральный показатель отношения суммы хлорофиллов (a+b) к содержанию каротиноидов и активность хлорофиллазы у высших рас-

тений может быть рекомендованы в качестве индикаторных показателей при мониторинге окружающей среды в районах применения и возможного накопления метилфосфонатов и их производных.

Литература

Гавриленко В. Ф. Большой практикум по фотосинтезу / Под ред. И. П. Ермакова. М.: Академия, 2003. 250 с.

Огородникова С. Ю., Головки Т. К., Ашихмина Т. Я. Реакции растений на действие метилфосфоновой кислоты // Теоретическая и прикладная экология. 2007. № 1. С. 78–93.

Cox C. Herbicide factsheet «Glyphosate» // J. Pesticide Reform. Winter. 2004. № 4. P. 11–15.

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ГЕРБИЦИДОМ ПАРАКВАТ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В ЛИСТЬЯХ ЗЛАКОВ

А. С. Семенова, Н. Н. Каушанова, А. Н. Гарькова, А. С. Лукаткин
Мордовский государственный университет, aslukatkin@yandex.ru

К настоящему моменту сфера влияния человечества охватила весь земной шар. Стремительные темпы развития промышленного производства, химизация сельского хозяйства ведут к появлению во внешней среде большого количества разнообразных химических соединений, постоянно загрязняющих биосферу и пагубно влияющих на живую природу (Юрин, 2001). Ведение интенсивного типа сельского хозяйства подразумевает использование большого числа пестицидов, в том числе гербицидов. Однако, при обработке посевов они действуют и на нецелевые, культурные растения. Основные причины избирательности в воздействии на сорные и культурные растения – разные скорости разрушения действующего вещества в результате гидроксилирования и деметилирования, а также выведения его из организма (Кириан, 2008). В связи с этим, цель нашего исследования – изучение влияния обработки культурных злаков гербицидом паракват на интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) как маркера степени повреждения растений.

Паракват – торговое название N,N'-диметил-4,4'-бипиридина дихлорида, который относится к производным виологена. В форме четвертичной аммонийной соли паракват широко используется как сильный гербицид неспецифического действия. Используется более чем в ста странах мира (www.paraquat.com).

Объектом для работы служили молодые растения кукурузы (*Zea mays* L.) гибрида Коллективный 172 МВ, озимой ржи (*Secale cereale* L.) сорта Эстафета Татарстана и озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Мироновская 808. Их выращивали в лабораторных условиях в сосудах с почвой в течение 10 дней при температуре 25 °С, освещении люминесцентными лампами (освещенность 2800 лк) и влажности воздуха около 80%. В фазе 1–2 листьев растения опрыскивали растворами параквата в концентрациях 0,1 мкМ, 1 мкМ и 10 мкМ (2 мл/растение). Спустя 1, 2 и 3 суток после обработки растений в их листьях определяли интенсивность ПОЛ по накоплению продукта окисления малоново-

го диальдегида (МДА) по цветной реакции с тиобарбитуровой кислотой (Лукаткин, 2002).

Выявлено, что у разных злаков интенсивность ПОЛ в результате гербицидной обработки изменялась неодинаково (табл.). Так, в листьях пшеницы уровень МДА возрастал во все время измерений, но нелинейно в динамике последствия. Максимальное содержание МДА наблюдали во второй день измерений при концентрации параквата 1 мкМ и на третий день для концентрации 0,1 мкМ – 150% и 137% к контролю, соответственно. Для самой высокой концентрации гербицида наибольшее значение уровня МДА отмечено через двое суток после обработки паракватом – 118% к контролю.

При обработке растений ржи паракватом максимальный уровень МДА (127% к контролю) наблюдали через сутки после обработки для концентрации гербицида 10 мкМ. При концентрации параквата 0,1 мкМ отмечена высокая интенсивность ПОЛ спустя двое суток после обработки (117% к контролю). Спустя трое суток после обработки гербицидом выявлено некоторое снижение интенсивности ПОЛ для всех изученных концентраций относительно предыдущих дней измерения (111, 107 и 117% к контролю при дозах параквата 0,1, 1 и 10 мкМ, соответственно).

У растений кукурузы выявлено, что через сутки после обработки паракватом происходило увеличение интенсивности ПОЛ при концентрации гербицида 10 мкМ (123% к контролю) и понижение – при концентрации 1 мкМ (87% к контролю). Спустя двое суток после обработки наибольшее содержание МДА наблюдали при концентрации параквата 1 мкМ (116% к контролю) и наименьшее – при 10 мкМ (91% к контролю). Через трое суток после обработки интенсивность процессов ПОЛ была выше контроля при концентрациях параквата 0,1 и 10 мкМ (105% и 111% к контролю, соответственно) и меньше при концентрации 1 мкМ (87% к контролю).

Таблица

Влияние обработки злаков гербицидом паракват на интенсивность ПОЛ в листьях, мкМ МДА / г сырой массы

Объект	Дни после обработки	Концентрация гербицида, мкМ			
		вода	0,1	1	10
Пшеница	1	3,40±0,02	3,57±0,04	3,74±0,03	3,82±0,04
	2	3,36±0,03	3,97±0,03	5,04±0,06	3,97±0,03
	3	3,38±0,01	4,62±0,05	4,25±0,04	3,78±0,04
Рожь	1	3,53±0,03	3,63±0,02	3,83±0,02	4,48±0,03
	2	3,51±0,02	4,11±0,02	3,78±0,03	4,22±0,04
	3	3,51±0,02	3,89±0,05	3,76±0,04	4,11±0,03
Кукуруза	1	4,22±0,02	4,40±0,03	3,49±0,04	5,18±0,05
	2	4,18±0,02	4,32±0,02	4,85±0,03	3,81±0,02
	3	4,19±0,03	4,39±0,03	3,66±0,05	4,65±0,07

Полученные данные свидетельствуют об усилении интенсивности ПОЛ в листьях культурных злаков в последствии обработки паракватом, но степень накопления МДА в листьях разных видов варьировала в зависимости от концентрации гербицида и длительности последствия. Причинами усиления

ПОЛ может быть возникновение окислительного стресса, обусловленного резким возрастанием активированных форм кислорода, что показано как для параквата, так и других гербицидов (напр., гранстара) (Гарькова и др., 2011). Известно, что ПОЛ вызывает серьезные изменения мембран, нарушается гидрофобность и проницаемость липидного бислоя и, следовательно, работа всех ферментных систем, ассоциированных с мембраной (Лукаткин, 2002).

Таким образом, паракват оказывает негативное влияние на культурные злаки; максимальный эффект на величину ПОЛ, как показатель повреждения мембран, оказала обработка в наибольшей концентрации (10 мкМ) для пшеницы и кукурузы и в концентрации 1 мкМ для растений ржи.

Литература

Гарькова А. Н., Русяева М. М., Нуштаева О. В., Аросланкина Ю. Н., Лукаткин А. С. Обработка гербицидом Гранстар вызывает окислительный стресс в листьях злаков // Физиология растений. 2011. Т. 58. № 6. С. 935–943.

Кириан С. А. Структурно-функциональные характеристики различных типов пестицидов // Агрохимия. 2008. № 2. С. 22–25.

Лукаткин А. С. Вклад окислительного стресса в развитие холодового повреждения в листьях теплолюбивых растений. 1. Образование активированных форм кислорода при охлаждении растений // Физиология растений. 2002. Т. 49. С. 697–702.

Лукаткин А. С. Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2002. 208 с.

Юрин В. М. Основы ксенобиологии. Минск: БГУ, 2001. 236 с.

www.paraquat.com

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ АЛЮМИНИЯ НА ПИГМЕНТНЫЙ КОМПЛЕКС И ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ У РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ

И. Г. Широких^{1,2}, С. Ю. Огородникова²

¹ *Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого Россельхозакадемии,*

² *Лаборатория биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, ecolab2@gmail.com*

Стремительное увеличение площадей с кислыми почвами ограничивает производство сельскохозяйственной продукции во всём мире. Низкое плодородие кислых почв обусловлено сочетанием ряда неблагоприятных факторов таких, как минеральная токсичность, связанная с подвижными формами алюминия и марганца, дефицит фосфора, кальция, магния и молибдена, однако главным фактором снижения производства сельскохозяйственной продукции на 67% площадей кислых почв является алюминий (Eswaran, Reich, Beinroth, 1997). В связи с этим выяснение физиолого-биохимических механизмов устойчивости растений к алюминию имеет большое значение для сельского хозяйства.

Объектами исследования служили ячмени сортов Купец и 999-93, созданные в НИИСХ Северо-Востока и сорта Белгородский 100 инорайонной селекции. Растения выращивали в модельном опыте, используя вегетационные сосу-

ды, заполненные в контроле почво-грунтовой смесью с рН 6,5, в опыте – естественной дерново-подзолистой почвой с рН 3,8 и $Al_{обм.}$ 9,8 мг/100 г почвы. Сосуды (4-кратная повторность) размещались на вегетационной площадке в летний период при естественной влажности и освещённости. Содержание хлорофиллов а и b определяли на спектрофотометре «Specol» (Германия) в ацетоновой вытяжке (Шлык, 1971) при длинах волн 662, 644 (хлорофиллы) и 440.5 нм (каротиноиды). Интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) в листьях и корнях растений анализировали по цветной реакции тиобарбитуровой кислоты с малоновым диальдегидом (МДА), образующимся в процессе ПОЛ (Лукацкий, 2002).

Под воздействием ионной токсикации у растений ячменя выявлен ряд изменений в пигментном комплексе, связанных с накоплением в листьях малонового диальдегида (МДА). Общие тенденции отмечены для растений всех исследованных генотипов, но между сортами установлены существенные различия по степени проявления ответной реакции на стресс. Так, для сортов Купец и, особенно 999-93, уровень изменения фотосинтетических пигментов в присутствии ионов H^+ и Al^{3+} был значительно ниже, чем у сорта Белгородский 100, сумма хлорофиллов у которого в листьях в фазу кущения на алюмоокислом фоне была в 1,4 раза ниже, чем в контроле. Особенно значительно под влиянием токсичности алюминия снижалось в растениях содержание хлорофилла а (на 12-49% в зависимости от генотипа растения), снижение в содержании хлорофилла в (на 28% к контролю) наблюдали только у сорта Белгородский 100.

В условиях алюмоокислого стресса у растений всех исследованных сортов наблюдали увеличение в абсолютном и относительном содержании каротиноидов. Однако у ячменя сорта Белгородский 100 абсолютное увеличение (на 45%) было более значительным, чем у растений сортов Купец (на 17%) и 999-93 (на 22,8% к контролю). Поскольку каротиноиды, наряду с фотосинтетической, выполняют в растениях антиоксидантную функцию, увеличение их относительно содержания при стрессе может отражать степень чувствительности конкретного генотипа к стрессовому воздействию.

Известно, что одним из следствий токсического воздействия ионов алюминия и водорода является усиленная генерация растением активных форм кислорода (АФК). Окисление хлорофиллов АФК можно рассматривать как одну из причин снижения количества пигментов у растений, выращенных в условиях повышенного содержания ионов H^+ и Al^{3+} . Чтобы выявить связь индуцированных ионной токсичностью перестроек пигментного комплекса с окислительным стрессом, измеряли содержание МДА в листьях растений ячменя. Содержание МДА в условиях ионной токсикации у сортов Белгородский 100 и Купец увеличивалось в листьях в 1,2 раза, а в листьях сорта 999-93, в тех же условиях, содержание МДА возросло в 1,5 раза. Таким образом, при сопоставлении этих данных с содержанием в листьях фотосинтетических пигментов прямой связи между интенсивностью ПОЛ и деструкцией в листьях хлорофилла не обнаружено. В то же время обращает на себя внимание то обстоятельство, что наиболее интенсивно среди исследованных генотипов накапливал МДА сорт 999-93, в листьях которого, при максимально высоком изначально абсо-

лютом содержании каротиноидов ($1,27 \pm 0,08$ мг/г), при стрессе не возросла, в отличие от двух других генотипов, их относительная доля от суммы пигментов.

Полученные результаты говорят о том, что не только удалённые по своему эколого-географическому происхождению генотипы значительно различаются по характеру биохимической реакции на ионную токсичность кислой почвы, но и сорта, созданные в сходных условиях, реализуют различные механизмы для противостояния ионной токсикации почвы.

Литература

Лукаткин А. С. Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2002. 208 с.

Шлык А. А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зелёных листьев // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 154–171.

Eswaran H., Reich P., Beinroth F. Global distribution of soils with acidity. In: Plant-Soil Interactions at Low pH. Moniz A.C. et al. (eds) Brazilian Soil Science Society, 1997. P. 159–164.

ПРОЯВЛЕНИЕ СТРЕСС – ТОЛЕРАНТНОСТИ ГЕНОТИПОВ ОВСА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ КИСЛЫХ ПОЧВАХ

А. С. Губанова¹, Г. А. Баталова², Г. П. Журавлева²

¹ Вятская государственная сельскохозяйственная академия,

*² Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого, g.batalova@mail.ru*

К числу наиболее важных экономических и экологических стрессов следует отнести эдафический стресс, обусловленный ионной токсичностью алюминия и марганца, связанный с низкой величиной рН, т. е. почвенной кислотностью. В мире доля таких почв составляет около 40% (Delhaize et al., 2004). В Российской Федерации они занимают 38% общей площади сельскохозяйственных угодий. Повышенная кислотность характерна и для широко распространенных в Волго-Вятском регионе подзолистых и дерново-подзолистых почв. В Кировской области они составляют 80% почвенного покрова, Пермском крае – 75%, республиках Марий Эл – 79,6%, Удмуртской – 82% и т.д. В структуре кислых почв Кировской области на очень сильно кислые (рН менее 4,0), сильно- (рН 4,1–4,5) и среднекислые почвы (рН 4,6–5,0) приходится 1012,8 тыс.га (О состоянии окружающей..., 2011). Снижение урожаев зерновых культур в России под действием почвенной кислотности может достигать 85% (Климашевской, 1966), а общие потери сельскохозяйственной продукции в пересчете на зерно – 15...16 млн. тонн в год.

Основным фактором, определяющим токсичность кислых дерново-подзолистых почв европейской части России, является высокий уровень содержания подвижных (обменных) ионов трехвалентного алюминия. Токсичность подвижных ионов Al^{3+} является ведущим фактором, снижающим продуктивность растений на 67% всех кислых почв (Eswaran et al., 1997). Алюминий препятствует активному поглощению фосфора, конкурирует с кальцием, ингибирует деление и удлинение клеток поглощающих органов (Лисицын, Баталова,

Щенникова, 2012). При этом уменьшается размер корневой системы, снижается ее способность поглощать влагу и питательные вещества. Как следствие – слабое кущение растений, уменьшение ростовых показателей, нарушения в закладке генеративных органов, слабый налив зерна, снижение продуктивности (Баталова, 2000).

Материал и методика. Исследования проведены в НИИСХ Северо-Востока на двух по уровню кислотности и содержанию алюминия фонах дерново-подзолистых среднесуглинистых почв: рН 5,3, алюминий отсутствует – фон 1 и рН 3,93, алюминий 12,60 мг/100 г почвы – фон 2. Изучено 34 генотипа пленчатого овса, стандарт – сорт Аргамак. В полевых условиях определяли длину и ширину листьев, высоту растения, длину метелки, проводили учет урожая зеленой массы. В лаборатории – массу метелки, количество зерен и массу зерна с метелки, массу 1000 зерен, расчет площади листьев и сбора сухого вещества, статистическую обработку данных.

Результаты и обсуждения. Зерновая продуктивность овса характеризуется массой зерна с метелки (продуктивность), которая является результирующим показателем количества зерен в метелке и массы 1000 зерен. Снижение продуктивности метелки, при выращивании овса на почвах с содержанием подвижных ионов Al^{3+} 12,60 мг на 100 г почвы, изменялось от 9,6% (минимальный уровень) у образца 378h08, продуктивность метелки которого составила 1,35 г на почвах без алюминия и 1,22 г в условиях эдафического стресса. Максимальная депрессия массы зерна с метелки (70,3%) была отмечена у образца Факир, продуктивность которого составила в контроле 2,12 г, в опытном варианте – 0,63 г. У стандарта – сорта Аргамак депрессия была 29,5%, при продуктивности метелки 1,81 и 0,86 г соответственно фон 1 и 2. Максимальная депрессия массы зерна с метелки (70,3%) была отмечена у образца Факир, продуктивность которого составила в контроле 2,12 г, в опытном варианте – 0,63 г. Полученные результаты соответствуют мнению, что продуктивные в наиболее благоприятных условиях генотипы сильнее реагируют депрессией признака при ухудшении условий выращивания, чем средне- и низкопродуктивные (Баталова, 2000).

С другой стороны, были выделены пластичные образцы Кречет, Конкур, И-3557, 137h06, 345h08, характеризующиеся высокой продуктивностью метелки относительно стандарта на фоне почв с рН 5,3 (1,75–2,23 г) и в условиях эдафического стресса (1,13–1,34 г), определяемого низким рН и высоким содержанием подвижных ионов Al^{3+} . Уровень депрессии признака у данных генотипов составил 17,8–39,9%.

Определение сопряженности (корреляции) признаков триадного модуля «продуктивность метелки = количество зерен в метелке + масса зерна с метелки» показало, что результирующий признак – продуктивность метелки формируется преимущественно за счет большей ее озерненности, как в условиях стресса ($r=0,92$), так и в благоприятных для формирования высокой продуктивности условиях ($r=0,84$). Влияние массы 1000 зерен (крупности зерна) на массу зерна с метелки определяется средней степени коэффициентными корреляции (0,42 и 0,46 соответственно). Аналогичные зависимости получены при оценке вклада «ростовых» показателей в формирование массы зерна с метелки овса –

высота растения, длина метелки, площадь флагового и подфлагового листьев, площадь листьев с растения (табл. 1).

В исследованиях получили достаточно стабильные показатели массы 1000 зерен, высоты растения и длины метелки, при относительно низких значениях депрессии (табл. 2). Стабильно высокую массу 1000 зерен 40,3–49,1 г на фоне дерново-подзолистых почв с рН 5,3 и 38,2–42,3 г в условиях стресса (рН 3,93; Al^{3+} 12,60 мг на 100 г почвы) имели образцы 194h06, 137h06, 153h08. Депрессия признака в условиях стресса составила у данных генотипов 4,6–13,8%. В то время как на площадь флагового и подфлагового листа, суммарную площадь листьев данных образцов эдафический стресс кислых почв оказывал существенное влияние. Наиболее подвержен негативному влиянию почвенной кислотности был флаговый лист. Депрессия площади флагового листа составила в исследованиях 38,5–79,7%, у подфлагового 13,2–64,8% и суммарной площади листьев 14,3–63,5%.

Таблица 1

Корреляции количественных характеристик продуктивности овса

Элемент структуры	Фон	Элемент структуры				
		высота растения	длина метелки	площадь флагового листа	площадь подфлагового листа	площадь листьев
Количество зерен в метелке	1	0,29	0,34	0,25	0,28	0,38
	2	0,11	0,43	0,43	0,57	0,54
Масса зерна с метелки	1	0,40	0,41	0,44	0,39	0,47
	2	0,19	0,44	0,45	0,57	0,51
Масса 1000 зерен	1	0,21	0,19	0,43	0,30	0,25
	2	0,17	0,11	0,16	0,11	0,03
Сбор сухого вещества	1	0,43	0,11	0,39	0,18	0,18
	2	0,42	0,26	0,48	0,35	0,34

Таблица 2

Влияние повышенной кислотности почв на элементы структуры продуктивности овса

Элемент структуры	Лимит элемента		Депрессия, %
	фон 1	фон 2	
Высота растения, см	76,4–103,7	55,1–80,8	11,8–37,7
Длина метелки, см	15,1–19,6	12,6–16,2	5,8–25,7
Масса метелки, г	1,47–2,97	0,89–1,8	24,9–65,0
Количество зерен в метелке, шт.	30,7–63,3	11,6–42,2	3,6–64,0
Масса зерна с метелки, г	0,99–2,23	0,34–1,34	9,6–70,3
Масса 1000 зерен, г	31,0–49,1	25,7–42,3	3,9–34,0
Площадь флагового листа, см ²	17,2–30,9	5,9–14,0	38,5–79,7
Площадь подфлагового листа, см ²	19,9–42,6	10,6–29,6	13,2–64,8
Площадь листьев, см ²	47,5–124,2	29,5–89,4	14,3–63,5

Примечание: Депрессия элемента структуры продуктивности на фоне 2 относительно показателя на фоне 1

Наряду с продуктивностью и элементами структуры продуктивности оценивали влияние почвенной кислотности на формирование экономически важных показателей: урожайность зерна и сбор сухого вещества.

В исследованиях на почвах с реакцией рН, равной 5,3 (контроль) и с рН 3,93 и содержанием подвижных ионов Al^{3+} 12,60 на 100 г почвы, снижение урожайности зерна образцов овса пленчатого достигало 77,4% у образца И-4224, при урожайности в условиях стресса 120 г/м² и 2530 г/м² на фоне без алюминия. Наименьшая депрессия 23,3% была отмечена у низкопродуктивного (150 г/м² и 115 г/м² соответственно по фонам) образца ВАI-D 54. Снижение урожайности в условиях стресса явилось следствием изменения сопряженных с ней продуктивности и элементов структуры продуктивности: количества ($r=0,56$) и массы зерна с метелки ($r=0,63$), площади листьев ($r=0,44$) и др. В исследованиях отмечена положительная корреляция урожайности и сбора сухого вещества при выращивании овса в условиях стресса ($r=0,46$) и на фоне без алюминия ($r=0,35$). Депрессия сбора сухого вещества составила 31,2–81,0%.

