



Материалы
Всероссийской научно-практической
конференции

**Проблемы
региональной экологии
в условиях
устойчивого развития**

Выпуск VII

ЧАСТЬ 2

**Киров
2009**

Правительство Кировской области
Управление охраны окружающей среды
и природопользования Кировской области
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
Вятский государственный гуманитарный университет

Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития

Материалы

Всероссийской научно-практической конференции

1–2 декабря 2009 г.

ВЫПУСК VII

ЧАСТЬ 2

Киров 2009

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Вятского государственного гуманитарного университета

Редакционная коллегия:

Т. Я. Ашихмина, профессор, д. т. н.,
Л. И. Домрачева, профессор, д. б. н.,
И. Г. Широких, профессор, д. б. н.
А. И. Видякин, профессор, д. б. н.,
А. М. Слободчиков, профессор, к. х.н.
Н. М. Алалыкина, доцент, к. б. н.,
Л. В. Кондакова, доцент, к. б. н.,
Г.А. Воронина, доцент, к. б. н.
С. Ю. Огородникова, с. н. с., к. б. н.
Г. Я. Кантор, с. н. с., к. т. н.
С. Г. Скугорева, н. с., к. б. н.

П 78 Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Сб. материалов VII Всероссийской научно-практической конференции в 2 частях. Часть 2. (г. Киров, 1–2 декабря 2009 г.). Киров: ООО «Лобань», 2009. 332 с.

ISBN 976-5-85908-164-6

В сборник VII Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития» помещены материалы, отражающие современное состояние и перспективы развития региональной экологии, экологическую безопасность региона в условиях устойчивого развития; дана оценка и прогноз антропогенного воздействия на ряд компонентов природной среды; показаны механизмы адаптации живых организмов к среде обитания и динамика популяций в изменяющихся условиях; в т. ч. урбанизированных территориях; включены материалы по проблемам социальной и промышленной экологии; освещается опыт работы в области экологического образования и здоровья школьников; подчёркивается практическая и природоохранная значимость комплексного экологического мониторинга природных сред и объектов.

ISBN 976-5-85908-164-6

ББК 20.1я431

© Вятский государственный гуманитарный университет, 2009

© Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, 2009

© Управление охраны окружающей среды
и природопользования Кировской области, 2009

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1 ЭКОЛОГИЯ ОРГАНИЗМОВ И МЕХАНИЗМЫ ИХ АДАПТАЦИИ К СРЕДАМ ОБИТАНИЯ

<i>Киреева Н. А., Багаутдинова Г. Г., Новоселова Е. И.</i> Оценка эффективности восстановления плодородия нефтезагрязненного чернозёма по показателям биологической активности	8
<i>Кабиров Р. Р.</i> Проблемы экологической устойчивости альгоценозов в условиях антропогенного загрязнения	10
<i>Абдуллин Ш. Р.</i> Особенности распределения фототрофных организмов в привходовой части пещеры Шульган-Таш.....	12
<i>Абдуллин Ш. Р., Вахмянина А. А.</i> Цианобактерии и водоросли Хлебодаровской пещеры	15
<i>Кондакова Л. В., Домрачева Л. И., Зыкова Ю. Н.</i> Зимняя вегетация почвенной альгофлоры	18
<i>Зыкова Ю. Н., Кондакова Л. В., Домрачева Л. И.</i> Сравнительная характеристика поверхностных разрастаний микроорганизмов промышленной и парковой зон г. Кирова.....	20
<i>Зимонина Н. М.</i> Количественные характеристики альгогруппировок сеяных лугов Воркутинской тундры.....	24
<i>Мазина С. Е.</i> Влияние антропогенной нагрузки на количество микроорганизмов в некоторых пещерах Бзыбского массива	26
<i>Кутлубердина Д. Р., Хайруллин Р. М., Мироненко Н. В.</i> Изучение генетической структуры популяций фитопатогенных грибов рода <i>Fusarium</i> , распространенных в регионе Южного Урала	29
<i>Овчинникова Т. А., Петухова Е. А.</i> Грибная микрофлора центральной части г. Самары.....	32
<i>Колупаев А. В., Широких А. А., Широких И. Г.</i> Кинетические и морфобиологические характеристики гриба <i>Trichoderma viride</i> при биодеградации симазина	35
<i>Костина Е. Г., Грузнов М. А., Атыкян Н. А., Ревин В. В.</i> Влияние начального значения рН на рост и липидсинтезирующую активность актинобактерий <i>Rhodococcus erythropolis</i>	37
<i>Кураמיшина З. М., Смирнов Ю. В., Хайруллин Р. М.</i> Использование <i>Bacillus subtilis</i> для повышения устойчивости <i>Helianthus Annuus</i> к Cd-стрессу.....	39
<i>Лукьянцев М. А., Егоршина А. А., Хайруллин Р. М.</i> Эндофитный штамм <i>Bacillus subtilis</i> 49PH как перспективная основа нового биофунгицида	42
<i>Широких И. Г., Леушина Л. С.</i> Метилотрофные бактерии для использования в растениеводстве.....	43
<i>Лукаткин А. А., Ибрагимова С. А.</i> Изучение микопаразитических свойств <i>Pseudomonas aureofaciens</i> 2006 в процессе хранения.....	46
<i>Ковина А. Л., Домрачева Л. И., Попов Л. Б., Ковин Д. А.</i> Биопрепараты при выращивании цинний (рассада и открытый грунт).....	48
<i>Свинолунова Л. С., Огородникова С. Ю.</i> Влияние метилфосфоновой кислоты на активность окислительных процессов в растительных тканях	51
<i>Дуплякина И. В., Плотникова О. М., Лунева С. Н.</i> Содержание гликогена в печени и мышцах при интоксикации организма мышей линии СВА метилфосфоновой кислотой.....	55
<i>Корепин А. М., Плотникова О. М., Лунева С. Н.</i> Изучение содержания общего белка и олигопептидов у лабораторных мышей при интоксикации метилфосфоновой кислотой	58

Матвеев Н. Н., Плотникова О. М., Лулева С. Н. Влияние малых концентраций метилфосфоновой кислоты на содержание триглицеридов в плазме крови лабораторных мышей	61
Евдокимов А. Н., Плотникова О. М. Изменение активности некоторых ферментов печени у мышей линии СВА при действии метилфосфонатов	63
Мутушвили Л. Р., Клюкина Е. С., Ашихмин С. П., Жданова О. Б., Домрачева Л. И., Масленникова О. В., Попов Л. Б., Кондакова Л. В., Распутин П. Г., Мартусевич А. К., Пестрикова О. А. Влияние некоторых дезинфектантов на инвазионные биоагенты и оценка их безопасности для окружающей среды	66
Пристова Т. А. Структура и фитомасса напочвенного покрова листовенных насаждений в ходе антропогенной сукцессии	69
Чиркова В. А., Мосунова Л. А., Уткина Е. И., Парфенова Е. С. Почвенные микроорганизмы ризосферы ржи	72
Кондакова Л. В., Злобин С. С., Березин Г. И. Реакция цианобактерий и водорослей на загрязнение хлоридом мышьяка и ацетатом свинца	74
Кислицына А. П., Савиных О. А. Опыт использования воды, загрязненной нитратным и аммонийным азотом, для питания растений	76

СЕКЦИЯ 2

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ СРЕД И ОБЪЕКТОВ

Соловьев А. Н. Фенологические исследования в современных условиях меняющегося климата	79
Юдина Н. Ю., Арляпов В. А., Алферов В. А. Разработка микробного биосенсора проточно-инжекционного типа для анализа БПК.....	81
Неверова Н. В. Использование макрозообентоса для мониторинга нефтяных загрязнений в зоне смешения речных и морских вод	85
Морева О. Ю., Кокрятская Н. М., Петялина Ю. А. Геохимические исследования малых озер Северо-Запада России (Архангельская область)	88
Чупаков А. В., Воробьева Т. Я. Пигменты фитопланктона малых озер юга Архангельской области	92
Робакидзе Е. А., Торлопова Н. В., Бобкова К. С. Химический состав жидких атмосферных осадков в старовозрастных ельниках в подзоне средней тайги	95
Жуйкова Т. В., Гаренских С. В. Характеристика стоматографических признаков <i>Plantago major</i> L. и <i>Cirsium arvense</i> L. в условиях загрязнения среды тяжелыми металлами	99
Зубкова О. А., Корякина Е. В., Шихова Л. Н. Динамика содержания лабильного органического вещества в подзолистых почвах разной степени антропогенной нагрузки ...	102
Кузнецов М. А., Бобкова К. С. Пул органического углерода в почвах заболоченных ельников средней тайги Республики Коми	105
Жуйкова Т. В., Мелинг Э. В., Жуйкова В. А. Изменение проективного покрытия луговых сообществ техногенно нарушенных территорий.....	107
Вьюговский А. А., Морозкина Н. А., Галова И. А., Стаценко А. П. Фитоиндикация химического загрязнения территорий	110
Тужилкина В. В., Плюснина С. Н. Состояние ассимиляционного аппарата <i>Picea obovata</i> Ledeb. в условиях хронического аэротехногенного загрязнения.....	112
Пыстина Т. Н., Кузнецова Е. Г., Федорков А. Л., Дулин М. В. Мониторинг состояния лесных экосистем в районе влияния Средне-Тиманского бокситового рудника..	114
Нужнова О. К. Изменчивость генеративных органов в популяциях <i>Centaurea jacea</i> (Asteraceae dumort.).....	118
Плетнёва А. Ю. Реакция ряски малой на соль ртути.....	122

Сунцова Н. А., Шулятьева Н. А., Чурина Ж. А. Содержание макро- и микроэлементов в кишечнике и лимфоидных органах хорька	124
Козин В. А., Забродина З. А., Рогачева С. М., Губина Т. И. Использование методов биоиндикации для оценки воздействия сверхнизких концентраций формальдегида на живые системы	127
Клюкина Е. С., Мутушвили Л. Р., Пестрикова О. А., Жданова О. Б., Мартусевич А. К., Ашихмин С. П., Масленникова О. В. К вопросу кристаллоскопического мониторинга физико-химических свойств дезинфицирующих средств в отношении яиц <i>Alaria alata</i>	130
Дабах Е. В., Домрачева Л. И., Елькина Т. С. Химико-биологическая характеристика почв в окрестностях Кильмезского захоронения ядохимикатов.....	132
Шарапова И. Э., Шубаков А. А., Гарабаджиу А. В. Оценка эффективности биоремедиации нефтезагрязненной дерново-подзолистой почвы с применением биосорбентов в полевом опыте по показателям биологической активности	139
Цепелева М. Л., Кочурова Т. И. Мониторинг рек в зоне влияния объекта по уничтожению химического оружия «Марадыковский»	143
Шишкина Ю. Н. Применения метода стандартной добавки при ионометрическом определении фторидов в экологическом анализе.....	147
Хрусталева М. А. Эколого-биогеохимические исследования моренных ландшафтов	149
Дудорова Н. М., Домнина Е. А., Ашихмина Т. Я. Изучение содержания общего фосфора в эпифитном лишайнике <i>Nurogymnia plisodes</i> (L.) Nyl. в районе действия объекта по уничтожению химического оружия «Марадыковский»	153
Ковальчук М. С., Колупаев А. В., Ашихмина Т. Я. Изучение содержания общего фосфора в хвое сосны <i>Pinus sylvestris</i> L. в районе действия объекта по уничтожению химического оружия «Марадыковский»	155
Пестова С. В., Скугорева С. Г. Анализ ионного состава питьевой бутылированной воды различных торговых марок г. Кирова	157
Скугорева С. Г., Прошина А. Н., Журавлева Е. С. Оценка содержания нитрат-ионов и катионов аммония в воде водных объектов в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината.....	160

СЕКЦИЯ 3

ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

Ежов О. Н., Еришов Р. В., Змитрович И. В., Косолапов Д. А., Руоколайнен А. В. Структура биоты трутовых грибов Пинежского заповедника (Архангельская область).....	167
Луханова И. А., Арчегова И. Б., Панюков А. Н. Опыт создания защитных лесных полос на Северо-Востоке Большеземельской тундры (экологический анализ)	170
Матвеев Н. М. К вопросу о характеристике экологических условий в лесном сообществе.....	173
Видякин А. И. Оценка санитарного состояния древостоев и естественного возобновления сосны обыкновенной в генетическом резервате Вятскополянского лесничества Кировской области	176
Антипова А. В. Изучение пирогенных последствий в искусственных сосняках на территории степного Заволжья (на примере Красносамарского лесничества)	179
Манов А. В., Патов А. И. Строение древостоев ленточных и островных боров на границе лесной зоны Печорского Заполярья	183
Зубарева Л. А. Еще раз о лесах Тулашора.....	186
Татарников Е. В., Корчиков Е. С. К изучению ценопопуляций узовника обыкновенного в Красносамарском лесном массиве (Самарская область)	189

Калашишникова О. В. Эколого-географический анализ сосудистых растений Рачейского бора Самарской области.....	192
Зубарева Л. А. Липа в лесах Кировской области.....	195
Дубровский Ю. А., Дымов А. А., Жангуров Е. В., Канев В. А., Пыстина Т. Н., Дегтева С. В. Роль высотного градиента в формировании разнообразия основных компонентов охраняемых экосистем Северного Урала.....	197
Канев В. А. Флора комплексного заказника «Белоярский» и его современное состояние (подзона средней тайги Республики Коми, Корткеросский район).....	201
Канев В. А. Материалы к флоре высших сосудистых растений и современное состояние растительности болотного заказника «Дон-Ты» (подзона средней тайги Республики Коми, Корткеросский район).....	205
Корчигов Е. С. Некоторые адаптации лесных лишайников к условиям степи.....	209
Косолапов Д. А. Афиллофороидные грибы бассейна р. Кожим (национальный парк Югыд Ва).....	213
Плюснин С. Н. Лихенобиота горно-тундрового рефугиума на Южном Урале (хребет Малый Иремель).....	216
Зимирева Е. Н., Тарасова Е. М., Вострикова О. Н. Коллекция редких и исчезающих растений в Ботаническом саду Вятского государственного гуманитарного университета ...	220
Кудашкина Т. А. Новые местонахождения <i>Plantago</i> L. в Самарской области.....	221
Кацовец Е. В. К вопросу об экоморфном составе естественных осинников на арене реки Самары как местообитаний <i>Convallaria majalis</i> L.	224
Наймушина Д. К., Пересторонина О. Н. Экология и изменчивость <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn в Кировской области.....	229
Морозова К. В., Изосина А. С. Эколого-фитоценологические особенности травянистых видов г. Петрозаводска из семейства <i>Asteraceae</i>	232
Куришакова М. А., Пересторонина О. Н. Особенности ритма сезонного развития <i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newm.....	235
Дымова О. В., Лапманова Е. А., Русанова З. В. Разнообразие и пигментный комплекс гидрофильной флоры водоемов окрестностей Сыктывкара.....	238
Снитко Л. В. Сапробиологическая характеристика по фитопланктону разнотипных водоемов замедленного стока Южного Урала.....	242
Маракулина С. Ю. Щучковые луга таежной зоны Кировской области.....	246
Карпов Д. Н., Карпов С. Д. Флора и растительность промплощадок ОАО «Сода»...	250
Тетерюк Б. Ю. Растительный покров водоёмов и водотоков района устья р. Нырос (бассейн р. Печора).....	254
Тетерюк Б. Ю. Синтаксономическая структура свободноплавающей растительности (класс <i>Lemnetea</i>) бассейна р. Вычегды.....	258

СЕКЦИЯ 4

ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЖИВОТНОГО МИРА

Дьяченко И. П. К проблеме объективизации количественной оценки состояния и динамики популяций в природных экосистемах.....	262
Юркина Е. В., Стрекалова Е. Г. Материалы по фауне сосущих насекомых сосновых лесов Республики Коми.....	265
Целищева Л. Г. Новые места обитания насекомых, занесенных в Красную книгу Кировской области.....	267
Целищева Л. Г., Юфреев Г. И. Население мертвоедов (<i>Coleoptera</i> , <i>Silphidae</i>) некоторых биоценозов заповедника «Нургуш».....	269
Кулакова О. И., Татаринцев А. Г. Многолетние изменения фауны булавоусых чешуекрылых (<i>Lepidoptera</i> , <i>Rhopalocera</i>) на Полярном Урале (район ж/д ветки Сейда – Лабытнанги).....	273

Пестов С. В. Зоогеографическая характеристика фауны слепней (<i>Diptera, Tabanidae</i>) европейского Северо-Востока России.....	276
Ляпунов А. Н. Новые данные о распространении дровосека-кожевника (<i>Prionus coriarius</i>) в Кировской области.....	280
Савельева Л. Ю. Трофические взаимосвязи жуков на горяч.....	281
Семенова О. В. Население жужелиц картофельного поля.....	285
Чиркова В. А., Бушмелева М. В., Пушкарева О. П. Насекомые агроценоза озимой ржи.....	287
Кочурова Т. И. Методы гидробиологического мониторинга.....	289
Лоскутова О. А. Экологический мониторинг состояния зообентоса при нефтяном загрязнении.....	293
Шихова Т. Г. Влияние залпового сброса воды из водохранилища на зообентос.....	296
Ходырев Н. Н. Зообентос нижнего течения р. Кобра Даровского района Кировской области.....	299
Герасимов Ю. Л., Сеницкий А. В. Зоопланктон пруда 12-го микрорайона г. Самары.....	301
Селиванова Н. П. К фауне птиц восточного склона Приполярного Урала.....	305
Бородин П. Л. О находке желтогорлой мыши (<i>Apodemus flavicollis</i> Melchior, 1834) в Нургушской долине р. Вятки.....	308
Окулова Н. М., Катаев Г. Д. Возможные причины снижения численности норвежского лемминга <i>Lemmus lemmus</i> L. в условиях Кольского Севера.....	311
Ляпунов А. Н. Новая находка желтогорлой мыши (<i>Apodemus flavicollis</i>) в Кировской области.....	315
Ковальский Н. Г. Особенности размножения популяции золотого карася Чухломского озера Костромской области.....	316
Хохлов А. А. Реаклиматизация речного бобра в Кировской области.....	319
Склюев В. В. Зависимость поведенческой активности лисицы обыкновенной (<i>Vulpes vulpes</i>) от величины индивидуального участка и плотности популяции в агроценозах Красноармейского района Самарской области.....	322
Ляпунов А. Н., Ляпунова О. Н. К питанию домашней кошки (<i>Felis catus</i>) в Кировской области.....	326
Мутушвили Л. Р., Клюкина Е. С., Ашихмин С. П., Жданова О. Б., Мартусевич А. К., Пестрикова О. А., Мешандин А. Г. Некоторые аспекты повышения эффективности работы паразитологических музеев для обеспечения доступности информации для населения по биобезопасности.....	327

СЕКЦИЯ 1

ЭКОЛОГИЯ ОРГАНИЗМОВ И МЕХАНИЗМЫ ИХ АДАПТАЦИИ К СРЕДАМ ОБИТАНИЯ

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОГО ЧЕРНОЗЁМА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Н. А. Киреева, Г. Г. Багаутдинова, Е. И. Новоселова
Башкирский государственный университет, vodop@yandex.ru

Нефть является основным техногенным загрязнителем в Республике Башкортостан. При ее разливах на длительное время нарушается нормальное функционирование почвенной экосистемы, меняется направленность и интенсивность окислительно-восстановительных процессов, снижается плодородие.

В последнее время для восстановления биологической активности таких почв широко используются биопрепараты на основе углеводородокисляющих микроорганизмов. В то же время в растениеводстве перспективными являются биопрепараты на основе микоризных грибов, так как они улучшают рост и развитие сельскохозяйственных культур и способствуют повышению их урожайности.

Целью данной работы явилось изучение влияния предпосевной обработки семян и посевов яровой пшеницы биопрепаратом, полученным на основе эндо-микоризного гриба, на биологическую активность почвы в условиях нефтяного загрязнения.

Исследования проводились на черноземе выщелоченном (гумус 9,8%, опытное поле кафедры ботаники, физиологии и селекции растений БГАУ). Семена яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L., сорт Жница) перед посевом обрабатывали 0,001% раствором биопрепарата Метаболит, являющимся природным экстрактом биологически активных веществ гриба-эндофита *Moniliales acremonium*, выделенного из корней трехлетней облепихи и любезно представленным профессором БГАУ Н. М. Нурмухаметовым [1]. Через 30 суток после всходов растений пшеницы часть опытных делянок искусственно загрязняли товарной нефтью в концентрации 6,1 г/100г почвы и затем проводили дополнительное опрыскивание посевов. Варианты опыта: 1. Контроль (без биопрепаратов и нефтяного загрязнения, фоновая почва); 2. Обработка семян и растений пшеницы биопрепаратом; 3. Загрязненный нефтью чернозем; 4. Обработка семян и растений биопрепаратом + загрязнение чернозема нефтью. С целью оценки биологической активности почвы под растениями пшеницы изучали численность некоторых физиологических групп микроорганизмов методом посева на твердые питательные среды [2] и ферментативную активность [3].

С окислительно-восстановительными процессами в почве, происходящими при участии ферментов каталазы и дегидрогеназы, связан распад нефтяных углеводов и других токсикантов. Определение активности каталазы и дегидрогеназы в микрополевых опытах на чернозёме выщелоченном через 30 сут. после загрязнения нефтью показало достоверное ее снижение по сравнению с активностью незагрязненного фонового варианта (табл.). Обработка семян пшеницы, а затем дополнительное опрыскивание посевов способствовало разнонаправленному воздействию биопрепарата на активность этих ферментов в фоновой почве. При этом дегидрогеназная активность повышалась, что говорит о стимуляции метаболитами эндомикоризного гриба процессов анаэробного дегидрирования в почве. В нефтезагрязненной почве активность этого фермента при внесении биопрепарата была также выше, чем в фоновой почве, что свидетельствует об интенсификации процессов распада углеводов. В противоположность этому при загрязнении чернозема нефтью активность каталазы резко снизилась (табл.). Обработка семян растений пшеницы биопрепаратом так же снизила активность каталазы в почве фонового варианта опыта. Низкая активность этого фермента сохранилась и в нефтезагрязненной почве с внесением биопрепарата, однако она была выше, чем в почве варианта без препарата. Вероятно, для восстановления каталазной активности необходима неоднократная обработка посевов биопрепаратом.

Таблица

Ферментативная и микробиологическая активность чернозема при обработке растений пшеницы биопрепаратом и загрязнении нефтью

Варианты опытов		Ферменты, ед. акт./г			Микроорганизмы, $n \cdot 10^3$ КОЕ/г	
		Дегидрогеназа	Каталаза	Липаза	Целлюлозолитики	Бациллы
Контроль	Фоновая почва	1,5	7,4	9,6	1,1±0,05	30±1,4
	Обработка метаболитом	1,8	3,4	4,6	1,8±0,11	80±3,8
Нефтезагрязненная почва	Фоновая почва	1,2	1,8	3,5	0,5±0,02	6,0±0,3
	Обработка метаболитом	1,9	2,4	3,8	0,8±0,04	29±1,1

В последнее время активность почвенной липазы широко используется для мониторинга почв, загрязненных нефтяными углеводородами. При обработке растений биопрепаратом активность липазы в черноземе снизилась (табл.). Незначительное повышение активности этого фермента под влиянием биопрепарата, не достигающее фоновых значений, наблюдалось в нефтезагрязненной почве. Вероятно, за первые 30 сут. не происходила полная детоксикация углеводов под воздействием биопрепарата для этого фермента.

Обработка семян биопрепаратом оказала неоднозначное влияние на численность микроорганизмов различных физиологических групп. Численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов – основных гидролитиков высокомолекулярных соединений – повышалась при обработке семян биопрепаратом как в фоновой, так и нефтезагрязненной почве. Это свидетельствует об интен-

сификации процессов разложения клетчатки и, в конечном счете, улучшении углеводного питания растений под влиянием метаболитов эндомикоризного гриба, входящих в состав биопрепарата. Численность бактерий – основных минерализаторов органических соединений азота – увеличивалась в фоновой почве при внесении биопрепарата. В нефтезагрязненном черноземе численность бактерий значительно снижалась, однако при обработке семян биопрепаратом – восстанавливалась до фонового уровня.

Таким образом, обработка семян и 30-ти суточных посевов пшеницы биопрепаратом на основе метаболитов эндомикоризного гриба активизировала биохимические и микробиологические процессы в черноземе, загрязненном нефтью, что можно использовать для оценки эффективности восстановления плодородия нефтезагрязненных почв. Для более полного восстановления биологической активности нефтезагрязненной почвы, очевидно, необходима повторная обработка посевов биопрепаратом.

Литература

Нурмухаметов Н. М. Биологические пути повышения эффективного плодородия почв. Уфа: Изд-во БГАУ, 2001. 254 с.

Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д. Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.

Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 2005. 252 с.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АЛЬГОЦЕНОЗОВ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Р. Р. Кабиров

*Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы,
kkabirov@yandex.ru*

Любая система характеризуется определенной устойчивостью. При изучении устойчивости биологических систем в основу могут быть положены разные подходы. Способность системы достаточно долгое время противостоять возмущающим факторам без вымирания или деградации отдельных компонентов (устойчивость по Ляпунову); сохранение внутренних взаимосвязей сообщества при возмущении его состояния (устойчивость по Холлингу); сохранение структуры и характера функционирования сообщества с помощью активного подавления вредных факторов (устойчивость по Флейшману); сохранение структуры и характера функционирования сообщества за счет стабилизирующего действия других сообществ, расположенных иерархически выше (устойчивость по Свирежеву); сохранение всех своих видов, но при значительных колебаниях их численности (устойчивость по Лагранжу) и ряд других подходов (Логофет, Свирежев, 1983; Миркин и др., 1989).

В частности, под экологической устойчивостью понимается способность экосистемы сохранять свою структуру и функциональные особенности при воздействии внешних факторов (Реймерс, Яблоков, 1982). Устойчивость фитоценоза – ее способность противостоять внешним изменениям среды в целях со-

хранения числа видов (неизменность флористического состава), их количественных соотношений в данном растительном сообществе и взаимосвязей в течение некоторого интервала времени (Миркин и др., 1989).

Каждое сообщество, в том числе и сообщество почвенных водорослей (альгоценоз), описывается набором определенных критериев. Альгоценоз – это «природная группировка, сформировавшаяся в результате приспособления к определенному биотопу и в результате взаимодействия между членами биоценоза» (Голлербах, Штина, 1969). Они отмечают следующие признаки сообществ почвенных водорослей: видовой состав, доминанты и субдоминанты, количественные характеристики сообщества (общее количество клеток водорослей, соотношение численности отдельных групп и их биомасса), встречаемость отдельных видов или групп видов, распределение водорослей в профиле почвы, т. е. вертикальное сложение сообщества водорослей, сезонная динамика. В качестве дополнительных признаков сюда еще относят и тип строения сообщества.

В свою очередь Л. Н. Новичкова-Иванова (1980) в качестве основных признаков при выделении сообществ почвенных водорослей (альгосинузий) в рамках фитоценоза принимает: 1) наличие доминантных или содоминантных видов, определяемых по их высокому обилию и устойчивому участию в альгогруппировках; 2) видовой состав водорослей, или флористический список и соотношение в нем водорослей, относящихся к разным отделам; 3) численность клеток водорослей, их биомасса, продукция и оборачиваемость биомассы, оценка абсолютного обилия видов по одной из принятых шкал.

Под действием экологических факторов, превышающих пределы устойчивости данного альгоценоза, он или погибает, или переходит в новое состояние, превращаясь в другой альгоценоз. Следовательно, необходим набор критериев, который позволит разграничить эти альгоценозы. Чаще всего исследователи оперирует небольшим числом показателей, по которым оценивают устойчивость альгоценозов к внешнему воздействию. К таким показателям, прежде всего, относятся: видовой состав, состав доминант, таксономическая структура (число видов в родах, число родов в семействах и порядках, число порядков в отделах); состав жизненных форм.

Можно принять, что превращение одного альгоценоза в другой происходит при выполнении хотя бы одного из следующих условий.

1. Видовой состав изменяется более, чем на 50%.