Таким образом, в результате проведенных исследований на стресс толерантность овса в условиях эдафического стресса было выявлено снижение продуктивности овса, связанное с депрессией показателей элементов продуктивности. Выделены сортообразцы, наиболее толерантные к почвенной кислотности, имеющие высокую продуктивность на изученных почвенных фонах – Кречет, Конкур, И-3557, 137h06, 345h08.

Литература

Баталова Г. А. Овес. Технология возделывания и селекция. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2000. 206 с.

Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения. М.: ФБГНУ «Росинфоагротех», 2011. 148 с.

Климашевский Э. Л. Очерки физиологии сорта. М.: Колос, 1966. 123 с.

Лисицын Е. М., Баталова Г. А., Щенникова И. Н. Создания сортов овса и ячменя для кислых почв. Теория и практика. Palmarium Academic Publishing, Saarbrucken, Germany, 2012. С. 173–228.

Delhaize E., Ryan P. R., Hebb D. M., Yamamoto Y., Sasaki T., Matsumoto H. Engineering high-level aluminum tolerance in barley with the ALMT1 gene // Proc. Natl. Acad. Sci. Am. 2004. V. 101. N. 42. P. 15249–15254.

Eswaran H., Reich P., Beinroth F. Global distribution of soils with acidity // Brazilian Soil Science Society. 1997. P. 159–164.

Schier G. A., McQuattie C. J. Stimulatory effects of aluminum on growth of sugar maple seedlings // J. Plant Nutrition. 2002. V. 25. N. 11. P. 2583–2589.

ДИАГНОСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТОРФЯНО-ГЛЕЕВОЙ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ НЕФТЯНОГО СТРЕССА

Н. А. Киреева, Г. Ф. Рафикова, А. С. Григориади
Башкирский государственный университет, nyshal11@yandex.ru

Загрязнение почвенного покрова является проблемой масштабного характера. Среди наиболее распространенных поллютантов особое место занимают

нефть и нефтепродукты. Это поллютанты органического происхождения, оказывающие сильный токсический эффект, но способные подвергаться микробной деструкции. Почвенные грибы или микромицеты представляют самую крупную экологическую группу почвенных микроорганизмов. Они обладают способностью быстро реагировать на действие неблагоприятных факторов среды, в то же время грибы участвуют в процессах трансформации органических веществ (Кураков, 2002). Таким образом, почвенные микромицеты могут служить показательным индикатором экологического состояния почвы.

Цель представленной работы – оценка воздействия нефтяного загрязнения по состоянию комплекса микромицетов почв Крайнего Севера. Объектами исследования явились торфяно-глеевая почва Южно-Ошского нефтяного месторождения республики Коми, загрязненная нефтью в концентрации от 0,38 мг/г до 200 мг/г почвы. Численность микромицетов определялась методом посева на твердую подкисленную среду Чапека (Методы..., 1991). Идентификация осуществлялась по анатомо-морфологическим признакам с использованием определителей. Сходство сообществ грибов оценивалось с помощью коэффициента Жаккара.

В нефтезагрязненной торфяно-глеевой почве Южно-Ошского нефтяного месторождения республики Коми по мере увеличения степени загрязненности численность микромицетов в почвенных образцах снижалась. Более низкая, по сравнению с фоном, численность была отмечена даже при минимальной обнаруженной концентрации 5,16 мг/г (табл. 1). Таким образом, развитие микроскопических грибов в исследованной торфяно-глеевой почве подавлялось в условиях нефтяного стресса.

Таблица 1

Численность микромицетов в образцах торфяно-глеевой почвы, отобранных на территории Коми, $\cdot 10^3$ КОЕ / г в. с.п.

Сроки отбора проб	Участки, содержание остаточных углеводов				
	№1 (0,38 мг/г)	№2 (5,16 мг/г)	№3 (25,98 мг/г)	№4 (64 мг/г)	№5 (200 мг/г)
июнь	987,00±2,75	161,00±1,28	8,50±0,46	55,50±1,16	168,00±3,33
август	1012,33±2,06	147,33±0,86	6,50±0,27	69,00±2,00	187,36±3,60
сентябрь	965,16±4,98	136,83±0,50	9,33±0,65	64,16±3,21	213,00±4,50

Из исследуемой торфяно-глеевой почвы было выделено 73 вида грибов из классов Zygomycetes, Ascomycetes, Nuromycetes, в том числе 39 типичных, а также *Mycelia sterilia*. Они были неравномерно представлены в образцах разной степени загрязненности. Видами, характерными только для незагрязненных фоновых почв, являлись *Chaetomium sp.*, *Cladosporium herbarum*, *Macrosporium commune*, *Penicillium daleae*, *P. decumbens*, *P. tomii*.

В этих почвах не встречался темноокрашенный стерильный мицелий и представители родов *Fusarium*, *Aspergillus*. Хотя видовой состав комплексов микромицетов, выделенных с различных участков нефтеразливов Южно-Ошского месторождения, отличался, можно отметить и определенные общие черты. Например, только в загрязненной почве встречались *Dissophora decum-*

bens, *Aureobasidium pullulans*, *Cladosporium cladosporioides*, *Penicillium funiculosum*, *Torula convoluta* и *Trichoderma harzianum*, а также темноокрашенный *Mycelia sterilia*. Виды *Aspergillus fumigatus*, *Penicillium funiculosum*, *P. paxilli*, *P. lanosum*, выделенные из нефтезагрязненных почв, по данным ряда авторов, устойчивы к антропогенным воздействиям и являются надежным биоиндикационным показателем неблагоприятного состояния изучаемого объекта (Лебедева, 2000; Киреева и др., 2005).

При сравнении загрязненных нефтью образцов торфяно-глеевой почвы с фоновым аналогом коэффициент Жаккара уменьшался от 41 до 4% по мере увеличения концентрации углеводов, сходство же между отдельными нефтезагрязненными почвами составило 19–60% (табл. 2).

Таблица 2

**Сходство по Жаккару микобиот в образцах торфяно-глеевой почвы
Южно-Ошского месторождения, %**

Варианты опыта	№1 (0,38 мг/г)	№2 (5,16 мг/г)	№3 (25,98 мг/г)	№4 (64 мг/г)	№5 (200 мг/г)
№ 1 (0,38 мг/г)	–	–	–	–	–
№ 2 (5,16 мг/г)	41	–	–	–	–
№ 3 (25,98 мг/г)	18	44	–	–	–
№ 4 (64 мг/г)	14	38	60	–	–
№ 5 (200 мг/г)	6	19	30	48	–

В обследованной нефтезагрязненной торфяно-глеевой почве происходило накопление условно патогенных микромицетов. Если в чистой почве они были представлены одним видом, то в загрязненных – шестью – семью, значение индекса опасности для торфяно-глеевой почвы достигало 89,4 при высокой концентрации загрязнителя, что свидетельствует о потенциальной опасности таких почв для людей с ослабленной иммунной системой (табл. 3).

Таблица 3

**Влияние нефтяного загрязнения на обилие условно патогенных
микромицетов в торфяно-глеевой почве (%)**

Виды микромицетов	№1 (0,38 мг/г)	№2 (5,16 мг/г)	№3 (25,98 мг/г)	№4 (64 мг/г)	№5 (200 мг/г)
<i>Aspergillus fumigatus</i> Fresen.	–	0,08	–	–	4,14
<i>A. niger</i> Teigh.	–	–	–	4,36	–
<i>Aureobasidium pulullans</i> var <i>pullulans</i> (De Bari) G. Arnaud	–	–	3	2,33	3
<i>Cladosporium cladosporoides</i> (Fresen.) G.A. de Vries	–	–	–	2,4	–
<i>Fusarium moniliforme</i> J. Sheld.	–	–	–	–	2,4
<i>Paecilomyces variotii</i> Bainier	0,09	1,74	–	–	–
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai	–	–	–	0,09	–
I _m (индекс микологической опасности)		0,008	3	8,77	89,4

В образцах нефтезагрязненных торфяно-глеевых почв была выявлена тенденция к накоплению токсинообразующих микромицетов: в нефтезагрязненной почве обнаружено 9 фитотоксичных видов микромицетов, в фоновой – 3.

В торфяно-глеевых почвах Республики Коми к обнаруженному в чистых образцах вызывающему пятнистость листьев виду *Macrosporium commune* добавляется вызывающий подобное заболевание вид *Aureobasidium pullulans* и возбудитель розовой плесени и гигантизма зерновых *Fusarium moniliforme* (Билай и др., 1988). Оба вида были преимущественно приурочены к почвенным образцам со степенью загрязнения 64 мг/г и более.

Таким образом, было показано, что сообщество микромицетов под воздействием нефтяных углеводородов претерпело ряд заметных изменений: снижение численности, качественная перестройка с увеличением доли фитопатогенных и оппортунистических видов микроскопических грибов. Результаты проведенной диагностики состояния почвы с использованием микромицетов показали, что даже незначительные концентрации поллютанта приводят к неблагоприятным экологическим последствиям.

Литература

Киреева Н. А., Мифтахова А. М., Бакаева М. Д., Водопьянов В. В. Комплексы почвенных микромицетов в условиях техногенеза. Уфа: Гилем, 2005. 360 с.

Кураков А. В. Участие грибов в трансформации азота в почве // Современная микология в России. I съезд микологов России. М., 2002. С. 62.

Лебедева Е. В. Микромицеты – индикаторы техногенного загрязнения почв // Микология и криптогамная ботаника в России: традиции и современность. III междунар. конф. СПб.: СПбХФА, 2000. С. 173–176.

Методы почвенной микробиологии и биохимии: Учеб. пособие / Под ред. Д. Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.

Билай В. И., Гвоздык Р. И., Скрипаль И. Г. Микроорганизмы – возбудители болезней растений. Киев, Наук. думка, 1988. 552 с.

МЕТАБОЛИЗМ АЗОТА В РАСТЕНИЯХ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ КАДМИЕМ

Г. Я. Елькина

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

Кадмий относится к наиболее сильным токсикантам для живых организмов. Действие его определяется влиянием на физиологические процессы в растениях, в том числе и метаболизм азота. Изменения в поглощении и трансформации соединений азота являются ответной реакцией растений на стресс, вызванный избытком кадмия в почве. К увеличению содержания азота в растениях может приводить активация защитных ферментов, синтез металлсвязывающих соединений и стрессовых белков, повышающих устойчивость растений. Установлены изменения в составе и содержании свободных аминокислот, нарушения в синтезе белков и других органических соединений (Черных и др., 2001; Титов и др., 2007). Изменения в азотном и белковом обмене не могут не

отражаться на аминокислотном составе гидролизата белков растений. Изучение их состава важно, как для оценки защитных сил растительного организма, так и для оценки качества растительной продукции при избытке кадмия в почве. Тем более что, подобные исследования ведутся достаточно редко.

Цель работы – изучение действия возрастающего содержания кадмия в почве на содержание азота и аминокислотный состав наземной массы однолетних трав (овес и горох в смешанном посеве).

Исследования были выполнены в микрополевым опыте на легкосуглинистой пахотной подзолистой почве. Учет продуктивности и отбор растительных проб на анализы осуществляли в фазу образования бобов у гороха и фазу колошения у овса. Поскольку кадмий оказал влияние на развитие репродуктивных органов, при определении сроков отбора проб за основу брали развитие растений в контроле и при низких уровнях загрязнения. Азот определяли на элементном анализаторе EA 1110 (CHNS-0), аминокислотный состав – после гидролиза ($t = 110^\circ$) на аминокислотном анализаторе AAA T 339 M в Экоаналитической лаборатории Института биологии.

Токсичность кадмия проявлялась с концентрации 0,8 мг/кг (1M HCl). При максимальном содержании токсичного элемента в почве (5,36 мг/кг) биомасса гороха составила 28,4%, овса – 43,7% от уровня контроля (табл.). Продуктивность растений негативно ($r = -0,85 \dots -0,86$, $P < 0,001$) коррелировала с содержанием подвижных соединений кадмия в почве (1M HCl, ацетатно-аммонийный буфер).

Под влиянием кадмия изменился метаболизм азота в растениях. В наземной массе гороха (стебли, листья, бобы) с ростом концентрации металла в почве содержание азота увеличилось с 2,50 до 3,30%, в овсе – с 1,40 до 2,68% (табл.). Поступление азота в растения определялось количеством токсичного элемента, негативно коррелируя с биомассой однолетних трав ($r = -0,95$, $P < 0,001$; $r = -0,94$, $P < 0,001$) и положительно – с содержанием кадмия в почве (1 M HCl) ($r = 0,91$, $P < 0,001$) и растениях ($r = 0,80$, $P < 0,001$; $r = 0,87$, $P < 0,001$).

В горохе в ответ на стресс более интенсивно возросло содержание глутаминовой кислоты. Относительное ее количество (в % от суммы аминокислот) увеличилось с 12,2 до 15,1%. Разница между содержанием ее на контроле (0,52) и при максимальном загрязнении кадмием (1,53 г/100 г) составила 2,93 раза, тогда как суммарное содержание аминокислот увеличилось в 2,63 раза.

По мере роста уровня загрязнения в горохе интенсифицировался синтез цистина. Очень низкое его содержание на контроле (0,002) в вариантах с загрязнением возросло до 0,09 г/100 г, относительное количество изменилось практически с 0 до 0,8%.

Изменения обусловлены тем, что кадмий в горохе связывается с соединениями, содержащими тиольные группы (SH), в т.ч. и с замещенным цистеином (Дубинина и др., 2003). Цистеин же образуется в результате восстановления цистина.

Избыток кадмия вел не только к росту относительного количества отдельных аминокислот в горохе, но и к снижению одной из наиболее важных с точки зрения адаптации растений к стрессовым условиям – пролину. Относи-

тельное содержание пролина уменьшилось с 8,8% до 4,6–4,8%. Абсолютное содержание его при этом изменилось незначительно – с 0,38 до 0,54 г/кг и не согласовывалось с ростом суммы аминокислот.

Таблица

Продуктивность и содержание азота в однолетних травах при загрязнении кадмием

Варианты	Содержание кадмия в почве, мг/кг (1М HCl)	Биомасса одного растения, г		Содержание азота, %	
		горох	овес	горох	овес
0 (контроль)	0,018	0,36±0,05	0,40±0,04	2,50	1,40
1	0,56	0,32±0,04	0,36±0,03	2,51	1,66
2	0,80	0,26±0,03	0,33±0,03	2,69	1,75
3	1,16	0,23±0,02	0,30±0,04	2,85	1,78
4	1,46	0,21±0,03	0,29±0,03	2,94	1,85
5	1,92	0,18±0,03	0,26±0,03	2,95	2,02
6	2,66	0,15±0,02	0,24±0,02	2,91	1,78
7	3,16	0,12±0,02	0,23±0,03	3,00	2,53
8	3,92	0,11±0,02	0,21±0,03	3,28	2,44
9	4,72	0,10±0,02	0,18±0,04	3,24	2,68
10	5,36	0,10±0,02	0,18±0,03	3,30	2,47

В биомассе овса в ответ на рост содержания кадмия в почве увеличилось и абсолютное и относительное содержание аспарагиновой кислоты. Особенно много ее установлено при среднем уровне загрязнения.

Повышение содержания аспарагиновой и глутаминовой кислоты в растениях может быть связано с тем, что эти аминокислоты участвуют в реакциях переаминирования, являясь источником азота для синтеза новых аминокислот (Власюк и др., 1974), способствующих интоксикации кадмием. В частности биосинтез пролина, осуществляется из глутамин, им же завершается его деградация (Wang et al., 2007).

Овес по сравнению с горохом отличается более высоким содержанием пролина. Содержание его в растениях в контроле составило 16,0% от суммы аминокислот, тогда как в горохе – 8,8%. Возможно, что с более высоким содержанием пролина в составе белков в какой-то мере связана большая толерантность овса по отношению к кадмию. Относительное количество пролина в составе белков наземной биомассы овса так же, как и гороха, в присутствии кадмия снизилось.

В литературе (Кузнецов, Шевякова, 1999; Титов и др., 2007) приводятся данные о роли пролина в защитно-приспособительных реакциях растений. Свободный пролин активно синтезируется в клетках растений в ответ на разные стрессовые воздействия (засоление, засуху, холод и др.) в т.ч. и загрязнение ТМ, играя роль одного из компонентов общих (неспециализированных) клеточных защитных систем на разных стадиях адаптационного процесса.

Возможно, что интенсивный синтез свободного пролина и распад пролина из белков растений в результате загрязнения кадмием привели к снижению его относительного количества в составе белков.

Содержание свободных аминокислот отображает реакции приспособления растений в конкретный (тестируемый) период их развития, свидетельствует о нарушениях в синтезе белков. Тогда как аминокислотный состав белков в период уборки позволяет оценить результаты сложных процессов метаболизма азота, выявить суммарный эффект воздействия токсичного элемента на синтез аминокислот с учетом изменений в морфологии растений и в фенологическом их развитии. В нашем эксперименте при содержании кадмия выше 3,9 мг/кг (1М HCl) растения, продолжая вегетировать, не переходили к генеративному развитию.

С точки зрения качества растительной продукции важно содержание незаменимых кислот. Снижение количества незаменимых кислот и их суммы от общего содержания установлено лишь в растениях овса последнего варианта эксперимента. В целом уровень незаменимых кислот в вариантах с кадмием был выше, чем на контроле.

Таким образом, кадмий оказал значительное действие на метаболизм азота в растениях, приводя в результате приспособительных реакций к росту количества азота и суммы аминокислот в растениях, вызывая изменения относительного количества отдельных из них. Действие тяжелого металла определялось его концентрацией в почве и специфическими особенностями растений.

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект № 12-4-022-КНЦ «Изучение почв и почвенного органического вещества пахотных угодий Республики Коми и тенденций их постагрогенной трансформации».

Литература

Власюк П. А., Шкварук Н. М., Сапатый С. Е., Шамотиенко Г. Д. Химические элементы и аминокислоты в жизни растений и человека. Киев: Наукова думка, 1974. 220 с.

Дубинина Ю. Ю., Дульцева Г. Г., Палесский С. В., Скубневская Г. И. Изучение химической природы защитной реакции растений на избыточное содержание кадмия в почве // Экологическая химия. 2003. № 12. С. 41–46.

Кузнецов В. В., Шевякова Н. И. Пролин при стрессе: биологическая роль, метаболизм, регуляция // Физиология растений, 1999. Т. 46. № 2. С. 321–336.

Титов А. Ф., Таланова В. В., Казнина Н. М., Лайдинен Г. Ф. Устойчивость растений к тяжелым металлам. Петрозаводск: КНЦ РАН, 2007. 172 с.

Черных Н. А., Милащенко Н. З., Ладонин В. Ф. Экологическая безопасность и устойчивое развитие. Книга 5. Экотоксикологические аспекты загрязнения почв тяжелыми металлами. Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2001. 148 с.

Wang Z., Yuan Y., Ou J., Lin Q., Zhang C. Glutamine synthetase and glutamate dehydrogenase contribute differentially to proline accumulation in leaves of wheat (*Triticum aestivum*) seedlings to different salinity // J. of Plant Physiology, 2007. V. 164. P. 695–701.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРФТОРОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ СТИМУЛЯЦИИ МОРФОГЕНЕЗА В КУЛЬТУРЕ ТКАНИ ЯЧМЕНЯ

А. В. Бакулина¹, И. Г. Широких^{1,2}

¹ ГНУ Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого РАСХН,

² Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми научного центра УрО РАН и ВятГГУ,
drugaeann1@rambler.ru

Перфторорганические соединения (ПФОС) широко применяются в медицине, фармацевтической и косметической промышленности (Артамонова, 1998). Данные вещества обладают большой способностью растворять газы, модифицируют мембраны клеток, облегчая транспорт веществ, и нетоксичны для живой клетки (Иваницкий, 2001). Благодаря таким уникальными свойствами ПФОС используются в качестве газотранспортных элементов в питательных средах при культивировании микроорганизмов. Недавно было показано их ростстимулирующее действие в отношении прокариот, относящихся к группам энтеробактерий, псевдомонад, бацилл, актиномицетов, ярровий, цианобактерий и некоторых эукариот, относящихся к простейшим и микромицетам (Бакулин, 2010). Однако неизвестным остается влияние ПФОС на растительную ткань. В доступной нам литературе не оказалось данных по этой проблеме, в связи с чем нами проведено изучение влияния ПФОС на каллусную ткань ячменя на этапе морфогенеза.

Объектом исследования служили перфтордекалин (ПФД), перфторметилдекалин (ПФМД) и карбогал. Исследования были проведены на каллусной ткани ячменя различных генотипов в двух экспериментах.

В первом эксперименте изучали влияние ПФД и карбогала на каллусную ткань ячменя в возрасте 2–3 недель, полученную на среде Мурасиге-Скуга (МС-среда) (Murashige, Skoog, 1962) от сортов Купец, Белгородский 100, 498-08 и 473-07. Индуцированную в присутствии 2 мг/л дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) каллусную ткань пассировали в полужидкую среду, содержащую ПФД или карбогал в количестве 5 об.% и 1 мг/л 2,4-Д, и культивировали на качалке (180 об/мин). В контроле каллусные линии выращивали на среде без ПФОС. После 3–4 недель культивирования в каллусных культурах определяли частоты встречаемости меристематических зон и некрозов (табл.).

Добавление в питательную среду ПФОС приводило к увеличению количества каллусных линий с меристематическими зонами, по сравнению с контролем. Меристематическая активность каллуса в присутствии ПФМД увеличивалась в среднем по сортам на 5,1%, в присутствии карбогала – на 7,8%. Так, количество меристематических зон, относительно контроля, увеличивалось у генотипа Купец при добавлении ПФД на 9%, и при добавлении карбогала на 6,9%; у генотипа 498-08 – соответственно на 12,5 и на 27,5%. Таким образом, наиболее отзывчивым на добавление ПФОС оказался ячмень 498-08.

Процент некрозов каллусной ткани также варьировал у разных генотипов. У сорта Белгородский 100 при добавлении ПФОС некротизация отсутствовала, хотя в контроле 6,1% каллуса было некротизировано. У генотипов Купец и 473-07. Наоборот, добавление в среду карбогала приводило к увеличению на 2,4–3,7% частоты некротизации.

Таблица

Частоты встречаемости каллусов (% от общего количества каллусных линий) с меристематическими зонами и некрозами при глубинном культивировании в зависимости от добавления в среду карбогала и ПФД

Генотип	Вариант	Количество линий, шт	Частоты встречаемости, %	
			меристематические зоны	некрозы
Белгородский 100	контроль	49	4,1	6,1
	ПФД	45	6,7	0
	карбогал	43	4,7	0
Купец	контроль	40	5,0	0
	ПФД	43	14,0	0
	карбогал	42	11,9	2,4
473-07	контроль	24	16,7	8,3
	ПФД	22	13,6	9,1
	карбогал	25	12,0	12,0
498-08	контроль	16	12,5	0
	ПФД	16	25,0	0
	карбогал	15	40,0	0

Во втором эксперименте исследовали действие ПФМД (10 об.%) на длительно культивируемую (более 100 суток) каллусную ткань ячменя сортов Купец, Новичок, Белгородский 100 и гибридов 752-92 × Меркурий, Новичок × 999-93. Длительно перевиваемая каллусная ткань, как правило, теряет способность к морфогенезу и регенерации. Для активации этих процессов каллусы ячменя пересаживали на МС-среду для регенерации (0,1 мг/л гибберелловой кислоты, 0,5 мг/л α -НУК и 1 мг/л кинетина), на которую «наслаивали» ПФМД (2 мл на чашку Петри). Через 3 недели культивирования в присутствии ПФМД каллус микроскопировали (анализировали по 10 каллусов в каждом варианте опыта для всех генотипов, всего 260 давленных препаратов) и рассчитывали частоты встречаемости меристемоподобных клеток, клеток паренхимного типа, элементов проводящей системы (трахеид, флоэмных элементов), эпидермиса листьев и тканей корня (ризогенез).

Добавление в среду для регенерации ПФМД способствовало увеличению количества меристемоподобных клеток в длительнокультивируемом каллусе (на 6% относительно контроля), не вызывая дополнительной некротизации каллуса. Количество клеток паренхимного типа снижалось с 72% в контроле до 64% в опыте. Кроме того, увеличилась встречаемость при микроскопии каллусной ткани, элементов проводящей системы.

Выводы: 1. ПФД и карбогал (5 об.%) стимулируют морфогенез в каллусной культуре ячменя на первых этапах культивирования. Наибольший положительный эффект ПФОС оказали на генотипы 498-08 и Купец.

2. ПФМД (10 об.%) способствовал увеличению количества меристемоподобных клеток и снижению количества клеток паренхимного типа в длительно-культивируемом каллусе ячменя.

3. При глубинном культивировании добавление ПФОС оказалось более эффективно, чем при стационарном выращивании каллуса на плотной среде.

В целом, полученные результаты указывают на возможность использования ПФОС в качестве химических стимуляторов морфогенеза в культуре ячменя *in vitro*.

Литература

Артамонова В. С. Эпоха перфторуглеродов // Химия и жизнь – XXI век. 1998. № 7. С. 14–19.

Бакулин М. К. Теория и практика использования перфторуглеродов «голубой крови» при глубинном культивировании биодеструкторов // Теоретическая и прикладная экология. 2010. № 4. С. 4–8.

Иваницкий Г. Р. Биофизика на пороге нового тысячелетия: перфторуглеродные среды и газотранспортные кровозаменители // Биофизика. 2001. № 1. С. 5–33.

Murashige Y., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture // *Physiol Plant*. 1962. № 3. P. 473–497.

ИЗУЧЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МУТАНТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ СОРТА БИОС-1

М. В. Черемисинов

Вятская государственная сельскохозяйственная академия

На кафедре селекции и семеноводства Вятской ГСХА в качестве мутагенов используются факторы различной природы: лазерный красный свет (ЛКС) (Дудин, 1994), гамма-лучи, физиологически активные вещества фитогормоны, витамины, (Пуртова, 1993), регуляторы роста, химические препараты, используемые для протравливания семян (Черемисинов, 2004) микробиологические препараты (Помелов, 2004). Всесторонне изучается их эффективность и влияние на различные количественные и качественные признаки ярового ячменя.

Ценные образцы, проходя через полную схему селекционного процесса, передаются для последующего изучения в контрольный питомник (КП). В данном питомнике осуществляется оценка хозяйственно-биологических признаков ценных новых селекционных образцов (на урожайность, устойчивость к вредителям и болезням и т.д.). Затем лучшие из сортообразцов передаются в конкурсное сортоиспытание (КСИ). И уже в данном питомнике осуществляется полная комплексная оценка хозяйственно-биологических признаков ценных новых селекционных форм (на урожайность, качество продукции, устойчивость к вредителям и болезням и т.д.).

В период с 2010 по 2011 гг. в КП испытывалось 10 мутантов, полученных под действием химического протравителя семян винцита, микробиологического препарата эклоран и фиторегулятора роста эпин. Контролем был исходный

сорт Биос-1. Он характеризуется высокой устойчивостью к пыльной головне, полеганию, включен в список пивоваренных и ценных по качеству зерна сортов ярового ячменя. Учетная площадь делянок КП – 4,5 м². Размещение систематическое, повторность четырехкратная. Норма высева – 5 млн. всхожих семян на 1 га.

Почва опытных участков – дерново-среднеподзолистая. Агротехника в сортоиспытании общепринятая, предшественник – озимая рожь.

Урожайность номеров в контрольном питомнике по годам колебалась от 32,0 до 63,2 ц/га. В 2010 г. наибольшая прибавка урожайности отмечена у мутантов 2-19, 3-56, полученных под действием препарата винцит (0,2 и 2 л/т) – 6,9 и 2,2 ц/га соответственно. Остальные варианты находились в пределах ошибки опыта.

В 2011 г. наибольшая урожайность наблюдалось у образцов 3–20, 3–47 (полученных при обработке семян ячменя винцитом 2 л/т) – 57,0 ц/га и 46,2 ц/га соответственно. На 12,4 ц/га произошло увеличение урожайности у номера 5–4, полученного при воздействии на семена эклорана 6 мл/т, относительно контроля 36,2 ц/га.

В целом за время испытания урожайность всех мутантов находилась на уровне контроля в пределах ошибки опыта.

Таблица

**Урожайность некоторых мутантов испытываемых
в контрольном питомнике, ц/га**

Мутант, сорт	Год испытания		
	2010	2011	среднее
Биос-1 (контроль)	56,3	36,2	46,3
2–19	63,2	32,0	47,6
3–20	51,1	57,0	54,1
3–26	56,3	36,8	46,5
3–47	57,2	46,2	51,7
3–56	58,5	39,4	48,9
4–5х	53,7	38,8	46,2
5–4	55,3	48,6	51,9
5–25	52,3	38,2	45,3
6–1	58,4	35,5	46,9
НСР ₀₅	7,5	17,4	8,6

Максимальную прибавку урожайности за 2 года по сравнению с контролем показали мутанты 3–20 (получен при воздействии на семена винцита 2 л/т), 5–4 (получен при обработке семян эклоран 6 мл/т) на 7,8 и 5,6 ц/га соответственно. Это связано с высоким числом зёрен и массой зерна с колоса у обоих мутантов. Наименьшая урожайность отмечена у мутанта 5–25 (45,3 ц/га). Длина колоса в среднем 9,5 см. Зерно средней крупности (масса 1000 зерен 48,41 г). По числу зерен и массе зерна с колоса превышает исходный сорт контроль. Созревает на 4–6 дней раньше сорта Биос-1.

Наиболее ценные образцы передаются для последующего изучения в конкурсное сортоиспытание (КСИ).

Таким образом, за годы испытания (2010–2011) наибольшую прибавку урожайности показал раннеспелый мутант 3–20 (7,8 ц/га).

Мутанты, как и другие селекционные формы, имеющие ценные признаки и свойства, могут быть использованы в качестве исходного материала для дальнейшей селекции ячменя.

Литература

Дудин Г. П. Частота мутаций ячменя с измененной продолжительностью вегетационного периода и высотой стебля в опытах с лазером и фитогормонами // *Агрономическая наука – достижения и перспективы: Тез. докл. науч. конф.* Киров, 1994. С. 9–10.

Пуртова И. В. Создание исходного материала ярового ячменя с использованием физических мутагенных факторов, парааминобензойной и абсцизовой кислот: Автореф. дис... канд. с.-х. наук. СПб., 1993. 20 с.

Помелов А. В. Мутагенное действие фунгицидов-протравителей семян на культуру ячменя. Сб.: *Материалы научной сессии. Кировский филиал РАН, Кировское областное отделение РАН.* Киров, 2004. С. 204–206.

Черемисинов М. В. Мутагенное действие химических и биологических препаратов на яровом ячмене сорта Биос-1: Автореф. дис... канд. с.-х. наук. Пенза, 2004. 18 с.

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ НИКЕЛЯ (II) И МЕДИ (II) НА СОСТАВ ЭКЗОМЕТАБОЛИТОВ ПОЧВЕННЫХ ЦИАНОБАКТЕРИЙ

А. И. Фокина¹, О. Н. Гребёнкина¹, Е. А. Горностаева², М. С. Макарова¹

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет, anya_var@mail.ru*

² *Вятская государственная сельскохозяйственная академия, g_lentochka@mail.ru*

Цианобактерии (ЦБ) – удивительные объекты для исследований. С одной стороны, они перспективны для создания биотестеров, с другой, – биосорбентов тяжёлых металлов (ТМ). Одним из механизмов уменьшения концентрации ТМ в растворе является связывание их различными органическими веществами, вырабатываемыми клетками (Домрачева и др., 2009).

Целью работы было изучение влияния продолжительности контакта и концентрации ионов никеля (II) и меди (II) на некоторые характеристики органических веществ в культуральной жидкости ЦБ рода *Phormidium*.

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. Культуру микроорганизмов помещали в индивидуальные растворы сульфатов никеля (II) и меди (II) с концентрацией ионов металлов 2 и 20 мг/дм³, а также смеси с аналогичными концентрациями. Контролем служила культура, помещённая в дистиллированную воду. Через одни и 14 суток определяли качественный состав органических соединений в фильтрате культуральной жидкости методом газовой хромато-масс-спектрометрии на приборе GCMS-QP2010 Plus (Россинский, Алалыкин, 2011). Пробоподготовка состояла в обработке суспензии соляной

кислотой и при приготовлении вытяжки смесью этилового спирта с четырёххлористым углеродом в соотношении 1:1.

При исследовании культуральной жидкости контрольного варианта было обнаружено более 35 различных соединений обширного спектра классов органических соединений. Большинство из которых имеют высокую молекулярную массу, более 150 а. е.

Известно, что в процессе детоксикации ТМ у клеток ЦБ большую роль играют соединения серы и азота. Поэтому исследовано влияние ионов меди (II) и никеля (II) на массовую долю азотсодержащих и серосодержащих соединений в массе всех органических веществ жидкости (табл. 1).

Таблица 1

Влияние никеля (II) и меди (II) на массовую долю азотсодержащих и серосодержащих соединений в общей массе всех органических веществ фильтрата

Вариант (содержание токсиканта, мг/дм ³)	Группа соединений	Массовая доля, %	
		1-сутки	14-суток
контроль	азотсодержащие	14,8	–
	серосодержащие	6,7	8,0
Ni ²⁺ (2)	азотсодержащие	42,0	30,2
	серосодержащие	33,0	–
Cu ²⁺ (2)	азотсодержащие	52,5	50,2
	серосодержащие	20,1	–
Ni ²⁺ (2) + Cu ²⁺ (2)	азотсодержащие	50,3	40,4
	серосодержащие	18,8	2,0
Ni ²⁺ (20)	азотсодержащие	13,3	–
	серосодержащие	13,3	–
Cu ²⁺ (20)	азотсодержащие	48,8	100
	серосодержащие	13,9	–
Ni ²⁺ (20) + Cu ²⁺ (20)	азотсодержащие	22,2	74,5
	серосодержащие	–	–

Примечание: «–» – не обнаружено.

Уже через сутки экспозиции культуры с растворами солей металлов происходит резкое увеличение доли азот- и серосодержащих соединений. В ряду вариантов с токсикантами, чем выше концентрация ионов меди, тем меньше доля серосодержащих веществ. К 14 суткам вклад серосодержащих соединений значительно уменьшается, а в большинстве вариантов сводится к нулю. Доля азотсодержащих соединений уменьшается незначительно, а в вариантах Cu²⁺, 20 мг/дм³ и Ni²⁺ + Cu²⁺, 20 мг/дм³ существенно возрастает. Стимулирование образования азотсодержащих соединений, а также увеличение количества клеток, отвечающих за азотфиксацию в присутствии токсикантов, было отмечено и другими авторами (Узварова и др., 2005; Кадырова и др., 2007). Могут быть два основных объяснения происходящим явлениям. Присутствие тяжёлых металлов вызывает процессы, способствующие биоразложению соединений, не содержащих серу и азот или преобразование их в соединения, содержащие указанные элементы, а также экскрецию из клетки веществ, способствующих детоксикации (Гапочка, 1981). Это предположение подтверждают данные таблице 2.

Преобразование в соединения с серой и азотом интенсифицирует процесс утилизации ТМ. Уменьшение серосодержащих соединений на 14 сутки возможно связано с биоразложением углеводородного радикала и высвобождением соединения металла с кислотным остатком, содержащим серу.

Под действием ионов ТМ разнообразие соединений резко уменьшается (табл. 2). Через сутки резко уменьшается количество углеводов в вариантах, содержащих ионы меди, а аминов возрастает. Почти во всех вариантах с токсикантами увеличивается доля кетонов и уменьшается эфиров. В большинстве вариантов появляются фосфор- и серосодержащие соединения. Через две недели экспозиции с токсикантами в культуральной жидкости всех вариантов, подвергшихся воздействию ТМ, не удалось обнаружить углеводов, кислот и ангидридов, фосфорсодержащих соединений. Увеличивается количество кетонов и эфиров, по сравнению с контролем.

Следует отметить, что разнообразие соединений в фильтрате снижается в ряду: контрольный вариант → 24-х часовая экспозиция → 2-х недельная экспозиция.

Таблица 2

Влияние никеля (II) и меди (II) на долю определённого типа функциональных групп в сумму функциональных групп смеси органических веществ, %

Основные классы функциональных групп		Вариант (содержание токсиканта, мг/дм ³)						
		Конт- роль	Ni ²⁺ (2)	Cu ²⁺ (2)	Ni ²⁺ (2) + Cu ²⁺ (2)	Ni ²⁺ (20)	Cu ²⁺ (20)	Ni ²⁺ (20) + Cu ²⁺ (20)
углеводороды	1-сутки	14,0	18,	–	3,2	14,3	1,8	–
	14-суток	39,1	–	–	–	–	–	–
спирты	1-сутки	7,3	12,6	10,4	6,2	23,8	10,8	16,7
	14-суток	12,3	12,5	11,0	18,0	–	–	23,8
кетоны	1-сутки	7,3	27	16,9	12,8	4,7	24,3	16,7
	14-суток	–	–	33,0	18,0	50,0	20	48,0
ангидриды и кислоты	1-сутки	7,3	1,8	1,6	3,2	10,5	1,8	8,3
	14-суток	16,4	–	–	–	–	–	–
эфиры	1-сутки	48,8	23,4	14,3	19,2	23,5	6,3	37,5
	14-суток	20,5	62,5	11,0	36,0	50,0	60,0	–
амины	1-сутки	14,6	12,6	40,5	33,2	9,5	39,6	20,8
	14-суток	–	25	44	10,2	–	20,0	28,6
серосодержащие	1-сутки	0,4	–	13,3	16,0	14,3	8,1	–
	14-суток	8,6	–	–	18,0	–	–	–
фосфорсодер- жащие	1-сутки	–	2,6	3,2	–	1,8	–	–
	14-суток	–	–	–	–	–	–	–

Примечание: «–» – не обнаружено; А – через сутки, Б – через две недели.

Таким образом, в ходе исследования выявлено, что ТМ существенно влияют на специфику органических соединений в культуральной жидкости, следовательно, и на биохимические процессы в клетках. Возрастание доли серосодержащих и азотсодержащих соединений на первые сутки экспозиции с токсикантами может служить индикационным признаком на присутствие металлов.

В дальнейшем, для создания полной картины происходящих процессов необходимо выявить связь между спецификой соединений и количеством ионов металла в растворе; такими физиолого-биохимическими показателями, как каталазная активность, содержание хлорофилла в клетках, перекисное окисление липидов и т. д.

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

Литература

Гапочка Л. Д. Об адаптации водорослей. М.: Изд-во МГУ, 1981. 79 с.

Домрачева Л. И., Кондакова Л. В., Попов Л. Б., Зыкова Ю. Н. Биоремедиационные возможности почвенных цианобактерий (обзор) // Теор. и прикл. экол. 2009. № 1. С. 8–18.

Кадырова Г. Х., Расулов Б. А., Джаббарова О. И., Халилов И. М. Биовосстановление засоленных почв цианобактериями // Микроорганизмы и биосфера: Тезисы Междунар. научн. конф. М., 2007. С. 49–50.

Россинский А. П., Алалыкин А. А. Газовая хромато-масс-спектрометрия: Методическое пособие. Киров, 2011. 37 с.

Узварова Н. А., Вараксина А. И. В поиске микроорганизмов, устойчивых к действию свинца // Актуальные проблемы регионального экологического мониторинга: научный и образовательный аспекты: Матер. Всеросс. научн. школы. Киров, 2005. С. 77–78.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФУНГИЦИДОВ И ГЕРБИЦИДОВ НА РОСТОВЫЕ СВОЙСТВА ПРИРОДНОГО ИЗОЛЯТА *FUSARIUM CULMORUM* ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ НА ПЛОТНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ

А. А. Ханжин, В. Ю. Охапкина

*Вятский государственный гуманитарный университет,
verona2205@mail.ru*

Судя по многочисленным данным, приведенным в литературе, использование в сельском хозяйстве гербицидов и фунгицидов не всегда приводит к ожидаемому положительному эффекту. Наоборот, на практике применение некоторых пестицидов нередко сопровождается нарушением состава почвенной микробиоты, в частности, увеличением доли некоторых патогенных видов микромицетов. Систематическое и неадекватное воздействие фунгицидов и протравителей семян приводит к стимуляции токсинообразования. Резистентные к пестицидам штаммы способны увеличивать токсинопродукцию в этих условиях в сотни раз (Чкаников и др., 1996). Имеются данные, что такие фунгициды как тебуконазол и флюхинконазол, при применении в недостаточных концентрациях, способны усиливать контаминацию зерна токсинами. Другой фунгицид азоксистробин, используемый для профилактики роста неопасной плесени, одновременно способствует её замещению токсиногенными грибами рода *Fusarium* (Монастырский, 1995).

Целью настоящих исследований являлось проведение модельных экспериментов по оценке влияния различных концентраций некоторых фунгицидов и гербицидов в среде на скорость роста и морфологические особенности культуры токсигенного природного изолята микромицетов эпидемиологически значимого вида *F. culmorum*.

Для лабораторных опытов было взято несколько широко используемых в сельском хозяйстве и в частном секторе препаратов: фунгициды: ХОМ (действующее вещество – хлорокись меди), топаз (действующее вещество – пенконазол); гербициды: глифор и ураган (действующее вещество – глифосат кислоты).

В ходе опытов в плотную питательную среду Чапека традиционного состава вносили кратные количества представленных гербицидов и фунгицидов. Для выявления стимулирующего эффекта использовали большие и меньшие концентрации наряду с концентрацией, рекомендованной в инструкции по применению.

Посевную культуру *F.culmorum* выращивали на скошенном в пробирках агаре Чапека в течение 5 сут. при температуре 25 ± 1 °С. Для получения взвеси конидий в пробирку с культурой вносили 5 мл стерильной дистиллированной воды и тщательно встряхивали в течение 30 мин. для отделения конидий от мицелия. В полученной суспензии определяли содержание конидий путем подсчета в камере Горяева.