2. Происходят изменения в комплексе доминант на уровне отделов.

3. Изменяется таксономическая структура альгоценоза на уровне отделов.

Значимым следует считать появление или выпадение отделов, к которым относятся 10% и более обнаруженных в альгоценозе видов.

4. Изменяется экологическая структура сообщества. Значимым следует считать выпадение или появление жизненных форм, к которым относятся 10% и более видового состава альгоценоза.

Видовой состав является одним из важнейших характеристик водорослевых сообществ. Его изменения обуславливают перестройку таксономической и экологической структуры альгоценоза. Комплекс доминантных видов наиболее точно характеризует данное сообщество. Доминирующие виды по степени воз-

действия на среду имеют большее значение, чем остальные. В некоторых случаях на доминирующий комплекс приходится до 80-90 % биомассы и до 50 % продукции альгоценоза (Кабилов, 1981). Смена доминант свидетельствует о коренной перестройке водорослевых сообществ, что в некоторых случаях приводит к изменению характера обмена веществ между альгоценозом и средой. Выпадение из сообщества одних отделов или появление других свидетельствует о серьезной качественной перестройке систематической структуры альгоценоза. Кроме того, особенности систематической структуры на уровне отделов в какой-то степени является индикаторным признаком, т.к. позволяет судить о характере местообитания. Экологическая структура водорослевого сообщества определяется его экобиоморфологическим составом. Жизненная форма – единица экологической классификации, под которой подразумевается группа растений со сходными приспособительными структурами, выражающимися в сходстве морфологических признаков, особенностей строения, жизненного цикла и т. д., обусловленных сходством экологических условий произрастания (Словарь ботанических терминов, 1984). Жизненная форма (синоним – биологическая форма) – внешний облик растений (габитус) отражающий их приспособленность к условиям среды. Изменение экологической структуры альгоценоза обуславливается характером изменения условий внешней среды.

Литература

- Голлербах М. М., Штина Э. А. Почвенные водоросли. Л.: Наука, 1969. 228 с.
- Кабилов Р. Р. О скорости обновления биомассы водорослей в почве // Тез. докл. конф. молодых ученых. Уфа, 1981. С. 179–180.
- Логофет Д. О., Свирежев Ю. М. Концепции устойчивости биологических систем // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л.: Гидрометеиздат, 1983. Т. 6. С. 159–171
- Миркин Б. М., Розенберг Г. С., Наумова Л. Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М.: Наука, 1989. 223 с.
- Новичкова-Иванова Л. Н. Почвенные водоросли фитоценозов Сахаро-Гобийской пустынной области. Л.: Наука, 1980. 256 с
- Реймерс Н. Ф., Яблоков А. В. Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы. М.: Наука, 1982. 144 с.
- Словарь ботанических терминов / Под общ. ред. И. А. Дудки. Киев: Наукова думка, 1984. 308 с.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФОТОТРОФНЫХ ОРГАНИЗМОВ В ПРИВХОДОВОЙ ЧАСТИ ПЕЩЕРЫ ШУЛЬГАН-ТАШ

Ш. Р. Абдуллин

Баширский государственный университет, abdullinshrbsu@mail.ru

Пещеры представляют собой специфические экосистемы со своей уникальной биотой. Большинство из них имеют стабильный микроклимат, для которого характерны низкая интенсивность света, достигающая критических значений по мере продвижения в глубь пещеры, незначительные колебания температуры в течение года и постоянная высокая влажность воздуха (Hajdu, 1977).

Фототрофные экосистемы, где продуцентами органического вещества являются низшие и высшие растения, располагаются в пещерах в привходовых частях или же вокруг ламп в экскурсионных пещерах («ламповая флора»).

Целью данной работы было изучение таксономического состава низших и высших растений и анализ их распределения в привходовой части пещеры Шульган-Таш (Капова).

Карстовая пещера Шульган-Таш (Капова), известная как уникальный природный и культурный памятник, расположена на правом берегу реки Белой на территории заповедника Шульган-Таш в Бурзянском районе Республики Башкортостан в 4 км ниже деревни Новоакбулатово. Она имеет трехъярусное строение. Входную часть пещеры один из первых ее исследователей – П. И. Рычков – назвал Порталом. Асимметричный широкий сводчатый пролет Портала имеет ширину 40 м и высоту потолка 13,5 м. Потолок плавно снижается влево, вправо он довольно резко переходит в почти отвесную стену, образованную трещиной разлома горных пород. От уровня входа коридор среднего яруса, названный Главной Галереей, поворачивает на северо-восток (по азимуту 54°). На данном участке ширина коридора сокращается в среднем до 10–12 м, а затем вновь расширяется до 15 м. Высота потолка уменьшается до 7 м. Затем Главная галерея поворачивает на северо-восток под азимутом 10° и в этом направлении протягивается на 80 м. Суммарная длина всех исследованных в пещере ходов составляет около 3 км (Кудряшов, 1969; Ляхницкий, 2002).

Материалом для исследований послужили 1 соскоб с левой стены, а также 6 геоботанических описаний в районе левой стены из привходовой части пещеры. Отбор проб, выявление цианобактерий и водорослей, а также выполнение геоботанических описаний проводились стандартными методами. В местах отбора проб и выполнения описаний проводилось измерение освещенности.

В результате исследования была выявлена четкая смена различных отделов фототрофных организмов в зависимости от уровня освещенности. На расстоянии около 50 м от уровня входа при освещенности 54 лк на левой стене пещеры находится видимая граница разрастания цианобактерий и водорослей. В пробе, отобранной на данном участке, выявлено 6 видов и внутривидовых таксонов данных организмов (табл.). Причем, 3 вида цианобактерий были отмечены и на других участках совместно с высшей растительностью, тогда как данные представители отдела *Chlorophyta* встречались только на этом участке. На расстоянии около 40 м от уровня входа при освещенности 120 лк начинают расти мхи (табл.). *Taxiphyllum wissgrillii* (Garov.) Wijk. et Margad. и *Plagiomnium rostratum* (Schrad.) T.J. Kop. отмечены только на данном участке, *Conocephalum conicum* (L.) Underw. выявлен также на участке с папоротником. На расстоянии около 30 м от уровня входа при 260 лк выявлен единственный представитель *Polypodiophyta* – *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh. (табл.), при освещенности выше 260 лк появляются представители покрытосеменных – *Parietaria micrantha* Ledeb. и *Cortusa matthioli* L. (табл.). Подобная схема исчезновения видов в привходовых зонах пещер при уменьшении освещенности (покрытосеменные – папоротники – мхи – водоросли и цианобактерии) отмечена и другими авторами (Round, 1981). Измерение интенсивности освещения в различных пещерах по-

казало пределы необходимого освещения для разных организмов: водоросли и цианобактерии – 10–50 лк, мхи – 50–180 лк, папоротники – 250 лк (Johnson, 1979), что также согласуется с нашими данными.

Таблица

Распределение фототрофных организмов в привходовой части пещеры Шульган-Таш в зависимости от уровня освещенности

Таксон	1	2	3	4
Уровень освещенности, лк	54	120	260	>260
<i>Cyanoprokaryota</i>	3	2	2	3
<i>Oscillatoria terebriformis f. grunowiana</i> (Gom.) Elenk.	+	+	+	+
<i>Nostoc paludosum</i> (Kütz.) Elenk.	+			+
<i>Nostoc punctiforme f. populorum</i> (Geitl.) Hollerb.	+	+	+	+
<i>Chlorophyta</i>	3	0	0	0
<i>Neosporangium excentricum</i> (Deason et Bold) Deason et Cox	+			
<i>Mychonastes homosphaera</i> (Skuja) Kalina et Punč.	+			
<i>Muriella terrestris</i> Boye-Pet.	+			
<i>Bryophyta</i>	0	3	2	2
<i>Taxiphyllum wissgrillii</i> (Garov.) Wijk. et Margad.		+		
<i>Plagiomnium rostratum</i> (Schrad.) T.J. Kop.		+		
<i>Conocephalum conicum</i> (L.) Underw.		+	+	
<i>Mnium lycopodioides</i> Schwagr.			+	
<i>Hygroamblystegium varium</i> (Hedw.) Monk.				+
<i>Timmia bavarica</i> Hessel.				+
<i>Polypodiophyta</i>	0	0	1	1
<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.			+	+
<i>Magnoliophyta</i>	0	0	0	2
<i>Parietaria micrantha</i> Ledeb.				+
<i>Cortusa matthioli</i> L.				+

Примечание: 1 – видимые разрастания цианобактерий и водорослей; 2 – начало роста мхов; 3 – начало роста папоротникообразных; 4 – начало роста покрытосеменных.

При исследовании «ламповой флоры» Новоафонской пещеры (Абхазия) (Мазина, Северин, 2007) было выявлено, что вблизи ламп располагались колонии цианобактерий, которые по мере удаления от источника освещения на расстояние >1 м, замещались мхами и папоротниками. Вокруг ламп на расстоянии 0,3–0,5 м ламповая флора отсутствовала. Наиболее благоприятные условия для развития фотосинтезирующих организмов создавались на расстоянии от 0,5 до 20 м. Максимальное удаление от светильника, где обнаружена ламповая флора – около 40 м. Следовательно, в антропогенно-трансформированной фототрофной экосистеме Новоафонской пещеры наблюдается обратная закономерность распределения отделов фототрофных организмов по сравнению с естественной фотоавтотрофной экосистемой привходовой части. Это, по-видимому, связано с избыточным уровнем освещенности в районе ламп.

Таким образом, можно говорить о световой поясности – распределении фототрофных организмов по градиенту освещенности в привходовой части пещеры Шульган-Таш. Причем данное распределение представляет собой эволю-

ционный ряд от низших растений к высшим. Тогда как в антропогенно-трансформированной фототрофной экосистеме Новоафонской пещеры наблюдается обратная закономерность распределения отделов фототрофных организмов.

Литература

Кудряшов И. К. Путеводитель по Каповой пещере. Уфа: Башкирск. книжн. изд-во, 1969. 126 с.

Ляхницкий Ю. С. Шульганташ. Уфа, 2002. 200 с.

Мазина С. Е., Северин А. В. Разработка метода реабилитации антропогенно-трансформированных подземных экосистем на примере Новоафонской пещеры // Экологическая химия. 2007. № 16(3). С. 175–181.

Hajdu L. The flora of Hungarian caves // Karszt és Barlang, special issue. Budapest, 1977. P. 39–42.

Johnson K. Control of Lampenflora at Waitomo Caves, New Zealand // Cave Management in Australia III, Proceedings of the 3rd Australasian Cave Tourism and Management Conference, 1979. 3. P. 105–122.

Round F. E. The ecology of algae. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1981. P. 652.

ЦИАНОБАКТЕРИИ И ВОДОРОСЛИ ХЛЕБОДАРОВСКОЙ ПЕЩЕРЫ

Ш. Р. Абдуллин, А. А. Вахмянина

Башкирский государственный университет, abdullinshrbsu@mail.ru

Пещеры представляют собой специфические экосистемы, в состав биоты которых входят цианобактерии и водоросли. Исследование данных организмов проводится в различных странах мира, включая и Россию (Coute, Chauveau, 1994; Абдуллин, 2005). Хлебодаровская пещера – геологический памятник природы Республики Башкортостан (РБ). Видовой состав цианобактерий и водорослей в ней не изучен, поэтому подробное исследование и анализ особенностей распределения данных организмов в полости представляют ценность для исследования биологии пещер.

Цель данной работы – изучить таксономический состав и распределение цианобактерий и водорослей в привходовой и глубинной частях Хлебодаровской пещеры, а также сравнить их с изученной ранее Аскинской пещерой.

Карстовая пещера Хлебодаровская (Подарочная) является третьей по длине пещерой Башкортостана. Полость расположена в Мелеузовском районе РБ, в 3 км к востоку от с. Хлебодаровка, на западном склоне хребта Баш-Алатау. Вход один, открывается в провальной воронке диаметром 5 м в виде колодца глубиной 9 м на абсолютной отметке 250 м. Полость заложена в пологопадающих на запад среднекаменноугольных известняках, содержащих кремнистые линзы и прослои, представляет собой систему взаимопересекающихся горизонтально-наклонных коридоров и галерей северо-западной и северо-восточной ориентации, образующих лабиринт решетчатого типа. Пещера сухая, современное питание – инфильтрационное. Общая протяженность пещеры 3550 м, площадь пола 18,0 тыс. м², объем 42,0 тыс. м³, глубина 48 м (Смирнов, Соколов, 2002).

Для выявления цианобактерий и водорослей в Хлебодаровской пещере 01.03.2009 было отобрано 12 проб стандартными методами. Выявление видового состава цианобактерий и водорослей проводилось в лаборатории на “стеклах обрастания” (Голлербах, Штина, 1969) и после культивирования проб в жидкой минеральной среде Громова № 6. Обилие водорослей оценивалось по 5-балльной шкале, наличие водорослей только в жидких культурах отмечалось наименьшим баллом. Определялась встречаемость водорослей (F). Для сравнения видового состава водорослей использовался качественный коэффициент Сьеренсена-Чекановского – $K_{C-ч}$ (Кузяхметов, Дубовик, 2001).

В результате анализа собранного материала выявлено 12 видов и внутривидовых таксонов цианобактерий и водорослей, относящихся к 3 отделам, 3 классам, 7 порядкам, 9 семействам и 9 родам (табл.). 7 проб оказались альгологически стерильными. Доминировали представители отдела *Cyanoprokaryota*, класса *Cyanophyceae*, порядка *Oscillatoriales*, семейств *Pseudanabaenaceae*, *Phormidiaceae* и *Achnanthesaceae*, родов *Leptolyngbya*, *Phormidium* и *Achnanthes*; по сумме баллов обилия преобладал и наиболее часто встречался вид *Nostoc punctiforme f. populorum* (Geitl.) Hollerb (F = 25,0%). Спектр жизненных форм: $P_4B_2hydr.2Ch_2CF_1H_1$.

Таблица

**Таксономический состав цианобактерий и водорослей
Хлебодаровской пещеры привходовой и глубинной частей**

№	Таксон	Привходовая часть	Глубинная часть
	<i>Cyanoprokaryota</i>	5	0
1.	<i>Leptolyngbya boryana</i> (Gom.) Anagn. et Kom.	+	
2.	<i>Leptolyngbya gracillimum</i> (Zopf.) Anagn. et Kom.	+	
3.	<i>Phormidium ambiguum</i> Gom.	+	
4.	<i>Phormidium rupicolum</i> (Hansg. ex Gom.) Anagn. et Kom.	+	
5.	<i>Nostoc punctiforme f. populorum</i> (Geitl.) Hollerb.	+	
	<i>Bacillariophyta</i>	4	1
1.	<i>Achnanthes conspicua</i> A.Mayer	+	+
2.	<i>Achnanthes linearis</i> (W.Sm.) Grun.	+	
3.	<i>Diademesis contenta</i> (Grun. ex Van Heur.) Mann	+	
4.	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grun.	+	
	<i>Chlorophyta</i>	2	1
1.	<i>Chlorococcum minutum</i> Starr	+	
2.	<i>Mychonastes homosphaera</i> (Skujaj) Kalina et Punč.		+
3.	<i>Klebsormidium flaccidum var. nitens</i> Menegh. emend. Klebs	+	

В привходовой части полости выявлено 11 видов и внутривидовых таксонов цианобактерий и водорослей, относящихся к 3 отделам, 3 классам, 7 порядкам, 8 семействам и 8 родам. Доминировали представители отдела *Cyanoprokaryota*, класса *Cyanophyceae*, порядка *Oscillatoriales*, семейств *Pseudanabaenaceae*, *Phormidiaceae*, и *Achnanthesaceae*, родов *Leptolyngbya*, *Phormidium* и *Achnanthes*; по сумме баллов обилия преобладал и наиболее часто встречался вид *Nostoc punctiforme f. populorum* (Geitl.) Hollerb (F = 100,0%). Спектр жизненных форм: $P_4B_2hydr.2Ch_1CF_1H_1$.

В глубинной части пещеры выявлено 2 вида водорослей – *Achnanthes conspicua* A. Mayer и *Mychonastes homosphaera* (Skuja) Kalina et Punč., причем, последний был отмечен только на данном участке. Большая часть проб, отобранных в глубинной части пещеры, оказалась стерильной. Доминирующие и наиболее часто встречающиеся виды отсутствовали. Спектр жизненных форм: В₁Ch₁.

В результате сравнительного флористического анализа было выявлено, что видовой состав цианобактерий и водорослей привходовой и глубинной частей Хлебодаровской пещеры имеет низкое сходство ($K_{с.-ч.} = 15,4\%$).

По-видимому, такое распределение цианобактерий и водорослей в изученной части Хлебодаровской пещеры обусловлено наличием освещенности и гравитационным заносом данных организмов в полость через привходовой колодец.

При сравнении видового состава цианобактерий и водорослей Хлебодаровской и изученной нами Аскинской пещер (Абдуллин, Вахмянина, 2009) было установлено, что они имеют между собой среднее сходство ($K_{с.-ч.} = 50,0\%$). Однако, сходство видового состава цианобактерий и водорослей глубинной зоны отсутствовало, хотя в Аскинской пещере в глубинной зоне было выявлено 9 видов цианобактерий и водорослей, а в Хлебодаровской – лишь 2. Возможно, это связано с интенсивным посещением Аскинской пещеры туристами вследствие того, что она является легкодоступной. Тем более известно, что люди заносят в пещеру цианобактерии и водоросли (Абдуллин, 2005). Антропогенная нагрузка на Хлебодаровскую пещеру гораздо ниже, это отражается в качественном и количественном составе цианобактерий и водорослей. Видимо, данные организмы могут выступать в качестве индикаторов степени антропогенной нагрузки на пещеру.

Таким образом, в Хлебодаровской пещере исследован таксономический состав цианобактерий и водорослей на различных участках, в привходовой части выявлено 11 видов и внутривидовых таксонов цианобактерий и водорослей, отмечено доминирование *Суанопрокариота*, в глубинной части выявлено всего 2 вида водорослей. Сходство видового состава цианобактерий и водорослей привходовой и глубинной частей оказалось низким. По-видимому, это обусловлено наличием освещенности и гравитационным заносом данных организмов в полость через привходовой колодец. Сходство видового состава цианобактерий и водорослей Хлебодаровской и Аскинской пещер среднее, темновой зоны – нулевое. Это, скорее всего, связано с различным уровнем антропогенной нагрузки, индикаторами которой, видимо, могут выступать качественный и количественный состав цианобактерий и водорослей.

Литература

Абдуллин Ш. Р. Цианобактерии и водоросли пещеры Шульган-Таш (Каповой): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа: 2005. 16 с.

Абдуллин Ш. Р., Вахмянина А. А. Особенности распределения цианобактерий и водорослей в Аскинской пещере (Республика Башкортостан) // Окружающая среда и устойчивое развитие регионов: новые методы и технологии исследований. Том III: Моделирование в

охране окружающей среды. Общая экология и охрана биоразнообразия: Труды Всероссийской научной конференции с международным участием. Казань, 2009. С. 115–118.

Голлербах М. М., Штина Э. А. Почвенные водоросли. Л.: Наука, 1969. 142 с.

Кузьяметов Г. Г., Дубовик И. Е. Методы изучения почвенных водорослей. Уфа, 2001. 56 с.

Смирнов А. И., Соколов Ю. В. Карст и спелеология / Карст Башкортостана. Уфа, 2002. С. 301–340.

Coute A., Chauveau O. Algae // Encyclopaedia biospeleologica, tome 1 // C. Juberthie et V. Decu eds., Société de biospéologie. ISSN 0398-7973. 1994. P. 371–380.

ЗИМНЯЯ ВЕГЕТАЦИЯ ПОЧВЕННОЙ АЛЬГОФЛОРЫ

Л. В. Кондакова¹, Л. И. Домрачева², Ю. Н. Зыкова²

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет*

² *Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
nm-flora@rambler.ru*

В умеренной зоне определение численности и биомассы почвенных водорослей, их видового состава, изучение сезонной динамики, как правило, проводят в мае – октябре. Существуют единичные исследования (Неганова, 1979), выполненные в природных условиях в зимний период. Так, более 30 лет тому назад было обнаружено, что численность водорослей на протяжении зимних месяцев (пробы замороженной почвы выкапывались из-под снега) изменялась незначительно. Большинство клеток при наблюдении в люминесцентном микроскопе имело ярко красное окрашивание, показывающее, что водоросли находились в живом состоянии. Клетки имели утолщенную оболочку, свернувшееся в комочек содержимое. Автор делает вывод, что в промерзшей почве водоросли находятся в неактивном состоянии.

Работа была проведена в конце ноября 2008 г. Поздняя осень и декабрь этого года были аномально тёплыми и бесснежными. Почва не промерзала очень долго. Образцы почвы для количественного учёта водорослей и выявления видового фототрофов были отобраны в различных зонах г. Кирова, включая районы промышленных предприятий, газоны и аллеи ряда улиц с высокой автотранспортной нагрузкой.

Было обнаружено, что альгофлора городских почв была представлена отдами Cyanophyta – 36 видов, Bacillariophyta – 8, Xanthophyta – 9, Eustigmatophyta – 3, Chlorophyta – 35. Всего выявлен 91 вид (табл. 1). Наиболее богатая альгофлора синезелёных водорослей (цианобактерий) – 28 видов – отмечена в районах размещения промышленных предприятий, что ещё раз подтверждает положение об особой устойчивости данной группы фототрофных микроорганизмов (Домрачева и др., 2009). Доминантами в этих сообществах являются *Anabaena sphaerica*, различные виды рода *Nostoc*, *Phormidium autumnale* и *Microcoleus vaginatus*. Представители Xanthophyta, которых считают наиболее чувствительными к загрязнению, самыми многочисленными в парках (6 видов). Представительство зелёных по численности видов практически одинаково во всех исследованных зонах.

Таблица 1

Таксономический состав альгофлоры городских почв

Отделы	Районы промышленных предприятий	Улицы города	Парки	Всего
<i>Cyanophyta</i>	28	18	16	36
<i>Bacillariophyta</i>	8	7	6	8
<i>Xanthophyta</i>	3	2	6	9
<i>Eustigmatophyta</i>	2	1	3	3
<i>Clorophyta</i>	20	21	24	35
Всего	61	49	55	91

Сравнение альгофлор районов с разным уровнем антропогенной нагрузки с использованием коэффициента Сьеренсена-Чекановского (значение коэффициента изменяется в пределах 0–1, чем ниже значение коэффициента, тем менее сходно сообщество) показало умеренное сходство альгофлоры сравниваемых городских почв (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение альгофлоры городских районов (по коэффициенты Сьеренсена-Чекановского)

Сравниваемые участки	Районы промышленных предприятий	Улицы города	Парки
Районы промышленных предприятий	–	0,58	0,57
Улицы города	0,58	–	0,56
Парки	0,57	0,56	–

При проведении количественного учёта водорослей методом прямой микроскопии в зимних почвенных образцах было обнаружено, что их численность чрезвычайно велика и превышает миллионы клеток в 1 г почвы (табл. 3), что никогда не фиксировалось ранее.

Таблица 3

Численность клеток микрфототрофов в городских почвах (тыс./г)

Место отбора проб	Водоросли	Цианобактерии	Всего
Районы промышленных предприятий	200–250	1217–2983	1467–3183
Улицы города	330–400	1180–2117	1580–2417
Парки	320–330	1180–2743	1510–3063

Минимальные и максимальные значения численности фототрофов во всех обследованных районах чрезвычайно близки. Доминируют в почвах по численности так же, как по видовому составу, цианобактерии, т.е. по сравнению с имеющимися литературными данными (Неганова, 1979), характеризующими численность зимней альгофлоры – десятки тысяч клеток в 1 г почвы, полученные результаты в тысячи раз выше. Явно, что данный факт свидетельствует об активном размножении фототрофов и в зимний период, который в 2008 г. характеризовался аномально тёплой погодой, длительным отсутствием снежного покрова и непромерзанием почвы. Вероятно, длительный тёплый период после непродолжительного снегопада в начале ноября и таянья выпавшего

снега спровоцировал выход водорослей из периода покоя, аналогично тому, как в конце ноября – начале декабря происходило набухание почек на деревьях.

Литература

Домрачева Л. И., Кондакова Л. В., Попов Л. Б., Зыкова Ю. Н. Биоремедиационные возможности почвенных цианобактерий (обзор) // Теоретическая и прикладная экология. 2009. № 1. С. 8–18.

Неганова Л. Б. Круглогодичная динамика численности водорослей в дерново-подзолистой почве // Сезонная динамика почвенных процессов. Таллин, 1979. С. 92–94.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕРХНОСТНЫХ РАЗРАСТАНИЙ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ И ПАРКОВОЙ ЗОН Г. КИРОВА

Ю. Н. Зыкова¹, Л. В. Кондакова², Л. И. Домрачева¹

¹ *Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
nm-flora@rambler.ru*

² *Вятский государственный гуманитарный университет,*

На планете постоянно увеличивается количество городских жителей. Для их нормальной жизни требуются благоприятные условия внешней среды. В то же время экологическая обстановка урбанизированных территорий в большинстве случаев постоянно ухудшается. Неизбежно встаёт вопрос о создании надёжной системы постоянного биологического, в частности, микробиологического контроля за качеством городской среды. В этом плане выполнены глубокие исследования по изучению трансформации микробных сообществ в урбанонозёмах г. Новосибирска и г. Москвы (Артамонова, 2002; Марфенина, 2005). Так, показано, что на урбанизированных территориях преобразование почвенной среды диагностируется проявлением токсигенных свойств. Микробиологическая загрязнённость свидетельствует о снижении способности почв к самоочищению от чужеродной микрофлоры. Уменьшение содержания сапрофитных микроорганизмов почв ведёт к росту патогенных и фитопатогенных. В частности, под влиянием техногенных факторов в почвах и сопряжённых средах может происходить накопление «экологически опасных» (потенциально патогенных, аллергенных, микотоксичных) для человека микроскопических грибов. Высокие адаптационные свойства выявлены у складчатых форм бацилл и пигментированных штаммов азотобактера и микромицетов.

Цель нашей работы – изучить структурные особенности поверхностных альго-цианобактериальных разрастаний в районах г. Кирова с различной степенью техногенной нагрузки.

Для этого в образцах поверхностных разрастаний, собранных в конце августа 2009 в районе ТЭЦ-5, Александровском саду и на бульваре на ул. Производственной, определяли численность водорослей и цианобактерий, длину грибного мицелия, вычисляли структуры популяций изучаемых микроорганизмов, а также определяли видовой состав фототрофов с выделением доминирующих видов.

В районе ТЭЦ-5 разрастание фототрофов наблюдалось на грунте (опилки с наносным песком). Суммарная численность клеток была чрезвычайно велика и достигала 21670 тыс./см². В результате прямого микроскопического учёта были выявлены следующие группировки фототрофов: зелёные и диатомовые водоросли, а также цианобактерии – гетероцистные и безгетероцистные формы. В Александровском саду плотность фототрофных популяций составила 9785 тыс. кл./см² с такими же систематическими группировками, как и на ТЭЦ-5. На бульваре (ул. Производственная) на поверхности почвы развивались только диатомовые водоросли и цианобактерии, зелёные не были обнаружены. Плотность клеток достигала 18270 тыс./см² (рис. 1).