При засевах испытуемых плотных сред в центр чашки Петри с помощью микропипетки помещали инокулят объемом 5 мкл, содержащий 5 тыс. конидий таким образом, чтобы диаметр полученной капли составлял 5 мм. Параллельно для удобства последующей оценки интенсивности конидиеобразования проводили засев по 0,5 мл суспензии на аналогичную плотную питательную среду, скошенную в пробирках. Культивирование осуществляли при температуре 25 ± 1 °С в течение 5 сут. Ежедневно учитывали диаметр колоний.

В качестве интегрального показателя влияния внешних условий рассчитывали и сравнивали с контролем радиальную скорость роста колоний микромицетов (K_r). Расчет показателя осуществляли на 5 сут. наблюдения по формуле:

$$K_r = (d_2 - d_1) : (t_2 - t_1), \text{ где}$$

d_1 и d_2 – диаметр колонии (мм) в начальный и конечный моменты измерения соответственно, d_1 принята равной 0,5 мм.;

t_1 и t_2 – время начального и конечного измерения (часы).

Наряду с этим, по окончании культивирования оценивали интенсивность конидиеобразования в культуре, выращенной на среде, скошенной в пробирках. Для этого макроконидии смывали со среды дистиллированной водой в объеме 5 мл и подсчитывали их концентрацию в камере Горяева.

Таблица 1

Характеристики роста культуры штамма *F. culmorum* на агаре Чапека, содержащем различные концентрации препарата «ХОМ», $X \pm I_{95}$, $n=3-5$

Конечная концентрация в среде, (мг·л ⁻¹)	Диаметр колонии на ... сут. наблюдения, мм				Радиальная скорость роста колоний, мм·ч ⁻¹	Накопление макроконидий на среде в пробирках, тыс. макроконидий
	1	2	3	5		
Контроль	12,0±0,5	25,0±1,0	37,0±1,5	71,0±2,0	0,588	384,20±31,00
0,1	Нет роста	6,0±0,3	7,0±0,3*	15,0±0,5*	0,121	0,52±0,01
0,2	Нет роста	Нет роста	Нет роста	2,5±0,5**	–	Макроконидии отсутствуют
0,4	Нет роста	Нет роста	Нет роста	Нет роста	–	Макроконидии отсутствуют
0,8	Нет роста	Нет роста	Нет роста	Нет роста	–	Макроконидии отсутствуют

Примечания. 1. «*» – очень слабый рост в виде отдельных нитей. 2. «**» – на границе роста культуры наблюдается зона осветления среды шириной 2 мм. 3. «←» – показатель не изучали. 4. жирным шрифтом выделена рекомендуемая инструкцией концентрация препарата.

Таблица 2

Характеристики роста культуры штамма *F. culmorum* на агаре Чапека, содержащем различные концентрации препарата «Топаза», $X \pm I_{95}$, $n=3-5$

Конечная концентрация в среде, (мл·л ⁻¹)	Диаметр колонии на ... сут. наблюдения, мм				Радиальная скорость роста колоний, мм·ч ⁻¹	Накопление макроконидий на среде в пробирках, тыс. макроконидий
	1	2	3	5		
Контроль	12,0±0,5	25,0±1,0	37,0±1,5	71,0±2,0	0,588	384,20±31,00
0,25	Нет роста	6,0±0,3	7,5±0,3	13,5±0,5	0,108	0,47±0,03
0,5	Нет роста	Нет роста	5,2±0,4	10,0±1,0	0,083	0,33±0,03
1	Нет роста	Нет роста	Нет роста	Нет роста*	–	Макроконидии отсутствуют
2	Нет роста	Нет роста	Нет роста	Нет роста	–	Макроконидии отсутствуют

Примечания. 1. «*» – нет сплошного роста, но отмечается рост отдельных нитей мицелия. 2. «**» – на границе роста культуры наблюдается зона осветления среды шириной 2 мм. 3. «←» – показатель не изучали. 4. жирным шрифтом выделена рекомендуемая инструкцией концентрация препарата.

Таблица 3

Характеристики роста культуры штамма *F. culmorum* на агаре Чапека, содержащем различные концентрации препарата «Глифор», $X \pm I_{95}$, $n=3-5$

Конечная концентрация в среде, (мл·л ⁻¹)	Диаметр колонии на ... сут. наблюдения, мм				Радиальная скорость роста колоний, мм·ч ⁻¹	Накопление макроконидий на среде в пробирках, тыс. макроконидий
	1	2	3	5		
Контроль	12,0±0,5	25,0±1,0	37,0±1,5	71,0±2,0	0,588	384,20±31,00
0,25	Нет роста	Нет роста	6,0±0,2	8,0±0,5	0,063	0,18±0,04
0,5	Нет роста	Нет роста	10,5±0,5	15,0±0,7	0,121	0,67±0,05
1	Нет роста	Нет роста	Нет роста	Нет роста	–	Макроконидии отсутствуют
2	Нет роста	Нет роста	Нет роста	Нет роста	–	Макроконидии отсутствуют

Примечания. 1. «–» – показатель не изучали. 2. жирным шрифтом выделена рекомендуемая инструкцией концентрация препарата.

Таблица 4

Характеристики роста культуры штамма *F. culmorum* на агаре Чапека, содержащем различные концентрации препарата «Ураган», $X \pm I_{95}$, $n=3-5$

Конечная концентрация в среде, (мл·л ⁻¹)	Диаметр колонии на ... сут. наблюдения, мм				Радиальная скорость роста колоний, мм·ч ⁻¹	Накопление макроконидий на среде в пробирках, тыс. макроконидий
	1	2	3	5		
Контроль	12,0±0,5	25,0±1,0	37,0±1,5	71,0±2,0	0,588	384,20±31,00
0,25	Нет роста	5,5±0,3	6,5±0,5	10,0±0,2	0,083	0,35±0,06
0,5	Нет роста	Нет роста	Нет роста	Нет роста	–	Макроконидии отсутствуют
1	Нет роста	Нет роста	Нет роста	Нет роста	–	Макроконидии отсутствуют
2	Нет роста	Нет роста	Нет роста	Нет роста	–	Макроконидии отсутствуют

Примечания. 1. «–» – показатель не изучали. 2. жирным шрифтом выделена рекомендуемая инструкцией концентрация препарата.

Анализ данных табл. 1–4 показывает, что представленные фунгициды и гербициды существенно ингибируют рост и конидиеобразование в культуре

природного изолята *F.culmorum*, что свидетельствует о неблагоприятных условиях для роста гриба. При этом полное подавление роста гриба отмечается лишь при использовании рекомендуемых концентраций. Однако, в тех экспериментах, где использовались концентрации несколько меньше заявленной в инструкции, рост микромицета хотя и был слабым, но полностью не прекращался.

Таким образом, проведенные опыты указывают на то, что при неадекватных режимах использования пестицидов, не обеспечивающих фунгицидного действия, возможна селекция резистентных к их действию форм микромицетов.

Литература

Чкаников Д. И., Соколова Г. Д., Девяткина Г. А. и др. Влияние некоторых фунгицидов на токсинообразование в культуре *Fusarium graminearum* Schw при глубинном культивировании // Агрохимия. 1996. № 12. С. 68–73.

Монастырский О. А. Влияние фунгицидов на образование токсинов штаммами видов *Fusarium* при заражении зерна пшеницы // Доклады Россельхозакадемии. 1995. № 2. С. 21.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФУНГИЦИДОВ И ГЕРБИЦИДОВ НА РОСТОВЫЕ СВОЙСТВА ФУЗАРИЕВ ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ В ЖИДКИХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ

А. А. Ханжун, В. Ю. Охапкина

Вятский государственный гуманитарный университет,
verona2205@mail.ru

Как было отмечено ранее, в условиях загрязнения тяжелыми металлами нефтепродуктами, минеральными удобрениями, некоторыми фунгицидами отмечается увеличение в составе почвенной микробиоты удельного веса фузариев. При этом зачастую среди них доминируют патогенные штаммы, характеризующиеся выраженным признаком токсинообразования.

Результаты проведенных нами ранее исследований свидетельствовали, что различные концентрации фунгицидов и гербицидов оказывают в той или иной степени ингибирующее влияние на ростовые свойства культуры фузарий при выращивании на агаризованной питательной среде.

Целью настоящих исследований являлось проведение модельных экспериментов по оценке влияния различных концентраций гербицидов и фунгицидов в среде культивирования на интенсивность роста и продуктивность глубинных культур фузарий.

Опыты проводились с использованием природного изолята микромицетов эпидемиологически значимого вида *Fusarium culmorum*. Оценивали влияние содержания пестицидов на интенсивность роста культуры штамма при глубинном культивировании в жидкой питательной среде в условиях аэрации и интенсивного массообмена.

С этой целью в жидкую питательную среду, среду Чапека, вносили кратные количества некоторых пестицидов. Для лабораторных опытов было взято несколько широко используемых в сельском хозяйстве и в частном секторе

препаратов: фунгицид топаз (действующее вещество – пенконазол); гербицид глифор (действующее вещество – глифосат кислоты).

В ходе опытов в плотную питательную среду Чапека традиционного состава вносили кратные количества представленных гербицидов и фунгицидов. Для выявления стимулирующего эффекта использовали большие и меньшие концентрации наряду с концентрацией, рекомендованной в инструкции по применению.

Посевной материал выращивали в жидкой питательной среде. В колбы объемом 500 мл, содержащие по 100 мл испытуемых сред, засеивали по 10 мл (10% по объему) глубинной культуры. Выращивание осуществляли на шуттель-аппарате при частоте качаний платформы 200 оборотов·мин⁻¹ при температуре 25±1 °С в течение 5 сут.

Таблица 1

**Накопление культуры штамма *F. culmorum* в жидкой питательной среде Чапека, содержащей различные концентрации препарата «Топаз»,
X±I₉₅, n=3-5**

Конечная концентрация препарата в среде, мл·л ⁻¹	Накопление биомассы в культуральной жидкости, г·мл ⁻¹	Накопление макроконидий на среде в колбах, тыс. макроконидий в 1мл
Контроль	0,530±0,080	79,96±14,50
0,25	0,123±0,028	15,30±2,52*
0,5	0,075±0,015	9,63±1,44*
1	Нет роста	Макроконидии отсутствуют
2	Нет роста	Макроконидии отсутствуют

Примечания. 1. «*» – макроконидии визуально короче, чем в контроле. 2. жирным шрифтом выделена рекомендуемая инструкцией концентрация препарата.

Таблица 2

**Накопление культуры штамма *F. culmorum* в жидкой питательной среде Чапека, содержащей различные концентрации препарата «Глифор»,
X±I₉₅, n=3-5**

Конечная концентрация препарата в среде, мл·л ⁻¹	Накопление биомассы в культуральной жидкости, г·мл ⁻¹	Накопление макроконидий на среде в колбах, тыс. макроконидий в 1мл
Контроль	0,530±0,080	79,96±14,50
0,25	0,064±0,011	8,48±1,32*
0,5	0,164±0,025	24,88±7,54*
1	Нет роста	Макроконидии отсутствуют
2	Нет роста	Макроконидии отсутствуют

Примечания. 1. «*» – макроконидии визуально короче, чем в контроле. 2. жирным шрифтом выделена рекомендуемая инструкцией концентрация препарата.

В качестве интегрального показателя влияния внешних условий определяли накопление биомассы мицелия. Для этого культуральную жидкость в конце эксперимента фильтровали, после чего фильтры с биомассой культур доводили до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре 100 °С. Затем, проводили взвешивание полученного осадка, и проводили последующий перерасчет на единицу объема культуральной жидкости.

Исходя из данных таблиц 1 и 2 можно сделать вывод о том, что как и в экспериментах с агаризованной средой Чапека, добавление в среду пестицидов ингибирует рост *F. culmorum* пропорционально вносимой концентрации. Однако, и в данном случае при использовании концентраций препаратов несколько меньше заявленной в инструкции рост микромицета полностью не прекращался. Также эти препараты негативно влияют и на конидиеобразование: макроконидий образуется в значительно меньшем количестве, и по результатам исследований они короче, чем в контрольной пробе. Таким образом, проведенные опыты указывают на то, что при неадекватных режимах использования пестицидов возможна селекция резистентных к их действию форм микромицетов.

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ НАКОПЛЕНИЯ БИОМАССЫ АКТИНОМИЦЕТОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ХЛОРИДА МЫШЬЯКА

Е. В. Товстик¹, И. Г. Широких^{1,2}

¹ ГНУ НИИСХ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого,
tovstik2006@inbox.ru

² Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, *irgenal@mail.ru*

Возросшие за последние десятилетия темпы антропогенной нагрузки на биосферу привели к увеличению содержания мышьяка в почвах (Водяницкий, 2009). Загрязнение окружающей среды мышьяком вызывает обеспокоенность в связи с его токсичным действием на человека, животных, растения и микроорганизмы (Milosevic, 2008; Музахидул, 2011; Titah et al., 2011). Установлено, что повышенная концентрация мышьяка в почве отрицательно сказывается на росте бактерий, грибов и актиномицетов (Калоянова, 2007).

Токсичность арсената для бактерий обусловлена сходством его химической структуры с фосфатом и, вследствие этого, возможным ингибированием таких ферментов как киназы. По отношению к актиномицетам токсичность мышьяка связывают с повреждением клеточной мембраны и блокировкой АТФ-азной активности, которые ведут к гибели клеток (Калоянова, 2007; Titah et al., 2011). Несмотря на явную токсичность для абсолютного большинства прокариот, известны некоторые бактерии, способные использовать неорганические соединения мышьяка в окисленной (арсенаты) и восстановленной форме (арсениты) в обмене веществ (Titah et al., 2011).

Целью нашей работы было изучение реакции чистых культур двух видов стрептомицетов на присутствие в среде различных концентраций мышьяка.

Объектом исследования служили природные изоляты *Streptomyces bottropensis* (Cinereus Chromogenes) штамм 140,4 и *S. wedmorensis* (Cinereus Achromogenes) штамм 38,11 при выращивании в жидкой питательной среде Гаузе 1 с добавлением соли $AsCl_3$, в концентрациях, пересчитанных на As (III): 0,05, 0,5, 1, 3 мг/л, на качалке (180 об./мин) в течение 21-ти суток (повторность опыта 2-х кратная). Динамику накопления биомассы культурой актиномицета определяли весовым методом (Нетрусов, 2005). Для этого жидкие культуры фильтровали через бумажные фильтры, которые затем высушивали при 105 °С до постоянной массы. Для расчета биомассы использовали следующую формулу:

$$M = (A - B) 1000 / V,$$

где M – сухая биомасса, г/л; A – сухая масса фильтра с биомассой, г; B – сухая масса фильтра без биомассы, г; V – объем культуральной жидкости, взятый для фильтрования, мл.

Динамика накопления биомассы актиномицетом под действием мышьяка выявила следующее. В начале роста культур (3 и 7-е сутки) невысокая концентрация (0,5 мг/л) мышьяка оказывала стимулирующее действие на обе культуры стрептомицетов (рис. 1а, б). Достоверное увеличение биомассы по отношению к контролю составило в этот период для вида *S. bottropensis* 23–39%, а для вида *S. wedmorensis* 16–22%. При увеличении концентрации мышьяка до 3 мг/л угнетения стрептомицетов в накоплении биомассы, в первые 7 суток роста, не происходило.

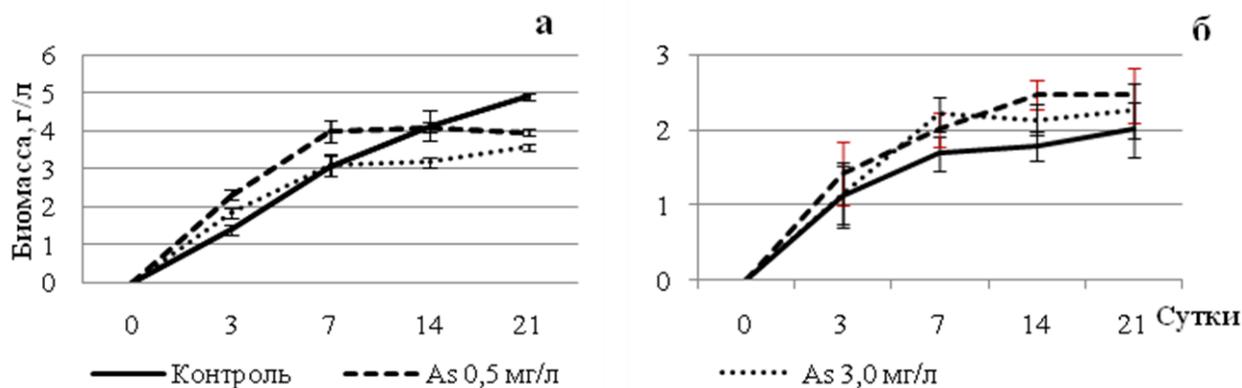


Рис. 1. Динамика накопления биомассы стрептомицетами *S. bottropensis* 140.4 (а) и *S. wedmorensis* 38.11(б) в присутствии мышьяка в различных концентрациях

В дальнейший период наблюдений реакция на мышьяк у исследуемых видов различалась. Так, у культуры *S. bottropensis* переход к стационарной фазе роста под воздействием мышьяка произошёл раньше, чем в контроле. В средах с 0,5–3,0 мг/л мышьяка биомасса стрептомицета перестала увеличиваться уже с 7-х суток, тогда как в контроле её нарастание прослеживалось вплоть до 21-х суток. Вследствие этого, накопление биомассы *S. bottropensis* к 14-м суткам в присутствии 1 и 3 мг/л мышьяка было на 16 и 24% ниже, чем в контроле. Изолят *S. wedmorensis* отличался от культуры *S. bottropensis* меньшей скоростью роста и отсутствием способности синтезировать меланоидные пигменты. У вида *S. wedmorensis* стимулирующее влияние 0,5 мг/л мышьяка сохранялось более

продолжительный период – вплоть до завершения эксперимента (21 сут). При повышении концентрации мышьяка в среде до 3 мг/л накопление биомассы стрептомицетом достоверно не отличалось от динамики накопления биомассы в контроле.

Определение физиологических свойств стрептомицета *S.wedmorensis* показало, что при добавлении в питательные среды мышьяка изменяется антифунгальная активность продуцируемых им водорастворимых метаболитов. Зоны угнетения роста тест-культур грибов рода *Fusarium* увеличивались пропорционально концентрации мышьяка в среде, на которой был выращен стрептомицет-продуцент антифунгальных метаболитов (рис. 2). Особенно значительная стимуляция (до 2-х раз по сравнению с контролем) антифунгальной активности стрептомицета отмечена в среде, содержащей 1 мг/л мышьяка. Для исключения возможности угнетения гриба самим мышьяком, а не метаболитами стрептомицета в его присутствии, в отдельном эксперименте проверили биоактивность различных концентраций мышьяка в отношении использованных тест-культур *F. oxysporum* U1, *F. culmorum* T8, *F. avenaceum* 7/2. Ни одна тест-культура не проявила чувствительности к мышьяку в исследуемом диапазоне концентраций.

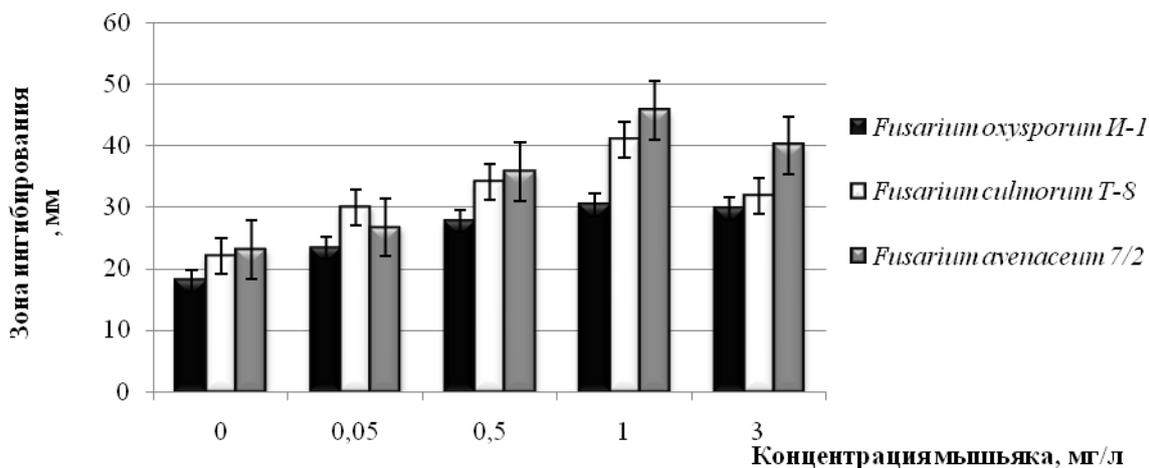


Рис. 2. Величина зон угнетения роста тест-культур грибов в зависимости от концентрации мышьяка в культуральной среде *S. wedmorensis*

Таким образом, результаты исследования реакции стрептомицетов *S. bottropensis* и *S. wedmorensis* на мышьяк в градиенте концентраций, говорят о её видоспецифичности. Реакция быстрорастущего и образующего меланоидные пигменты вида *S. bottropensis* на присутствие мышьяка в среде (до 7 сут) заключалась в стимуляции роста, а позднее (до 21 сут) – в ингибировании накопления биомассы по сравнению с контролем. Для более медленно растущего и не способного к биосинтезу меланинов вида *S. wedmorensis* эффект отставания по накоплению биомассы в присутствии мышьяка в исследованном градиенте концентраций не прослеживался вплоть до 21 сут. Вместе с тем, отмечено уве-

личение антифунгальной активности продуцируемых им метаболитов параллельно увеличению концентрации мышьяка в культуральной среде.

Литература

Аль Сабунчи А. А., Музахидул Ислам. Загрязнение водных источников в сельских районах развивающихся стран и их влияние на здоровье населения // Российский медицинский журнал. 2011. № 4. С. 6–9.

Водяницкий Ю. Н. Хром и мышьяк в загрязненных почвах (обзор литературы) // Почвоведение. 2009. № 5. С. 551–559.

Калоянова Н. Эффект от замърсяването с арсен върху промените в микробиологичните свойства на две почви под ориз // Почвознание. Агрохимия. Экология. 2007. Т. 42. № 1. С. 37–43.

Практикум по микробиологии / Под ред. А. И. Нетрусова. М.: Издательский центр «Академия». 2005. 608 с.

Harmin Sulistiyaning Titah, Siti Rozaimah Sheikh Abdullah³, Nurina Anuar³, Mushrifah Idris⁴, Hassan Basri¹ and Muhammad Mukhlisin. Isolation and screening of arsenic resistant rhizobacteria of *Ludwigia octovalvis* // African Journal of Biotechnology. 16 December, 2011. V. 10(81). P. 18695–18703.

Nada Milosevic. Mikroorganizmi – bioindikator i zdravlja/kvaliteta zemljista // Zbornik radova. 2008. V. 45. № 1. P. 205–215.

КОМПЛЕКС ПОЧВЕННЫХ АКТИНОМИЦЕТОВ КАК ИНДИКАТОРНАЯ СИСТЕМА В ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ БИОЦЕНОЗОВ

Е. В. Товстик¹, О. В. Рябова¹, И. Г. Широких^{1,2}

¹ ГНУ НИИСХ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого Россельхозакадемии,

² Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, *irgenal@mail.ru*

В настоящее время для индикации изменений в окружающей среде, обусловленных антропогенным влиянием и естественными факторами, разрабатываются различные тест-системы, в том числе с использованием биологических объектов. Выбор тех или иных живых объектов в качестве тест-организмов определяется их чувствительностью к определенным воздействиям и простотой интерпретации результатов, получаемых с их участием. В этой связи одной из перспективных для экологической оценки состояния биоценозов групп живых объектов являются почвенные мицелиальные бактерии – актиномицеты. Для данной группы микроорганизмов разработаны надежные приемы выделения их из природных субстратов и экологические показатели, характеризующие структуру актиномицетных комплексов (Звягинцев, Зенова, 2001).

Целью нашей работы являлось изучение возможности использования показателей структуры комплексов почвенных актиномицетов для оценки изменений почвенных биоценозов под влиянием факторов антропогенной и естественной природы.

Изучали влияние на комплекс почвенных актиномицетов следующих факторов: кислотности почвы, окультуривания почв и техногенного загрязнения мышьяком.

Для изучения были отобраны образцы дерново-подзолистых почв: 1 – пахотная кислая (рН=4,5); 2 – луговая кислая (рН=4,2); 3 – кислая луговая, загрязненная мышьяком (рН=5,3); 4 – слабокислая луговая, загрязненная мышьяком (рН=5,7); 5 – пахотная нейтральная (рН=6,5); 6 – луговая нейтральная (рН=6,6).

Выделение актиномицетов осуществляли из высушенных до воздушно-сухого состояния почвенных образцов методом посева на селективную среду с пропионатом натрия (Зенова, 2000). Структуру актиномицетных комплексов характеризовали на основании показателей численности, относительного обилия и частоты доминирования рода в комплексе.

Полученные результаты представлены в таблице.

Таблица

Влияние антропогенных и естественных факторов на структуру комплексов актиномицетов в дерново-подзолистых почвах

Образец	Численность актиномицетов, тыс. КОЕ/г					Относительное обилие / частота доминирования актиномицетов, %			
	Общая	<i>Streptomyces</i>	<i>Micromonospora</i>	<i>Streptosporangium</i>	Олигоспоровые	<i>Streptomyces</i>	<i>Micromonospora</i>	<i>Streptosporangium</i>	Олигоспоровые
Кислые									
1	400±80	235±76	131±25	28±7	6±3	59/60	33/20	7/0	1/0
2	953±163	690±126	238±56	16±10	9±7	72/100	25/0	2/0	1/0
3	1625±313	1316±281	285±89	12±3	12±7	80/100	18/0	1/0	1/0
4	1323±258	949±191	333±83	5±3	13±7	72/100	26/0	1/0	1/0
Нейтральные									
5	971±119	433±89	427±51	69±10	42±12	45/20	44/40	7/0	4/0
6	471±55	44±20	406±32	19±11	2±2	9/0	86/100	4/0	1/0

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Выявлена реакция комплекса почвенных актиномицетов на техногенное загрязнение мышьяком, заключающаяся в повышении общей численности актиномицетов и, в частности, повышении численности стрептомицетов.

2. Существенное влияние на комплекс актиномицетов оказал фактор почвенной кислотности. В нейтральных почвах, по сравнению с кислыми, возрастала численность, доля и частота доминирования микромоноспор, и снижалось доленое участие и частота доминирования стрептомицетов. Полученные данные совпадают с данными других авторов (Звягинцев, Зенова, 2001).

3. На данном этапе исследований не выявлены какие-либо закономерности в изменении численности, относительного обилия и частоты доминирования отдельных родов актиномицетов под влиянием распаивания почв.

Таким образом, комплекс почвенных актиномицетов является достаточно чувствительной тест-системой в отношении таких факторов как почвенная кислотность и мышьяковистое загрязнение. Однако данный вопрос требует более детальной проработки.

Литература

Звягинцев Д. Г., Зенова Г. М. Экология актиномицетов. М.: ГЕОС, 2001. 256 с.

Зенова Г. М. Почвенные актиномицеты редких родов. М.: Изд-во МГУ, 2000. 81 с.

СТРЕПТОМИЦЕТЫ В УРБАНОЗЕМАХ г. КИРОВА

Е. С. Соловьёва¹, И. Г. Широких²

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,
blueberry17@mail.com*

² *Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ*

Для решения задач микробиологической диагностики антропогенных изменений экосистем могут быть использованы показатели структуры актиномицетного комплекса, поскольку актиномицеты являются неотъемлемым компонентом микробной системы почвы. Один из самых многочисленных родов актиномицетов – род *Streptomyces*. Установлено, что антропогенное воздействие (сельское хозяйство и мелиоративные мероприятия) приводит к формированию в почвах специфических стрептомицетных комплексов, в значительной степени отличающихся от комплексов интактных наземных экосистем (Зенова, Звягинцев, 2002). Так, повышенное содержание в почвах подвижных форм тяжелых металлов (ТМ) ведёт к уменьшению численности и сужению видового спектра стрептомицетов, сокращению их антибиотического потенциала (Широких и др., 2011). Для городской экологии загрязнение ТМ является одним из наиболее существенных загрязняющих факторов, поэтому изучение видовой представленности стрептомицетов, а также влияния ТМ на структуру стрептомицетного комплекса необходимо для комплексной оценки экологического состояния городских почв.

Цель работы – сравнительная характеристика видовой структуры комплекса стрептомицетов в почвах различных функциональных зон г. Кирова.

Образцы почв для исследования были отобраны в санитарных зонах промышленных предприятий (промышленная зона); с газонов вдоль наиболее крупных автомагистралей (транспортная зона); на дворовых территориях (сели-тебная зона) и садовых участках, расположенных в черте города. Содержание подвижных форм кадмия, цинка, свинца, железа, меди и никеля в почвах определяли на атомно-абсорбционном спектрометре «СПЕКТР-5-4».

Видовую структуру рода *Streptomyces* характеризовали на казеин-глицериновом агаре (КГА). Перед посевом образцы почв прогревали при 70 °С в течение 4 часов для ограничения роста немикелиальных бактерий. Видовую идентификацию стрептомицетов проводили по определителю Гаузе с соавт. (1983) на основании морфологических (форма цепочек спор) и культуральных признаков.

Содержание свинца в урбаноэмах было максимальным в зоне транспортного загрязнения и превышало фоновые концентрации в 42 раза, что составило 4,6 ПДК. Максимальные концентрации кадмия, меди и цинка наблюдались в урбаноэмах санитарных зон промышленных предприятий. При этом содержание кадмия превышало фоновое в 4 раза, содержание меди – в 79 раз (4,1 ПДК), содержание цинка – в 17 раз (2,3 ПДК). В пробах почвы, взятых из селитебной зоны, содержание цинка являлось близким к значению ПДК.

Наряду с выявленными различиями в содержании ТМ, исследуемые почвы отличались друг от друга и по структуре характерных для каждой из них комплексов стрептомицетов. В частности, наблюдали существенные отличия в долевом участии представителей цветковых секций и серий рода *Streptomyces* (рис. 1.).

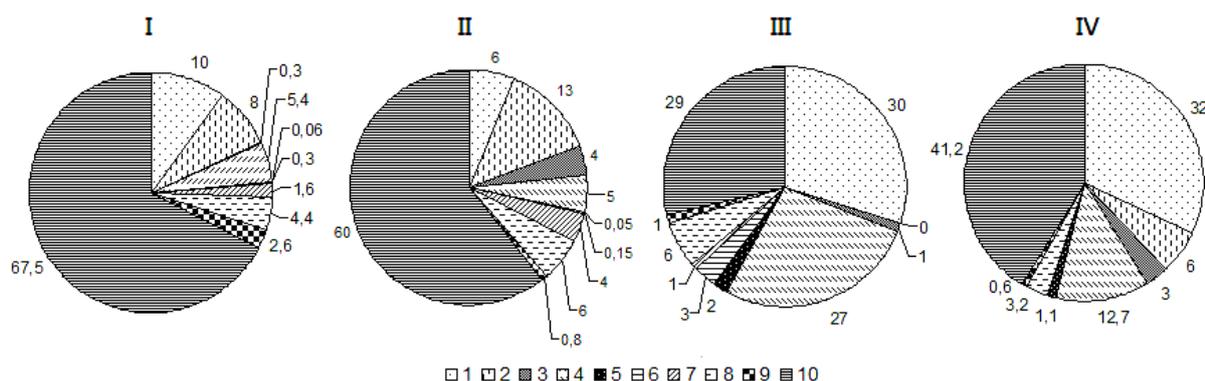


Рис. 1. Долевое участие видов стрептомицетов в зависимости от экотопа: I – почвы промышленной зоны, II – почвы транспортной зоны, III – почвы селитебной зоны, IV – садово-огородные почвы. 1 – *Albus Albus*, 2 – *Albus Albocoloratus*, 3 – *Cinereus Chromogenes*, 4 – *Cinereus Achromogenes*, 5 – *Cinereus Violaceus*, 6 – *Cinereus Aureus*, 7 – *Helvolo-Flavus Flavus*, 8 – *Helvolo-Flavus Helvolus*, 9 – *Roseus Ruber*, 10 – *Imperfectus*

В почвах с более высоким уровнем загрязнения преобладали представители секции и серии *Imperfectus*, составив 67,5 и 60% соответственно в промышленной и транспортной зоне. В экотопах, в меньшей степени загрязненных ТМ, доля видов серии *Imperfectus* была значительно меньше – 29% в селитебной зоне и 41% в почвах садовых участков, при этом доля неокрашенных стрептомицетов секций и серий *Albus Albus* и *Cinereus Achromogenes* здесь в 3-5 раз превышала аналогичную величину в почвах транспортной и промышленной зоны. В комплексе почвенных стрептомицетов промышленной зоны увеличилась, по сравнению с комплексом селитебных почв, частота встречаемости

видов секций и серий *Albus Albocoloratus*, *Helvolo-Flavus Flavus*, *Roseus Ruber* (рис. 2).

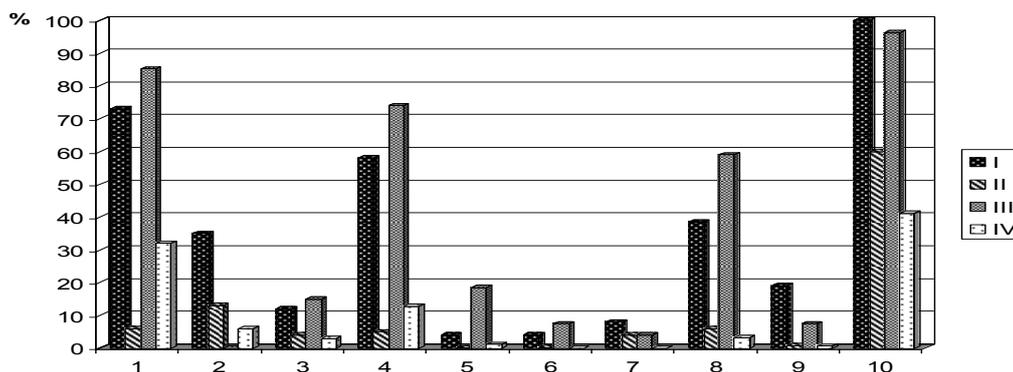


Рис. 2. Частота встречаемости видов стрептомицетов в зависимости от экотопа: I – почвы промышленной зоны, II – почвы транспортной зоны, III – почвы селитебной зоны, IV – садово-огородные почвы. 1 – *Albus Albus*, 2 – *Albus Albocoloratus*, 3 – *Cinereus Chromogenes*, 4 – *Cinereus Achromogenes*, 5 – *Cinereus Violaceus*, 6 – *Cinereus Aureus*, 7 – *Helvolo-Flavus Flavus*, 8 – *Helvolo-Flavus Helvolus*, 9 – *Roseus Ruber*, 10 – *Imperfectus*

Среди выделенных из урбанозёмов изолятов идентифицированы до вида *Streptomyces bacillaris*, *S. aburaviensis*, *S. felleus*, *S. globisporus*.

В целом видовое разнообразие стрептомицетов, рассчитанное по величине индекса Шеннона, изменялась в исследуемых экотопах незначительно, постепенно снижаясь от $H=1,923\pm 0,318$ в селитебной зоне до $H=1,513\pm 0,417$ в зоне промышленного загрязнения.

Количественная оценка сходства в структуре стрептомицетных комплексов в почвах различных функциональных зон города показала, что исследованные комплексы имеют очень мало общего. Коэффициенты Сёренсена, рассчитанные на основе частоты встречаемости представителей различных цветовых секций и серий в почвах промышленной, транспортной, селитебной и садово-огородной зон, не превышали 3,0-4,3%. Это свидетельствует об избирательной устойчивости отдельных видов стрептомицетов к характеру и интенсивности загрязнения городской среды, в т.ч. тяжелыми металлами.

Полученные в проведённом исследовании результаты могут быть использованы в целях биодиагностики и биоиндикации почв урбоэкосистем.

Литература

Гаузе Г. Ф., Преображенская Т. П., Свешникова М. А., Терехова Л. П., Максимова Т. С. Определитель актиномицетов. Роды *Sreptomycetes*, *Streptoverticillium*, *Chainia*. М.: Наука, 1983. 248 с.

Зенова Г. М., Звягинцев Д. Г. Разнообразие актиномицетов в наземных экосистемах. М.: Издательство МГУ, 2002. 132 с.

Широких И. Г., Ашихмина Т. Я., Широких А. А. Особенности актиномицетных комплексов в урбанозёмах г. Киров// Почвоведение. 2011. № 2. С. 199–205.

Практикум по агрохимии / Под ред. В. Г. Минеева. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.

**ДИНАМИКА ПОЛИФЕНОЛОКСИДАЗНОЙ АКТИВНОСТИ И
СОДЕРЖАНИЯ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ТКАНЯХ
ВОДНОГО ПОГРУЖЕННОГО РАСТЕНИЯ
CERATOPHYLLUM DEMERSUM ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ
КСЕНОБИОТИКОВ И ПОСЛЕДУЮЩЕЙ РЕАБИЛИТАЦИИ**

О. Н. Макурина¹, С. А. Розина², А. С. Гончарук³

Самарский государственный университет,

¹ *makurina.on@mail.ru, ² gabrielfore@inbox.ru, ³ ana.goncharuk@gmail.com*

В связи с увеличивающимся антропогенным воздействием загрязнение природной среды тяжелыми металлами (ТМ), в число которых входят ртуть, свинец, кадмий, медь, цинк и некоторые другие, становится одной из острых экологических проблем современности. Попадая различными путями в окружающую среду, ТМ поступают сначала в растения, а затем – в организмы животных и человека. Среди неорганических загрязнителей ТМ являются наиболее токсичными и представляют серьезную угрозу для многих форм жизни (Antosiewicz, 1992).

В последние два десятилетия значительно возрос интерес к экологическим аспектам загрязнения окружающей среды синтетическими поверхностно-активными веществами (СПАВ), получаемыми из углеводородов нефти. Это обусловлено, с одной стороны, возрастающими масштабами производства и объемами использования этих соединений в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства, в том числе в производстве синтетических моющих средств (СМС), а с другой – чрезвычайно широким диапазоном отрицательного влияния СПАВ как на водные экосистемы, так и на организм человека, а также их устойчивостью к биодеградации (Ставская и др., 1988; Холмберг и др., 2007).

К настоящему времени ответные реакции высших водных растений, являющихся важным объектом биотестирования и биоиндикации природных вод, на воздействие ксенобиотиков остаются малоизученными. Кроме того, практически отсутствуют сведения о возможности выведения поллютантов из организмов высших водных растений.

Целью нашей работы явилось исследование динамики полифенолоксидазной (ПФО) активности и содержания фенольных соединений в тканях водного погруженного растения *Ceratophyllum demersum* L. при воздействии ионов ТМ (на примере свинца) и катионных СПАВ (на примере ополаскивателя для белья «Dosia»), а также в постстрессовый период, после удаления поллютантов из воды.

Объектом исследования был выбран пресноводный макрофит роголистник погруженный (*Ceratophyllum demersum* L.).

Эксперимент проводился в лабораторных условиях при одинаковой интенсивности и регулярности светового потока, а также при постоянной температуре (20 °С). Для этого в опыте была использована комбинация люминесцентных ламп и установлен постоянный период освещения, равный 18 ч.

В ходе эксперимента растения были разделены на 3 группы, различающиеся средой выращивания. Контрольная группа растений находилась в среде отфильтрованной водопроводной воды, одна опытная инкубировалась в присутствии $Pb(CH_3COO)_2$ в концентрации 100 мкМ/л, а другая – в присутствии катионных СПАВ в концентрации 1 %. Непосредственно перед началом исследований фрагменты растений длиной до 50 мм, считая от точки роста, помещали в стеклянные емкости объемом 1 дм³.

Продолжительность воздействия выбранных нами поллютантов составила 3 суток. По истечении указанного периода экспозиции часть растений из каждой группы отбирали на исследования, а часть переносили в чистую отфильтрованную воду для реабилитации (длительностью 5 суток). После реабилитации также проводили измерения биохимических показателей.

Методы исследования. Активность полифенолоксидазы определяли спектрофотометрическим методом, который основан на измерении оптической плотности продуктов реакции, образовавшихся при окислении пирокатехина за определенный промежуток времени (Ермаков и др., 1987). Содержание растворимых фенольных соединений определяли по методу Т. Свейна и В. Хиллиса (Swain, Hillis, 1959). Статистическую обработку данных (среднее значение, стандартное отклонение) проводили с использованием стандартных статистических методов (достоверности Стьюдента).

Результаты исследований и их обсуждение. Исследования показали, что ПФО активность на третьи сутки инкубации в присутствии 100 мкМ/л ионов свинца снизилась на 89,1%, а по истечении пяти суток реабилитации ферментативная активность вернулась к контрольным значениям (рис. 1а). Инкубация в течение трех суток в присутствии 1% катионных СПАВ привела к значительному возрастанию ПФО активности (на 215%) и ее резкому снижению в реабилитационный период (на 52% от контроля). Сочетанное действие ксенобиотиков привело к многократному возрастанию ферментативной активности на третьи сутки инкубации и пятые сутки реабилитации – в 6,6 и 11,0 раз соответственно (рис. 1б).

Динамика содержания фенольных соединений представлена на рис. 2. Концентрация фенольных соединений достоверно отличалась от контрольных значений только при воздействии катионных СПАВ (на протяжении всего эксперимента) и при сочетанном действии ксенобиотиков (в период инкубации) и была на 15, 16 и 11% выше соответствующих показателей контрольной группы.