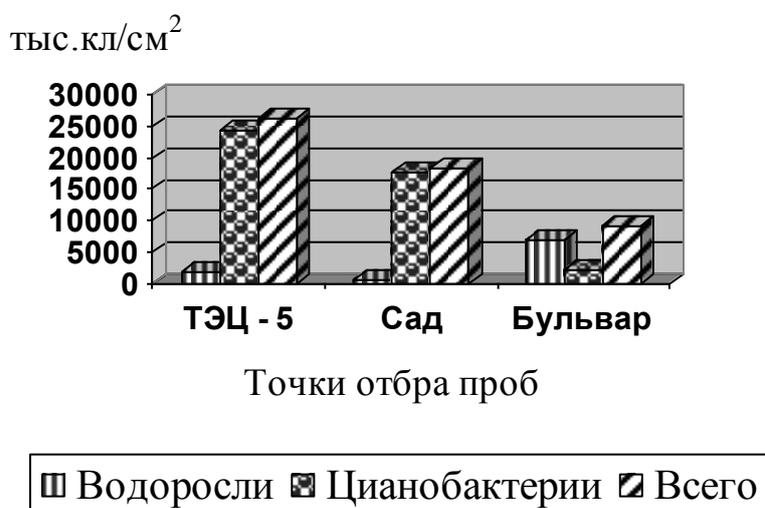


Рис. 1. Структура популяций фототрофных микроорганизмов

Структура популяций фототрофов в плёнках была различной в зависимости от места отбора проб (табл. 1). Как правило, в конце вегетационного сезона массово размножаются цианобактерии. Однако, в Александровском саду главный вклад в формирование наземных альгоценозов вносят эукариотные водоросли, в первую очередь, диатомеи, которые чрезвычайно редко даже в начале сезона доминируют в плёнках «цветения». В данном варианте численность диатомей составляла около 7 млн. клеток/см² и более 70% от общей численности фототрофов. Факт массового развития диатомей в городских почвах может быть обусловлен спецификой солевого режима, так как именно эта группа водорослей является устойчивой к засолению почв.

Таблица 1

Структура популяций фототрофов (%)

Место отбора проб	Водоросли	Цианобактерии
ТЭЦ-5	6,8	93,2
Александровский сад	70,3	29,7
Бульвар на Производственной	2,9	97,1

Соотношение в структуре популяций цианобактерий безгетероцистных (не фиксирующих азот форм) и гетероцистных (азотфиксаторов) указывает, в свою очередь, на обеспеченность почв и субстратов азотом. Так, интенсивное размножение азотфиксаторов в грунте около ТЭЦ-5 – показатель его слабой обеспеченности азотом (табл. 2).

Таблица 2

Структура популяций цианобактерий (%)

Место отбора проб	Безгетероцистные формы	Гетероцистные формы
ТЭЦ-5	14,0	86,0
Александровский сад	72,5	27,5
Бульвар на Производственной	60,1	39,9

Поэтому существенно различается и набор доминирующих видов. В районе ТЭЦ-5 – это *Anabaena sphaerica*, *A. oscillarioides*, *A. cylindrica*, *Calothrix elenkinii*, *Nostoc paludosum*, *N. punctiforme*, *N. linckia*, *Trichromus variabilis*. На бульваре в плёнках «цветения» в массе развиваются следующие виды безгетероцистных цианобактерий: *Leptolyngbya angustissima*, *L. fragile*, *L. frigidum*, *L. foveolarum*, *Oscillatoria angustissima*, *O. amoena*, *Phormidium autumnale*, *Ph. ambigum*, *Ph. breve*, *Pseudanabaena catenata*. В Александровском саду доминируют диатомовые (*Hantzschia amphioxys*, *Luticola mutica*, *Navicula atomus*, *N. pelliculosa*) и различные виды рода *Phormidium* (*Ph. boryanum*, *Ph. autumnale*, *Ph. corium*, *Ph. formosum*).

Таким образом, в раннеосенний период особенности субстрата и специфика городской зоны определяют характер формирования фототрофных поверхностных разрастаний, которые резко различаются по плотности популяций, их структуре и доминирующим группировкам.

В поверхностных разрастаниях микроорганизмов, помимо водорослей и цианобактерий, постоянно развиваются микромицеты. Интенсивность их размножения на поверхности субстратов, как правило, существенно ниже, чем в глубинных слоях почвы. Однако, и в случае воздушной вегетации их длина может достигать десятком метров на 1 см² поверхности (рис. 2).

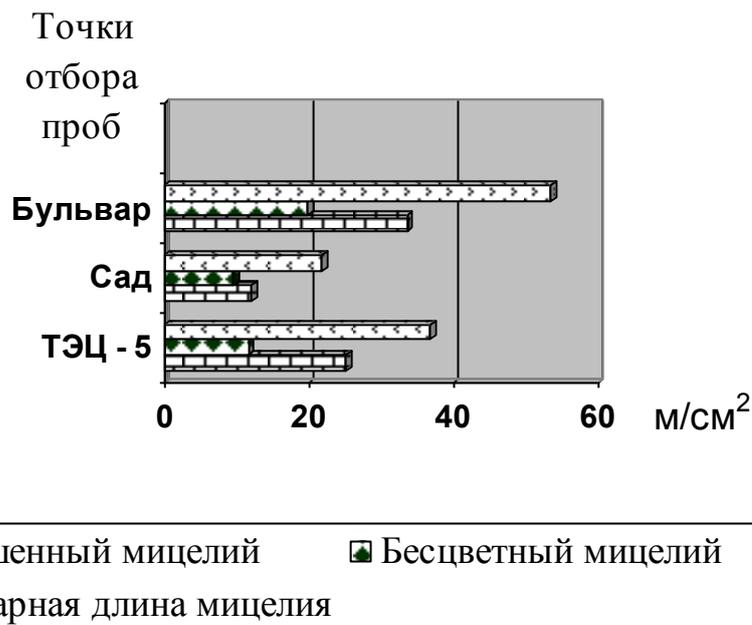


Рис. 2. Структура популяций микромицетов

При этом показателем интенсивности загрязнения как воздушной, так и почвенной среды выступает соотношение в структуре популяций грибов с бесцветным и окрашенным (меланизированным) мицелием (табл. 3).

Таблица 3

Структура популяций микромицетов с окрашенным и бесцветным мицелием (%)

Место отбора проб	Бесцветные формы	Окрашенные формы
ТЭЦ-5	31,7	68,3
Александровский сад	37,1	62,9
Бульвар на Производственной	44,0	56,0

Полученные результаты свидетельствуют о том, что и в производственной, и в парковой зоне г. Кирова уровень загрязнения воздуха и почвы достаточно велик, что приводит к преимущественному развитию в городских почвах меланизированных темноцветных микромицетов.

Литература

Артамонова В. С. Микробиологические особенности антропогенно преобразованных почв Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 225 с.

Марфенина О. Е. Антропогенная экология почвенных грибов. М.: Медицина для всех, 2005. 196 с.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АЛЬГОГРУППИРОВОК СЕЯНЫХ ЛУГОВ ВОРКУТИНСКОЙ ТУНДРЫ

Н. М. Зимонина

Вятский государственный гуманитарный университет

Экстенсивное освоение природных ресурсов Крайнего Севера ведет к увеличению площадей, занятых вторичными травянистыми фитоценозами лугового типа. Актуальность изучения структуры и функционирования сеяных лугов на Крайнем Севере связана с разработкой теории и практики биологической рекультивации нарушенных земель. Почвенные водоросли принимают активное участие в функционировании луговых биогеоценозов благодаря высокой мобильности создаваемого ими органического вещества.

Целью исследования было выявление количественных характеристик альгогруппировок сеяных лугов на разных этапах сукцессионного развития.

Объектом исследования стал многолетний сеяный луг, заложенный в 1958 г. из местных видов многолетних трав (мятлик луговой, лисохвост луговой).

Луг расположен на юго-западном склоне коренного берега реки Воркута и является памятником природы, как единственный в мире Заполярный агрофитоценоз, сохранявший производственную продуктивность на протяжении более, чем 40 лет.

Длительные наблюдения за формированием, развитием и состоянием луга позволили выявить три сукцессионные стадии: «сорняковую» (один – три года), стадию становления луга (около 10 лет), стадию стабильного функционирования (не ограничена сроками, при условии соблюдения агрорежима) (Панюков и др., 2005).

Альгофлора луга была изучена М. В. Гецен и Г. Н. Перминовой (1977). Первые сведения о количестве, биомассе и продуктивности водорослей в почвах сеяных лугов тундры были получены Г. Н. Перминовой, 1977; Г. Н. Перминовой, М. В. Гецен, 1979; Г. Н. Перминовой и др., 1982. Нами были отобраны пробы для количественного анализа в июле – августе 2009 г.

В обработке и подготовке альгологических проб к счету использовались известные методы и приемы (Перминова и др., 1982). Биомассу определяли объемно-расчетным методом, за продукцию принимали сумму достоверных прибавок биомассы. Десяти-одиннадцатикратная повторность счета позволила получить данные с 10–15% ошибкой.

Работа выполнена на базе Коми Республиканского Экологического центра по изучению и охране восточноевропейских тундр под руководством д.б.н. М. В. Гецен.

Одни и те же методы и объекты исследования позволили сравнить количественные характеристики альгогруппировок разновозрастных сеяных лугов. Минимальные значения численности и биомассы водорослей отмечены на лугу первого года жизни: 375 тыс. клеток в 1 г почвы и 0,05 мг/г, соответственно. Основу биомассы составили одноклеточные зеленые водоросли (Перминова, Гецен, 1979). В альгогруппировках восемнадцатилетнего луга, по сравнению с

шестилетним, изменяются величина и структура количественных показателей. Численность клеток водорослей уменьшается с 1709 тыс. кл/г (шестилетний луг) до 923 тыс. кл/г (восемнадцатилетний луг), что происходит за счет снижения числа клеток синезеленых водорослей. На восемнадцатилетнем лугу, по сравнению с шестилетним, величина биомассы водорослей увеличивается с 0,13 до 0,17 мг/г почвы, что происходит за счет зеленых водорослей. Участие последних в создании численности возрастает с 32 до 41%, а биомассы с 47 до 71 % (Перминова, 1977; Перминова, Гецен, 1979).

Максимальные значения количественных показателей альгогруппировок луга отмечены на этапе его стабильного функционирования (двадцатый и двадцать первый год жизни луга). Численность клеток составила 2,4 млн. кл/г, биомасса водорослей колебалась в пределах 0,3 мг/г (двадцатилетний луг), до 0,54 мг/г (луг двадцать первого года жизни) (Перминова и др., 1982). Продуктивность водорослей составила в среднем 418 кг/га в месяц. На этапе стабильного функционирования на качественную и количественную структуру альгогруппировок существенное влияние оказывает агрорежим и, прежде всего, характер вносимых удобрений. Так, внесение высоких доз азотных удобрений вызывало выпадение азотфиксирующих синезеленых. Появление Nostocales в отдельные периоды наблюдений связано с внесением фосфорно-калийных удобрений (Перминова, Гецен, 1979).

Значения биомассы водорослей увеличиваются в ряду: однолетний → шестилетний → восемнадцатилетний → двадцатилетний луг, что может свидетельствовать о степени окультуренности почвы.

В 1998 г. внесение минеральных удобрений было прекращено, луг вступил в «постаграрную» стадию развития. Результаты количественного анализа альгологических проб (наши сборы 2009 г.) показали, что по сравнению с альгогруппировками стабильно функционирующего агрофитоценоза (двадцатый, двадцать первый год жизни) в альгогруппировках луга «постаграрной» стадии показатели численности, биомассы и продукции снизились и составили, соответственно: 619 тыс. кл/г, 0,29 мг/г и 207 кг/га продукции в месяц. Снижение количественных показателей может быть вызвано как снятием агрорежима, так и действием механизмов вторичной восстановительной сукцессии. Господство зеленых водорослей в альгогруппировках сеяных лугов сближает последние с альгофлорой зональных тундровых почв. Таким образом, почвенные водоросли вносят существенный вклад в продукцию вторичных луговых фитоценозов Крайнего Севера на всех этапах их развития.

Литература

Гецен М. В., Перминова Г. Н. Изменение состава водорослевых группировок биогеоценозов тундры в связи с её освоением // Географические аспекты охраны флоры и фауны на Северо-Востоке Европейской части СССР. Сыктывкар, 1977. С. 50–55.

Панюков А. Н., Котелина Н. С., Арчегова И. Б., Хабибуллина Ф. М. Биологическое разнообразие и продуктивность антропогенных экосистем Крайнего Севера. Екатеринбург, 2005. 120 с.

Перминова Г. Н. Водоросли как компонент фитоценозов естественных и сеяных лугов // Развитие и значение водорослей в почвах Нечерноземной зоны: Матер. межвуз. конф. Пермь, 1977. С. 23–27.

Перминова Г. Н., Гецен М. В. Состав альгофлоры целинных и подвергшихся освоению почв // Биогеоценологические исследования на сеяных лугах в восточноевропейской тундре. Л.: Наука, 1979. С. 54–64.

Перминова Г. Н., Кабиров Р. Р., Киприянов В. М. Водоросли как продуценты тундровых биогеоценозов // Споры растений тундровых биогеоценозов. Сыктывкар, 1982. С. 81–94. (Тр. Коми НЦ УрО АН СССР. № 49).

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА КОЛИЧЕСТВО МИКРООРГАНИЗМОВ В НЕКОТОРЫХ ПЕЩЕРАХ БЗЫБСКОГО МАССИВА

С. Е. Мазина

*Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,
conophytum@mail.ru*

Повышение антропогенной нагрузки на карстовые ландшафты приводит к снижению эффективной самоочистки и загрязнению подземных вод. Особенно опасно попадание загрязняющих компонент в подземные водные коллекторы, по которым может происходить их неконтролируемое распространение на значительные территории. Внесенные в подземные полости патогенные микроорганизмы способны существовать в этих системах. Динамика развития и гибели микрофлоры в карстовых полостях, а также влияние антропогенного фактора на состав микрофлоры, слабо изучены (Gerba, Bitton, 1984).

В последние годы активное развитие экстремального туризма, в том числе и спелеотуризма, привело к увеличению антропогенного влияния на глубокие пещерные системы с мощными водотоками. Одним из объектов спелеотуризма является Бзыбский массив (Абхазия), где расположено большое число глубоких подземных полостей. Целью данной работы было изучение количественных параметров санитарно-показательных микроорганизмов в карстовых пещерах Бзыбского массива с различной антропогенной нагрузкой. Характеристика пещер представлена в табл. 1.

Бзыбский массив имеет площадь 550 км², и представляет собой западную платообразную часть Бзыбского хребта, его максимальная высота 3129 м. Были проведены исследования в пещерах им. В. Пантюхина, Абац, Богуминская, Бустрофедон (западный водосбор) и пещере Сувенир (центральный водосбор) (табл. 1). Исследовали верхние участки пещер, заложенные в известняках и доломитизированных известняках с прослоями мергелей и известковых песчаников (Вахрушев и др., 2001). Температура воздуха и воды в пещерах составляла от 3 до 11 °С. Также исследовали воду из озера с закольматированным глиной дном, расположенного поблизости от пещеры Бустрофедон.

Для анализа образцов воды использовали методы прямого счета в световом микроскопе Биолам с окраской метиленовой синью (определение общего микробного числа и количества водорослей). Количество мезофильных бакте-

рий определяли на среде МПА при 37 °С. Учет бактерий семейства Enterobacteriaceae проводили на среде Эндо с последующим цитохромоксидазным тестом и бродильной пробой. Количество микромицетов определяли используя среду Чапека при температуре 20 °С. Анализ образцов воздуха проводили седиментационным методом (Коха) на средах МПА и Чапека, время экспозиции 30 минут (Теппер и др., 2004).

Входы во все пещеры представляют собой узкие проходы, через которые поток воды поступает только в паводок. Начало водотока пещеры образуют воды, которые просачиваются с поверхности сквозь слой почвы и породы. Все пещеры находятся в районах интенсивного выпаса скота, однако количество микрофлоры в воде, по сравнению с озером на поверхности, ниже, что можно связать с очисткой воды путем фильтрации. После формирования водотока очевидных участков фильтрации водного потока в пещерах не обнаруживается. Вода течет по породе открыто, но количество микроорганизмов в потоке уменьшается (табл. 2).

Особенно заметно это явление в пещере Бустрофедон, куда во время обильных дождей начинает поступать вода из озера, содержащая значительное число микроорганизмов. Возможно, это явление связано с тем, что ионный состав вод осадков и снежников, дающих основное питание подземным водам, изменяется при попадании в подземное пространство. Протекая по известняку, вода постепенно насыщается ионами. Изменение ионного состава воды способствует агрегации микроорганизмов, а повышение содержания кислорода в потоке увеличивает скорость минерализации. Это может способствовать снижению количества микроорганизмов в подземных водных потоках.

Анализ воздуха пещер показал снижение количества микроорганизмов в воздухе при увеличении глубины (табл. 3). Число мезофильных бактерий выше в пещере В. Пантюхина, что можно объяснить ее близостью к пастушьему кошу и высоким уровнем антропогенной нагрузки на территорию над пещерой. В пещере Сувенир отбор проб осуществлялся во время интенсивных посещений спелеотуристами. В пещере Бустрофедон на глубине 40 метров замер осуществлялся в момент первопрохождения. Сравнивая число бактерий в воздухе этих пещер, можно предположить, что бактерии, сопутствующие человеку, появляются в пещере при начале посещений. Их количество зависит от уровня антропогенной нагрузки, как на поверхностные системы, так и на подземную экосистему.

Таблица 1

Характеристика пещер

Пещера	Высота входа, м	Глубина пещеры, м	Глубина начала водотока, м	Год начала посещений	Дата отбора образцов
В. Пантюхина	1786	1508	70	1979	08.2004
Абац	2110	514	20	1989	08.2005
Богуминская	2025	200	50	1980	08.2004
Бустрофедон	1990	250	5	2003	08.2005
Сувенир	1850	430	400	1977	08.2009

Таблица 2

Количество микроорганизмов в 100 мл водных потоков пещер

Пещера	Глубина отбора проб, м	Мощность потока, л/с	Общее микробное число	Мезофильные бактерии	Семейство Enterobacteriaceae	Микромицеты	Водоросли (цианобактерии)
В. Пантюхина	70	0,5	2200	500	0	2	2
Абац	20	0,1	4800	1420	0	0	16
	100	0,5	1100	200	0	0	2
Богуминская	50	0,0008	3720	800	0	0	2
	150	0,01	1600	370	0	0	0
Сувенир	400	0,2	400	20	2	16	0
Бустрофедон	20	паводок 30	23200	1630	18	20	9000
	20	межень 0,5	2400	230	4	12	15
	40	паводок 30	6400	1100	7	2	4000
	40	межень 0,6	480	28	0	0	0
Озеро поверхность	–	–	90600	15100	670	50	12000

Таблица 3

Количество микроорганизмов в 1 м³ воздуха пещер

Пещера	Глубина отбора проб, м	Мезофильные бактерии	Микромицеты
В. Пантюхина	70	1100	4
Абац	20	820	12
	100	31	2
Богуминская	50	980	0
	150	250	0
Сувенир	400	630	17
Бустрофедон	20	20	0
	40	0	0

Литература

Вахрушев Б. А., Дублянский В. Н., Амеличев Г. Н. Карст Бзыбского хребта. Западный Кавказ: Монография. Изд-во РУДН, 2001. 165 с.

Теппер Е. З., Шильникова В. К., Переверзева Г. И. Практикум по микробиологии. М.: Дрофа, 2004. 255 с.

Gerba C. P., Bitton G. Groundwater Pollution Microbiology. N.-Y.: John Wiley and Sons, 1984. 355 p.

ИЗУЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИЙ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM*, РАСПРОСТРАНЕННЫХ В РЕГИОНЕ ЮЖНОГО УРАЛА

Д. Р. Кутлубердина¹, Р. М. Хайруллин¹, Н. В. Мироненко²

¹ Башкирский государственный аграрный университет,

² Всероссийский институт защиты растений,
di2412@yandex.ru, nina2601mir@mail.ru

Одной из известных проблем производства зерна является защита растений от грибов рода *Fusarium* Link, вызывающих фузариоз колоса – заболевание, широко распространенное в зонах возделывания зерновых культур. Она связана с продукцией фузариями микотоксинов, опасных для человека и животных. Главными факторами, определяющими уровень загрязнения зерна фузариотоксинами, являются степень заражения и видовой состав развивающихся на (в) нем грибов.

Согласно результатам наших исследований (Хайруллин, Кутлубердина, 2008), в южной лесостепи Республики Башкортостан по распространенности в зерне пшеницы доминирующее положение занимают два вида фузариев: *F. sporotrichioides* Sherb и *F. poae* (Peck) Wollenw, со средней частотой встречаемости, соответственно, 82% и 70%. Эти виды продуцируют микотоксины группы трихотеценов: Т-2 токсин и ниваленол и вызывают скрытую форму заражения семян. При этом зерно, пораженное *F. sporotrichioides* и *F. poae*, внешне не отличается от здорового, что затрудняет фитопатологическую диагностику.

В 90-х годах появилось сообщение (Torp, Langseth, 1999) о выявлении новой разновидности *F. poae* – *F. poae* «powdery» (*F. poae* «порошистый») на территории стран Северной Европы. Позднее, согласно данным норвежского миколога Лангсета (W. Langseth) эта разновидность получила видовой статус – *F. langsethiae* Torp et Nirenberg. По профилю продуцируемых метаболитов этот гриб сходен с *F. sporotrichioides*, выделяет в большом количестве Т-2 токсин, но морфологически сходен с *F. poae* (Torp, Langseth, 1999; Torp, Nirenberg, 2004). Впервые *F. langsethiae* был изолирован из зерна овса в Норвегии, затем в Великобритании. В последующие годы штаммы *F. langsethiae* были обнаружены на территории Дании, Австрии, Германии, Чехии, Финляндии и Италии.

В связи с этим и по другим причинам, связанными со значительной внутривидовой изменчивостью, отсутствием полового спороношения у большинства видов, а также с развитием молекулярно-генетических методов в настоящее время традиционная таксономия грибов р. *Fusarium*, основанная на морфолого-культуральных признаках подвергается существенной ревизии.

Цель представленной работы заключалась в идентификации видов фузариозных грибов, отнесенных ранее по культурально-морфологическим признакам к *F. sporotrichioides* и *F. poae*, методом ПЦР с видоспецифичными праймерами, а также оценке влияния разных природных зон на структуру популяций фузариев.

Объектами исследований служили природные штаммы *F. sporotrichioides* и *F. poae*, выделенные из свежесобранного зерна яровой пшеницы сорта Башкирская-26 урожая 2008 г., репродуцированного в трех географических зонах, различающихся по климатическим условиям. Изоляты были идентифицированы по таксономической системе В. Герлаха (Gerlach, Nirenberg, 1982), и принадлежат исследовательской коллекции культур лаборатории биотехнологии Башкирского ГАУ (г. Уфа).

Грибы выращивали в чашках Петри на агаризованной картофельно-сахарозной среде 5 дней при температуре 24 °С. После этого собирали 50–150 мг свежего мицелия и экстрагировали ДНК смесью хлороформа с октанолом по методу С. А. Булата с сотрудниками (Мироненко, Булат, 2002). ДНК для молекулярных исследований выделяли из смеси мицелия и конидий моноконидиальных культур гриба, которые были получены посредством отсева отдельных конидий.

В работе использованы праймеры P_{fus}F. spor (300bp) – специфичный для *F. sporotrichioides* и PoaeIGS CNL 12 (306bp) – специфичный для *F. poae* (Konstantinova, Tarani, 2004). Контролем 1 вместо ДНК являлась дистиллированная вода, вносимая в реакцию смесь для ПЦР, в качестве негативного контроля 2 были использованы грибы *Pyrenophora teres* и *Pyrenophora tritici repletis*, контролем 3 у всех предполагаемых штаммов *F. sporotrichioides* служил идентифицированный штамм *F. poae*, а у всех штаммов последнего вида – *F. sporotrichioides*.

Выявлено, что у ДНК всех исследуемых штаммов имелись четкие фрагменты амплификации, соответствующие видам *F. sporotrichioides* и *F. poae*, которые ранее были идентифицированы по культурально-морфологическим признакам. В контрольных образцах продукты амплификации не обнаружались. Эти данные подтвердили принадлежность всех исследуемых штаммов к искомым видам молекулярно-генетическим методом, а также позволили сделать вывод об отсутствии на территории северной, предуральской и южной природно-сельскохозяйственных зон республики Башкортостан нового вида *F. langsethiae*.

Для изучения меж- и внутривидового разнообразия генома популяции штаммов *F. sporotrichioides* и *F. poae* использовали RAPD-анализ ДНК, который позволяет различать близкородственные штаммы. В одну популяцию были включены изоляты, выделенные в одной зоне. Всего изучались 3 популяции: северная, южная и предуральская. Для амплификации ДНК были использованы 7 десятичленных праймеров со случайной нуклеотидной последовательностью (Operon Technologies, Inc. Alameda, CA). Для проведения статистического анализа по каждому из праймеров были составлены бинарные матрицы, которые использовались для построения дендрограмм методом кластерного анализа, в результате чего получали дендрограмму генетических расстояний.

Методом RAPD-анализа выявлен значительный внутривидовой полиморфизм у представителей *F. sporotrichioides*. У изолятов *F. poae* внутривидовое разнообразие проявлялось немного слабее. Известно, что изучаемые грибы принадлежат одной секции *Sporotrichiella* и встречаются в комплексе патоген-

нов, вызывающих фузариоз зерновых культур, а также выделяются из тканей дикорастущих злаков. Полученные данные позволяют предположить о лучшей приспособляемости *F. sporotrichioides* к занимаемым экологическим нишам, чем, по-видимому, и объясняется его повсеместное распространение. Кроме того, известно, что *F. sporotrichioides* поражает значительно больший спектр растений, чем грибы вида *F. poae*, которые, в основном выделяется только из растений семейства злаковых.

Установлено, что популяции гриба *F. sporotrichioides* представлены многочисленными не изолированными генетически группами. Методом кластерного анализа были определены генетические расстояния между изолятами. У этого вида фузариев выделились два основных кластера и несколько отдельных. Таким образом, исследуемая группа изолятов оказалась разнородной по составу популяций, из чего можно сделать вывод об однородности популяции *F. sporotrichioides* на территории республики.

У вида *F. poae* распределение изолятов было другим. Северная и предуральская популяции отличались друг от друга, составив, таким образом, отдельные кластеры. Штаммы южной популяции распределились равномерно по вышеупомянутым кластерам, не образуя отдельного. Еще в 1978 г. Е. С. Квашнина (1978) описала у *F. poae* разного географического происхождения так называемые «экологические модификации» изолятов, формирующиеся при адаптации к окружающей среде. Эти данные, а также результаты наших исследований, позволяют предположить, что географический фактор играет одну из определяющих ролей в формировании структуры популяции вида *F. poae*.

Несомненно, штаммы грибов, которые по совокупности культурально-морфологических признаков, идентифицированы как *F. poae*, при этом атипичные по интенсивности биосинтеза Т-2 токсина представляют, на наш взгляд, значительный научный интерес. В связи этим дальнейшие молекулярно-генетические исследования будут направлены на поиск подобных изолятов на всей территории республики Башкортостан и изучение генетической структуры популяций фузариевых грибов.

Литература

Квашнина Е. С. Физиолого-экологическая характеристика видов рода *Fusarium* секции *Sporotrichiella* // Бюл. Всес. Ордена Ленина Института экспериментальной ветеринарии. 1978. Вып. 32. С. 42–45.

Мироненко Н. В., Булат С. А. Видоидентификация фитопатогенных грибов методом УП-ПЦР. Метод. пособие: ВИЗР, 2002. 25 с.

Хайруллин Р. М., Кутлубердина Д. Р. Распространенность грибов рода *Fusarium* в зерне яровой пшеницы в южной лесостепи Республики Башкортостан // Вестник ОГУ. 2008. № 12. С. 32–36.

Gerlach W., Nirenberg H. The Genus *Fusarium* – a pictorial atlas-mitteilungen aus der biologischen bundesanstalt für land- und forstwirtschaft. – Berlin: Springer-Verlag, 1982. Heft 209. 406 s.

Konstantinova P, Tapani Y. IGS–RFLP analysis and development of molecular markers for identification of *Fusarium poae*, *Fusarium langsethiae*, *Fusarium sporotrichioides* and *Fusarium kyushuense* // Intern. J. Food Microbiol. 2004. Vol. 95. P. 321–331.

Torp M., Langseth W. Production of T-2 toxin by a *Fusarium* resembling *F. poae* // *Mycopathologia*. 1999. Vol 147. P. 89–96.

Torp M., Nirenberg H. *Fusarium langsethiae* on cereals in Europe // *Intern. J. Food Microbiol.* 2004. Vol. 95. P. 247–256.