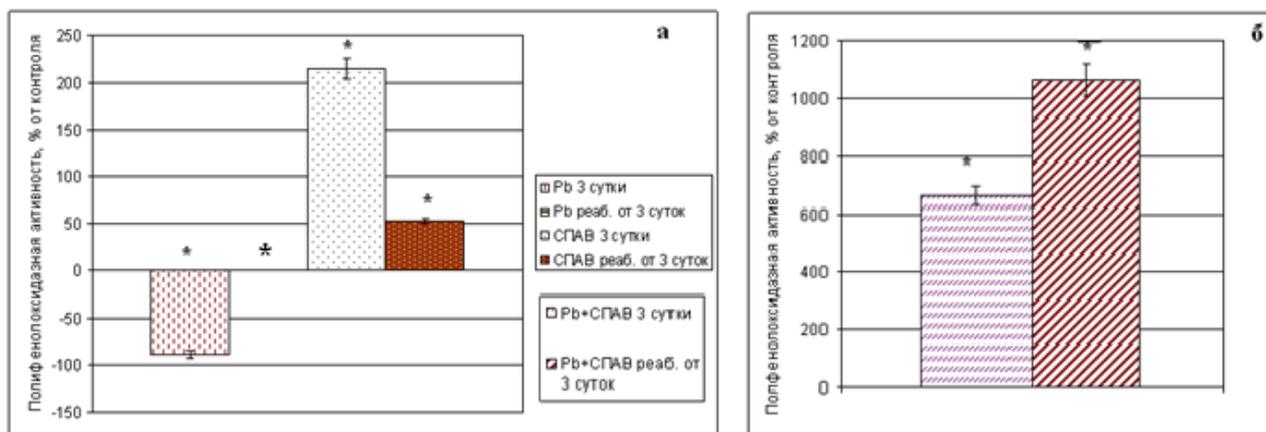


Рис. 1. Динамика ПФО активности под влиянием 100 мкМ ионов свинца, 1% катионных СПАВ (а) и при сочетанном действии ксенобиотиков (б) в тканях *Ceratophyllum demersum* (в % от контроля, за контроль принят нулевой уровень на диаграмме) * – степень достоверности $p < 0,001$

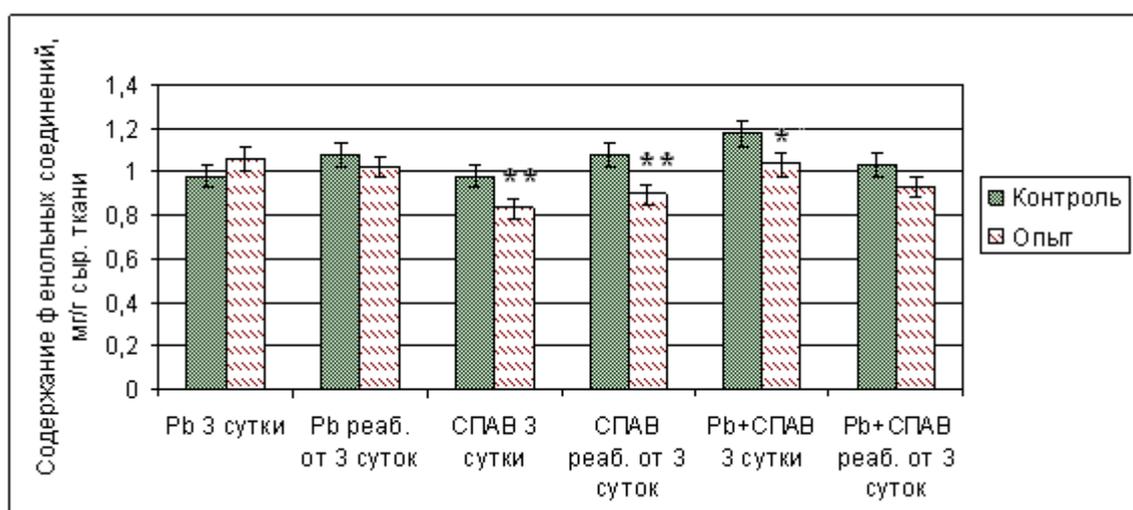


Рис. 2. Динамика содержания фенольных соединений под влиянием 100 мкМ ионов свинца, 1% катионных СПАВ и их сочетанного действия в тканях *Ceratophyllum demersum* * – степень достоверности $p < 0,005$, ** – степень достоверности $p < 0,001$

Простые фенольные соединения могут участвовать в регуляции клеточного метаболизма и в биосинтетических процессах. Многие фенольные соединения в мономолекулярной форме выполняют функции дыхательных катализаторов и участвуют в окислительно-восстановительных процессах клеток, при этом функцию их окисления выполняют полифенолазы и пероксидазы. При нарушении состояния редокс-равновесия клеток фенольные соединения преобразуются в дубильные (Блажей и соавт., 1977).

Из полученных данных видно, что действие ионов свинца отклоняет клеточное равновесие, но система восстанавливается после удаления ксенобиотика. Катионные СПАВ и сочетанное действие токсикантов нарушают равновесие клетки без дальнейшего восстановления метаболизма. Катионные СПАВ разрушают клеточные мембраны, приводя к дефрагментации растения, потому,

возможно, повышалось содержание фенольных соединений для укрепления клеточной стенки. Возможно, многократное повышение активности ПФО служило ответом клетки на возросшие потребности в дыхании, т.к. катионные СПАВ образуют пленку на поверхности стеблей и листьев, тем самым препятствуя проникновению кислорода внутрь клеток.

Ионы свинца являются менее сильным токсикантом для *Ceratophyllum demersum*, чем катионные СПАВ. Стрессовые концентрации последних приводят к необратимым изменениям в клеточном метаболизме без возможности реабилитации. Вероятно, снижение ПФО активности при воздействии ионов свинца было связано с замещением атома меди в активном центре фермента на ионы ТМ. Действие катионных СПАВ и сочетанное действие ксенобиотиков привели к дефрагментации растения вследствие солюбилизации клеточных мембран и повышению ПФО активности в связи с возросшими потребностями в кислороде, возникшими из-за образования пленки катионных СПАВ на поверхности растения.

Литература

Блажей А., Шутый Л. Фенольные соединения растительного происхождения. М.: Мир, 1977. С. 120.

Ермаков А. И., Арасимович В. В., Ярош Н. П., Перуанский Ю. В., Луковникова Г. А., Иконникова М. И. Методы биохимического исследования растений. Л.: Агропромиздат, 1987. С. 44–45.

Ставская С. С., Удод В. М., Таранова А. А., Кривец И. А. Микробиологическая очистка воды от поверхностно-активных веществ. Киев: Наукова думка, 1988. 184 с.

Холмберг К., Йенссон Б., Кронберг Б., Линдман Б. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. 528 с.

Antosiewicz D. M. Adaptation of plants to an environment polluted with heavy metals // Act. Soc. Bot. Pol. 1992. V. 61. P. 281–299.

Swain T., Hillis W. E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. – The quantitative analysis of phenolic constituents // J. Sci. Food Agric. 1959. V. 10. №. 1. P. 63–68.

БИОАККУМУЛЯЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПЛОДОВЫМИ ТЕЛАМИ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩЕГО ГРИБА *POLYPORUS SQUAMOSUS*

Л. В. Пушкарева¹, А. А. Широких^{1,2}

¹ Вятский государственный гуманитарный университет,
lyubashka09@mail.ru

² Зональный научно-исследовательский институт
сельского хозяйства Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого РАСХН

Трутовые грибы очень часто встречаются в городах на пораженных деревьях. Будучи в центре загрязнения, они впитывают загрязняющие вещества в свои плодовые тела. Грибы могут быть использованы в качестве потенциальных организмов-биоиндикаторов состояния окружающей среды. Оценка и контроль загрязнения городской среды различными токсикантами является одной из важнейших задач экологического мониторинга. В настоящее время окружа-

ющая среда урбоэкосистем испытывает значительные антропогенные нагрузки, в т.ч. загрязнение тяжелыми металлами (ТМ). Соединения этих элементов обладают высокой подвижностью, биоаккумуляционной способностью и, в отличие от загрязнителей органической природы, включаются в биогеохимические циклы и способны практически бесконечно сохранять свою биологическую активность. Некоторые живые организмы способны к накоплению ТМ в значительных количествах и могут рассматриваться в качестве организмов-биоиндикаторов. В условиях городской среды такими организмами могут быть высшие базидиальные грибы. Известно, что повышенные концентрации токсичных металлов могут содержаться в плодовых телах грибов, собранных на загрязненных территориях. Способность накапливать различные химические элементы в концентрациях значительно более высоких, чем в окружающей среде, является важнейшей особенностью базидиальных макромицетов (Lepsova, Mejstrik, 1988; Warden, Benjamin, 1996; Иванов, Костычев, 2007; Иванов и др., 2008). По мнению некоторых микологов, максимальные концентрации тяжелых металлов накапливаются в плодовых телах ксилотрофных грибов (Чураков и др., 2004).

Особенностью базидиальных грибов, как отмечает ряд исследователей (Поддубный, Христофорова, 1999; Чураков, 2004; Varcan, 1998), является их способность аккумулировать ТМ именно из субстрата, тогда как другие биоиндикаторные организмы концентрируют ТМ из воздуха (мхи, лишайники) или одновременно из нескольких сред (сосудистые растения).

В некоторых работах, посвящённых изучению возможности использования базидиальных грибов в качестве организмов-биоиндикаторов, отмечается отсутствие корреляции содержания ТМ в базидиомах грибов и окружающей среде (Иванов, Костычев, 2007). Это связывают в первую очередь с тем, что уровни накопления элементов, главным образом, определяются не экологической обстановкой, а биологическими особенностями представителей различных видов.

Целью наших исследований являлось изучение биоаккумуляции тяжелых металлов плодовыми телами дереворазрушающего гриба *Polyporus squamosus*.

Нами были проведены исследования в придорожных экотопах города Кирова. Объектом исследований являлись образцы плодовых тел трутовика *Polyporus squamosus*, древесины (субстрата этого гриба) и образцы почв придорожных газонов главных автомагистралей г. Кирова. Критерием выбора точек отбора образцов служили следующие показатели: наличие гриба, интенсивность транспортного потока и частота образования автомобильных пробок на перекрестках. Образцы почвы были отобраны на глубину 0–5 см, плодовые тела срезались ножом, образцы древесины были собраны с той же высоты, где рос гриб.

Polyporus squamosus образует однолетние плодовые тела в течение всего летнего периода с мая по сентябрь. Плодовые тела трутовика собирали на стволах клёна ясенелистного (*Acer negundo*). В собранных биосубстратах определяли валовое содержание меди, цинка, свинца, в почвенных образцах определяли содержание подвижных форм этих металлов (табл.).

**Содержание ТМ (мкг/г) в ряду: почва, древесина клёна,
базидиомы трутовика *Polyporus squamosus***

Зона города	Точка отбора	Высота роста гриба, см	Cu			Zn			Pb		
			почва	дерево	гриб	почва	дерево	гриб	почва	дерево	гриб
Жилая	Розы-Люкс./ Больш., газон	20	0,2	6,5	11,3	53,9	1,6	14,3	8,5	0	4,3
Пром-зона	Искож, парк		5,4	17,8	8,7	45,3	9,3	2,0	6,4	3,5	3,7
Транспортная	Розы-Люкс. – Карла Маркса, газон		0,4	6,9	24,6	46,1	23,3	23,3	4,5	0	19,8
Пром-зона	Шинный завод, парк	50	2,3	2,8	2,7	20,6	4,8	9,4	2,2	0	3,5
Транспортная	Свободы, 135б, газон		0,3	12,3	1,9	30,6	10,7	5,7	1,7	3,2	2,1
Транспортная	Карла Маркса, школа №22, газон	150	2,5	5,5	3,6	90,8	14,4	2,5	12,7	3,2	4,0
	Ленина, 104, газон		12,0	7,0	4,0	233,5	3,0	4,8	67,7	1,8	21,6

Как видно из таблицы, содержание ТМ в базидиомах *Polyporus squamosus* практически не коррелирует с концентрацией этих элементов в субстратах (древесина, почва). В базидиомах трутовика отмечено накопление всех исследуемых тяжелых металлов, причём максимальные концентрации металлов, аккумулярованные в базидиомах очень близки и составляли для Cu – 24,6, Zn – 23,3 и Pb – 21,6 мкг/г. Максимальное валовое содержание меди отмечено для древесины – 17,8 мкг/г, против 24,6 мкг/г в базидиомах трутовика, а количество аккумулярованного цинка (23,3 мкг/г) было практически одинаково для биомассы гриба и древесины. Содержание меди в почве было практически во всех случаях ниже, чем содержание в биомассе плодовых тел гриба и древесины, что свидетельствует о высокой способности этого элемента к биоаккумуляции в тканях живых организмов. Для цинка в тех же условиях отмечена более высокая концентрация подвижных форм именно в почве – в 10 раз превышающая валовое содержание цинка в базидиомах *P. squamosus* и в древесине. Содержание в почве подвижных форм свинца в целом превышало его валовые концентрации в базидиомах и в древесине. Так, если в базидиомах трутовика концентрация свинца колебалась от 2,1 до 21,6 мкг/г, то в древесине его максимальное накопление не превышало 3,5 мкг/г, а в некоторых образцах древесины свинец не обнаруживался. Это может свидетельствовать о большей аккумулярующей спо-

способности трутовика по сравнению с древесиной в отношении этого элемента. Самое сильное загрязнение свинцом объектов исследования наблюдалось в транспортной зоне города, т.е. подтверждается, что основной источник загрязнения окружающей среды города – это автотранспорт.

При сравнении содержания ТМ в базидиомах гриба, в зависимости от высоты их расположения над уровнем почвы, было установлено, что концентрация меди и цинка в плодовых телах гриба снижается по мере увеличения высоты их расположения на стволе дерева (рис.). Это является косвенным свидетельством поглощения этих элементов базидиомами гриба именно из субстрата, а не аэральным путем.

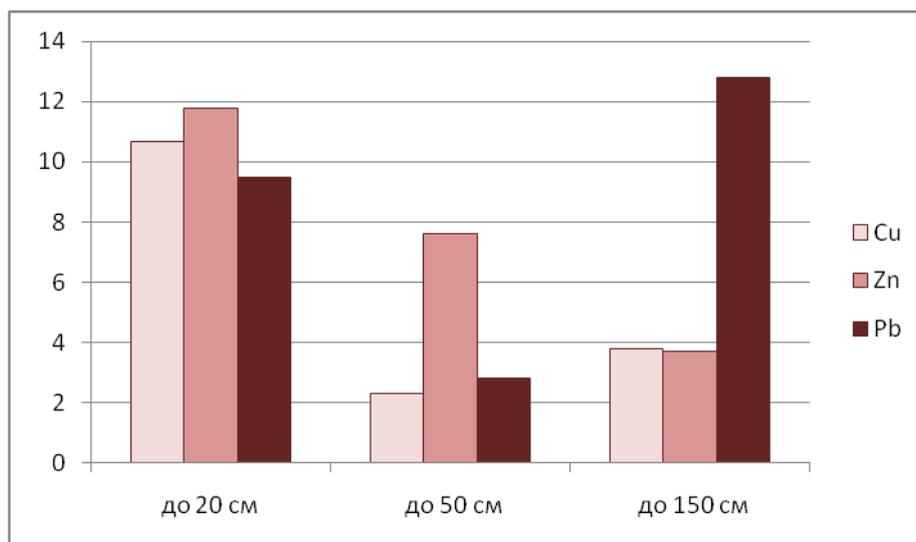


Рис. Среднее содержание ТМ (мкг/г) в древесине и базидиомах *P. squamosus* в зависимости от высоты (см) расположения плодовых тел гриба над уровнем почвы

В то же время, в отношении аккумуляции свинца такая закономерность не обнаруживалась. При относительно низких (1,6–1,89 мкг/г) концентрациях свинца в древесине, его содержание в базидиомах было выше на высоте 150 см, чем на высоте 20 см над землей. Вероятно, свинец может попадать в плодовые тела *P. squamosus* не из субстрата, а другим, возможно, аэральным путем. В литературе отмечается, что основным путем поступления техногенного свинца в городские экосистемы является именно аэральное перенос (Иванов, Костычев, 2007). Учитывая, что базидиомы чешуйчатого трутовика существуют не более двух – трех недель, можно говорить об активной аккумуляции свинца плодовыми телами непосредственно из загрязненного воздуха.

На основании анализа особенностей распределения меди, цинка и свинца в плодовых телах *Polyporus squamosus*, древесине и в почвах городских биотопов с различным уровнем загрязнения ТМ можно сделать вывод, что биоаккумуляция ТМ в грибах определяется химической природой самого элемента, биологическими особенностями грибов, условиями их произрастания. Максимальные уровни накопления отмечены для цинка и меди, гораздо меньшие – для свинца. Уровень суммарного накопления меди, цинка и свинца в плодовых телах грибов, как правило, отражает степень загрязнения ТМ окружающей сре-

ды в конкретном биотопе. *Polyporus squamosus* можно отнести к числу видов-концентраторов ТМ в городской среде.

Литература

Иванов А. И., Костычев А. А. Характер накопления некоторых металлов и мышьяка в базидиомах грибов порядка Boletales // Микология и фитопатология. Т. 41. 2007. С. 500–505.

Иванов А. И., Костычев А. А., Скобанев А. В. Аккумуляция тяжелых металлов и мышьяка базидиомами макромицетов различных эколого-трофических и таксономических групп // Поволжский экологический журнал. 2008. № 3. С. 190–199.

Поддубный А. В., Христофорова Н. К. Оценка качества среды по содержанию тяжелых металлов в опенке осеннем *Armillaria mellea* // Микология и фитопатология. 1999. Т. 3. Вып. 4. С. 271–275.

Чураков Б. П., Зырянова У. П., Пантелеев С. В., Морозова Н. В. Тяжелые металлы в представителях различных эволюционных групп грибов // Микология и фитопатология. 2004. Т. 38. Вып. 2. С. 68–77.

Barcan V. Sh., Kovnatsky E. F., Smetannikova M. S. Absorption of heavy metals in wild berries and edible mushrooms in a area affected by smelter emissions // Water, Air & Soil Pollution. 1998. P. 173–195.

Lepsova A., Mejstrik V. Accumulation of trace elements in the fruiting bodies of macrofungi in the Krusne Hory Mountains, Czechoslovakia // Sci. Total Environ. 1988. V. 76. № 2/3. P. 117–118.

Warden C. R., Bendjamin D. R. Acute renal failure associated with probable *Amanita smithiana* mushroom ingestion // J. Toxicol. Clin. Toxicol. 1996. 34. P. 602.

СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД НА ПОСТТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ОПТИМИЗИРОВАННОЙ СХЕМЫ «ПРИРОДОВОССТАНОВЛЕНИЯ»

И. А. Лиханова

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

В связи с активным нарастанием со второй половины XX в. темпов добычи минерального сырья на севере европейской части России неуклонно увеличивается площадь разрушенных лесных экосистем. Известно, что их уничтожение ведет к нарушению стабильности окружающей среды, сокращению биоразнообразия, негативно влияет на традиционный образ жизни местного населения. Поэтому становится актуальной проблема разработки эффективных методов восстановления лесных экосистем.

В Институте биологии Коми НЦ УрО РАН под руководством И. Б. Арчеговой разработана концепция «природовосстановления» (Арчегова, 1998). Методологически концепция опирается на принцип системности. С этих позиций экосистема представляет систему взаимосвязанных трех основных компонентов – растительного сообщества, фаунистически-микробного комплекса и почвы, объединенных в единство механизмом биологического круговорота органического (растительного) вещества. Целью практических приемов двухэтапной схемы «природовосстановления» является восстановление в полном объеме лесной экосистемы, а не традиционно – только древесного яруса. На первом этапе, «интенсивном», с помощью комплекса агротехнических приемов (внесе-

ние удобрений и посев многолетних трав, адаптированных к северным условиям) в короткие сроки (3–5 лет) формируется деятельный биогенно-аккумулятивный слой почвы. Это создает благоприятную среду для постепенного замещения травянистого сообщества на лесное (Экологические принципы, 2009). С целью ускорения восстановления лесной экосистемы на втором этапе схемы «природовосстановления» нами предложен комплекс приемов, оптимизирующий процесс восстановления древесного яруса лесных экосистем на севере таежной зоны. Он заключается в посадке древесных пород одновременно с комплексом агротехнических приемов на первом («интенсивном») этапе схемы «природовосстановления».

Опыт заложен на территории песчаного карьера № 8 «б» Усинского нефтяного месторождения (Усинский район Республики Коми). Варианты опыта включали посадку крупномерного посадочного материала – дичков *Pinus sylvestris* L., высотой 50 см, *Larix sibirica* Ledeb., высотой 74 см и *Betula pubescens* Ehrh., высотой 43 см из расчета 2500 шт./га. Растения выкапывали из близлежащих естественных лесных экосистем с комом земли 30x30 см. Одновременно с посадкой вносили удобрения (торф 0,5 т/га, N60P60K60) и высевали травосмесь (норма посева 20 кг/га), в состав которой входили *Poa pratensis* L., *Festuca rubra* L., *Festuca pratensis* Huds., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Phleum pratense* L., *Trifolium pratense* L. в равных соотношениях. Ежегодно в течение 4 лет проводили весенние подкормки комплексным минеральным удобрением (N45P45K45). На контрольном участке никаких агротехнических мероприятий, в том числе и посадку древесных растений, не проводили.

По результатам ежегодных наблюдений, приживаемость высаженных растений – высокая. К концу наблюдений (8-й год опыта) сохранность *Pinus sylvestris* – 94%, *Larix sibirica* – 83%, у *Betula pubescens* – 100%. Темпы роста – удовлетворительные (рис. 1).