ГРИБНАЯ МИКРОФЛОРА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ Г. САМАРЫ

Т. А. Овчинникова, Е. А. Петухова

Самарский государственный университет, ecology@ssu.samara.ru

Микофлора городской среды в последние годы стала предметом повышенного внимания исследователей. Условия городской среды вызывают изменения качественного и количественного состава грибной микрофлоры, появление штаммов с высокой агрессивностью, увеличение их патогенности по отношению к растениям, животным и человеку (Марфенина, 2005).

Целью настоящей работы было исследование видового состава и количественных показателей грибной микрофлоры в почве и воздушной среде центральной части города Самары. Отбор почвенных образцов (на глубине 0,5–1,5 см) производился в трех пунктах города, находящихся в пределах 3–5 км от географического центра города в июле и октябре 2008 г. Посев почвенной суспензии и воздушной микофлоры (методом седиментации) проводился на агар Чапека.

Почвенная микофлора исследуемой территории представлена 21 видом грибов, принадлежащих к десяти родам: *Alternaria* (*Alt. alternata* sensu lato); *Aspergillus* (*Asp. fumigatus*, *Asp. ochraceus*, *Asp. restrictus*); *Cladosporium* (*Cl. cladosporioides*); *Fusarium* (*F. semitectum*, *F. sporotrichilla*); *Hyphoderma* (*H. roseum*); *Mucor* (*M. ramosissimus*, *Mucor* spp.); *Paecilomyces* (*P. carneus*, *P. inflatus*, *P. marquandi*); *Penicillium* (*P. albo-cinerascens*, *P. cianeum*, *P. citrinum*, *P. cyclopium*, *P. funco-flavum*, *P. nigrikans*); *Trichoderma* (*T. viride*); *Syncephalastrum* (*Syncephalastrum* spp.).

Аэромикофлора имела сходный, но более бедный состав, там было выявлено тринадцать видов: *Alternaria* (*Alt. alternata* sensu lato); *Aspergillus* (*Asp. fumigatus*, *Asp. ochraceus*); *Cladosporium* (*Cl. cladosporioides*); *Curvularia* (*C. lunata*); *Fusarium* (*F. semitectum*); *Mucor* (*Mucor* spp.); *Paecilomyces* (*P. carneus*, *P. inflatus*); *Penicillium* (*P. cyclopium*, *P. nigrikans*); *Trichoderma* (*T. viride*); *Syncephalastrum* (*Syncephalastrum* spp.).

В воздухе города доминируют грибы, размножающиеся в филлоплане древесных и кустарниковых растений, род *Alternaria* (46%), а в почве – грибы рода *Penicillium* (32%), для которого отмечается высокая устойчивость к загрязнению.

Состав почвенной и воздушной микофлоры в летний и осенний период исследований оказался сходным.

Оценка идентифицированных нами видов с позиции их опасности для здоровья человека (Микология сегодня, 2007, Саттон и др., 2002) показала, что

около 23% видов, выделенных из атмосферного воздуха, и 14% видов, выделенных из почвы г. Самары, являются доказанными источниками аллергенов, и более 50% микофлоры воздуха и почвы представлены условно-патогенными видами (табл. 1–2).

Таблица 1

Характеристика аэромикофлоры центральной части города Самары и оценка ее опасности для человека (по шкале BSL)

Виды	Частота встречаемости	Процентное содержание	Уровень патогенности
<i>Penicillium cyclopium</i>	100%	7–44%	–
<i>Paecilomyces inflatus</i>	100%	6–41%	–
<i>Fusarium semitectum</i>	100%	5–61%	–
<i>Trichoderma viride</i>	83,3%	единич.– 16%	–
<i>Mucor spp.</i>	83,3%	единич.– 24%	BSL1, BSL2
<i>Aspergillus ochraceus</i>	83,3%	единич.– 4%	—
<i>Aspergillus fumigatus</i>	66,7%	единич.– 42%	BSL2
<i>Hyphoderma roseum</i>	66,7%	единич.– 13%	–
<i>Syncephalastrum spp.</i>	66,7%	единич.– 19%	–
<i>Alternaria alternata sensu lato</i>	66,7%	единич.– 2%	BSL1
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	50%	единич.	BSL2
<i>Penicillium nigrikans</i>	33,3%	6–9%	–
<i>Penicillium albo-cinerascens</i>	33,3%	2–3%	–
<i>Mucor ramosissimus</i>	33,3%	6–7%	–
<i>Paecilomyces carneus</i>	33,3%	5–12%	–
<i>Fusarium sporotrichilla</i>	33,3%	2–3%	–
<i>Aspergillus restrictus</i>	33,3%	единич.	–
<i>Paecilomyces marquandi</i>	однократно	единич.	–
<i>Penicillium funco-flavum</i>	однократно	единич.	–
<i>Penicillium cianeum</i>	однократно	единич.	–
<i>Penicillium citrinum</i>	однократно	единич.	–

Для определения патогенности выделенных нами видов, мы использовали классификацию С. де Хога (Марфенина, 2005; 2007) Анализ показал, что выделенные нами виды относятся к 2 группам: BSL–1 и BSL–2.

Грибы группы BSL–1 – это, в принципе, безопасные для здоровых людей грибы. В организм людей они могут попадать при нарушении кожных покровов и вызывать локализованные микозы на фоне иммунодефицита

Грибы группы BSL–2 – могут попадать в организм здорового человека и сохраняться в нем, вызывая локализованные микозы. В ослабленном организме они могут распространяться более широко и проявлять свойства оппортунистов (табл. 2).

Доказанными возбудителями микогенных аллергий, в первую очередь, являются виды темноокрашенных родов. Таковыми являются *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *Aspergillus fumigatus*.

Диаметр спор доминирующих видов грибов в среднем составляет 3–4 мкм, что позволяет им достаточно глубоко проникать в респираторный

тракт человека. Все это следует рассматривать как фактор риска развития сенсibilизации и микозов.

Таблица 2

Характеристика почвенной микрофлоры и оценка ее опасности для человека (по шкале BSL)

Виды	Частота встречаемости	Процентное содержание	Уровень патогенности
<i>Penicillium cyclopium</i>	100%	7–44 %	–
<i>Paecilomyces inflatus</i>	100%	6–41 %	–
<i>Fusarium semitectum</i>	100%	5–61 %	–
<i>Trichoderma viride</i>	83,3%	единич. – 16 %	–
<i>Mucor spp.</i>	83,3%	единич. – 24%	BSL1, BSL2
<i>Aspergillus ochraceus</i>	83,3%	единич. – 4%	–
<i>Aspergillus fumigatus</i>	66,7%	единич. – 42%	BSL2
<i>Hyphoderma roseum</i>	66,7%	единич. – 13%	–
<i>Syncephalastrum spp.</i>	66,7%	единич. – 19%	–
<i>Alternaria alternata sensu lato</i>	66,7%	единич. – 2%	BSL1
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	50%	единич.	BSL2
<i>Penicillium nigrikans</i>	33,3%	6–9%	–
<i>Penicillium albo-cinereascens</i>	33,3%	2–3%	–
<i>Mucor ramosissimus</i>	33,3%	6–7%	–
<i>Paecilomyces carneus</i>	33,3%	5–12%	–
<i>Fusarium sporotrichilla</i>	33,3%	2–3%	–
<i>Aspergillus restrictus</i>	33,3%	единич.	–
<i>Paecilomyces marquandi</i>	однократно	единич.	–
<i>Penicillium funco-flavum</i>	однократно	единич.	–
<i>Penicillium cianeum</i>	однократно	единич.	–
<i>Penicillium citrinum</i>	однократно	единич.	–

На основании вышеизложенного можно заключить, что антропогенная среда и природно-климатические условия г. Самары способствуют размножению агрессивных по отношению к человеку видов микромицетов. Однако численность доминирующих видов аллергенных грибов в центральной части города не достигает предельно допустимых величин, что делает грибную аэромикрофлору потенциально менее опасной.

Литература

- Марфенина О. Е. Антропогенная экология почвенных грибов. М.: Медицина для всех, 2005. 195 с.
- Микология сегодня / Под ред. Ю. Т. Дьякова, Ю. В. Сергеева. Т. 1. М.: Национальная академия микологии, 2007. 376 с.
- Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условнопатогенных грибов: Пер. с англ. М.: Мир, 2002. 486 с.

КИНЕТИЧЕСКИЕ И МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРИБА *TRICHODERMA VIRIDE* ПРИ БИОДЕГРАДАЦИИ СИМАЗИНА

А. В. Колупаев, А. А. Широких, И. Г. Широких
Лаборатория биомониторинга Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ,
ecolab2@gmail.com

Важным компонентом биогеоценозов, который с успехом можно использовать для биоиндикации загрязнения почв, является микробная система почвы и, в частности, почвенные микроскопические грибы (Терехова, 2007). Целью нашей работы являлось изучение реакции *Trichoderma viride* на различные концентрации симазина в жидких средах.

Объектом исследования служили природные изоляты *T. viride* из дерново-подзолистых почв (гумус 1,5–2,3%, рН_{KCl} 4,1–5,9), отобранных в окрестности Кильмезского захоронения непригодных к использованию ядохимикатов (Кировская область). У изолятов, выделенных на разном удалении от объекта, в модельных опытах исследовали кинетические и морфобиологические характеристики (Практикум по микробиологии, 2005). При выращивании на плотной питательной среде радиальная скорость роста изолята *T. viride* ($Kr=1,9\pm 0,04$ мм/ч), выделенного из почвы в наиболее удалённой от объекта точке, в три раза превышала скорость роста изолята, выделенного из ближайшей к объекту точки ($Kr=0,65\pm 0,11$ мм/ч). А скорость роста изолята, полученного из почвы второй от объекта точки имела промежуточное значение ($Kr=1,5\pm 0,15$ мм/ч) и существенно не отличалась от скорости роста изолята, выделенного с фонового участка ($Kr=1,6\pm 1,15$ мм/ч). Полученные данные свидетельствуют о кинетической разнокачественности колоний этого вида, обусловленной, возможно, воздействием пестицидного загрязнения.

В дальнейшем для постановки модельных экспериментов использовали изолят с максимальной скоростью роста *T. viride* S11. Наблюдали за накоплением грибной биомассы и изменениями в морфобиологической структуре *T. viride* S11 при росте в жидкой питательной среде Чапека с добавлением 0,1; 0,2; 0,4; 1 и 2 мкг/мл симазина, что соответствует 0,5; 1; 2; 5; 10 ПДК для почвы. Биомассу определяли на седьмые сутки инкубации гравиметрически после фильтрации через бумажный фильтр и высушивания до воздушно-сухого состояния. Остаточную концентрацию симазина в аликвоте культуральной жидкости каждого из вариантов опыта определяли методом хроматомасс-спектрометрии (Shimadzu GCMS-QP2010 Plus EI, Япония). В результате было установлено, что в вариантах с различным содержанием симазина снижение в накоплении грибом биомассы (3,4–4,3 г/л) по сравнению с контролем (4,5 г/л) находится в пределах статистической ошибки (табл.). Степень разложения пестицида составила 100; 60,7; 70,0; 82,9 и 86,3% соответственно в вариантах 0,5; 1; 2; 5; 10 ПДК. Погрешность измерения не превышала 2,0%. Методом прямого счета определяли плотность мицелия и спор в единице объёма жидкости. Для каждого варианта готовили по 3 препарата для микроскопии. На каждом просматривали не менее 30 полей зрения.

Метод микроскопии позволил выявить характерную морфобиологическую реакцию гриба на возрастание в среде концентрации симазина, заключающуюся в формировании мицелиальных конгломератов различной плотности. С увеличением степени коагрегации мицелия доля не ассоциированного – свободно плавающего в культуральной жидкости – мицелия соответственно снижалась, а скорость биотрансформации симазина *T. viride*, наоборот, возрастала от 0,59 до $10,27 \times 10^{-3}$ мкг/час. Это говорит о существенной роли процессов агрегации гиф в увеличении устойчивости популяции микромицета к загрязнителю, а также косвенно свидетельствует о повышении экзогидролазной активности *T. viride* в результате формирования мицелиальных конгломератов.

Из представленных в таблице данных видно, что существенная перестройка в биоморфологической структуре *T. viride*, заключающаяся в четырёхкратном увеличении концентрации спор при одновременном снижении длины мицелия в 1,6 раза, выявлена в варианте 2 ПДК. Это повлекло за собой существенное возрастание удельной продукции спор, что можно рассматривать как попытку гриба сохранить популяционную плотность в условиях резко неблагоприятных условий среды. При дальнейшем увеличении исходной концентрации симазина в среде (вариант 5 ПДК) удельная продукция спор резко снижается, а затем (при 10 ПДК) происходит и существенное по сравнению с контролем снижение в плотности неассоциированного мицелия (в 2,4 раза) и концентрации спор (в 2,8 раза), что может свидетельствовать об истощении адаптационного потенциала популяции.

Таблица

Биомасса и показатели биоморфологической структуры *T.viride* S11 в зависимости от концентрации симазина в среде

Вариант	Биомасса, г/л	Средняя длина не ассоциированного мицелия, мм/мл	Концентрация спор, $\times 10^3$ шт/мл	Удельная продукция спор, шт/мм
Контроль	4,5 \pm 0,55	58.6 \pm 29.0	3252 \pm 1061	55,1
0,5 ПДК	3,4 \pm 0,72	52.3 \pm 25.9	5685 \pm 1417	108,7
1 ПДК	3,4 \pm 0,85	66.9 \pm 33.9	2321 \pm 569	34,7
2 ПДК	4,2 \pm 0,83	35.5 \pm 20.1	12405 \pm 2801	351,4
5 ПДК	4,3 \pm 0,93	46.8 \pm 18.6	1759 \pm 562	37,6
10 ПДК	3,8 \pm 0,83	24.8 \pm 17.6	1174 \pm 313	47,3

В результате исследования можно сделать следующие выводы:

1. В условиях загрязнения среды симозином отдельные изоляты *T. viride* обладают кинетической разнокачественностью.

2. В модельном опыте показана способность изолята *T. viride* S11 к разложению симазина. При этом скорость разложения данного вещества прямо пропорциональна степени коагрегированности мицелия. Варианты с различным содержанием симазина существенно не различались по накоплению биомассы микромицета, что свидетельствует об устойчивости штамма *T. viride* S11 к данному ксенобиотику.

3. В зависимости от исходной концентрации пестицида наблюдаются изменения в биоморфологической структуре *T.viride*. При этом в варианте с мак-

симальной исходной концентрацией симазина плотность неассоциированного мицелия и концентрация спор более чем в 2 раза меньше, по сравнению с контрольным вариантом. Возможным объяснением тому является усиленное формирование мицелиальных агрегатов как способ адаптации гриба к присутствию ксенобиотика.

4. Полученные данные дают основание считать, что штамм *T. viride* S11 обладает биодиагностическим потенциалом в отношении выявления пестицидного загрязнения.

Литература

Терехова В. А. Микромитеты в экологической оценке водных и наземных экосистем. М.: Наука, 2007.

Практикум по микробиологии: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. А. И. Нетрусова. М.: Издательский центр «Академия», 2005. 608 с.

ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ pH НА РОСТ И ЛИПИДСИНТЕЗИРУЮЩУЮ АКТИВНОСТЬ АКТИНОБАКТЕРИЙ *RHODOCOCCLUS ERYTHROPOLIS*

Е. Г. Костина, М. А. Грузнов, Н. А. Атыкян, В. В. Ревин
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева,
kostinalena@rambler.ru

Актинобактерии рода *Rhodococcus* все больше привлекают внимание биотехнологов. Данные микроорганизмы, широко распространенные в природе, играют важную роль в процессах почвообразования (Нестеренко, Квасникова и др., 1985). Перспективным является их использование для утилизации антропогенных загрязнений (Van Hamme, Ward, 2001; Jung, Park, 2004). Специфические свойства бактерий в значительной степени связаны с особенностями строения их клеточной оболочки, обусловленными высоким содержанием липидов (Tsitko, Zaitsev et al., 1999; Куюкина, Ившина, 2000). Липидам алканотрофных бактерий до недавнего времени не уделялось столь большого внимания.

Целью данной работы было изучение влияния начального значения pH на рост и накопление клеточных липидов культурой *Rhodococcus erythropolis* Ac-858 T.

Культивирование микроорганизмов проводили на минеральной среде Таусона. В качестве источника углерода в среду культивирования добавляли дизельное топливо в концентрации 1% (V/V). Для изучения влияния pH на липидсинтезирующую активность бактерии выращивали при различных значениях pH (6,0; 7,0; 8,0).

Исследования показали, что во всех вариантах опыта при разных значениях pH прирост биомассы наблюдался до четвертых суток роста. Затем происходило снижение содержания биомассы. Наибольшее количество биомассы (до 6 г/л) накапливалось при начальном pH 7,0. Максимальное накопление экзогликолипидов и общих экстрагируемых липидов также наблюдалось при pH 7,0 к

шестым суткам в фазу стационарного роста. Концентрация гликолипидов в культуральной жидкости составила 0,73 г/л, а общих клеточных липидов – 16,3% по отношению к биомассе.

Смещение рН в кислую и щелочную сторону снижало как скорость роста, так и выход экзогликолипидов, что обусловлено как прямым, так и косвенным действием ионов водорода на клетку.

Прямое действие направлено, по-видимому, непосредственно на структуры клетки, а косвенное – на компоненты внешней среды и через них на клетку. При кислых значениях рН повышается растворимость солей и, соответственно, концентрации катионов, образующихся в процессе диссоциации, которые могут достигать токсичных для клетки уровней. Степень диссоциации многих нетоксичных в норме органических кислот при низких значениях рН уменьшается, что позволяет им легко проникать в клетку, становясь токсичными для нее (Гусев, Минеева, 1987). Концентрация протонов во внешней среде влияет также на величину электрического заряда поверхности клетки и электрического потенциала мембраны (Перт, 1978).

Исследование динамики изменения рН культуральной жидкости при культивировании *R. erythropolis* свидетельствует о том, что рост штамма сопровождается подкислением среды и в стационарной фазе роста культуры значение рН во всех вариантах примерно одинаково (рН 5,3–5,4), что, по-видимому, обусловлено накоплением кислых экзогликолипидов.

Таким образом, оптимальной для роста и синтеза липидов *R. erythropolis* является среда с начальным значением рН 7,0. При этом имеет место увеличение содержания как общих липидов в клетках, так и экзогликолипидов, что вызывает изменение гидрофобных свойств клеток и способствует более активному использованию из окружающей среды гидрофобного субстрата.

Литература

- Гусев М. В., Минеева Л. А. Микробиология. М.: Мир, 1987. 118 с.
- Куюкина М. С., Ившина И. Б., Рычкова М. И., Чумаков О. Б. Влияние состава клеточных липидов на формирование неспецифической антибиотикорезистентности алканотрофных родококков // Микробиология. 2000. Т. 69. № 1. С. 62–69.
- Нестеренко О. А., Квасникова Е. И., Ногина Т. М. Нокардиоподобные и коринеподобные бактерии. Киев: Наукова думка, 1985. 336 с.
- Перт С. Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток. М.: Мир, 1978. 332 с.
- Jung I. G., Park C. H. Characteristics of *Rhodococcus pyridinovorans* PYJ-1 for the biodegradation of benzene, toluene, m-xylene (BTX), and their mixtures // J. Biosci. Bioeng. 2004. V. 97. № 6. P. 429–431.
- Tsitko I. V., Zaitsev G. M., Lobanok A. G., Salkinoja-Salonen M. S. Effect of aromatic compounds on cellular fatty acid composition of *Rhodococcus opacus* // Appl. Environ. Microbiol. 1999. V. 65. № 2. P. 853–855.
- Van Hamme J. D., Ward O. P. Physical and metabolic interactions of *Pseudomonas* sp. strain JA5-B45 and *Rhodococcus* sp. strain F9-D79 during growth on crude oil and effect of a chemical surfactant on them // Appl. Environ. Microbiol. 2001. V. 67. № 10. P. 4874–4879.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ *BACILLUS SUBTILIS* ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ *HELIANTHUS ANNUUS* К Cd-СТРЕССУ

З. М. Курамшина¹, Ю. В. Смирнов¹, Р. М. Хайруллин²

¹ Стерлитамакская государственная педагогическая академия
им. Зайнаб Бишшевой,

² Башкирский государственный аграрный университет,
kuramshina_zilya@.ru, khram@ufanet.ru

Кадмий относится к числу тяжелых металлов, высоко токсичных для растений (Foy, Chaney, White, 1978). Загрязнение почвы солями кадмия приводит к повышению содержания его в сельскохозяйственной продукции, снижает урожайность и содержание питательных элементов в растениях. Ионы кадмия существенно замедляют рост растений, задерживают темпы органогенеза (Skerfving et al., 1999; Sanita di Torpi, Gabrielli, 1999). Ряд немногочисленных исследований (Хайруллин и др., 2007; Мубинов, 2007) свидетельствует, что эндофитные бактерии *Bacillus subtilis* могут играть существенную роль в устойчивости растений к различным стрессам.

Основываясь на этих данных, оценивали реакцию проростков подсолнечника, инокулированных *B. subtilis* (штаммы 26D и 11BM), на действие ионов кадмия в различных концентрациях. Для этого проростки *Helianthus annuus* L. выращивали в чашках Петри на растворах солей металла и на пятые сутки измеряли длину побегов и корней. Также определяли влияние бактеризации семян на рост растений в условиях загрязнения почвы ионами кадмия.

Выявлено, что с повышением концентрации металла в среде происходило существенное ингибирование роста растений (табл. 1). Корневая система, в отличие от побегов, была более чувствительной к действию кадмия.

Таблица 1

Влияние различных концентраций ионов кадмия на длину стебля и корня подсолнечника, (эксперимент в чашках Петри)

Варианты		Длина, см	
		стебля	корня
Контроль	Не обработаны	4,07±0,37	6,77±0,97
	<i>B. subtilis</i> 26D	4,75±0,28	6,84±0,39
	<i>B. subtilis</i> 11BM	4,61±0,49	6,91±0,19
1 мг/л	Не обработаны	4,27±0,62	7,26±0,49
	<i>B. subtilis</i> 26D	4,18±0,31	6,09±0,58
	<i>B. subtilis</i> 11BM	4,68±0,15	6,59±1,15
40 мг/л	Не обработаны	2,74±0,34	1,91±0,11
	О <i>B. subtilis</i> 26D	2,62±0,41	2,00±0,16
	<i>B. subtilis</i> 11BM	3,65±0,90	2,88±0,37

В условиях почвенной культуры наличие ионов кадмия в исследованных концентрациях способствовало стимуляции роста побегов. Угнетение развития корневой системы происходило при концентрации кадмия 1000 мг на 1 кг поч-

вы. В отличие от этого при прорастании семян в чашках Петри сильный токсический эффект кадмия наблюдали уже при концентрации 40 мг/л.

Таблица 2

**Ростовые показатели проростков *Helianthus annuus* L.
в условиях загрязнения почвы ионами кадмия, см**

Варианты		Длина, см	
		стебля	корня
Контроль	Не обработаны	18,27±0,26	12,09±0,39
	<i>B. subtilis</i> 26D	19,09±0,43	13,72±0,45
	<i>B. subtilis</i> 11BM	20,52±0,45	13,73±0,51
10 мг/кг	Не обработаны	19,16±0,37	12,98±0,40
	<i>B. subtilis</i> 26D	21,00±0,30	14,60±0,56
	<i>B. subtilis</i> 11BM	21,46±0,36	14,50±0,32
1000 мг/кг	Не обработаны	17,99±0,48	9,24±0,37
	<i>B. subtilis</i> 26D	18,14±0,95	11,99±0,50
	<i>B. subtilis</i> 11BM	21,28±0,52	8,25±0,32

Для оценки токсичности ионов кадмия рассчитывали индекс толерантности, который определяли как отношение среднего значения длины корня или стебля (часть проростка выше корня) растения, выросшего на растворе с определенной концентрацией ионов металла, к среднему значению длины стебля/корня контрольных растений (Иванов, Быстрова, Серегин, 2003):

$$I(\%) = \frac{\Delta L_{on}}{\Delta L_k} \times 100\%$$

Для растений, семена которых были обработаны бактериями, рассчитывали два индекса толерантности: относительный и абсолютный. При расчете относительного индекса толерантности в качестве контрольных считали растения, полученные из семян, обработанных бактериями и выросших на среде без металла. При расчете абсолютного индекса толерантности контрольными считались проростки, полученные из семян, обработанных водой и пророщенные в дистиллированной воде.

Как показали расчеты (табл. 3), относительный индекс толерантности (как у обработанных, так и необработанных бактериями растений) с ростом концентрации металла понижался. Интересно, что у растений, семена которых предварительно были обработаны бактериями, значения относительного индекса толерантности в отдельных случаях были несколько ниже, чем у необработанных растений. Вероятно, это связано с тем, что проростки подвергались двойному стрессу – инокуляции клетками бактерий и воздействию металла.

При расчете абсолютного индекса толерантности контроль был единым (показатели роста контрольного необработанного бактериями растения). Величина показателя у предобработанных бактериями растений была выше практически во всех вариантах, чем у необработанных растений (табл. 4).

Несмотря на то, что рост растений, инокулированных эндофитом, на среде с кадмием был менее интенсивным по отношению к собственному контро-

лю, все же они были более устойчивы к повреждающему действию металла, нежели растения, предобработанные только водой.

Таблица 3

**Индексы толерантности (ИТ, %) подсолнечника к ионам кадмия
(эксперимент в чашках Петри)**

Варианты		Относительный ИТ		Абсолютный ИТ	
		стебля	корня	стебля	корня
1 мг/л	Не обработаны	104,95	107,31	104,95	107,31
	<i>B. subtilis</i> 26D	88,00	89,03	102,7	89,95
	<i>B. subtilis</i> 11BM	113,75	95,30	114,85	97,34
40 мг/л	Не обработаны	67,41	28,18	67,41	28,18
	<i>B. subtilis</i> 26D	55,15	29,23	64,37	29,54
	<i>B. subtilis</i> 11BM	88,87	41,52	89,72	42,41

Таблица 4

**Индекс толерантности (ИТ, %) подсолнечника
при загрязнении почвы ионами кадмия**

Варианты		Относительный ИТ		Абсолютный ИТ	
		стебля	корня	стебля	корня
10 мг/л	Не обработаны	104,9	107,4	104,9	107,4
	<i>B. subtilis</i> 26D	110,0	106,4	114,9	120,8
	<i>B. subtilis</i> 11BM	104,6	105,6	117,5	119,9
1000 мг/л	Не обработаны	98,5	76,4	98,5	76,4
	<i>B. subtilis</i> 26D	95,0	87,4	99,3	99,2
	<i>B. subtilis</i> 11BM	103,7	60,1	116,5	68,2

Таким образом, нами впервые показана повышенная толерантность проростков подсолнечника к ионам кадмия при обработке семян клетками эндофитных штаммов *B. subtilis*. Известно, что бактерии этого вида стойки к различным физико-химическим факторам, способны приспосабливаться к экологическим изменениям, продуцировать различные биологически активные вещества, в том числе фитогормоны (Mannan, Sattarov, 2001). Не исключено, что стимуляция роста подсолнечника изученными штаммами бактерий и их анти-стрессовый эффект может обуславливаться повышением в растительных тканях уровня стимуляторов роста – индолилуксусной кислоты, а также цитокининов, как за счет эндогенного синтеза, так и их продукции эндофитными представителями *Bacillus subtilis* (Мелентьев, 2007).

Литература

Иванов В. Б., Быстрова Е. И., Серегин И. В. Сравнение влияния тяжелых металлов на рост корня в связи с проблемой специфичности и избирательности их действия // Физиология растений. 2003. Т. 50. № 3. С. 445–454.

Мелентьев А. И. Аэробные спорообразующие бактерии *Bacillus* Cohn. в агроэкосистемах. М: Наука, 2007. 147 с.

Мубинов И. Г. Реакции пшеницы на действие клеток эндофитного штамма 26D *Bacillus subtilis* – основы биофунгицида фитоспорин // Автореф. дисс... канд. биол. наук. Уфа, 2007. 22 с.

Хайруллин Р. М., Недорезков В. Д., Мубинов И. Г., Захарова Р. Ш. Повышение устойчивости пшеницы к абиотическим стрессам эндофитным штаммом *Bacillus subtilis* // Вестник ОГУ. 2007. № 2. С. 129–134.

Foy C. D., Chaney R. L., White M. C. Physiology of Metal Toxicity in Plant // Annu. Rev. Plant Physiol. 1978. V. 29. P. 511–566.

Mannanov R. N., Sattarova R. K. Antibiotics produced by *Bacillus* bacteria. Chemistry of Natural Compounds. 2001. V. 37. № 2. P. 117–123.

Sanita di Toppi L., Gabrielli R. Response to cadmium in higher plants // Environ. Exp. Bot. 1999. V. 41. P. 105–130.

Skerfving S., Bencko V., Vahter M., Schutz A., Gerhardsson L. Environmental health in the Baltic region – toxic metals // Scand. J. Work Environ. Health. 1999. V. 25. P. 40–64.

ЭНДОФИТНЫЙ ШТАММ *BACILLUS SUBTILIS* 49PH КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ ОСНОВА НОВОГО БИОФУНГИЦИДА

М. А. Лукьянцев, А. А. Егоршина, Р. М. Хайруллин

Башкирский государственный аграрный университет, aidaho20@mail.ru

Поражение растений фитопатогенными грибами является известным и значимым фактором, снижающим продуктивность сельскохозяйственных культур. Наиболее действенным способом борьбы с фитопатогенными микромицетами в настоящее время является применение химических фунгицидов. Однако практически все они представляют опасность для живых организмов, так как содержат в своем составе соединения, токсичные для человека и животных. Кроме того, для защиты растений от некоторых заболеваний, вызываемых фитопатогенными грибами, химические препараты пока еще остаются малоэффективными. В сложившейся ситуации становится актуальным поиск новых эффективных и безопасных средств и методов борьбы с фитопатогенами.

Известно, что многие почвенные микробы способны вступать в антагонистические отношения с другими представителями микробиоты. Так, в составе вторичных метаболитов многих представителей ризосферных бактерий рода *Bacillus*, в частности *Bacillus subtilis*, присутствуют антибиотические и фунгистатические вещества липопептидной природы, а также гидролитические ферменты, способные разрушать мицелий грибов. Эта особенность была обнаружена также у эндофитных представителей *B. subtilis*, заселяющих внутренние ткани растений без видимых симптомов влияния на рост и развитие хозяина. На основе некоторых штаммов созданы и широко применяются биофунгициды, например, «Фитоспорин» и «Фитоспорин-М», содержащие живые клетки и споры эндофитного штамма-антагониста *B. subtilis* 26D.

С целью повышения эффективности подобных биофунгицидов нами из растений пшеницы были выделены несколько новых эндофитных штаммов *B. subtilis*, значительно превосходящих *B. subtilis* 26D по способности подавлять рост фитопатогенных грибов *in vitro* и не проявляющих выраженные фитотоксические свойства. Наиболее сильным антагонистом, активным в отношении широкого спектра фитопатогенных микромицетов, оказался штамм *B. subtilis* 49PH. Результаты экспериментов по влиянию метаболитов штамма 49PH на

рост мицелия грибов *Fusarium avenaceum*, *F. culmorum*, *F. sporotrichioides*, *Mucor recurvus* и *Penicillium lividum* позволили сделать заключение о различии фитопатогенов по чувствительности к антибиотикам. В то же время существенных отличий в фунгистатическом действии бактериальных метаболитов на представителей одного рода грибов не наблюдалось. Микрофотосъемка выявила способность выделяемых бактерией веществ разрушать грибной мицелий. Возможность получения метаболитов, обладающих фунгистатическим действием, была исследована в процессе глубинного культивирования штамма 49PH в газо-вихревом биореакторе «БИОК». Нами показано, что фунгистатическая активность культуральной жидкости может регулироваться составом питательной среды, в частности, различными концентрациями ионов железа и составом и количеством углеводов.

Таким образом, новый антагонистичный штамм *B. subtilis* 49PH проявляет высокую антагонистическую активность к микромицетам при отсутствии фитотоксичности ко многим видам культурных растений в концентрациях 10^8 – 10^9 КОЕ/мл. Эндофитность штамма и возможность повышения фунгицидной и фунгистатической активности в процессе глубинного культивирования создают предпосылки для разработки нового препарата для защиты растений от болезней, вызванных фитопатогенными грибами. Сравнительное изучение спектра антибиотических веществ, выделяемых штаммом *B. subtilis* 49PH, является задачей следующего этапа наших исследований.

МЕТИЛОТРОФНЫЕ БАКТЕРИИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

И. Г. Широких, Л. С. Леушина

*ГУ Зональный НИИ сельского хозяйства Северо-Востока,
Вятский государственный университет, irgenal@mail.ru*

Метилотрофные бактерии, обладающие функциональным разнообразием, приобретают все большую экологическую значимость, поскольку на фоне глобального загрязнения окружающей среды увеличивается число местообитаний с высоким содержанием токсичных C_1 – соединений (Доронина, 1999). Повышенный интерес к метилотрофам обусловлен их экологической ролью, а также перспективами использования для целей промышленного биосинтеза, биокатализа и биodeградации (Троценко и др., 2001). В то же время метилотрофы весьма перспективны для разработки новых сельскохозяйственных биотехнологий, таких как культура клеток и ткани растений, микроразмножение и регенерация гнотобиотических растений, с последующей адаптацией к условиям открытого грунта, что делает весьма актуальным расширение коллекций этих ценных культур.

В лаборатории генетики Зонального НИИ сельского хозяйства Северо-Востока проводятся исследования, направленные на выделение из различных природных субстратов и изучение свойств природных изолятов розовоокрашенных факультативных метилотрофных (РОФМ) бактерий с целью их исполь-

зования в различных направлениях современных фитобиотехнологий (Широких и др., 2007).

В задачу работы входило изучение основных морфологических и физиолого-биохимических свойств 19 штаммов метилотрофных бактерий, выделенных из различных растительных субстратов (семена ярового тритикале, овса, ячменя, почки берёзы, сирени, клёна, водорослёвые плёнки). Культуры метилотрофных бактерий были отобраны в результате скрининга природных изолятов по способности продуцировать водорастворимые метаболиты с ростстимулирующим действием.

Морфологически изолированные штаммы оказались сходны и были представлены подвижными грамотрицательными палочками размером 0,8–1,0×2,0–4,0 мкм, часто собранными в характерные «розетки». Клетки подвижны за счёт жгутиков, спор не образуют, синтезируют и запасают поли-β- гидроксibuтират в виде цитоплазматических гранул; мезофилы, аэробы, хемоорганотрофы. В результате изучения свойств выделенных штаммов установлено, что их морфологические, культуральные и физиолого-биохимические признаки совпадают с описанными для рода *Methylobacterium* в определителе Берджи (1997).

При установленном единообразии морфологических и биохимических свойств исследуемые изоляты *Methylobacterium* sp. различались между собой по некоторым физиологическим показателям. Так, методом высокоэффективной газожидкостной хроматографии (ВЭЖХ) было установлено, что практически все природные изоляты при выращивании в жидкой метанольной среде (Нетрусов и др., 2005), с добавлением триптофана могут образовывать индолил-3-уксусную кислоту (ИУК) – соединение фитогормональной природы, оказывающее регуляторное действие на процессы роста и развития растений (рис).

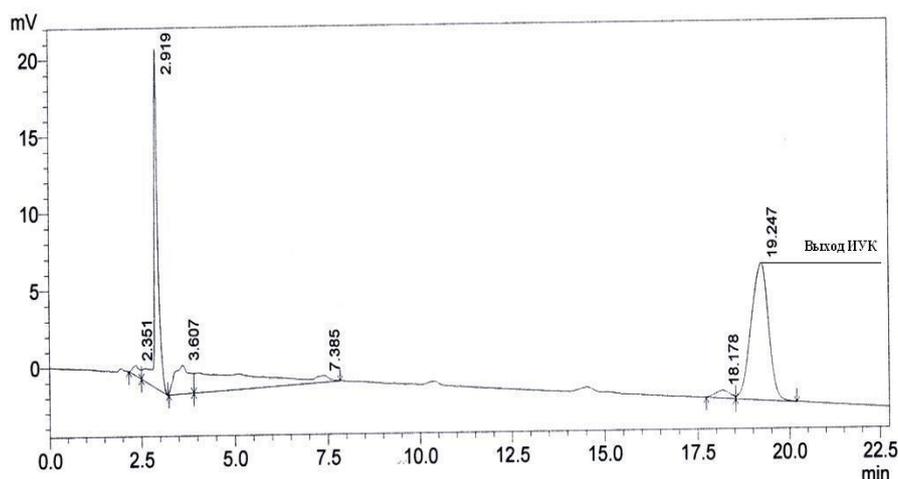


Рис. Хроматограмма пробы культуральной жидкости изолята 3-541

Вместе с тем, способность синтезировать и выделять в среду ИУК у различных штаммов при одинаковых условиях культивирования колебалась в пределах от 1,45 до 8, 63 мкг/мл.

В практическом отношении штаммы, различающиеся по способности к образованию ИУК, будут, очевидно, характеризоваться и различной фиторегу-

ляторной активностью, что необходимо учитывать при создании искусственных микробно-растительных ассоциаций на основе РОФМ бактерий.

Другим физиологическим свойством, по которому были выявлены различия между исследуемыми культурами *Methylobacterium* sp, являлось отношение изолятов к антибиотикам. Антибиотикочувствительность и антибиотикорезистентность метилотрофов определяли методом диффузии в агар, используя бумажные диски, пропитанные 10 видами антибиотиков из 7 классов антимикробных препаратов с различными механизмами действия.

В результате установлено, что все культуры РОФМ бактерий резистентны к ингибиторам синтеза белка из классов хлорамфениколов (левомицетин) и линкозаминов (линкомицин), а также к ингибиторам синтеза компонентов клеточной стенки – представителям монобактамов (азтреонам) и β -лактамов (оксациллин, карбпенициллин). Исключение составил один штамм М7, слабо чувствительный к карбпенициллину (табл.). В то же время, РОФМ бактерии чувствительны к действию ингибиторов синтеза белка из группы аминогликозидов (гентамицин и канамицин) и ингибитора транскрипции и синтеза нуклеиновых кислот – рифампицина. Однако степень чувствительности отдельных штаммов изменялась в довольно широких пределах, о чём говорят различные по величине диаметры зон задержки роста культур вокруг дисков с антибиотиками. Особенно сильно различались культуры РОФМ бактерий по чувствительности к таким ингибиторам синтеза белка, как амикацин из группы аминогликозидов и олеандомицин – представитель макролидовых антибиотиков. Полученные данные о природной устойчивости и чувствительности РОФМ бактерий к антибиотикам позволяют получить в лабораторной практике (путём отбора спонтанных мутантов) культуры, генетически маркированные по устойчивости, например, к рифампицину или канамицину и, с учётом их фиторегуляторных свойств, использовать мутанты для инокуляции сельскохозяйственных растений в различных направлениях современной фитобиотехнологии. Генетическая маркировка бактерий по устойчивости к антибиотику, к которому природные популяции проявляют чувствительность, обеспечит возможность мониторинга численности штамма-инокулянта в тканях подвергнутого инокуляции растения на протяжении нескольких вегетативных поколений.

Чувствительность изучаемых штаммов к различным антибиотикам

Антибиотик	Диаметр зон задержки роста культуры..., мм																
	M1	M7	B ₁ M	B ₂ M	K ₁ M	Ш ₁ M	Тр2	Тр3	Тр4	P _c M ₁ 41	17M Alg	25M Alg	2-546 я	2-547 я	2-549 я	3-540 ов	3-542 ов
Оксациллин	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст
Карбпенициллин	Уст	12,5±0,5	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	23±3	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст
Азтреонам	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст
Амикацин	Уст	29±1	19±1	Уст	27,5±2,5	18	20	26	Уст	16	Уст	Уст	27±1	Уст	23±1	Уст	Уст
Гентамицин	17±1	34	29,5±5,5	20	38,5±1,5	29±1	12	32	23±1	20,5±0,5	30	15±1	29±1	17±1	34	33,5±0,5	15
Канамицин	15±1	34,5±0,5	29±1	12	35	16±2	24	30	16	20±2	24	13,5±1,5	22±2	26±2	28	33±1	13
Левомецетин	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст
Олеандомицин	Уст	23±7	17	39±1	17±1	Уст	Уст	Уст	Уст	19±1	Уст	Уст	14±2	Уст	19,5±1,5	13,5±0,5	Уст
Линкомицин	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст	Уст
Рифампицин	45±3	22	42,5±2,5	40,5±3,5	29±1	32±2	30	30	30	25±1	38	34	33±1	31±1	30,5±0,5	30±1	37,5±2,5

Примечание: Уст – отсутствие зоны задержки роста

Литература

Доронина Н. В. Биоразнообразие и таксономия аэробных метиловых бактерий. Дис. ... д.б.н., Пушкино, 1999. 36 с.

Практикум по микробиологии / Ред. А. И. Нетрусов. М.: Изд. центр «Академия», 2005. 608 с.

Определитель бактерий Берджи. В 2-х т. / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейли, С. Уилльямса. М.: Мир, 1997.

Троценко Ю. А., Иванова Е. Г., Доронина Н. В. Аэробные метилотрофные бактерии как фитосимбионты // Микробиология. 2001. Т. 70. № 6. С. 725–736.

Широких А. А., Широких И. Г., Шуплецова О. Н. Оценка влияния метилотрофных бактерий на растения *in vitro* // Доклады РАСХН. 2007. № 5. С. 22–24.

ИЗУЧЕНИЕ МИКОПАРАЗИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ *PSEUDOMONAS AUREOFACIENS* 2006 В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

А. А. Лукаткин, С. А. Ибрагимова
Мордовский государственный университет
им. Н. П. Огарева, ussr1960@yandex.ru

Широко развернувшаяся во второй половине 20-го столетия борьба с вредными организмами путем использования пестицидов привела к насыщению биосферы веществами, токсичными для человека, сельскохозяйственных животных, полезной фауны и флоры. Химические препараты, выступая в качестве искусственных мутагенов, могут приводить к естественной изменчивости патогенов и появлению более лабильных штаммов-возбудителей. Поэтому по-

стоянно ведутся научные исследования по разработке экологически безопасных методов борьбы с болезнями растений.

Биологический метод защиты основан на использовании комплекса биологических агентов, которые в своем взаимодействии создают устойчивое биологическое равновесие в системе растение – вредный организм на экологически безопасном уровне. Наиболее перспективными агентами биоконтроля являются бактерии рода *Pseudomonas*, обладающие фунгицидным действием и способствующие увеличению продуктивности ценных сельскохозяйственных культур. Использование биопрепаратов перспективно в закрытом и открытом грунте и не имеет альтернатив в организации экологического земледелия в регионах с развитым сельским хозяйством.

Материалы и методы. Объектами исследования служили чистые культуры бактерии *Pseudomonas aureofaciens* 2006, селекционированной на кафедре биотехнологии Мордовского госуниверситета им. Н. П. Огарева, и фитопатогенного гриба *Fusarium culmorum*, предоставленного сотрудниками кафедры микологии и альгологии Московского госуниверситета им. М. В. Ломоносова. Гриб поддерживали на среде Чапека-Докса, бактерии – на глюкозо-пептонном агаре.

В работе исследовалась культуральная жидкость, полученная при культивировании бактерий на жидкой фракции послеспиртовой барды и хранившаяся при 4 °С в течение 10, 20, 30, 40 и 50 суток.

Для изучения микопаразитических свойств псевдомонад проводили совместное глубинное культивирование исследуемых микроорганизмов в колбах Эрленмейера на минеральной среде следующего состава, г/л: KH_2PO_4 – 1,0; $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ – 0,2; NaCl – 0,1; K_2HPO_4 – 0,1; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 1,0. Культивирование проводили в статических условиях. После 2, 7, 12 суток культивирования полученную суспензию микроскопировали. Антагонистическое воздействие псевдомонад оценивали по степени лизиса грибного мицелия.

Все результаты получены не менее чем, в двух последовательных опытах, каждый из которых состоял из трех повторностей.

Результаты и обсуждение. Известно, что бактерии рода *Pseudomonas* продуцируют антибиотики феназинового ряда, гидролитические ферменты, в частности хитиназы, которые обуславливают антагонистическое воздействие на фитопатогены.

При совместном культивировании микроорганизмов в отсутствие источника углеродного питания наблюдался лизис мицелия, вероятно, в результате действия бактериальных хитиназ на хитин клеточной стенки гриба.

При микроскопическом исследовании культуральной жидкости *Pseudomonas aureofaciens* 2006, хранившейся в течение 10 суток, в начальный период совместного культивирования с *F. culmorum* отмечено наличие ярко окрашенных мицелиальных гиф, вдоль которых в большом количестве концентрировались бактериальные клетки (рис.).

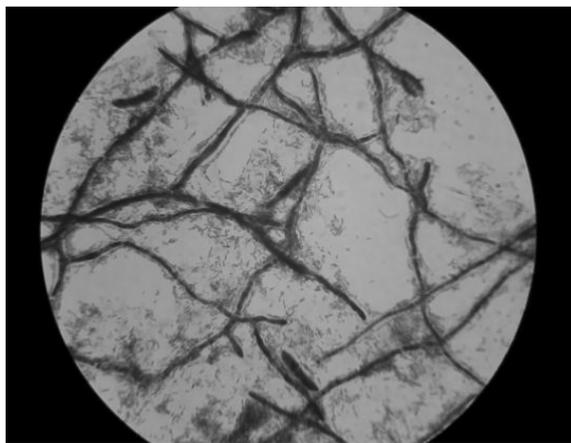


Рис. Микроскопический препарат *Ps. aureofaciens* 2006 и *F. culmorum* через 2 суток культивирования (увел. 10x100)

При увеличении сроков культивирования отмечено интенсивное воздействие бактерий на фитопатоген. Мицелий имел светлую окраску, наблюдалось наличие большого количества гифальных обрывков, что свидетельствует о литических процессах. Также в зоне наблюдения было отмечено большое скопление псевдомонад. При увеличении сроков хранения исследуемой бактериальной суспензии были получены аналогичные результаты. При этом не было отмечено снижения антифунгального воздействия бактерий. При длительном совместном культивировании увеличивался распад мицелия и при микроскопировании наблюдались лишь лизированные гифальные участки на фоне многочисленного скопления бактериальных клеток.

Таким образом, было отмечено, что на протяжении всего срока хранения (50 суток) бактерии *Ps. aureofaciens* 2006 активно лизировали мицелий *F. culmorum* уже на ранних сроках совместного культивирования. Это косвенно свидетельствует о высокой ферментативной активности бактерий, которые использовали хитин грибного мицелия в качестве углеродного субстрата.

Полученные данные доказывают принципиальную возможность использования исследуемой культуральной жидкости *Ps. aureofaciens* 2006 против возбудителей болезней культурных растений, вызываемых *F. culmorum*.

БИОПРЕПАРАТЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЦИННИЙ (РАССАДА И ОТКРЫТЫЙ ГРУНТ)

А. Л. Ковина, Л. И. Домрачева, Л. Б. Попов, Д. А. Ковин
Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
nm-flora@rambler.ru

Оптимизация городской среды во многом связана с выбором растений, используемых в озеленении. Декоративные культуры, наряду с эстетическими признаками, должны сочетать устойчивость к загазованности воздуха и накоплению поллютантов в почве, сравнительную лёгкость ухода и т.д. Ассортимент растений, применяемых в настоящее время для создания городских ландшаф-

тов, чрезвычайно широк и разнообразен. Несмотря на выращивание новых, экзотических растений, среди цветов по-прежнему большой популярностью пользуются циннии, которые десятки лет были непременным компонентом дворовых клумб. Цинния (*Zinnia elegans* Jacq.) – перекрёстно опыляемое растение сем. Астровые (Сложноцветные), родом из Мексики. Это теплолюбивые однолетние растения, нетребовательные к почве, обильно цветущие, начиная с мая и до заморозков. Многочисленные сорта циннии изящной отличаются по форме, окраске (белой, розовой, сиреневой, ярко-жёлтой, оранжево-красной) и величине соцветий, не имеют запаха (Гладкий, 1977; Богатырёва, 1994).

Цель нашей работы – изучить действие различных биопрепаратов и их комбинаций при выращивании рассады циннии и при дальнейшей вегетации растений в открытом грунте.

Для опытов выбрали циннию сорта Император. Семена были посеяны в пластиковые контейнеры в рассадный грунт (по 40 семян на контейнер) в трёхкратной повторности. Через 7 недель рассаду высаживали на делянки, осуществляя при высадке профилактический полив теми же биопрепаратами, которые использовали при выращивании рассады. Срезку растений провели в конце сентября (через 3,5 месяца вегетации). В работе использованы биопрепараты и их комбинации, которые оказались наиболее эффективными при выращивании различных сортов астр (Ковина и др., 2008; Попов и др., 2009): Байкал ЭМ-1, Алирин Б, а также культуры цианобактерий *Nostoc paludosum* и *N. linckia* из музея фототрофных микроорганизмов кафедры ботаники, физиологии растений и микробиологии ВГСХА.

Наблюдения, проводимые в течение вегетационных опытов, показали, что семена циннии изначально обладают очень слабой энергией прорастания (определялась на 3 сутки после посева семян), всхожестью (определялась на 7 сутки после посева), которые, однако, существенно повышаются при использовании биопрепаратов. Выживаемость растений, определённая в день высадки в грунт, в некоторых вариантах также была невелика (табл. 1). Отмечены и колебания в средней высоте растений (табл. 1).

При анализе полученных результатов видно, что семена циннии нуждаются в дополнительном стимулирующем внешнем воздействии при выращивании рассады. Подобным действием на показатели всхожести обладают все применяемые биопрепараты, кроме совмещения Алирина Б и Байкала ЭМ1. Наивысший стимулирующий эффект (100% всхожесть) отмечен при использовании *Nostoc linckia*. Средняя высота растений в вариантах опыта колебалась от 11,6 см (Алирин Б+Байкал ЭМ1) до 19,1 см (*N. paludosum* +Байкал ЭМ1).

После высадки в грунт первое цветение цинний отмечено через 10 дней в варианте с *Nostoc paludosum*, которое минимум на 2 недели опередило все другие варианты, Обильное цветение цинний продолжалось в течение 2-х месяцев (до срезки растений). Профилактический полив растений биопрепаратами и их физиологическое состояние в стадии рассады оказали влияние на рост и развитие растений и в открытом грунте.

Таблица 1

**Влияние биопрепаратов на состояние растений циннии
в ходе вегетационных опытов**

Вариант	Энергия прорастания, (%)	Всхожесть, (%)	Выживаемость, (%)	Высота, см
1. Контроль	6,7	26,7	19,0	15,3
2. <i>Nostoc paludosum</i>	15,7	35,5	42,3	14,9
3. Байкал ЭМ1	13,3	55,3	36,6	14,5
4. Алирин Б	26,7	38,3	12,2	18,4
5. <i>N. paludosum</i> +Байкал ЭМ1	46,7	41,1	16,6	19,1
6. <i>N. paludosum</i> +Алирин Б	54,3	46,7	27,7	16,6
7. Алирин Б + Байкал ЭМ1	23,3	24,3	54,3	11,6
8. <i>N. linckia</i>	66,7	100,0	100,0	18,0

Так, максимальную выживаемость цинний обеспечили обработка цианобактериями *Nostoc paludosum* и *N. linckia*, а также совместная внесение в почву с поливом *N. paludosum* и Байкал ЭМ1 (76,7 и 83,3% в опытных вариантах по сравнению с 37,7% в контроле) (табл. 2).

Таблица 2

Влияние биопрепаратов на рост цинний в открытом грунте

Вариант	Выживаемость, %	Высота растений, см
1. Контроль	37,7	59,2±16,2
2. <i>Nostoc paludosum</i>	60,0	65,4±14,0
3. Байкал ЭМ1	76,7	70,4±15,3
4. Алирин Б	33,3	52,4±11,5
5. <i>N. paludosum</i> +Байкал ЭМ1	83,3	66,7±15,9
6. <i>N. paludosum</i> +Алирин Б	53,3	62,7±12,7
7. Алирин Б + Байкал ЭМ1	36,7	54,3±12,1
8. <i>N. linckia</i>	76,7	77,4±12,0

Показатель высоты растений является не столь существенным для цветочных культур, однако, косвенным образом может свидетельствовать о прочности стебля. По этому показателю максимальные значения наблюдаются в варианте с *N. linckia* (табл. 2).

Количество соцветий и их диаметр отражают главные декоративные признаки растений, В этом плане по количеству соцветий на растение лидируют варианты с *N. linckia* и комплексом Алирина Б и Байкала ЭМ1. Диаметр соцветий имеет максимальные размеры сразу в нескольких вариантах (2, 3, 4 и 8). Бутонизация свидетельствует о пролонгации периода цветения. Сроки цветения продлевает применение биопрепаратов Байкал ЭМ1, Байкал ЭМ1 с Алирином Б и *N. linckia* (табл. 3).

**Влияние биопрепаратов на развитие генеративных органов цинний
сорта Император**

Вариант	Количество соцветий на растение	Количество бутонов на растение	Средний диаметр соцветий	
			см	% к контролю
1. Контроль	2,76	0,72	7,33±1,4	
2. <i>Nostoc paludosum</i>	3,06	0,81	8,73±2,1	119,1
3. Байкал ЭМ1	3,26	1,69	9,27±1,5	126,5
4. Алирин Б	2,24	0,60	8,93±2,5	121,8
5. <i>N. paludosum</i> +Байкал ЭМ1	2,36	0,84	7,37±1,9	101,0
6. <i>N. paludosum</i> +Алирин Б	2,93	0,75	7,78±2,3	106,1
7. Алирин Б + Байкал ЭМ1	4,17	1,82	8,10±2,8	110,5
8. <i>N. linckia</i>	4,77	1,27	9,75±1,8	133,0

Исходя из полученных результатов, сразу несколько биопрепаратов можно рекомендовать для более успешного выращивания цинний на рассаду и в открытом грунте. В то же время, учитывая состояние и выживаемость растений в течение всего опыта, наиболее успешным в работе с данной декоративной культурой можно считать применение цианобактерии *Nostoc linckia*.

Литература

Богатырёва Н. И. Цветы вокруг нас. Ижевск: Удмуртия, 1994. 240 с.

Гладкий И. П. Декоративное цветоводство на приусадебном участке. Л.: Колос, 1977. 113 с.

Ковина А. Л., Попов Л. Б., Домрачева Л. И., Елькина Т. С., Ковин Д. А. Применение биопрепаратов при выращивании астр в городской среде // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития. Матер. научно-практической конференции с междунар. участием. Киров, 2008. Выпуск 6. Ч. 1. С. 245–247.

Попов Л. Б., Ковина А. Л., Домрачева Л. И. Биологизация технологии выращивания астр на урбанизированной территории // Проблемы озеленения крупных городов. Матер. 12 Междунар. научно-практической конф. М. 2009. С. 161–166.

**ВЛИЯНИЕ МЕТИФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ НА АКТИВНОСТЬ
ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В РАСТИТЕЛЬНЫХ ТКАНЯХ**

Л. С. Свинолунова¹, С. Ю. Огородникова²

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, svetao_05@mail.ru*

Метилфосфоновая кислота (МФК) является фосфорорганическим ксенобиотиком устойчивым в окружающей среде. Ее содержание может быть отмечено вблизи объектов по уничтожению химического оружия (при эксплуатации, а также при аварийных сбросах), на сельскохозяйственных территориях, применявших средства защиты растений, имеющих в составе производные МФК (фосфорорганические пестициды). Попадая в окружающую среду, МФК оказывает токсическое действие на растения, вызывая нарушение их физиологических процессов, роста и развития. Ранее нами было выявлено, что под дей-

ствием МФК происходит возрастание активности перекисного окисления липидов и пероксидазы в растительных тканях. (Огородникова и др., 2004).