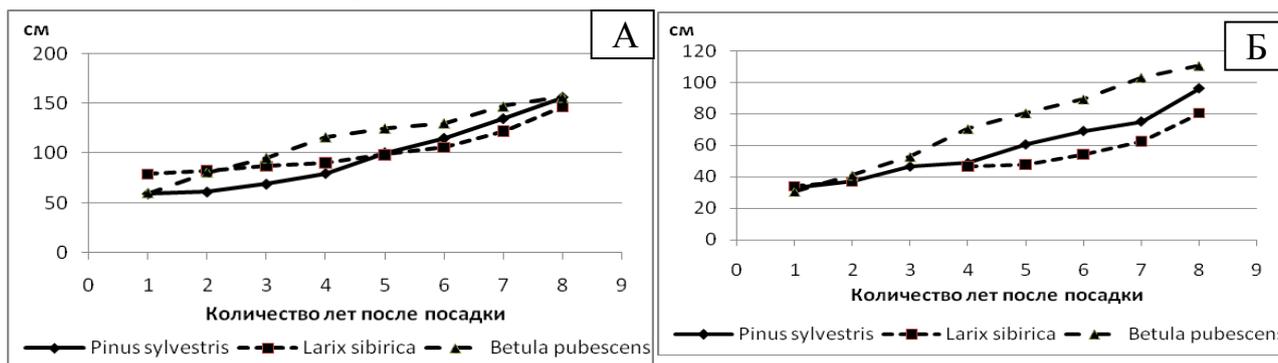


Рис. 1. Динамика высоты (А) и диаметра кроны (Б) по годам у древесных растений в опыте по оптимизации приемов «природовосстановления», с границами доверительных интервалов ($P=0,95$)

С третьего года после посадки годичный прирост *Pinus sylvestris* в высоту увеличивался, достигая на пятый год более 20 см, в последующем оставаясь достаточно стабильным (рис. 2). Приросты в высоту у *Larix sibirica* возросли только на пятый год после посадки при этом вариабельность признака –

высокая. Это свидетельствует о большей длительности процесса адаптации *Larix sibirica* к условиям посттехногенного местообитания.

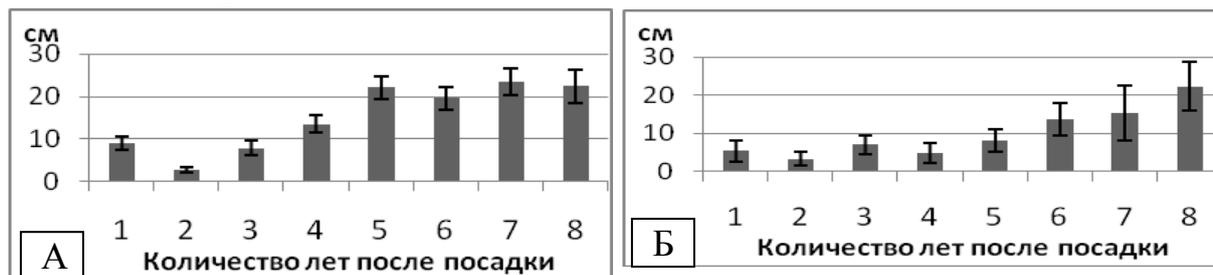


Рис. 2. Динамика годовых приростов в высоту *Pinus sylvestris* (А), *Larix sibirica* (Б) в опыте по оптимизации приемов «природовосстановления», с границами доверительных интервалов ($P=0,95$)

У *Betula pubescens* в отличие от хвойных пород после посадки не наблюдалось падение приростов, характерное для послепосадочной депрессии, прирост колебался около 15–20 см. Быстрая адаптация связана с экологической пластичностью данного вида. С пятого года высота *Betula pubescens* возрастает более плавно, но активно формируется крона (рис. 1).

Агротехнические мероприятия обусловили формирование травяного яруса. Из высеянных видов успешно адаптировалась к условиям песчаного карьера корневищно-рыхлокустовая *Festuca rubra* в связи с малой требовательностью к богатству почв и увлажнению. К концу наблюдений выпадает *Festuca pratensis*, требовательная к влажности почвы, низкое обилие сохраняется у *Bromopsis inermis*, *Poa pratensis* и *Trifolium pratense*, что свидетельствует о важности подбора трав с учетом их возможности адаптироваться к суровым условиям посттехногенных территорий. В травянистый покров со 2-го года опыта внедряются несеянные виды растений, из которых превалирует *Festuca ovina*. На третий год после посева общее проективное покрытие (ОПП) травянистого яруса составляло 30%, к четвертому-пятому – увеличилось до 70–75%. К концу наблюдений ОПП составляло 50%, что связано с прекращением внесения удобрений («интенсивного» этапа). С закреплением субстрата травами (2–3 гг. опыта) начинает формироваться моховой покров, представленный пионерными видами. К восьмому году *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid., *Polytrichum piliferum* Hedw. покрывают более половины площади участка. Контрольный участок остается полностью лишенным растительного покрова.

В соответствии с развитием напочвенного растительного покрова и накоплением растительной морт-массы происходят изменения в субстрате. На опытных участках с проведением «интенсивного» этапа, несмотря на недостатки использованной травосмеси, на поверхности субстрата отмечен рыхлый слой отмерших растительных остатков (подстилка), под которым выделяется уплотненный массой корней растений слой до 3(5) см (одернованный). При замедленном разложении отмершей растительной массы в условиях Севера аккумуляция органического углерода в субстрате идет медленно (рис. 3). Следует отметить положительный тренд в изменении элементов-биогенов (рис. 4–6), что связано и с начавшимся развитием биологического оборота органического ве-

щества. На контрольном участке за годы наблюдений не отмечены изменения ни в морфологическом строении, ни в агрохимических показателях субстрата (рис. 3–6).

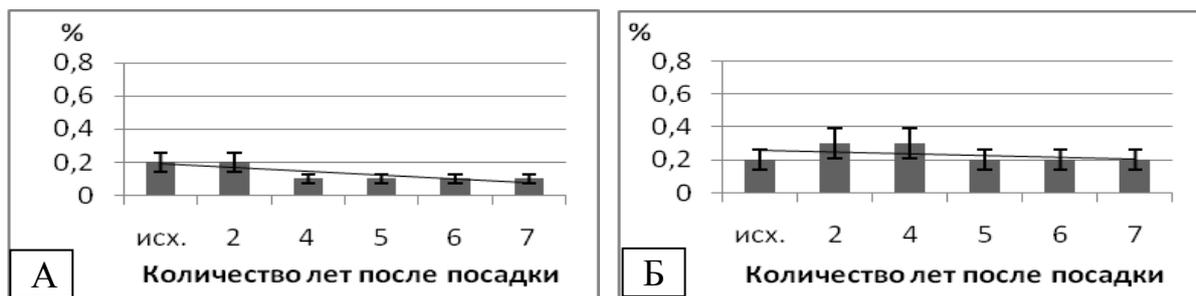


Рис. 3. Динамика содержания органического углерода (%) по годам в верхнем слое субстратов на контрольном (А) и опытном участке с посадкой *Pinus sylvestris* (Б)

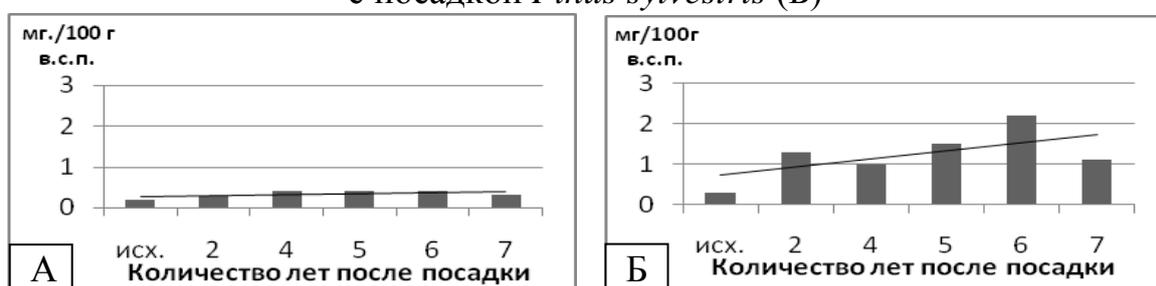


Рис. 4. Динамика содержания гидролизуемого азота (мг/100г.в.с.п.) в верхнем слое субстратов на контрольном (А) и опытном участке с посадкой *Pinus sylvestris* (Б)

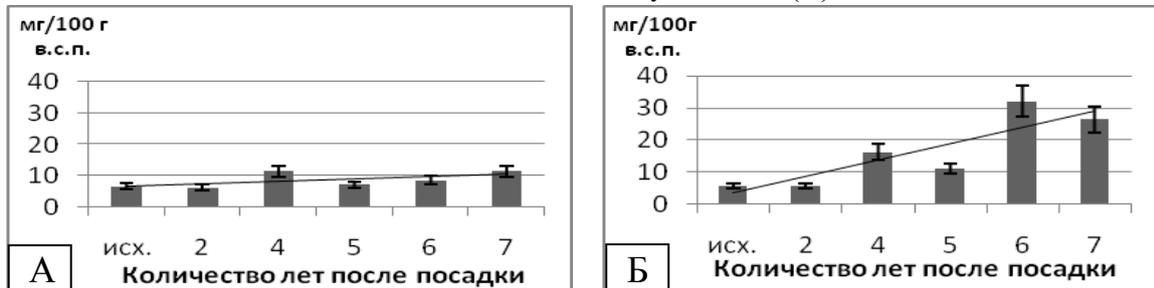


Рис. 5. Динамика содержания оксида фосфора (мг/100г.в.с.п.) в верхнем слое субстратов на контрольном (А) и опытном участке с посадкой *Pinus sylvestris* (Б)

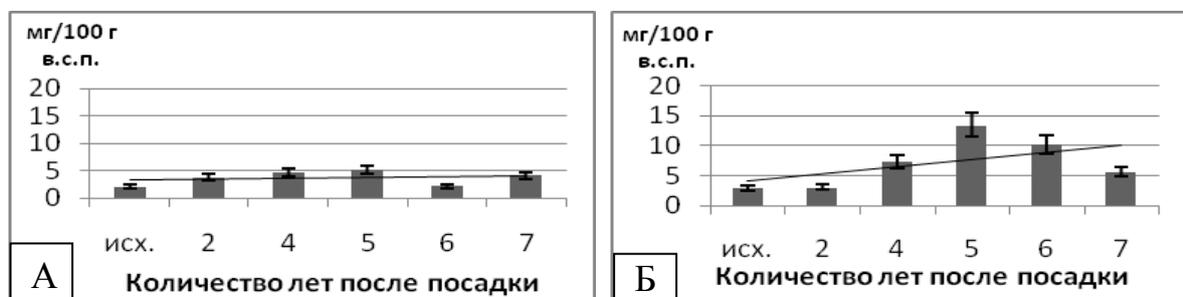


Рис. 6. Динамика содержания оксида калия (мг/100г.в.с.п.) в верхнем слое субстратов на контрольном (А) и опытном участке с посадкой *Pinus sylvestris* (Б)

Как показали результаты опыта, процесс формирования лесной экосистемы возможно ускорить путем посадки древесных растений на первом «интенсивном» этапе схемы «природовосстановления». Сочетание интенсивных агроприемов с использованием крупномерных саженцев, высаживаемых с комом земли, обеспечивает высокую приживаемость древесных растений, их активный рост при развитии травянистого покрова, что обеспечивает одновременное преобразование техногенного субстрата и формирование почвы как компонента лесной экосистемы.

Все использованные в опыте древесные растения могут быть рекомендованы для «природовосстановления». Наиболее быстро адаптируются к условиям посттехногенных территорий с песчаным субстратом – *Pinus sylvestris* и *Betula pubescens*, менее – *Larix sibirica*, что должно учитываться при проведении восстановительных мероприятий. Из травянистых растений, использованных в опыте, для посева на песчаных субстратах можно рекомендовать *Festuca rubra*.

Выражаю благодарность А. М. Потемкину, Ю. В. Холопову, О. А. Любимовой, В. А. Ковалевой за помощь при проведении полевых исследований и И. Б. Арчеговой за ценные советы при подготовке материалов.

Литература

Арчегова И. Б. Эффективная система природовосстановления – основа перспективного природопользования на Крайнем Севере, Сыктывкар. 1998. 12 с. (Научные доклады / Коми НЦ УрО РАН; Вып. 412).

Экологические принципы природопользования и природовосстановления на Севере. Сыктывкар, 2009. 176 с.

ЭКОЛОГО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БИОРЕМЕДИАЦИИ ПОЧВЕННЫХ СРЕД

В. С. Артамонова

*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН,
artamonova@issa.nsc.ru, artamonovavs@ngs.ru*

Эволюционно на протяжении многих эпох на разных геологических породах под разной растительностью, в разных климатических условиях формировались своеобразные жизнеобитаемые почвенные среды. Они сосредоточены в почвенной оболочке нашей планеты, составляют часть педосферы, где наблюдается высокая концентрация и разнообразие жизни. Почвенный покров представляет собой сложную, структурно организованную, глобальную природную систему на поверхности земной суши (Добровольский, 2012). Однако современные техногенные и урбаногенные нагрузки существенно меняют среды жизни независимо от географии и генезиса почв. Загрязнение и механическое перемешивание почвенных горизонтов, скальпирование гумусового слоя, снос органо-минеральной массы, изменение гидротермического режима и физической структуры, разнообразия и активности агентов почвообразования и самоочищения сопровождаются биологической деградацией почв, развитием

фитотоксичности, токсикоза, токсигенности. Происходит снижение плодородия, рост «земельного голода», о котором предупреждал еще в начале прошлого века В. И. Вильямс.

Восстановление утраченных свойств почв в техногенных ландшафтах особенно проблематично. Во-первых, оно долговременно и затратно, во-вторых, не всегда предсказуемо. Учитывая, что даже вокруг новых шахт плановая рекультивация не превышает 2% ежегодной потери земель, ожидать появления плодородных качественных почв в обозримом будущем сложно. Осуществление ускоренного новообразования почв представляется возможным для озеленения, газонного и цветочного оформления. Вокруг складированных промышленных отходов: золошлаков и рудных шламов, как и отвалов типа железо-, медно-, золоторудных и угольных, целесообразно создавать пограничные резервации с формированием в них биогеохимических барьеров.

Минеральные отходы обуславливают образование высоко минерализованных растворов (рассолов до рапы) и представляют не только потенциальную, но и реальную угрозу загрязнения почв, поверхностных и грунтовых вод тяжелыми металлами, в том числе и особо опасными. На месте расположения хвостохранилищ полиметаллических руд и техногенных озер, такие биогеохимические барьеры частично предотвратят миграцию экотоксикантов. Как известно, высокая доля металлов в твердом веществе, находящихся в легкоподвижной форме, позволяет им быстро переходить в раствор, а кислая и ультракислая среда способствует транспорту в растворенных формах. Универсального барьера, способного концентрировать металлы, пока нет, и, скорее всего, для каждой конкретной ситуации окажется свой тип (Бортникова и др., 2006). Эксперименты с различными природными веществами (известняк, глина, фосфориты, донные осадки, почва) дают основу для поиска смесей, способных нейтрализовать растворы и затем осаждать из них металлы в виде труднорастворимых соединений или сорбированных форм. Интересными могут оказаться результаты с вторичным использованием углерод- и шунгитсодержащих субстратов. Сведений о поведении живых организмов, в том числе эдафофильных, мигрирующих с сопредельных территорий, как и организмов других жизнеобитаемых сред, в формирующихся биогеохимических барьерах нет. Экологическая и геохимическая роль микроорганизмов в них требует глубокого исследования.

В последние два десятилетия отечественные технологии повышения качества жизни почвенного населения ориентированы на биологические подходы. Среди экологически значимых приемов заслуживает внимания внесение почвоулучшителей, в частности обеззараженных осадков сточных вод, вермикулированных компостов – биогумуса, сапропеля, торфа, гуматов, а также эффективных микробных добавок в сочетании с сорбентами экотоксикантов (активированного угля, шунгита) и без них. Востребованы знания об аборигенных микроорганизмах как средообразующей компоненте и как эффективным агентам оздоровления в ЭМ-технологиях. Важными аспектами научных изысканий оказались взаимоотношения привнесенной и адаптированной исходной микробиоты, особенности метаболизма и продуцирования антибиотиков, пигментов, соб-

ственно токсинов, агрессивных соединений и их нейтрализующих веществ – антидотов.

Стремление к радикальному, ускоренному улучшению биогенного статуса нарушенных земель, как и формирование в них необходимых условий для развития полезной микрофлоры, остро нуждается в пространственно-временной характеристике токсигенных и токсобных очагов, разработке системы ранней диагностики развития вредоносной микрофлоры, расшифровке механизмов развития фунги- и бактериостазиса почв разного генезиса и географии. Недоучет экологии микроорганизмов и микробиотических отношений между интродуцированными, как аборигенными, так и чуждыми для конкретных мест резидентами, а также специализированными видами в обстановке трансформированной среды, возможно, является причиной технологических неудач. Неслучайно, появилось новое направление – «экоремедиация».

Биоремедиация – *bioremediation*: переводится с греч. *bio(s)* – жизнь; с англ. *remedy* – лекарство, средство от болезни, средство защиты, возмещение, вылечивание, исправление. Впервые термин «фиторемедиация» (*fito* – растение, *ремедиация* – возмещение ущерба) использовал американский ученый И. Раскин в 1994 г. (Квеситадзе и др., 2005). В отечественной литературе по экологии и биологии «биоремедиация» означает биологическое восстановление, биологическое оздоровление. В литературе по биотехнологии, генной инженерии рассматривается как: часть биотехнологии; комплекс методов очистки вод, грунтов и атмосферы с использованием метаболического потенциала биологических объектов: растений, грибов, насекомых, червей и других организмов; набор техник, основанных на применении биологических агентов очистки почв и грунтов от поллютантов; удаление посторонних или вредных агентов из воздуха, вод и почвы с помощью метаболических возможностей живых организмов (микроорганизмов, растений, водорослей и др.), способствующих фильтрации и/или разложению примесей и восстановлению первичных свойств элементов среды; биологическая очистка; биodeградация. Такая многозначность слова в русской лексике свидетельствует о стремлении исследователей разного профиля улучшить качество жизнеобитаемых сред, реализующих ремедиационные возможности организмов разного таксономического положения и метаболизма.

К настоящему времени биоремедиантами зарекомендовали себя высшие растения, мхи, микроорганизмы, животные. Появились такие направления как фито-, брио-, фунго-, альго-, микробо-, зооремедиация. Но наиболее глубоко аргументирована и апробирована лишь фиторемедиация, наименее – зооремедиация. Из-за соображений экологической безопасности олигохеты *Eisenia foetida* и *E. irregularis* предлагается использовать на конечных этапах очистки почв от нефтезагрязнения.

Пристальное внимание к микроорганизмам как агенту ремедиации загрязненных и нарушенных почв обусловлено их способностью временно адсорбировать экотоксиканты внеклеточно – в слизистой оболочке клеток, трихомов, гиф, спор и внутриклеточно – в вакуолях, что означает иммобилизацию вредных соединений и предотвращение их миграции по трофическим цепям.

Кроме этого, микроорганизмы утилизируют некоторые поллютанты и ксенобиотики с целью получения энергии и элементов питания, что способствует биодеградации нежелательных соединений. Использование метаболического разнообразия аборигенных микроорганизмов, в том числе набора эффективных, агрономически ценных, подразумевает реализацию экологического способа оздоровления почвенной среды. Другое направление – инокуляция загрязненных субстратов геномодифицированными микроорганизмами, перспективно, но пока еще разрабатывается. ГМО зачастую вызывают у многих реакцию, схожую с атомными станциями.

Важная особенность микроорганизмов – это присутствие у них природных вне- и внутриклеточных факторов адаптации к экстремальным условиям жизни, в том числе к токсичным средам, малоприспособленным для растений. Экзофакторы: протекторы – стабилизаторы; вещества сигнальной природы – индукторы защитных механизмов клетки; соединения нейтрализующего действия, «противоядия» – антидоты. Эндофакторы: гены, ответственные за устойчивость к токсичным ионам металлов (Cu, Pb, Cd, Ni). Они локализованы в плазмидной ДНК и способны передаваться близкородственным видам; а также гены, ответственные за устойчивость к токсинам микробного происхождения. Например, у микромицетов синтез определенных токсинов и устойчивость к ним контролируется *killer*-плазмидами. Особи, обладающие ими, способны убивать тех, кто их не имеют.

Однако конечный результат микроремедиации в техногенных ландшафтах пока трудно прогнозируем, не всегда положителен и стабилен. Однозначно ответить на вопрос – почему так происходит, сложно. Следует перечислить некоторые из причин. Это гетерогенность сред, их экологическое разнообразие при дефиците трофических ресурсов. Такие условия недостаточно изучены в плане преобразования микроорганизмами нормы реагирования организмов в новых условиях среды жизни. Как известно, границы исторически обусловленной среды обитания, так называемой ниши, в основном, определяют биотические факторы: пища, враги, конкурирующие виды. На техногенных (минеральных) землях, особенно маложизненных субстратах, враги и конкуренты долгое время отсутствуют, и такой биотический барьер как трофические источники существования, малозначим. Это подтверждают физиологические и морфо-культуральные особенности выживающих микроорганизмов. Бактерии и микромицеты олиготрофны по углероду и азоту, бактерии представлены мелкоколониальным набором психро-, мезо- и термофилов, микромицеты – быстрорастущими, мелкоконидиальными и нитчатými формами. Характерной особенностью жизнеспособных бактерий является переход в преданабиотическое состояние, о чем свидетельствует измельченность колоний до уровня карликовости, точечности, а микромицетов – высокая скорость роста при ограниченных возможностях питания. Последнее, возможно, достигается за счет эволюционно приспособленных форм, высокого сродства их систем поглощения к потребляемому дефицитному веществу. Судьба интродуцируемых бактерий в таких условиях не изучена. По-видимому, большая их часть окажется неадаптированной и погибнет. Но можно предположить, что в корневой зоне растений, где ак-

тивно формируются микробо-растительные ассоциации, наблюдается бактерио-идо- и микоризообразование, образование прикорневых почвенных агрегатов, микробные добавки окажутся не только источником пищи, энергии, метаболитов, но также ресурсом элиминации органических поллютантов из загрязненной почвы. Хотя не все микроорганизмы деградируют органические загрязнители одним и тем же способом. В отсутствии специфического интродуцента ризосферное превращение органических загрязнителей не эффективно (Турковская, Муратова, 2005).