Целью данной работы было изучить в динамике развитие окислительных повреждений в растительных тканях индуцируемое метилфосфоновой кислотой.

Опыты проводили на растениях ячменя сорта «Новичок», которые выращивали в лабораторных условиях в водной культуре на питательном растворе Кнопа. Опытные 14-дневные растения выдерживали в течение 1 часа на растворе 0,01 моль/л МФК (в раствор погружали только корневую систему растений), контроль – дистиллированная вода. Далее опытные и контрольные растения переносили на питательный раствор Кнопа. Оценивали влияние 0,01 моль/л МФК на биохимические показатели: активность перекисного окисления липидов (ПОЛ), активность пероксидазы и содержание каротиноидов. Отслеживали изменение биохимических показателей растений в динамике через 1, 3, 5, 12, 24, 36, 48 ч после начала опыта. Активность перекисного окисления липидов определяли по накоплению в растительных тканях малонового диальдегида (МДА) (Лукаткин, 2002). Активность пероксидазы оценивали по накоплению продуктов окисления гваякола (Методы биохимического ..., 1987). Содержание каротиноидов определяли в ацетоновой вытяжке спектрофотометрически при длине волны 440,5 нм (Шлык, 1971).

Действие МФК приводило к активации окислительных процессов в тканях растений. Наиболее интенсивно окислительные процессы развивались в корнях растений.

В первые часы опыта (1–3 ч) активность пероксидазы в корнях растений была в 2,4–2,6 раза выше, чем в контрольных растениях (рис. 1). Через 5 часов после действия МФК отмечали снижение активности пероксидазы в корнях опытных растений, и максимальное снижение активности происходило через 12 часов после начала опыта. Далее активность пероксидазы возрастала и через 48 ч после начала опыта достигла уровня контрольных растений. Изменение активности пероксидазы в тканях коррелировало с интенсивностью процессов перекисного окисления липидов. Одновременно с активацией пероксидазы в корнях опытных растений отмечали снижение интенсивности процессов перекисного окисления. Установлено, что минимальное накопление МДА было отмечено через 3 часа после действия МФК и в дальнейшем происходило возрастание интенсивности процессов ПОЛ. Через 48 ч после воздействия МФК активность ПОЛ была выше контрольного уровня на 20%.

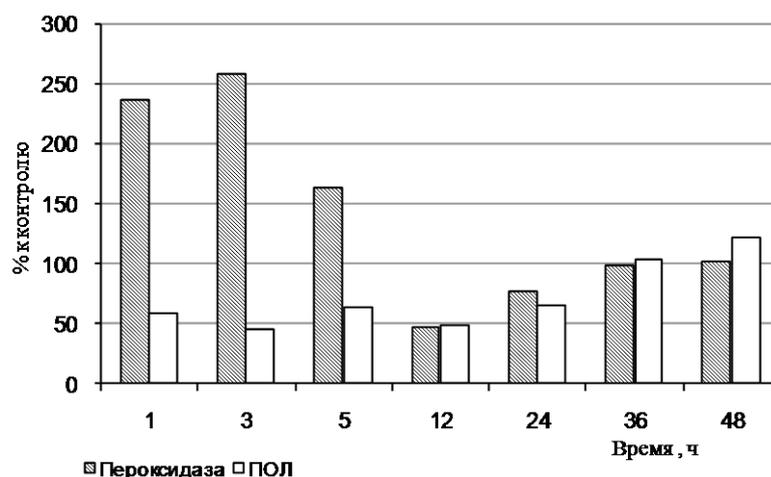


Рис. 1. Влияние МФК (0,01 моль/л) на активность пероксидазы и ПОЛ в корнях ячменя

В листьях опытных растений отмечали аналогичные изменения активности пероксидазы и ПОЛ (рис. 2). Активность пероксидазы в листьях достигала максимальных значений через 12 ч после действия МФК и превышала уровень контрольных растений на 70%, далее активность пероксидазы снижалась и не превышала 70% от контроля. Активность перекисного окисления липидов в листьях опытных растений в первые часы опыта снижалась, минимальное накопление МДА отмечали через 5 часов после воздействия МФК. Далее уровень МДА начал возрастать, но до конца периода наблюдений (48 ч после воздействия МФК) не превысил 70% от контроля.

Изучение активности пероксидазы и процессов ПОЛ в растительных тканях под действием МФК позволило выявить изменение интенсивности окислительных процессов в динамике. Так, в первые часы после инкубации растений на МФК происходит значительная активация фермента пероксидазы, которая принимает участие в процессах связывания АФК. Интенсивность процессов ПОЛ в растениях в это время снижается, только через 48 ч происходит накопление МДА в корнях растений, что свидетельствует о более серьезных процессах – повреждении клеточных мембран. Направленность окислительных процессов в листьях и корнях растений была одинаковой, однако интенсивность окислительных процессов была выше в корнях растений.

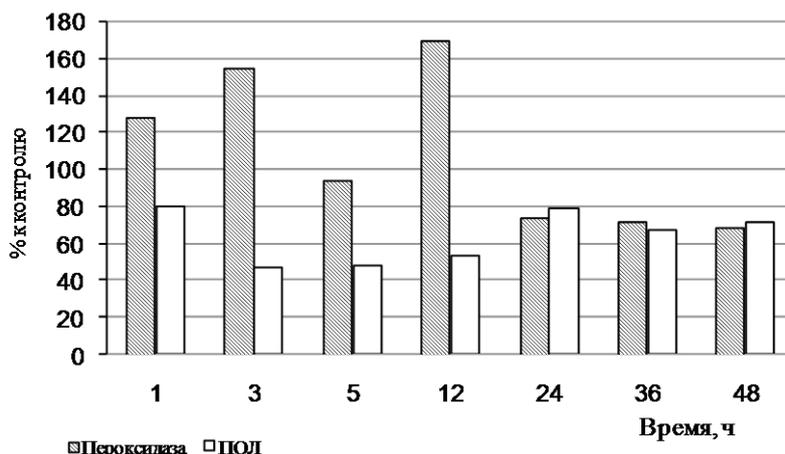


Рис. 2. Влияние МФК (0,01 моль/л) на активность пероксидазы и ПОЛ в листьях ячменя

Было изучено накопление в растительных тканях веществ с антиоксидантными свойствами – каротиноидов.

Установлено, что под действием МФК в тканях происходило накопление каротиноидов (таблица). Максимальная концентрация желтых пигментов отмечена в листьях растений через 24 ч после воздействия МФК. В это же время происходило резкое снижение активности пероксидазы и возрастание интенсивности процессов ПОЛ в листьях опытных растений. Известно, что каротиноиды выполняют фотопротекторную функцию и являются антиоксидантами, способствуя подавлению окислительных процессов в растительных тканях.

Таблица

Влияние 0,01 моль/л МФК на накопление каротиноидов в листьях ячменя

Время, ч	Вариант		
	контроль	0,01 М МФК	% к контролю
12	3,0004±0,0040	3,48626±0,1449	116
24	3,0004±0,0040	9,5851±1,4371	319
36	2,9561±0,1613	3,5153±0,3405	119
48	2,9561±0,1613	3,3180±0,2899	112

Таким образом, нами изучено развитие окислительных повреждений в растительных тканях под действием МФК в динамике. Направленность изменения активности пероксидазы и ПОЛ в растительных тканях опытных растений совпадала. Выявлено, что корневая система растений более чувствительна к действию МФК, что проявилось в большей активности антиоксидантного фермента пероксидазы и ПОЛ. В листьях опытных растений также отмечали активацию окислительных процессов, но она была выражена в меньшей степени. Накопление в листьях опытных растений каротиноидов также свидетельствует о развитии окислительного стресса и направлено на детоксикацию активных форм кислорода.

Литература

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., Головкин Т. К., Огородникова С. Ю. Реакции растений на фосфорорганический ксенобиотик – метилфосфоновоую кислоту. Сыктывкар, 2004. 24 с.

Шлык А. А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 154–171.

СОДЕРЖАНИЕ ГЛИКОГЕНА В ПЕЧЕНИ И МЫШЦАХ ПРИ ИНТОКСИКАЦИИ ОРГАНИЗМА МЫШЕЙ ЛИНИИ СВА МЕТИЛФОСФОНОВОЙ КИСЛОТОЙ

И. В. Дуплякина¹, О. М. Плотникова¹, С. Н. Лунева²

¹ РЦ СГЭЖиМ по Курганской области, *kurgan-rc@yandex.ru*

² ФГУ «РНЦ «ВТО» им. Академика Г. А. Илизарова Росмедтехнологий»

Исследование биохимических основ токсичности и устойчивости живых организмов к действию загрязняющих веществ важно для адекватной оценки возможных экологических последствий антропогенных воздействий. Поиск биоиндикаторов загрязнения особенно актуален для районов, где в настоящее время идет уничтожение фосфорорганических отравляющих веществ (ФОВ).

По технологии уничтожения одним из продуктов деструкции ФОВ является метилфосфоновоая кислота (МФК) (Александров, Емельянов, 1990; Шкодич и др., 2004), которая лежит и в основе многих фосфорсодержащих пестицидов, применяемых в качестве гербицидов, дефолиантов, инсектицидов, акарицидов, зооцидов и фунгицидов.

Гликоген, выполняющий энергетическую функцию у животных и многих микроорганизмов, является основным полисахаридом для депонирования избытка глюкозы и для высвобождения ее в качестве источника энергии за счет окисления. Гликоген печени – это основной резервуар и источник глюкозы, поступающей через кровь во все ткани; гликоген мышц – источник глюкозы для производства энергии АТФ для сокращения мышц путем гликолиза.

В связи с огромной значимостью гликогена для энергетической системы была поставлена цель изучить содержание гликогена в печени и мышцах лабораторных мышей после интоксикации МФК в различных концентрациях.

Объектами исследования служили 120 лабораторных белых мышей линии СВА в возрасте 2 месяцев массой 26–28 грамм. Животные содержались в клетках в оптимальных условиях жизни, при свободном доступе к воде и пище.

Интоксикация проводилась путем инъекций физиологического раствора МФК мышам подкожно (опытная группа) в концентрациях 10^{-3} , 10^{-6} , 10^{-9} , 10^{-12} и 10^{-15} мг/кг массы мышей; контрольной группе проводили инъекции физиологического раствора. В состав каждой группы входило 10 самцов и 10 самок. Забор исследуемого материала производился через 72 часа после интоксикации

раствором МФК. После эвтаназии декапитацией для выделения гликогена брали печень и мышцы.

При количественном определении гликогена исследуемую пробу гидролизвали 30%-ным раствором гидроксида калия на кипящей водяной бане. При анализе печени использовали полученный гидролизат, при анализе мышечной ткани из-за более низкой концентрации гликоген дополнительно осаждали этанолом. Содержание гликогена определяли фотометрическим методом с антроновым реактивом (Практикум по биохимии, 1989).

Результаты исследований обработаны с применением непараметрических методов статистики для малых выборок с принятием вероятности равной 0,05. Достоверность различий между несвязанными выборками определяли критерием рандомизации для независимых выборок (Гайдышев, 2001).

Результаты исследования по влиянию интоксикации МФК на содержание гликогена в печени мышей линии СВА отражены на рис. 1. Видно, что для самок характерно понижение содержания гликогена в печени по сравнению с контролем – максимально до 60% при 10^{-9} мг/кг. Для самцов характерна более сложная зависимость – пониженное содержание гликогена при интоксикации МФК в концентрациях до 10^{-9} мг/кг, а затем значительный рост – до 60% при 10^{-15} мг/кг.

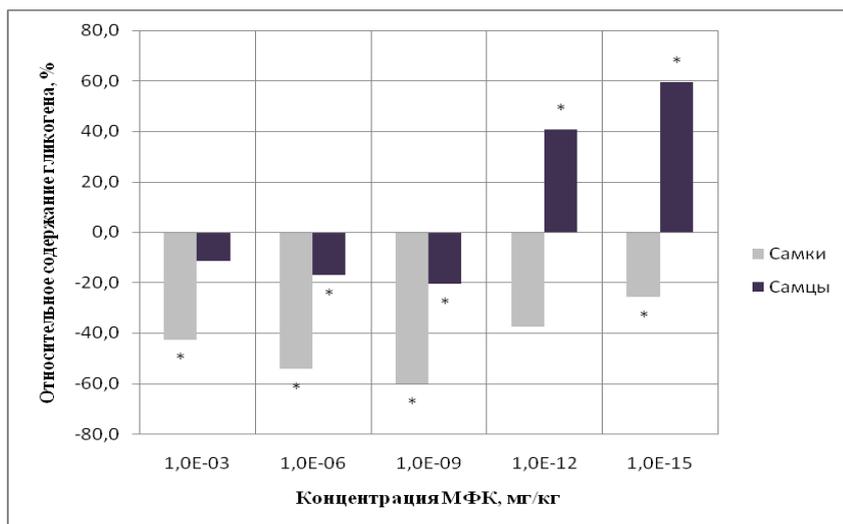


Рис. 1. Содержание гликогена в печени мышей линии СВА относительно контроля; * – достоверные различия при вероятности $p < 0,05$

Результаты исследования содержания гликогена в мышцах лабораторных мышей при интоксикации МФК показаны на рис. 2. Так, для самок характерно достоверное понижение содержания гликогена как в мышцах, так и в печени, максимально при 10^{-9} мг/кг до 73%. Содержание гликогена в мышцах самцов максимально возрастает до 129% при 10^{-12} мг/кг.

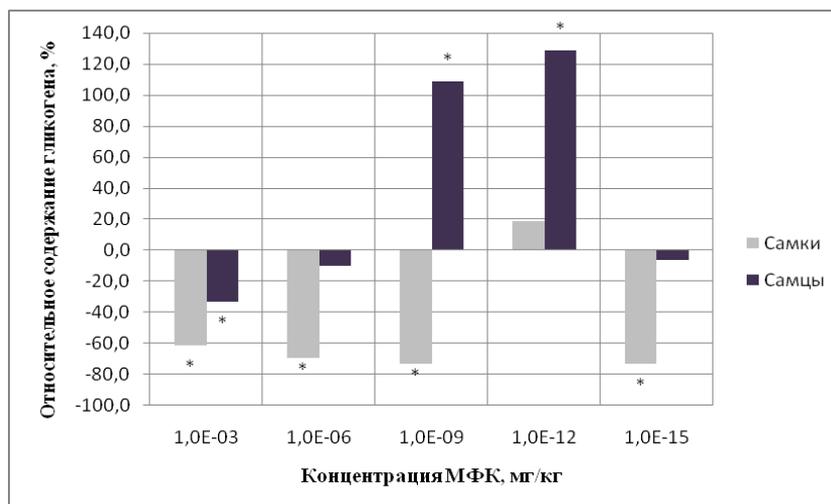


Рис. 2. Содержание гликогена в мышцах мышц линии СВА относительно контроля; * – достоверные различия при вероятности $p < 0,05$

Проведенные исследования воздействия подкожного введения различных концентраций МФК при времени интоксикации 72 часа на организм мышей линии СВА показывают, что МФК оказывает достоверное влияние на содержание гликогена в печени и мышцах. Наблюдается интенсификация энергетического обмена, при этом у самок идет расход гликогена, как печени, так и мышц, а у самцов – накопление гликогена при низких концентрациях МФК. Тем не менее, наблюдаемые изменения являются обратимыми, введение МФК изменяет содержание гликогена в печени в пределах 40%. Содержание гликогена в мышцах изменяется сильнее, чем в печени, обратимость процессов требует дополнительного изучения. Выявленные половые различия объясняются возможным влиянием МФК на организм на гормональном уровне.

Литература

- Александров В. Н., Емельянов В. И. Отравляющие вещества: Учебное пособие. М.: Военное изд-во, 1990.
- Шкодич П. Е., Желтобрюхов В. Ф., Клаучек В. В., Эколого-гигиенические аспекты проблемы уничтожения химического оружия. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2004.
- Практикум по биохимии: Учеб. пособие / Под ред. С. Е. Северина, Г. А. Соловьевой. М.: Изд-во МГУ, 1989.
- Гайдышев И. Анализ и обработка данных: специальный справочник. СПб: Питер, 2001.

ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОБЩЕГО БЕЛКА И ОЛИГОПЕПТИДОВ У ЛАБОРАТОРНЫХ МЫШЕЙ ПРИ ИНТОКСИКАЦИИ МЕТИЛФОСФОНОВОЙ КИСЛОТОЙ

А. М. Корепин¹, О. М. Плотникова¹, С. Н. Лунева²

¹ РЦ СГЭКиМ по Курганской области, *kurgan-rc@yandex.ru*

² ФГУ «РНЦ «ВТО» им. Академика Г. А. Илизарова Росмедтехнологий»

Согласно технологии уничтожения фосфорорганических соединений продуктами деструкции являются главным образом метилфосфоновая кислота (МФК) и ее эфиры (Шкодич, Желтобрюхов, Клаучек, 2004), которые выступают в качестве важнейших маркеров в случае возможного загрязнения. Многие физико-химические методы не позволяют обнаруживать низкие концентрации таких токсикантов (Берзин, Романов, Савельева, 2009).

В связи с этим современными методами оценки состояния природной среды объектов уничтожения химического оружия становятся новые в экологическом мониторинге методы, основанные на измерении биохимических показателей индикаторных видов животных, в первую очередь мелких грызунов. Организм лабораторных мышей является сбалансированной системой, которая быстро реагирует практически на любые раздражители. Существует широкий спектр методик, успешно применяемых в медицине для характеристики обменных процессов и выявления патологий.

МФК по своей реакционной способности, а также в строении по фрагменту $-P(O)(OH)_2$ подобна фосфорной кислоте, одному из главных метаболитов. В силу наличия малополярной С-Р-связи (Кравцов, Янов, Дармов, Ковтун, 2006), способной к гомолитическому разрыву, МФК может разрушать структуры нативных белков, приводя как к молекулярным сшивкам, так и к разрыву связей и появлению молекул низкой и средней молекулярных масс. И как следствие могут появляться свойства токсического или регуляторного направления. Данные о воздействии на антиоксидантную систему теплокровных животных и человека в литературе практически отсутствуют.

Целью нашего исследования стало изучение влияния МФК на показатели белкового обмена лабораторных мышей.

Для эксперимента мы исследовали плазму и эритроцитарную массу 150 самцов и самок средней массы 26 ± 2 г в возрасте 2 месяцев. Мыши линии СВА содержались в стандартных условиях вивария.

В качестве изучаемых показателей были выбраны общий белок и олигопептиды, в определении которых использовались колориметрические биуретовый метод и метод Лоури (Практикум..., 1989).

Нейтрализованные изотонические растворы МФК вводились подкожно параллельно с контролем группам по 10–15 самцов и самок. Концентрации используемых растворов МФК: от 2 до 10^{-15} мг/кг. Декапитация и забор крови, из которой получали гепаринизированную плазму, осуществлялась после 72 ч интоксикации.

В статистической обработке данных применялись методы непараметрической статистики: критерий Титъена–Мура при исключении выбросов, критерий рандомизации для независимых выборок (число наблюдений 5–12) для оценки достоверности различия между двумя выборками экспериментальных данных. Результаты анализов усреднялись с помощью медианы, на основании которой считались различия в процентах (%) опытных и контрольных групп (Гланц, 1998; Гублер, Генкин, 1973; Гайдышев, 2001).

Исследования показали, что при интоксикации раствором МФК наблюдается достоверное увеличение общего белка плазмы относительно контроля у самцов максимально при концентрации 10^{-9} мг/кг на 14,3%, у самок 10^{-6} мг/кг – на 13,6% (рис. 1).

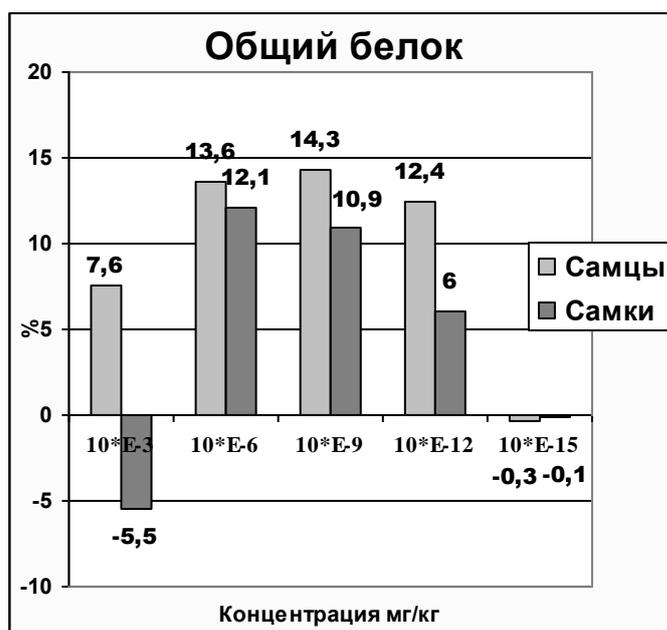


Рис. 1. Изменение концентрации общего белка у самцов и самок лабораторных мышей относительно контрольной группы при интоксикации метилфосфоновой кислотой

Содержание олигопептидов в плазме также увеличивалось и достигало максимума при концентрации – 10^{-15} мг/кг – 90,4% для самцов, 10^{-9} мг/кг – 37% для самок; в эритроцитарной массе – 10^{-3} мг/кг – 29,0% и 10^{-6} мг/кг – 43,9%, соответственно. Более детально результаты представлены на рис. 2.

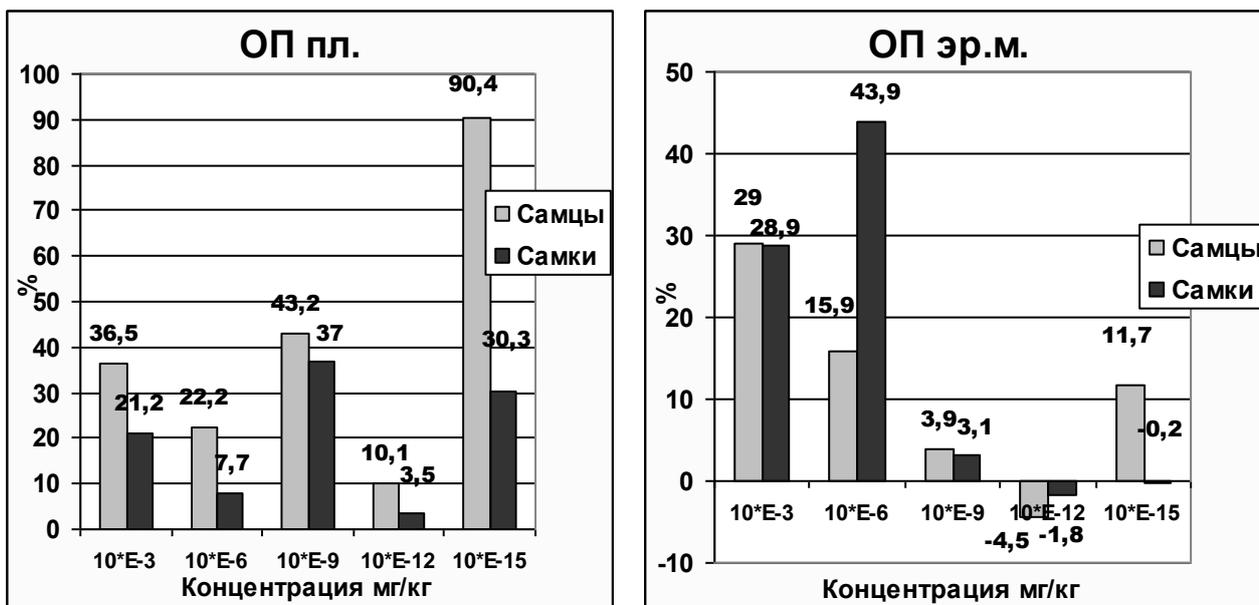


Рис. 2. Изменение концентрации олигопептидов в плазме (ОП пл.) и эритроцитарной массе (ОП эр.) у самцов и самок лабораторных мышей относительно контрольной группы при интоксикации метилфосфоновой кислотой

По полученным данным можно сделать вывод, что при подкожном введении и времени интоксикации 72 ч МФК оказывает достоверное влияние на показатели белкового обмена. Эти изменения лежат в рамках небольшого превышения диапазона концентраций общего белка и олигопептидов в контрольных группах и являются обратимыми. Но в совокупности с показателями липидного и углеводного обменов можно использовать для точной оценки уровня загрязнения окружающей среды.

Литература

- Берзин И. А., Романов В. С. Определение метаболитов фосфорорганических отравляющих веществ в биомедицинских пробах с использованием твердофазной экстракции. СПб: Судебная медицина, www.medline.ru, т. 10, 2009.
- Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1998.
- Гублер Е. В., Генкин А. А., Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях. Л.: Медицина, 1973.
- Гайдышев И. Анализ и обработка данных: специальный справочник. СПб: Питер, 2001.
- Кравцов И. С., Янов С. Н., Дармов И. В., Ковтун А. Л., Выделение из окружающей среды микроорганизмов, способных разлагать фосфонаты. М.: ФГУП «ЦНИИХМ», Химическая и биологическая безопасность, № 6 (30), 2006.
- Практикум по биохимии: Учеб. пособие / Под ред. С. Е. Северина, Г. А. Соловьевой. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГУ, 1989.
- Шкодич П. Е., Желтобрюхов В. Ф. Эколого-гигиенические аспекты проблемы уничтожения химического оружия. Волгоград: ВолГУ, 2004.

ВЛИЯНИЕ МАЛЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ МЕТИЛФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ НА СОДЕРЖАНИЕ ТРИГЛИЦЕРИДОВ В ПЛАЗМЕ КРОВИ ЛАБОРАТОРНЫХ МЫШЕЙ

Н. Н. Матвеев¹, О. М. Плотникова¹, С. Н. Лунева²

¹ РЦ СГЭКиМ по Курганской области, *kurgan-rc@yandex.ru*

² ФГУ «РНЦ «ВТО» им. Академика Г. А. Илизарова Росмедтехнологий»

В настоящее особое внимание вызывает загрязнение окружающей среды фосфонатами, которые широко используются в сельском хозяйстве как пестициды (например, гербицид глифосат – действующее вещество «Раундап»), а наиболее токсичные фосфонаты являются боевыми фосфорорганическими веществами (ФОВ). К фосфонатам относится метилфосфоновая кислота (МФК), ее эфиры и соли, являющиеся продуктами деструкции ФОВ (зарина, зомана и Vх). Они могут появляться в природных средах в период работы объектов по уничтожению химического оружия (Шкодик, Желтобрюхов и др., 2004).

Метилфосфонаты достаточно устойчивы в природных средах и, согласно литературным данным, обладают низкой токсичностью для млекопитающих и водных организмов, ЛД₅₀ для крыс составляет $0,5 \cdot 10^3$ мг/кг при пероральном введении. В целом воздействие МФК на организм млекопитающих остается мало исследованным (Савельева, Зенкевич и др., 2002).

Целью данной работы было изучение изменения содержания триглицеридов в плазме крови лабораторных мышей при интоксикации метилфосфоновой кислотой различных концентраций.

В работе использовано 120 самок и самцов лабораторных белых мышей в возрасте 2 месяцев массой 24–28 грамма. Животные содержались в стандартных условиях вивария и были разделены на опытные и контрольные группы. В опытных группах вводили МФК путем подкожных инъекций нейтрализованного физиологического раствора МФК (10^{-3} , 10^{-6} , 10^{-9} , 10^{-12} , 10^{-15} мг/кг); контрольным группам вводили подкожно физиологический раствор. Забор крови производился через 72 часа после интоксикации. Из цельной крови получали плазму, в которой проводили определение триглицеридов фотокolorиметрически с использованием наборных методов фирм Вектор Бест или Витал.

Результаты исследований были обработаны с применением непараметрических методов статистики для малых выборок (Гайдышев, 2001). Для всех случаев, кроме концентрации МФК 10^{-9} мг/кг у самок, отличия между результатами опытных и контрольных групп достоверны ($p < 0,05$).