Еще одной причиной может быть слабая выживаемость микрофлоры, заносимой коммерческими ЭМ-препаратами. Они представляют собой порошкообразные, таблетированные, ампульные, эмульсионные варианты, но не содержат сведений о жизнеспособности, видовом и физиологическом составе грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов, их титре, как, например, в большинстве аннотаций, прилагаемых к лечебным препаратам для человека и животных. В то же время недостаточно сведений о специализации микрофлоры, способной окислять или восстанавливать токсические вещества, утилизировать конкретные загрязнители, например, углеводороды, пестициды. Поэтому прогнозирование эффекта подобных препаратов как биоремедиаторов (оздоровителей) больных (загрязненных и деградированных) почв в тех или иных географических условиях пока очень условно. Необходима также централизованная сертификация биоремедиационных добавок любого происхождения.

Другой причиной является недоучет небиогенной части жизнеобитаемой среды почвы, ее физического статуса. Есть сведения, что оптимальная для развития корней почвенная структура на отвалах должна представлять округлые агрегаты, слабо прижатые друг к другу, которые по размерам соответствуют классам кубических и полиэдрических агрегатов. Появляющаяся нестабильность почвенной структуры – недостаточность сцепления частиц почвы друг с другом из-за низкой водоудерживающей способности, ведет к дефициту влаги, ослаблению адгезии частиц почвы на корнях, и как результат – взаимодействию почвенных минералов и корней, медленному развитию бактерий и грибов. Плохая почвенная структура и высокая фильтрационная способность вскрышного материала могут тормозить развитие корней растений и микроорганизмов. К настоящему времени имеются интересные наработки о биоремедиационных возможностях микроорганизмов в почвах Кировской области, Удмуртии, Подмосковья, Предуралья, Урала, Западной Сибири. Получены сведения об иммобилизации экотоксикантов аквафиторемедиантами (ряской и гиацинтом) и одновременном снижении содержания токсигенной микрофлоры – бактерий группы кишечной палочки (Артамонова и др., 2004; 2005), биопленками цианобактерий в техногенных почвах (Артамонова и др., 2010). Не менее значимы сведения об аккумуляции токсичных металлов и неметаллов укорененными и плавающими растениями, в том числе водорослями в техногенных озерах (Бортникова и др., 2006). В надземной части рогоза концентрация Pb превышает в 1500 раз таковую в иловых растворах и в 1200 раз – в подземной части. Хвощ и осока имеют схожую тенденцию. Водоросли активно поглощают Zn,

Cu, Pb и Cd. Таким образом, интенсификация исследований в области экологии новообразованных сред обитания, как и биоремедиации, очевидна. Изучение стратегии выживания микроорганизмов в условиях токсического воздействия органических и неорганических агентов загрязнения, подбор микробных иммобилизаторов экотоксикантов в корнеобитаемом слое обеспечит обоснование теоретических предпосылок для их применения при создании биогеохимических барьеров в природно-техногенных ландшафтах.

Литература

Артамонова В.С. и др. Микробная диагностика токсигенных свойств почв // Сибирский экол. ж. Т. 11. № 3. 2004. С. 289–300.

Бортникова С. Б., Гаськова О. Л., Бессонова Е. П. Геохимия техногенных систем. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2006. 169 с.

Добровольский Г. В. Педосфера как оболочка высокой концентрации и разнообразия жизни на планете Земля // Почвы в биосфере и жизни человека. 2012. М.: Изд-во Моск. Гос. Ун-та леса, С. 20–34.

Квеситадзе Г. И. и др. Метаболизм антропогенных токсикантов в высших растениях. М.: Наука, 2005. 199 с.

Турковская О. В., Муратова А. Ю. Биодegradация органических поллютантов в корневой зоне растений // Молекулярные основы взаимоотношений ассоциативных микроорганизмов с растениями. М.: Наука, 2005. С. 180–208.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

М. В. Ахмадиев, Л. В. Рудакова, Э. Х. Сакаева

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
zatomk-max@yandex.ru*

Попадание в почву различных ксенобиотиков, вследствие интенсивной техногенной деятельности, приводит к деградации значительных земельных площадей. Ксенобиотики, накапливаясь в поверхностном слое почвы в процессе их сорбции почвенным гумусом, выполняющего роль природного сорбента, способны мигрировать по почвенному профилю в зависимости от степени растворимости в водной среде.

В Пермском крае к числу приоритетных загрязнителей почв относятся углеводороды нефти, эмиссия которых обусловлена деятельностью предприятий, связанных с нефтедобычей, транспортировкой нефти и ее переработкой. При попадании нефтепродуктов в почву загрязненная почва становится основным трофическим субстратом для углеводородокисляющих микроорганизмов. Происходит угнетение почвенных биоценозов, растительных и животных сообществ. Подавляется биологическая активность почвы (Оборин, 2008).

Восстановление нефтезагрязненных территорий осуществляется в течение длительного времени, является многоэтапным процессом. Он требует системного подхода и комплексного экономически обоснованного и экологически безопасного решения, внедрение которого обеспечит выполнение требований природоохранного законодательства.

В настоящее время применяются различные технологии восстановления нефтезагрязненных почв, основанные на механических, физико-химических и биологических методах, выбор которых обусловлен, во-первых, исходным содержанием нефтепродуктов в почве, во-вторых региональными или иными требованиями к остаточному содержанию нефтепродуктов. В то же время наличие широкого спектра технологий и технических решений в области восстановления техногенно нарушенных территорий не всегда позволяет обеспечить необходимую эффективность процесса. В большей степени это свойственно биологическим методам, поскольку с учетом разнообразия природно-климатических особенностей территорий, физико-химических свойств нефти разных месторождений, условий процесса восстановления, конечные результаты трудно прогнозируются.

Цель работы заключалась в разработке методического подхода к восстановлению техногенно нарушенной территории биологическими методами на основании экспериментальных исследований процессов биодеструкции углеводородов в нефтезагрязненной почве (НЗП).

Объект исследования – земельный участок на территории Пермского края, загрязненный углеводородами нефти в результате аварийного прорыва нефтепровода. Восстановление территории проводили методом биоремедиации почвы, реализованным в виде биореакторной технологии. Нефтезагрязненную дерново-подзолистую почву помещали на 80 суток в биореактор дискретно-непрерывного действия, в котором поддерживали оптимальные для жизнедеятельности почвенной микрофлоры условия (Ахмадиев и др., 2012; Рудакова и др., 2011).

В процессе восстановления НЗП оценивались микробиологические показатели и суммарное содержание нефтепродуктов в почве (табл.).

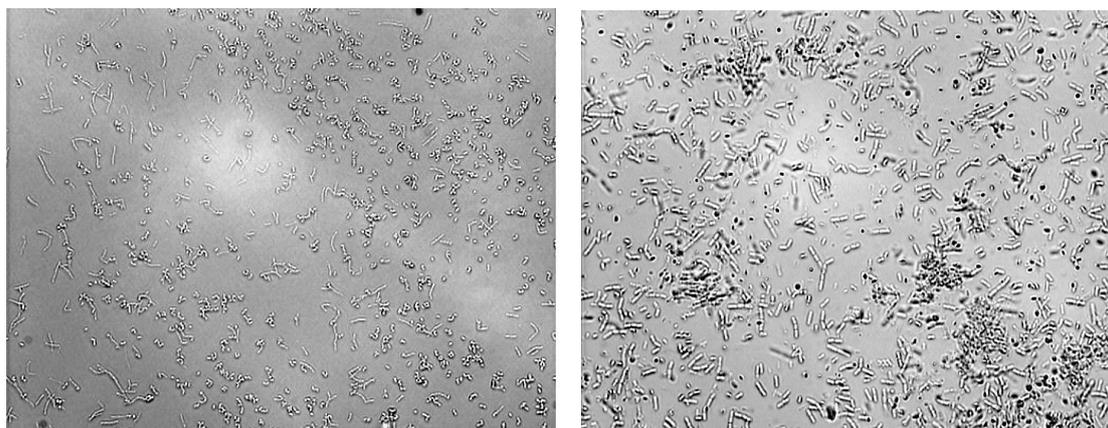
Основным показателем динамики процесса очистки НЗП являлась концентрация нефтепродуктов в почве, которая за 80 дней экспозиции снизилась с 75,0 до 7,1 г/кг (эффективность очистки 90,5%).

Оценка микробиологических показателей в ходе экспериментальных исследований показала, что загрязнение почвы нефтепродуктами вызывает угнетение микроскопических грибов и актиномицетов, но способствует развитию групп углеводородокисляющих микроорганизмов (УВОМ), использующих углеводороды в качестве источника углерода в процессах жизнедеятельности. При восстановлении НЗП были выделены штаммы УВОМ на твердых селективных средах «К» и среде Таусона (рис. 1), которые в дальнейшем были использованы для приготовления бактериального препарата УВОМ из аборигенной почвенной микрофлоры. Бактериальный препарат был использован для интенсификации процесса биоремедиации НЗП.

Биодеградация углеводородов нефти происходила при участии различных групп УВОМ: *Acinetobacter sp.*, *Artrobacter sp.*, *Bacillus sp.*, *Gordona sp.*, *Micrococcus sp.*, *Nocardia sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Rhodococcus sp.*

**Изменение основных характеристик НЗП в процессе восстановления
нарушенной территории**

№	Показатели	Нефтезагрязненная почва	Очищенная почва	Фон (дерново-подзолистая почва)
1	Концентрация нефтепродуктов, г/кг	75,0	7,1	1,4
2	Количество УВОМ, КОЕ/г	$(9,30 \pm 2,70) \times 10^5$	$(1,64 \pm 0,90) \times 10^3$	Не обнаружено.
3	Количество сапрофитов, КОЕ/г	$(7,20 \pm 1,30) \times 10^5$	$(2,80 \pm 0,80) \times 10^6$	$(3,14 \pm 2,00) \times 10^3$
4	Обрастание комочков бактериями рода <i>Azotobacter</i> , %	10,0	100,0	90,0
5	Олигонитрофилы, КОЕ/г	$(2,00 \pm 0,50) \times 10^5$	$(1,30 \pm 0,40) \times 10^3$	$(2,30 \pm 5,50) \times 10^1$
6	Актиномицеты, КОЕ/г	Не обнаружено.	$(3,10 \pm 1,10) \times 10^4$	$(3,40 \pm 6,70) \times 10^1$
7	Микроскопические грибы, КОЕ/г	Не обнаружено.	$(5,00 \pm 1,40) \times 10^4$	$(7,10 \pm 3,10) \times 10^2$
8	Общий счет микроорганизмов, кл/г	$(1,24 \pm 0,75) \times 10^8$	$(1,02 \pm 0,40) \times 10^9$	$(2,40 \pm 1,70) \times 10^7$



Ср. К. Ср. Таусона
Рис. 1. УВОМ, выделенные в процессе очистки из НЗП

Интенсивная биодеструкция нефти с участием УВОМ происходила в диапазоне концентраций углеводородов в почве от 75 до 10 г/кг, после чего отмечалось снижение скорости процесса окисления, обусловленное снижением численности микроорганизмов, испытывающих недостаток питательных элементов. Процесс дальнейшей очистки НЗП сопровождался появлением микроскопических грибов (родов *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, *Penicillium sp.*, *Scedosporium sp.* и др.) и дрожжей (родов *Candida sp.*, *Saccharomyces sp.* и др.), способных усваивать низкие концентрации углеводородов (рис. 2). Эффективность очистки на этом этапе составила 29%.

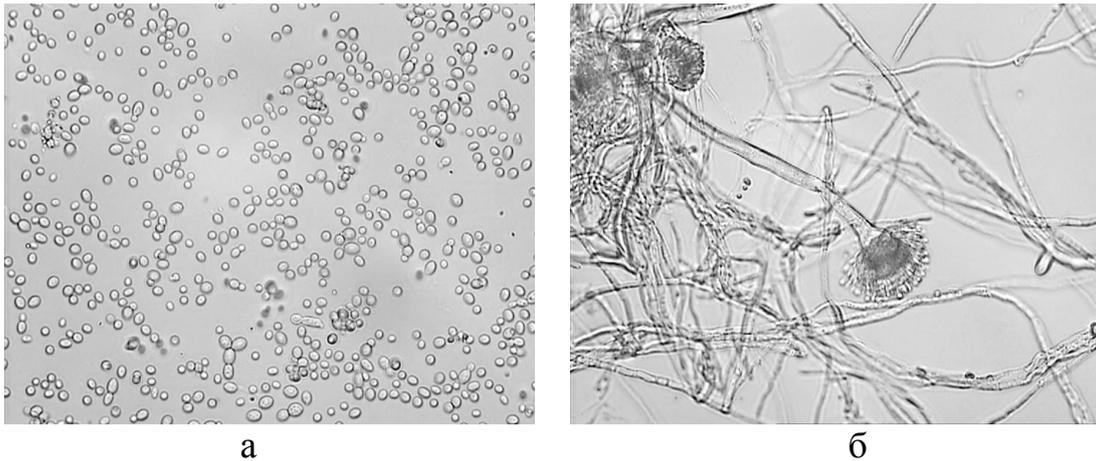


Рис. 2. Почвенная микрофлора, играющая основную роль в процессе окисления остаточных концентраций нефтепродуктов в почве;
 а-Микроскопические дрожжи рода *Saccharomyces sp.*;
 б-Микроскопические грибы рода *Aspergillus sp.*

По итогам экспериментальных исследований были получены данные по динамике биодеструкции, определены основные физиологические группы микроорганизмов, участвующих в биодеградации углеводов, предложена методика рекультивации нефтезагрязненной территории с применением биореакторной технологии.

Полученные экспериментальные данные можно использовать для разработки методического подхода к восстановлению техногенно нарушенных территорий методами биотехнологии.

Разработанная методика включает 4 основных этапа:

1 этап. Рекогносцировочное обследование и первичная оценка нарушенной территории.

Рекогносцировочное обследование нарушенной территории с целью первичной оценки площади и степени загрязнения территории посредством визуального осмотра, отбора и анализа проб загрязненной почвы.

2 этап. Разработка программы рекультивации нарушенной территории.

Разработка программы рекультивации техногенно нарушенной территории на основании исследований скорости биодеструкции углеводов и аборигенных групп УВОМ с целью прогнозирования динамики процесса восстановления. При разработке мер по рекультивации следует принимать во внимание природно-климатические особенности территории и фракционный состав нефти. В соответствии с этим производить выбор технологии рекультивации по технико-экономическим параметрам в соответствии с направлением дальнейшего использования территории.

3 этап. Рекультивация техногенно нарушенной территории.

В соответствии с разработанной программой по восстановлению техногенно нарушенной территории произвести рекультивационные мероприятия, с контролем процесса восстановления почвы по физико-химическим (суммарная концентрация нефтепродуктов) и микробиологическим показателям (числен-

ность УВОМ, сапрофитов, актиномицетов, микроскопических грибов и бактерий рода *Azotobacter*).

4 этап. Пострекультивационные мероприятия.

Проведения планового мониторинга состояния территории. Оценка остаточных рисков для окружающей среды и здоровья человека.

Предложенная методика восстановления техногенно нарушенной территории может быть применена при загрязнении почвы различными ксенобиотиками. Скорость процесса восстановления будет зависеть от свойств ксенобиотика, его концентрации в почве, а также способности к миграции по почвенному профилю.

Литература

Ахмадиев М. В., Рудакова Л. В., Сакаева Э. Х. Разработка исходных данных для проектирования опытно-промышленного биореактора по биоремедиации нефтезагрязненных почв // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. М., 2012. № 7. С. 34–37.

Оборин А. А. Нефтезагрязненные биогеоценозы: монография. Пермь: Перм. гос. техн. ун-т, 2008. 511 с.

Рудакова Л. В., Сакаева Э. Х., Петров В. Ю., Использование биореакторной технологии при восстановлении нефтезагрязненных почв // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. М., 2011. № 7. С. 35–38.

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРИЗАЦИИ СЫВОРОТКИ КРОВИ КРЫС ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

*Н. И. Востриков, А. К. Мартусевич, А. А. Мартусевич, Н. К. Мазина,
О. Б. Жданова, Л. Р. Мутушвили, А. А. Ковалев*

*Кировская государственная медицинская академия,
Нижегородский научно-исследовательский институт
травматологии и ортопедии,*

Вятская государственная сельскохозяйственная академия

Известно, что в условиях физической нагрузки единой реакцией на раздражитель является общий адаптационный синдром, направленный на мобилизацию резервных возможностей и перестройку гомеостатических механизмов. Важно, что даже в рамках универсальной адаптационной реакции воздействие конкретных агентов несет в себе различные по выраженности черты специфичности, что детерминирует соответствующие особенности ответа организма, в той или иной степени трансформирующие проявления адаптационного синдрома. В связи с этим, целью работы служило изучение влияния кратковременной физической нагрузки на физико-химические свойства сыворотки крови лабораторных грызунов. В качестве экспериментальных животных используют 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 °С.

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. При необходимости исследовать вещества, требующие длительного применения, после рандомизации животным вводят исследуемое вещество в течение 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).

Исследование проведено на 20 нелинейных белых крысах-самках. Животные прошли карантин и акклиматизацию в условиях вивария в течение 14 суток. Крысы были разделены на 2 равные по численности группы: интактная (не производили никаких манипуляций); крысы, подвергнутые физической нагрузке в виде плавания продолжительностью 15 минут с грузом, составляющим 10% от массы тела животного (температура воды 26–28 °С). Забор крови производили из подъязычной вены через 15, 30, 60, 120 минут после воздействия и через сутки. В целях изучения кристаллогенных свойств сыворотки и мочи животных приготавливали их кристаллоскопические микропрепараты (фации) (Мартусевич, Гришина, 2009). В качестве наиболее информативных параметров оценки кристаллограмм применяли кристаллизуемость и степень деструкции структур фации. Полученные данные были обработаны с помощью пакетов прикладных программ Statistica 6.0 и Microsoft Excel с использованием методов одномерной статистики.

Результаты. Кристаллизуемость, являясь основным количественным визуаметрическим маркером способности биологического субстрата к формированию кристаллов, отражает активность процесса кристаллогенеза. Плавание в холодной воде привело к выраженному усилению кристаллизации, что может быть вызвано целым комплексом факторов, в числе которых общий адаптационный синдром; каскад реакций, ассоциированных с низкотемпературным стрессом, связанный с выделением белков холодового шока, способствующих структуризации биосреды, а также повышением двигательной активности крыс с нарастанием лактатемии. Последнее обусловлено тем обстоятельством, что для лактата натрия продемонстрировано стимулирующее действие на кристаллогенный потенциал биожидкостей.

Правильность протекания процессов кристаллизации изучалась с помощью оценки степени деструкции кристаллоскопической фации. Данный пара-

метр в опытной группе (тест плавания) оставался выше аналогичного показателя интактных животных на протяжении всего эксперимента. В группе, животные которой подверглись кратковременной физической нагрузке, максимальная деструкция образца регистрировалась на 30–60-й минутах эксперимента с последующим снижением уровня параметра к суткам с момента начала эксперимента.

Таким образом, 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.). Сложность установления причинно-следственных связей между различными параметрами, характеризующими состояние мембран и метаболизм клеток, а также оценки удельного веса отдельных молекулярных механизмов в реализации мембранодеструктивных процессов обусловлены тесной взаимосвязью данных факторов между собой. В наших исследованиях с применением интегрального параметра оценки физико-химических свойств биологической жидкости – ее кристаллогенной активности – показаны особенности временной организации кристаллогенных свойств в динамике ответа на физическую нагрузку (плавание). Однако получение обобщающих положений о базисных механизмах и общих закономерностях реагирования разнообразных биосистем на стрессовые воздействия не только сулит успех для понимания общебиологических законов развития патологических процессов, но и позволяет по-новому взглянуть на методологию их коррекции, в том числе медикаментозными средствами.

Литература

Мартусевич А. К., Камакин Н. Ф. Кристаллография биологической жидкости как метод оценки ее физико-химических свойств // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2007. Т. 143. № 3. С. 358–360.

Пошивалов В. П. Этологический атлас для фармакологических исследований на лабораторных грызунах. М.: Деп. В ВИНТИ, № 3164-78. 1978.

Научное издание

Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем

Материалы

Всероссийской научно-практической конференции

с международным участием

4–5 декабря 2012 г.

Редакторы: Т. Я. Ашихмина, Н. М. Алалыкина

Верстка: Е. М. Кардакова

Допечатная подготовка: ООО «Лобань»

Подписано к печати 28.11.2012 г. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Гарнитура Times. Усл. п. л. 14,6

Тираж 200 экз. Заказ №561

Вятский государственный гуманитарный университет,
610002, г. Киров, ул. Красноармейская, 26.

Отпечатано в типографии «Лобань», г. Киров, ул. Большевиков, 50.