Содержание триглицеридов в плазме крови мышей-самцов без интоксикации МФК лежит в интервале 0,39–0,83 г/100мл, а мышей-самок – в интервале 0,33–0,81 г/100мл, что можно считать нормой для белых лабораторных мышей.

Изменения содержания триглицеридов в плазме опытных групп самцов и самок лабораторных мышей показаны в процентах относительно контрольных групп на рис.

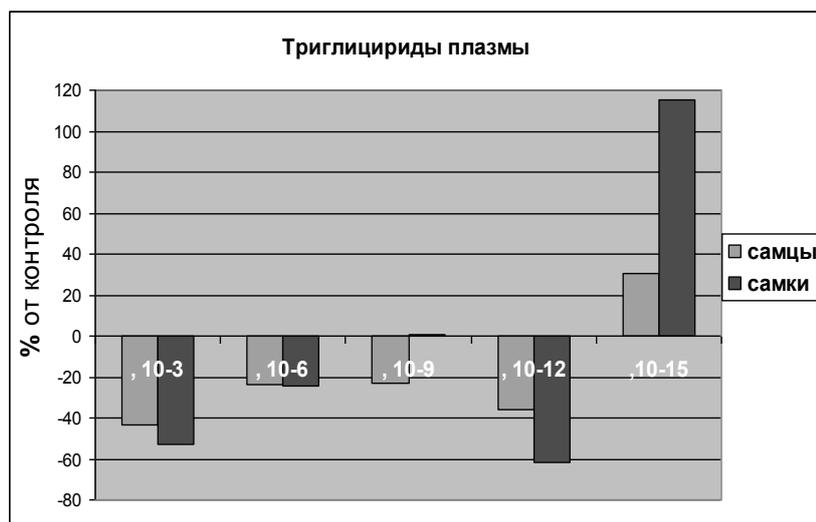


Рис. Содержание триглицеридов в плазме крови опытных групп мышей относительно контроля

По данным рис. 1 введение МФК самцам лабораторных мышей в концентрациях 10^{-3} , 10^{-6} , 10^{-9} , 10^{-12} мг/кг приводит к снижению содержания триглицеридов относительно контроля на 43,6%, 23,4%, 22,8%, 36,1%, соответственно, а при введении 10^{-15} мг/кг МФК – повышение содержания триглицеридов на 30,6%.

При интоксикации самок лабораторных мышей следующими концентрациями МФК 10^{-3} , 10^{-6} , 10^{-12} мг/кг, происходит снижение содержания триглицеридов на 52,8%, 24,6%, 61,6%, а при 10^{-15} мг/кг наблюдается гипертриглицеридемия, что может быть связано с беременностью.

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать вывод, что МФК при всех изученных концентрациях при подкожном введении в основном оказывает схожее влияние на самцов и самок лабораторных мышей, вызывая в небольшой степени гипотриглицеридемию (уменьшение содержания триглицеридов в плазме крови в среднем на 33%) при наблюдении через 72 часа после интоксикации.

Литература

Гайдышев И. Анализ и обработка данных: специальный справочник. СПб: Питер, 2001.

Савельева Е. И., Зенкевич И. Г. и др. Исследование продуктов превращений фосфорорганических отравляющих веществ методом газовой хромато-масс-спектрометрии // Российский хим. журнал. 2002. Т. 46, № 6. С. 82–91.

Шкодич П. Е., Желтобрюхов В. Ф., Клаучек В. В., Эколого-гигиенические аспекты проблемы уничтожения химического оружия. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2004.

ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ФЕРМЕНТОВ ПЕЧЕНИ У МЫШЕЙ ЛИНИИ СВА ПРИ ДЕЙСТВИИ МЕТИЛФОСФОНАТОВ

А. Н. Евдокимов¹, О. М. Плотникова²

¹ РЦ СГЭЖиМ по Курганской области, *kurgan-rc@yandex.ru*

² Курганский государственный университет, *plotnikom@yandex.ru*

Использование биохимических показателей теплокровных животных для оценки качества окружающей среды – одно из современных направлений в экологическом мониторинге. Для успешного применения биохимических показателей в экомониторинге необходимо изучение действия ожидаемых в природных средах загрязняющих веществ в модельных экспериментах.

Среди биохимических показателей особое место занимают ферментные системы, так как именно они в первую очередь обеспечивают нормальный обмен веществ и поддержание гомеостаза.

Для оценки токсичности химических веществ прежде всего интересны сывороточные ферменты печени как специфические, так и неспецифические.

Целью нашей работы было выбрано изучение активности трансаминаз и холинэстеразы при интоксикации специфическим загрязняющим веществом сугубо антропогенного происхождения – метилфосфоновой кислотой (МФК).

Объектами исследования служили самцы белых лабораторных мышей линии СВА в возрасте двух месяцев массой 27 ± 2 грамма. Мыши были разделены на две группы по 10–12 особей в каждой: контрольные группы с введением физиологического раствора и опытные группы с интоксикацией МФК в качестве поллютанта.

Активность аланинаминотрансферазы (АлТ), аспартатаминотрансферазы (АсТ) и холинэстеразы (ХЭ) определяли наборными методами фирмы Вектор Бест адаптированными к применению на мышах.

Интоксикация проводилась путем инъекций мышам подкожно нейтрализованного физраствора МФК. Забор исследуемого материала производился через 72 час после интоксикации. После эвтаназии декапитацией для исследования брали цельную кровь, из которой получали центрифугированием сыворотку крови.

Совокупности полученных экспериментальных данных в каждой выборке описывали с помощью медианы и процентилей (Гланц, 1998). Достоверность различий между двумя выборками экспериментальных данных оценивали с применением методов непараметрической статистики для малых выборок с использованием критериев для независимых выборок – Вилкоксона-Манна-Уитни (U) для числа наблюдений n от 12 до 40 (Гублер, Генкин, 1973) или рандомизации – при n от 5 до 12 (Гайдышев, 2001).

Полученные экспериментальные данные отражены на рис. 1–3.

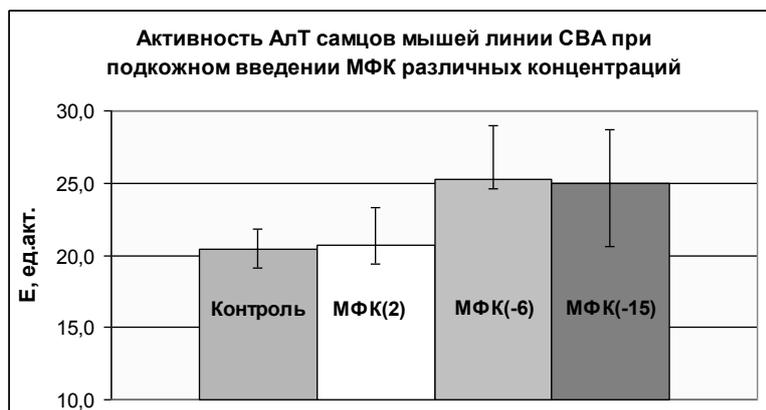


Рис. 1. Изменение активности аланинаминотрансферазы (АлТ) в сыворотке крови мышей-самцов линии СВА при подкожном введении МФК в концентрациях 2 мг/кг, 10^{-6} и 10^{-15} мг/кг массы (обозначение на рис. МФК(2), МФК (-6) и МФК (-15))

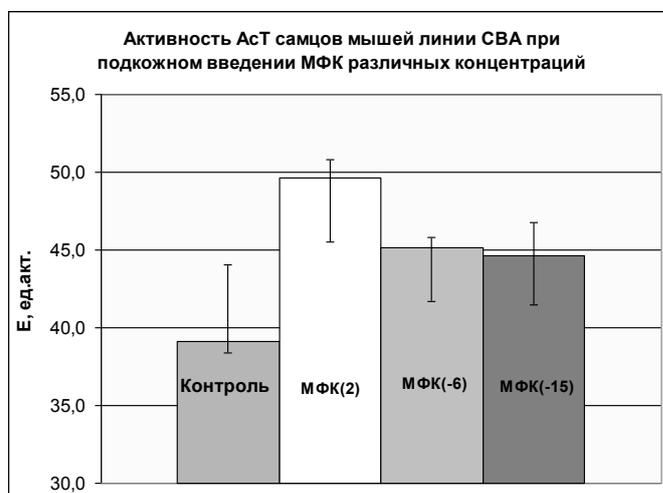


Рис. 2. Изменение активности аспартатаминотрансферазы (АсТ) в сыворотке крови мышей-самцов линии СВА при подкожном введении МФК в концентрациях 2 мг/кг, 10^{-6} и 10^{-15} мг/кг массы (обозначение на рисунке МФК(2), МФК (-6) и МФК (-15))

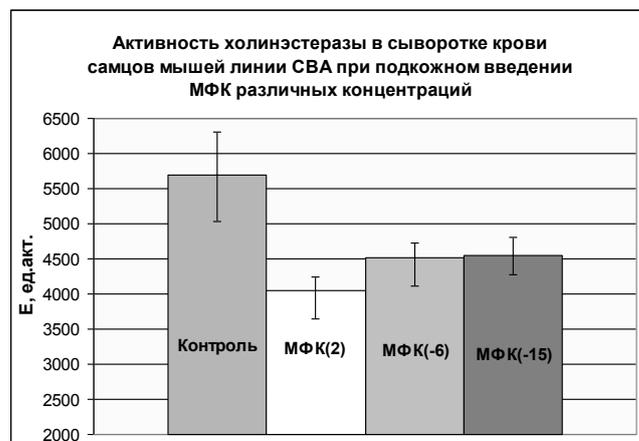


Рис. 3. Изменение активности сывороточной холинэстеразы (ХЭ) в сыворотке крови мышей-самцов линии СВА при подкожном введении МФК в концентрациях 2 мг/кг, 10^{-6} и 10^{-15} мг/кг массы (обозначение на рисунке МФК(2), МФК (-6) и МФК (-15))

Анализ экспериментальных данных изменения активности изученных ферментов – АлТ, АсТ и ХЭ – в сыворотке крови мышей-самцов при подкожном введении МФК в концентрациях 2 мг/кг (сверхвысокая концентрация), 10^{-6} и 10^{-15} мг/кг массы мышей (средняя и сверхмалая концентрации, соответственно) показывает, что:

– активность АлТ и АсТ увеличивается при всех концентрациях МФК на 24–26% для АлТ и на 12–14% для АсТ относительно контрольной группы мышей, кроме случая действия сверхвысоких доз МФК, когда активность АлТ практически не меняется, а активность АсТ увеличивается на 20% (рис. 1 и 2).

– рассчитанный диагностически важный коэффициент де Ритиса – отношение АсТ/АлТ – в опытной группе самцов при интоксикации МФК сверхвысокой дозы увеличивается относительно контроля на 11%, а при интоксикации МФК средней и сверхмалой дозы уменьшается относительно контроля на 11%.

– активность сывороточной холинэстеразы в опытной группе уменьшается на 18–29% относительно контрольной группы мышей-самцов.

Таким образом, на основании полученных экспериментальных данных можно сделать вывод, что МФК при всех изученных концентрациях при подкожном введении оказывает влияние на самцов лабораторных мышей, вызывая незначительное повышение активности трансаминаз АлТ и АлТ и понижение активности сывороточной холинэстеразы при наблюдении через 72 часа после интоксикации. Наблюдаемые изменения достоверны, но не носят патологического характера и в основном входят в интервалы нормальных величин активностей изученных ферментов, характерных для белых лабораторных мышей.

Литература

Гайдышев И. Анализ и обработка данных: специальный справочник. СПб: Питер, 2001.

Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1998.

Гублер Е. В., Генкин А. А. Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях. Л.: Медицина, 1973.

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ДЕЗИНФЕКТАНТОВ НА ИНВАЗИОННЫЕ БИОАГЕНТЫ И ОЦЕНКА ИХ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Л. Р. Мутшвили¹, Е. С. Клюкина¹, С. П. Ашихмин²,
О. Б. Жданова¹, Л. И. Домрачева¹, О. В. Масленникова¹,
Л. Б. Попов¹, Л. В. Кондакова³, П. Г. Распутин²,
А. К. Мартусевич⁴, О. А. Пестрикова¹

¹ Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
nt-flora@rambler.ru,

² Кировская государственная медицинская академия,

³ Вятский государственный гуманитарный университет,

⁴ Нижегородский НИИ ТО

Паразитарные заболевания, общие для человека и животных, составляют обширную группу болезней и патологических состояний, многие из которых (токсокароз, аляриоз, цестодозы и др.) формируют глобальную социально-экономическую проблему. Несмотря на то, что современные дезинфектанты обеспечивают достаточный уровень биобезопасности, во всем мире исследовательские центры и лаборатории продолжают заниматься поиском и разработкой новых препаратов. Это обусловлено, прежде всего, тем, что из-за наличия множества требований к самим препаратам и имеющимся различиям к условиям их применения, ни одно средство не является достаточно универсальным, чему способствует ряд факторов: изменение производства, сырьевых возможностей и повышение требования к экологической безопасности.

Токсокароз и аляриоз – наиболее опасные гельминтозы, широко распространенные у животных в Кировской области. Токсокароз – относительно новая проблема практического здравоохранения. Возбудитель токсокароза – нематода семейства *Anisakidae* рода *Toxocara*. С фекалиями собак выделяются сотни тысяч яиц токсокар, которыми загрязняется почва. Заражение человека происходит при заглатывании яиц гельминтов. 10% детей в возрасте до 7 лет имеют привычку пикацизма: пробования или поедания несъедобных веществ, в частности, почвы (геофагия), что увеличивает опасность заражения токсокарозом. Долгое время считалось, что для развития яиц *T. canis* необходимым условием является пребывание в почве от 2 до 7 недель, что исключало возможность попадания в организм человека яиц с шерсти собак. Однако, позднее была доказана возможность прямого заражения, т. к. до 25% обнаруженных на шерсти яиц содержат личинку 2 стадии (инвазионная стадия). Таким образом, контакт с собаками является основным путем заражения человека инвазионными стадиями *Toxocara canis*. Аляриоз также имеет широкое распространение в Кировской области. *Alaria alata* развивается при участии трех хозяев – моллюска, амфибии, хищника. Амфибиям отводится роль дополнительных хозяев и развивающуюся в них личинку называют мезоцеркарием (Алексеева и др., 1987; Жданова, 2004).

Для развития трематоды яйца должны попасть в воду. В воде крышечка открывается и из яйца выходит личинка мирацидий. Для дальнейшего развития она внедряется в моллюсков из сем *Planorbidae*: *Planorbis planorbis* (окаймленная катушка). В летний период времени при температурах 22–24 °С развитие церкариев завершается через 37–46 дней. Они активно проникают в дополнительных хозяев бесхвостых амфибий, особенно лягушек и их головастиков. У них развиваются в различных органах мезоцеркарии *A. alata*, которые сохраняются у земноводных до конца жизни. Резервуарные хозяева – земноводные, рептилии, птицы, разных отрядов млекопитающие (грызуны, насекомоядные, парнокопытные и **хищные**), в которых локализуются мезоцеркарии алярий. Грызуны в цикле развития необязательны, поскольку они выполняют роль резервуарных хозяев. Нами при исследовании 68 грызунов у одной обыкновенной полевки обнаружен в мышцах задней конечности мезоцеркарий трематоды *Alaria alata*. Широкое распространение *A. alata* среди резервуарных хозяев объясняется трансмаммарной передачей мезоцеркариев лактирующих самок потомству.

В 1980 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) сообщила о регистрации у людей нескольких случаев мезоцеркариозов, протекавших с поражением подкожной жировой клетчатки, глаз и мозга, указав, что возбудителями их явились трематоды *A. alata*. В 1973 г. появилась информация об обнаружении мезоцеркарий алярий в глазу молодой канадской женщины. В 1976 г. был случай множественного поражения внутренних органов, в том числе головного и спинного мозга 24-летнего канадца со смертельным исходом мезоцеркариями трематоды *A. americana*. Предполагалось, что заражение произошло от употребления в пищу недостаточно проваренных лягушачьих лапок. Позже несколько случаев инвазирования людей мезоцеркариями трематод рода *Alaria* отмечались также в Северной Америке и предположительно были связаны с употреблением в пищу лягушек и мяса дикого гуся. Заражение человека *Alaria alata* может произойти при употреблении в пищу недостаточно термически обработанных блюд из амфибий и рептилий, а также из мяса кабанов и свиней. Не исключается также заражение от птиц (Масленникова, 2005).

В средней полосе РФ яйца могут сохраняться жизнеспособными в почве в течение всего года, хорошо перезимовывая под снегом. При температуре ниже – 15 °С яйца не развиваются и находятся в состоянии анабиоза. Яйца токсокар сохраняются в почве жизнеспособными в течение нескольких лет. В 3% растворе формалина яйца сохраняются живыми до 11 лет, в отношении яиц алярий в доступной литературе сведения по устойчивости их к дезинфектантам не обнаружены. В этой связи испытали новое дезинфицирующее средство – азид натрия ($Na - N = N^+ = N^-$), в концентрациях 0,1–0,5% для сравнения с некоторыми дезинфектантами, применяющимися в паразитологии. В 0,1–0,5% раствор вносили яйца токсокар и алярий и наблюдали за их развитием. Была отмечена гибель 30% яиц в первые сутки и 63% во вторые сутки инкубирования в растворе 0,3% азидата натрия, в 0,1% растворе яйца оставались без изменений в течение недели, яйца алярий погибали через 20 минут после внесения в 0,1–0,3% раствор азидата натрия. Таким образом, теоретически азид натрия можно реко-

мендовать для дегельминтизации почвы в местах скопления фекалий собак и кошек. Однако возникает необходимость проверки безопасности препарата для газонных растений и полезной почвенной микрофлоры. Поэтому применению данного препарата в качестве дезинфектанта в определенной концентрации должна предшествовать его оценка для безопасности окружающей среды. С этой целью были проведены опыты на микроделянках, выделенных на типичном уличном газоне в центре г. Кирова. На подготовленном обычным способом участке высевали смесь газонных трав, пробы почвы для количественного учета микроорганизмов и выявления видового состава фототрофов отбирали стандартным методом, рекомендуемым в почвенной микробиологии и альгологии. Численность водорослей и цианобактерий определяли методом прямого счета (Домрачева, 2005). Опытный участок газона размещался на антропогенно нарушенных почвах, в центре города Кирова, рядом с деревьями, домами, вблизи от асфальтированных дорог с интенсивным движением транспорта. Во время закладки опыта выполнялись все агротехнические требования, необходимые для создания качественного газонного покрытия. Посев семян производился уже через 7–10 дней. Семена газонной травосмеси заделывались в почву граблями на глубину 1 см, а после этого было произведено уплотнение верхнего почвенного слоя для лучшего контакта семян с почвой. После заделки семян была проведена обработка соответствующих вариантов растворами препаратов. Контроль поливался таким же количеством воды. Через 3 недели после посева, когда высота всходов достигла 10 см, провели опрыскивание опытных деленок растворами: 0,5% раствором азидата натрия, 0,5% раствором формалина и карболовой кислоты, 70% раствором спирта. Спустя несколько часов после обработки, наблюдался сильный гербицидный эффект. Растения повяли, происходило сильное закручивание листьев, особенно при обработке карболовой кислотой.

Таблица 1

Влияние различных дезинфектантов на состояние газонной травы

ВАРИАНТ	Сухая масса, г/м	
	надземной части	корней
Контроль	470.0	210.0
Карболовая кислота	70.0	70.0
Спирт	215.0	160.0
Формалин	100.0	70.0
Азид натрия	247.5	115.0

При применении карболовой кислоты (к.к.) наблюдалось полное усыхание, и отмирание надземной части. Через 2 недели газонная трава частично отросла на всех деланках, за исключением (к.к.), но площадь покрытия почвы и урожай сухой массы надземной части и корней, в этом варианте даже к моменту снятия опыта (через 2 месяца) была ниже контроля (табл. 1). Наименьшее воздействие на состояние травы оказал азид натрия, поэтому дальнейшие исследования проводили с использованием этого препарата. Пробы почвы с глубины 0,5 см на альго-микологический анализ отбирались дважды: перед посе-

вом газонной смеси и через 2 месяца при отборе образцов газонной травы на определение урожайности надземной и подземной массы.

В табл. 2 приведены результаты опытов с одновременным внесением биопрепаратов и азида. Фитоугнетающее действие азида снимается при дополнительном внесении в почву цианобактериального инокулята. Ещё одним из путей, снимающих стрессовое воздействие азид натрия на высшие растения, может быть предварительная обработка почвы данным препаратом до посева.

Таблица 2

Влияние азид натрия на альго-микологические комплексы в почве с газонной травой (через 2 месяца после внесения поллютанта)

Вариант	Фототрофы, численность клеток, тыс./г			Мицелий микромицетов		
	Водоросли	Цианобактерии	Всего	Длина, м/г	Бесцветный, %	Окрашенный, %
Контроль	700	266	966	14,7	43,5	56,5
Азид до посева	730	1930	2660	25,2	34,3	65,7
Азид после посева	836	2470	3306	24,0	24,4	75,6

Итак, в системе обеспечения биобезопасности населения дезинфекция неблагополучных по наличию яиц паразитов почв занимает ведущее место. При применении в качестве овоцидного средства азид натрия дезинфекция становится эффективной и относительно безопасной. Кроме того, что растворы азидных производных довольно дешевы, они не летучи, при непосредственном контакте с кожей рук не оказывают дубящего эффекта, в отличие от остальных дезинфектантов. Азидные производные могут транспортироваться также в сухом виде, не имея температурных ограничений.

Литература

Алексеева М. И., Лысенко А. Я., Гораш В. Р. Токсокароз: уч. пособие. М.: ЦОЛИУВ, 1987, С. 20.

Жданова О. Б. Токсокароз домашних и диких плотоядных // Современные проблемы ветеринарной медицины. Матер. докл. науч. конф. Киров, 2004. С. 34–37.

Масленникова О. В. Гельминтофауна промысловых животных и природных биоценозах Кировской области. Автореферат дисс... кбн., Киров, 2005.

Домрачева Л. И. Цветение почвы и закономерности его развития. Сыктывкар, 2005, 333 с.

**СТРУКТУРА И ФИТОМАССА НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА
ЛИСТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ
В ХОДЕ АНТРОПОГЕННОЙ СУКЦЕССИИ**

Т. А. Пристова

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

Формирование смешанных лиственно-хвойных насаждений на значительных площадях сплошных вырубок в течение XX века стало характерной

особенностью северных лесов. В верхнем ярусе вторичных лесов преобладают осина и береза, под их пологом появляется ярус теневыносливых хвойных пород, преимущественно ели. Изучение сукцессионных процессов в смешанных лиственно-хвойных лесах важно для понимания динамики таежных лесов в целом.

Антропогенное воздействие и последующее естественное лесовозобновление оказывает существенное влияние на состав, структуру и фитомассу растений древесного яруса и напочвенного покрова.

Исследование смешанных лиственных насаждений и ельника проводилось на постоянных пробных площадях (ППП) на территории Ляльского лесоэкологического стационара, расположенного в Княжпогостском районе Республики Коми, в течение 10 лет. Изучение напочвенного покрова в ельнике чернично-сфагновом позволяют определить видовой состав и структуру фитомассы до вырубki. Объекты изучения можно выстроить в определенный возрастной ряд (по возрастанию):

Березово-еловый молодняк разнотравного типа. Состав древостоя 8Б2Е, возраст 12 лет.

Березово-осиновое насаждение разнотравного типа. Состав древостоя 5Ос4Б1Е ед.Пх, возраст 37 лет.

Лиственно-хвойное насаждение разнотравно-черничного типа. Состав древостоя 53Ос40Б4С3Е, возраст 45 лет.

Сосново-лиственное насаждение черничного типа. Состав древостоя 51С24Б23Ос2Е, возраст 45 лет.

Березово-осиновое насаждение разнотравно-зеленомошного типа. Состав древостоя 7Ос2Б1Е+Пх, возраст 90 лет.

Ельник чернично-сфагновый. Состав древостоя 9Е1Б+С ед.Пх., возраст 106–200 лет.

Исследуемые лесные экосистемы отличаются по видовому составу и количеству видов, формирующих напочвенный покров. Наибольшим видовым разнообразием отличается лиственно-хвойное насаждение (№ 3), наименьшим – сосново-лиственное (№ 4) (рис. 1). Максимальным накоплением фитомассы характеризуется ельник чернично-сфагновый (№ 6) – 3,9 т/га, минимальным березово-осиновое насаждение (№2) – 0,4 т/га (рис. 2).

Фитомасса папоротников, хвощей и плаунов в напочвенном покрове исследуемых насаждений, как правило, не превышает 3 % (табл.). Выделены доминирующие группы растений напочвенного покрова. Так, в средневозрастных лиственно-хвойном и осиново-березовом фитоценозах около 40% фитомассы приходится на травы и 40 % – на мхи. В березово-еловом молодняке и березово-осиновом насаждении это соотношение несколько иное: 30 и 50%. В ельнике мхи занимают доминирующее положение, поэтому соотношение изменяется: 12 и 82% соответственно.

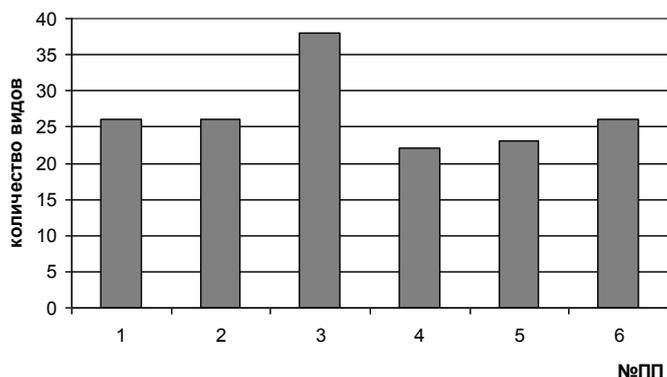


Рис. 1. Количество видов растений напочвенного покрова исследуемых насаждений

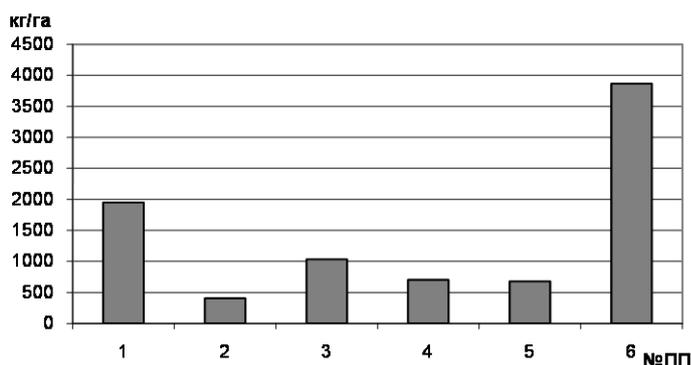


Рис. 2. Фитомасса растений напочвенного покрова исследуемых насаждений, кг/га

Таблица

Доля участия групп растений в формировании фитомассы напочвенного покрова, %

Жизненная форма	Номера (насаждений) исследуемых площадей					
	1	2	3	4	5	6
Кустарнички	15,0	19,4	21,5	67,1	9,4	2,2
Папоротники	—	2,8	2,0	0,1	4,3	1,9
Хвощи и плауны	1,1	2,0	1,0	0,1	0,1	0,3
Злаки	11,5	6,8	6,3	6,5	19,0	4,1
Травы	15,0	31,9	27,6	9,0	15,6	9,1
Мхи	57,4	37,1	41,6	17,2	51,6	82,4

Установлено, что участие кустарничков определяется типом насаждения. Например, в сосново-лиственном насаждении черничного типа фитомасса кустарничков, главным образом черники, составляет 67,1%.

Полученные результаты указывают, что видовой состав и фитомасса растений напочвенного покрова лиственных насаждений, сформированных в процессе антропогенной сукцессии на месте вырубki ельников, определяется составом и возрастом древостоя.

ПОЧВЕННЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ РИЗОСФЕРЫ РЖИ

В. А. Чиркова¹, Л. А. Мосунова¹, Е. И. Уткина², Е. С. Парфенова²

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет*

² *НИИСХ Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого*

Важнейшая роль в развитии растений принадлежит почве, из которой они получают питание и влагу. Плодородие почвы во многом зависит от жизнедеятельности населяющих ее организмов. Почвенная биота разнообразна и многочисленна. Однако главенствующая роль в процессах минерализации органических веществ, происходящих в почве и определяющих круговорот основных биогенных элементов в природе, принадлежит микроорганизмам.

Основные группы почвенных микроорганизмов, участвующих в формировании плодородия почвы: зимогенная микрофлора – сапрофиты, ведущие процессы минерализации веществ органического опада; автохтонная микрофлора – разлагают гумус почвы; олиготрофная микрофлора – завершают минерализацию органического опада в почве, развиваются за счет минимальных концентраций органических веществ (Бабьева, 1989; Виноградский, 1952).

подавляющая масса микроорганизмов почвы находится в адсорбированном состоянии на поверхности почвенных агрегатов, корней растений или органических остатков.

Многие ассоциированные с корнями микроорганизмы участвуют в снабжении культурных растений элементами питания, фитогормонами, витаминами, другими факторами роста и продуцируют соединения, ингибирующие патогенную микрофлору (Широких, 2005; Широких, Широких, 2003).

Целью наших исследований было проведение сравнительного анализа по составу ризосферной микрофлоры и выяснение роли разных групп микроорганизмов в определении урожайности сортов озимой ржи.

Работа проводилась в 2007–2008 гг. на агроучастке научно-исследовательского института сельского хозяйства Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого. Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая. Изучалась микрофлора ризосферы корней трех сортов конкурсного сортоиспытания: Вятки 2, Фаленской 4 и Кроны.

Сорт Вятка 2: создан в НИИСХ Северо-Востока; продовольственного назначения; хлебопекарные качества хорошие; пластичный; обладает стабильной продуктивностью; потенциальная урожайность более 7,0 т/га; высокозимостойкий; вынослив к кислым почвам с повышенным содержанием ионов алюминия; устойчив к вымоканию; отрастает после поражения снежной плесенью; длинностебельный; неустойчив к полеганию; возделывается с 1950 г. в Северном, Северо-Западном и Волго-Вятском регионах; занимает десятую часть всех площадей ржи в России (Сорта ..., 2006).

Сорт Фаленская 4: отобран совместно на Фаленской селекционной станции и в НИИСХ Северо-Востока; продовольственного назначения; хлебопекарные качества хорошие; потенциальная урожайность более 9,0 т/га; высокозимостойкий; короткостебельный, устойчив к полеганию; способен от-

растать после поражения снежной плесенью; вынослив к кислым почвам с повышенным содержанием ионов алюминия; внесен в Государственный реестр селекционных достижений с 1999 г. по Волго-Вятскому, с 2000 г. – по Северо-Западному регионам (Сорта ..., 2006).

Сорт Крона: выведен в НИИСХ Центральных районов Нечерноземной зоны; продовольственного назначения; хлебопекарные качества хорошие; потенциальная урожайность более 8,0 т/га; зимостойкость высокая; стебель короткий, прочный, устойчив к полеганию; внесен в Государственный реестр селекционных достижений с 1989 г. по Центральному и Волго-Вятскому регионам (Результаты ..., 2005).

Сорта исследовали в фазы выхода в трубку, цветения, восковой спелости зерна. Изучали ризосферную почву, взятую с 50 растений четырех повторений каждого сорта. Контролем служила почва без растений, отобранная с междурядий посевов. Количественный учет микроорганизмов проводили на плотных питательных средах разного назначения: определяли число аммонификаторов, грибов, азотфиксаторов. Общий микробиологический анализ почвы осуществляли по общепринятым методикам (Большой практикум ..., 1962; Ежов, 1981). Достоверность различий между вариантами опыта определяли по коэффициенту Стьюдента (Доспехов, 1979).

По результатам исследований выявлены определенные закономерности.

1. Максимальное суммарное количество ризосферных микроорганизмов всех групп (КОЕ/1 грамм почвы) наблюдалось в фазу выхода в трубку. Это можно объяснить теплыми погодными условиями, достаточным количеством влаги и пищи.

2. Наименьшее суммарное число микроорганизмов отмечено в период восковой спелости, что в шесть раз меньше по сравнению с периодом выхода в трубку. В это время у растений уже заканчивалась вегетация, поэтому в ризосферной почве микроорганизмов оказалось меньше.

3. Общее количество аммонификаторов и азотфиксаторов больше всего выявлено в фазу выхода в трубку, а грибов – в фазу цветения.

4. Выявлены различия между сортами по составу ризосферной микрофлоры. Наибольшая сумма микроорганизмов установлена у сорта Крона.

5. Состав ризосферных микроорганизмов оказывает влияние на хозяйственно ценные признаки озимой ржи. Высокие положительные коэффициенты корреляции выявлены: между урожайностью и числом аммонификаторов у всех сортов (Вятки 2, Кроны, Фаленская 4); урожайностью и количеством грибов (у Вятки 2); между урожайностью и количеством азотфиксаторов (у Фаленской 4).

Таким образом, установлены определенные различия по количеству ризосферной микрофлоры у разных сортов и в разные фазы развития растений. Достоверно значимые высокие положительные коэффициенты корреляции между численностью микроорганизмов и урожайностью указывают на преобладание в ризосфере корней озимой ржи полезной микрофлоры.

Литература

- Бабьева И. П. Биология почв / И. П. Бабьева, Г. М. Зенова. М.: Изд-во МГУ, 1989. 336 с.
- Большой практикум по микробиологии / Под ред. проф. Г. Л. Селибара. М.: Высшая школа, 1962. 490 с.
- Виноградский С. Н. Микробиология почвы. М.: Изд-во АН СССР, 1952.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 474 с.
- Ежов Г. И. Руководство к практическим занятиям по сельскохозяйственной микробиологии. М.: Высшая школа, 1981. 271 с.
- Результаты сортоиспытания сельскохозяйственных культур на госсортоучастках Кировской области за 2005 год. Киров: Инспектура по Кировской области, 2005. 88 с.
- Сорта селекции Научно-исследовательского института сельского хозяйства Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого. Киров, 2006. 47 с.
- Широких А. А. Реакция сортов озимой ржи на инокуляцию ризосферными актиномицетами // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. Киров, 2005. № 6. С. 28–32.
- Широких А. А., Широких И. Г. Комплекс ризобактерий с высокой активностью колонизации корней озимой ржи / Озимая рожь: селекция, семеноводство, технология и переработка: Мат. Междунар. науч.-практ. конф. Киров: НИИСХ С-В, 2003. С. 114–116.

РЕАКЦИЯ ЦИАНОБАКТЕРИЙ И ВОДОРОСЛЕЙ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ХЛОРИДОМ МЫШЬЯКА И АЦЕТАТОМ СВИНЦА

Л. В. Кондакова, С. С. Злобин, Г. И. Березин

Вятский государственный гуманитарный университет, ecolab@vshu.kirov.ru

Следствием техногенного воздействия на окружающую среду является ее загрязнение. Одними из многочисленных загрязнителей почвы являются соединения мышьяка и свинца. Водоросли, обитающие на поверхности и в верхних слоях почвы, являются чувствительными индикаторами состояния почвенной среды (Штина, Голлербах, 1976).

Цель исследования: изучить влияние различных концентраций хлорида мышьяка и ацетата свинца на цианобактерии и водоросли в условиях лабораторного эксперимента.

Постановка опытов и наблюдения проводились с соблюдением требований микробиологических исследований.

Объектом исследования являлись молодые колонии *Nostoc commune*, выращенные на агаре в чашечной культуре из природных корочек вида, и культура зеленой водоросли *Chlorella vulgaris*.

Варианты опыта с *Nostoc commune*: контроль; хлорид мышьяка в концентрациях: 10^{-4} моль/л, 10^{-3} моль/л, 10^{-2} моль/л; ацетат свинца в концентрации 600 мг/кг (20 ПДК), 1200 мг/кг (40 ПДК). Опыты в трехкратной повторности были поставлены в чашках Петри. В качестве субстрата использовали предварительно прокаленный речной песок. Наблюдения проводились в течение месяца.

За период эксперимента в контрольных вариантах отмечен рост колоний *Nostoc commune* и постепенное заселение субстрата новыми колониями *Nostoc commune* и водорослями до состояния «цветения». Выявлен видовой состав во-

дорослей-спутников *Nostoc commune*: *Nostoc punctiforme*, *N. muscorum*, *Phormidium autumnale*, *Ph. formosum*, *Tichonema granulata*, *Leptolyngbya foveolarum*, *L. frigidum*, *Gloeocapsa minor*, *Anabaena sp.*, *Eustigmatos magnus*, *Monodus pureniger*, *Actinochloris sphaerica*, *Chlorella vulgaris*, *Scotiellopsis levicostata*, *Pseudococcomyxa sp.*

Хлорид мышьяка в концентрации 10^{-4} моль/л оказывал слабое стимулирующее действие на рост клеток таллома *Nostoc commune*, процесс спорообразования и формирования дочерних колоний. Концентрация токсиканта 10^{-3} моль/л приводила к приостановке роста клеток *Nostoc commune* и замедлению процесса размножения. Пороговой для *Nostoc commune* являлась концентрация 10^{-2} моль/л, приводящая к гибели клеток и водорослей-спутников.

Испытанные концентрации ацетата свинца оказались более токсичными для *Nostoc commune* и его водорослей-спутников. В варианте с концентрацией 600 мг/кг (20 ПДК) и 1200 мг/кг (40 ПДК) наблюдали гибель клеток *Nostoc commune*, изменение их окраски с темной до светло-оливковой (разрушение пигментов). В чашке на поверхности субстрата обильно развивались плесневые грибы, грибные гифы проникали внутрь талломов *Nostoc commune*.

В экспериментах с зеленой водорослью *Chlorella vulgaris*, широко применяемой в качестве сертифицированного тест-объекта в лабораториях биомониторинга, изучена ее реакция на концентрации хлорида мышьяка (10^{-4} , 10^{-3} и 10^{-2} моль/л) и ацетата свинца (0,05 мг/л, 0,1 мг/л и 0,2 мг/л). Опыты проводились в трехкратной повторности в водных культурах. Измерения проводили в течение 6 дней. Для количественного учета клеток использовали камеру Горяева.

В контрольных вариантах рост численности клеток хлореллы составлял 29,7% (табл. 1). Концентрация 10^{-4} моль/л хлорида мышьяка вызвала прекращение размножения и гибель клеток *Chlorella vulgaris* в течение первых трех дней. На 4 день эксперимента численность клеток достигла первоначальной величины, затем наблюдался рост численности на 17,3% ($20,34 \pm 0,66$). В вариантах с концентрацией хлорида мышьяка 10^{-3} моль/л в течение первых трех дней эксперимента снижение численности клеток составило 27,6%. Затем наблюдался рост численности, составивший по сравнению с исходными показателями 8,1%. Концентрация 10^{-2} моль/л оказалась за пределами толерантности вида к токсиканту.

Таблица 1

Численность клеток *Chlorella vulgaris*

в зависимости от концентрации хлорида мышьяка

Вариант опыта Дни	контроль	10^{-4} моль/л	10^{-3} моль/л	10^{-2} моль/л
	количество клеток <i>Chlorella vulgaris</i> в 1 мл культуры ($\cdot 10^5$)			
20.05	17,34 \pm 0,66	17,34 \pm 0,66	17,34 \pm 0,66	17,34 \pm 0,66
21.05	17,51 \pm 0,34	16,52 \pm 0,44	13,51 \pm 0,12	9,95 \pm 0,11
22.05	19,73 \pm 0,48	15,85 \pm 0,56	12,56 \pm 0,75	9,98 \pm 0,07
23.05	19,84 \pm 0,09	17,74 \pm 0,08	13,56 \pm 0,92	8,68 \pm 0,09
25.05	20,18 \pm 0,45	18,83 \pm 0,78	15,72 \pm 0,31	8,79 \pm 0,19
26.05	22,49 \pm 0,02	20,34 \pm 0,66	18,75 \pm 0,28	7,61 \pm 0,01

В опытах с ацетатом свинца отмечено влияние концентрации токсиканта на скорость размножения водоросли. Испытанные дозы токсиканта не превышали порог толерантности (табл. 2).

Таблица 2

**Численность клеток *Chlorella vulgaris*
в зависимости от концентрации ацетата свинца**

Концентрация свинца (мг/л) Дни	контроль	0,05 (5 ПДК)	0,1 (10 ПДК)	0,2 (20 ПДК)
	количество клеток <i>Chlorella vulgaris</i> в 1 мл культуры (*10 ⁵)			
06.05	54,5 ±1,28	41,50±1,35	37,45±1,45	26,68±1,48
07.05	59,63±1,70	46,45±1,40	39,63±1,13	26,63±1,13
08.05	59,80±1,33	44,93±0,80	36,50±0,90	27,33±1,03
11.05	71,25±1,83	52,05±1,48	45,68±1,03	44,80±1,38

Цианобактерии и водоросли являются чувствительными индикаторами на загрязнение среды соединениями мышьяка и свинца. Реакция водорослей и цианобактерий на действие токсикантов и их концентрацию носит избирательный характер.

Литература

Штина Э. А., Голлербах М. М. Экология почвенных водорослей. М., 1976.

**ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДЫ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ НИТРАТНЫМ
И АММОНИЙНЫМ АЗОТОМ, ДЛЯ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ**

А. П. Кислицына, О. А. Савиных

Вятская государственная сельскохозяйственная академия

Одной из экологических проблем Кировской области является загрязнение сети пойменных озер вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината соединениями азота.

Задачи настоящей работы: оценить устойчивость растений к действию загрязненной воды и выявить возможность использования ее в качестве источника азота для растений.

Объектами исследований являлись растения разных видов (горчица белая, кресс-салат, горох посевной) и естественная луговая растительность, на 80% состоящая из злаков (тимофеевки луговой и мятликов), на 20% – разнотравья. опыты закладывались на лугу вблизи озера Бобровое.

После скашивания луговых трав в фазу цветения злаков (26 июня) были разбиты делянки площадью по 1 м² и проведен полив чистой и загрязненной водой. Нормы полива – 10 и 20 л/м². Для полива использовали воду из озера. При каждом поливе измеряли количество нитратов и аммония в воде хроматографическим методом в аналитической лаборатории ВятГГУ. Концентрация нитратов в воде колебалась от 1860 мг/л до 2500 мг/л, аммония – от 326 до 653 мг/л. Минимальные концентрации отмечены в начале июля, максимальные – при закладке опыта – в конце июня. Разовая доза внесения, в пересчете на азот, со-

ставляла от 67 до 99 г/м² с 10 литрами воды и от 134 до 198 г/ м² с 20 литрами. За время роста отавы полив проводился 5 раз. В общей сложности с поливной загрязненной водой было внесено в пересчете на азот 412 г/м² и 823 г/м² азота.

После каждого полива оценивали внешний вид растений. При таких высоких значениях нитратного и аммонийного азота отрицательного действия на морфологические показатели растений при поливе первой дозой не было. При норме полива 20 л/м² наблюдались ожоги листьев у манжетки обыкновенной только после четвертого полива. Делянки с поливом загрязненной соединениями азота водой резко отличались от контрольной по большей величине листовой пластинки и интенсивно зеленой окраске листьев, высоте и плотности травостоя. У злаков преобладали розеточные листья и укороченные вегетативные побеги. К моменту учета (27 августа) вес зеленой массы при поливе превышал вес на контроле в 2,9-3,6 раза (табл.1). Содержание сухого вещества в зеленой массе было на 5,7 и 16% меньше, чем в контрольном варианте. Вес сухой массы при поливе одной дозой составил 214,2 г/м², двойной – 153,7 г/м² по сравнению с 90г/м² в контроле. Содержание нитратов превысило ПДК для сена (300 мг/кг сухого вещества.) в 15,4 раза при поливе одной дозой и в 46,5 раза при поливе двойной дозой загрязненной воды.

Таблица 1

Влияние загрязненной воды на накопление биомассы луговыми растениями (60 дней опыта)

Вариант	Зеленная масса, г/ м ²	Сухая биомасса, г/ м ²	Содержание N-NO ₃ , мг/кг
Полив чистой водой (10л/ м ²) – контроль	300	90	462
Полив загрязненной водой (10л/ м ²)	880	214,2	4625
Полив загрязненной водой (20л/ м ²)	1100	153,7	13967

При оценке действия загрязненной воды на высеянные в микрополеводном опыте растения (разовая норма полива – 10 л/м², внесено за пять поливов 412 г/м² азота под горчицу и горох и 312 г/м² под кресс-салат) установлено, что все изучаемые растения незначительно увеличили свою биомассу в сравнении с контролем (полив чистой водой). В пересчете на сухое вещество превышения составляют всего 12% у горчицы белой и 12,5% у гороха посевного. Исключением является кресс-салат, биомасса которого увеличилась на 79% (табл. 2). При поливе загрязненной водой резко возрастает содержание нитратов. В кресс-салате в 7 раз по сравнению полива с контролем (полив чистой водой), в горохе посевном, который перешел с симбиотического на минеральный тип питания – в 10 раз, в горчице белой – почти в 100 раз (табл. 2). Высокое содержание нитратов в сухой биомассе кресс-салата на контроле связано с его фазой развития (2 настоящих листа), соответствующей активному поглощению азота.

**Влияние загрязненной воды на накопление биомассы и нитратов
растениями в микрополевоом опыте**

Варианты		Зеленная масса, г/ м ²	Сухая масса, г/ м ²	Содержание N-NO ₃ , мг/кг с.в.
Кресс-салат	Контроль	281	49	2329
	N – 312 г/ м ²	636	88	16476
Горчица белая	Контроль	1890	510	267
	N – 412 г/ м ²	3150	573	25579
Горох посевной	Контроль	3480	418	35
	N – 412 г/ м ²	3900	507	436

Таким образом, использование загрязненной воды из озера Бобровое в качестве источника азота для растений возможно, но необходимо дальнейшее изучение доз, сроков полива с целью снижения его токсического действия на растения.

СЕКЦИЯ 2 ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ СРЕД И ОБЪЕКТОВ

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

А. Н. Соловьев

ВНИИ охотничьего хозяйства и звероводства, biomon@mail.ru

Фенология – исследование повторяющихся событий жизненного цикла растений и животных, таких как появление листвы и цветение растений, стадии вегетации сельскохозяйственных культур, появление насекомых и миграции птиц. Многие из этих событий чувствительны к климатическим изменениям.

Многолетнюю динамику средних сроков наступления и продолжительности сезонных фаз (стадий) развития животных и растений можно рассматривать как интегрированный показатель характера отклика биоты на погодноклиматические тенденции. Поэтому фенологические исследования обретают особую актуальность в современных условиях отчетливо проявляющейся фазы смягчения климатического режима в средних и северных широтах.

В Кировской области (площадью 120,7 кв. км) существует сеть добровольных фенологов-наблюдателей, регистрирующих сроки наступления сезонных явлений в природе по единой методике и программе.

Включенные в программу явления просты для наблюдений и регистрации. К объектам фонового мониторинга отнесены наиболее обычные, хорошо знакомые населению и легко определяемые виды животных и растений.

До 2005 г. сбор фенологической информации осуществлялся добровольными наблюдателями в соответствии с программой фенологических наблюдений в Кировской области, содержащей 224 феноявления по 50 объектам растительного мира и 47 объектам животного мира. Из них 116 весенних, 37 летних, 47 осенних и 23 зимних явления.

С 2006 г. фенологические наблюдения в области ведутся по обновленной фенологической программе (Соловьев, 2005б), включающей 286 сезонных явлений (145 весенних, 69 летних, 50 осенних и 22 зимних): 103 явления по 64 зоологическим объектам и 155 явлений по 73 объектам растительного мира, 7 явлений в атмосфере, 7 – в гидросфере, 14 – на поверхности почвы (снежный покров). В Приложение к новой программе дополнительно включены 9 видов грибов (появление), 9 явлений по срокам сезонной активности пчел, 4 вида рыб (начало икрометания), 9 видов земноводных (4 явления), 5 видов пресмыкающихся (появление и исчезновение), 32 вида птиц (7 явлений), 4 вида млекопитающих (сроки гона и линек).

Как составная часть фонового мониторинга накопление длинных рядов фенологических данных по объектам животного и растительного мира позволяет выявлять характер и временные параметры отклика биоты на изменения абиотических факторов, прежде всего – климатических.

Статистическая обработка массива фенологических данных по г. Вятке (Кирову) за 113 лет (с 1890 г.) в объеме 10620 фенодат по 130 биофенологическим явлениям позволила выявить характер смещения сроков сезонной активности биоты в зависимости от колебаний климата в XX столетии (Соловьев, 2005а, 2007а, 2007б). Анализировались фенологические ряды разной продолжительности, поскольку в течение столетия количество наблюдаемых в регионе объектов и явлений изменялось. Проанализированы данные по наступлению сезонных явлений (начало вегетации, зеленение, зацветание, созревание плодов, осеннее окрашивание листьев, окончание вегетации) у 30 видов растений, по началу активности и наступлению отдельных фаз развития у 9 видов насекомых, 1 вида земноводных, по срокам прилета 15 видов птиц.

Характер реакции биологических объектов на изменения температуры воздуха за столетие анализировался по периодам климатических трендов, выделенных с учетом глобальных тенденций температурного фактора и характера местных колебаний среднегодовой температуры воздуха.

В результате исследования установлено, что общее потепление климата привело к смещению средних многолетних дат наступления весенне-летних фенологических явлений на 5–7 суток к более ранним срокам. На более ранние сдвинулись даты наступления многих весенних явлений в жизни растений и животных (прилет птиц, распускание листьев, зацветание растений и т. п.). При этом временные параметры проявления этой общей тенденции сугубо индивидуальны. Например, зеленение *березы бородавчатой* за 100 лет стало наступать на 7 суток раньше, а зацветание *липы мелколистной* – на 5 суток. *Грачи* и *скворцы* стали прилетать в среднем на 8 дней раньше, *яблук*, *журавль*, *ласточка деревенская* – на 4 дня, а *жаворонок*, *кукушка*, *иволга* – всего на 1-2 раньше сроков их прилета в начале XX-го столетия. Это объясняется разной степенью корреляции между явлениями и температурным фактором. Например, сроки прилета птиц определяются, прежде всего, астрономическими характеристиками, наступающими синхронно и в местах зимовок, и в гнездовой области. Имеет также значение расположение и удаленность зимовок от мест гнездования.

Влияние устойчивой климатической тенденции на популяции животных и растений многогранно и неоднозначно. Чтобы выяснить их характер в той или иной конкретной местности, требуются многолетние непрерывные планомерные наблюдения. Не случайно в США и во многих европейских странах фенологические исследования сейчас возрождаются и используются, чтобы понять, какие изменения произошли в популяциях животных и растений.

В Америке приступили к созданию Фенологической программы по диким животным (Wildlife Phenology Program) как части Национальной фенологической сети США (USA National Phenology Network, USA-NPN).

В России же хорошо налаженная в советский период всесоюзная система общественного фенологического мониторинга давно прекратила свое существование.

Кировская область остается последним субъектом Российской Федерации, где региональный фенологический центр продолжает осуществлять свою деятельность на общественных началах. Однако в современных социально-экономических условиях без целевой финансовой поддержки прекращение этой работы неизбежно.

Литература

Соловьев А. Н. Биота и климат. Региональная фенология. М.: Пасьева, 2005а. 288 с.:

Соловьев А. Н. Сезонные наблюдения в природе. Программа и методика регионального фенологического мониторинга. Киров, 2005б. 96 с.

Соловьев А. Н. Динамика сроков сезонной активности биоты востока Русской равнины в XX столетии // Динамика современных экосистем в голоцене: матер. Российской науч. конф. (Москва, 2–3 февраля, 2006). М.: Т-во науч. изданий КМК, 2006. С. 223–231.

Соловьев А. Н. Климатогенная динамика сроков сезонной активности биоты востока Русской равнины в XX столетии // Известия РАН (сер. географич.), 2007а, № 4. С. 54–65.

Соловьев А. Н. Климатогенные фенологические тенденции и динамика биоразнообразия // Изменение климата и биоразнообразия России: постановка проблемы / Под ред. Д. С. Павлова, В.М. Захарова. М.: Акрополь, 2007б. С. 23–56.

РАЗРАБОТКА МИКРОБНОГО БИОСЕНСОРА ПРОТОЧНО-ИНЖЕКЦИОННОГО ТИПА ДЛЯ АНАЛИЗА БПК

Н. Ю. Юдина, В. А. Арлянов, В. А. Алферов

Тулский государственный университет, chem@tsu.tula.ru

Важнейшей задачей является изучение состояний окружающей нас природной среды, прогнозирование изменений ее состояний под антропогенным воздействием. Особенно сильное влияние бытовая деятельность человека оказывает на уровень загрязнения водоемов. Чтобы оценить реальный уровень загрязнения чаще всего необходимо проводить длительные и дорогостоящие измерения. Для оценки степени загрязненности воды часто применяется такой параметр как биохимическое потребление кислорода (БПК). Продолжительность классического метода определения БПК составляет 5 суток. В настоящее время все предприятия и водоочистные сооружения РФ используют для повседневного анализа сточных вод стандартный метод.

Альтернативой являются экспрессные методы определения БПК с использованием биосенсорных анализаторов, основанные на применении микроорганизмов, способных окислять широкий спектр органических соединений (Понаморева, 2007). Принципиальным отличием метода анализа БПК с использованием биосенсора от стандартного является сокращение времени анализа от 5 суток до 10–20 мин. В России аналогичные анализаторы в настоящее время промышленно не выпускаются. Таким образом, целью данной работы явилась

разработка действующего макета БПК-биосенсора для использования в качестве прототипа промышленных образцов.

В работе использован многоканальный биосенсорный анализатор амперометрического типа «Мультибио-01», основным элементом которого является кислородный электрод с иммобилизованными клетками микроорганизмов. Высокочувствительный электрохимический метод регистрации окислительной активности биологического материала основан на компьютерной обработке сигналов и позволяет производить высокоточные измерения в наноамперном диапазоне токов, что дает возможность исследовать свойства микрограммовых количеств биомассы.

Иммобилизацию проводили путем адсорбции на стекловолоконном фильтре Whatma GF/A (Вудворд, 1988). В качестве биоматериала были выбраны дрожжевые штаммы *Candida maltosa* ВКМ У-2359 и *Debaryomyces hansenii* ВКМ У-2482. Микроорганизмы были получены во Всероссийской коллекции микроорганизмов Института биохимии и физиологии микроорганизмов РАН в г. Пушкино.

В работе было проведено изучение характеристик проточно-инжекционного БПК-биосенсора на основе дрожжевых штаммов *Candida maltosa* и *Debaryomyces hansenii*: операционная и долговременная стабильность, субстратная специфичность, чувствительность, экспрессность, воспроизводимость и правильность.

На первом этапе работы была определена операционная стабильность сенсора, показывающая устойчивость ответов сенсора. Ответы сенсора на основе двух штаммов оставались стабильными на протяжении 15 измерений. Относительное стандартное отклонение (S) для штамма *Canida maltosa* составило 0,06 нА/мин (5%), а для штамма *Debaryomyces hansenii* – 0,14 нА/мин (4%).

Была проведена проверка долговременной стабильности сенсоров. Установлено, что сенсоры на основе дрожжевых клеток *Candida maltosa* и *Debaryomyces hansenii* устойчиво функционируют в течение 25 дней.

Важной характеристикой любого анализа является его селективность. В случае биосенсорного анализа селективность определяется субстратной специфичностью микроорганизмов, используемых для формирования рецепторного элемента сенсора (Решетиллов, 2005). В данной работе преимуществом является широкая субстратная специфичность, т. к. приводит к повышению правильности результатов.

На основе полученных данных был сделан следующий вывод: сенсор на основе клеток *Debaryomyces hansenii* обладает более широкой субстратной специфичностью в сравнении со штаммом *Candida maltosa*. Клетки *Debaryomyces hansenii* обладают наибольшей чувствительностью к первичным спиртам (Pereira, 2007). Наибольший ответ биосенсора на основе культуры *Candida maltosa* был получен на глюкозу.

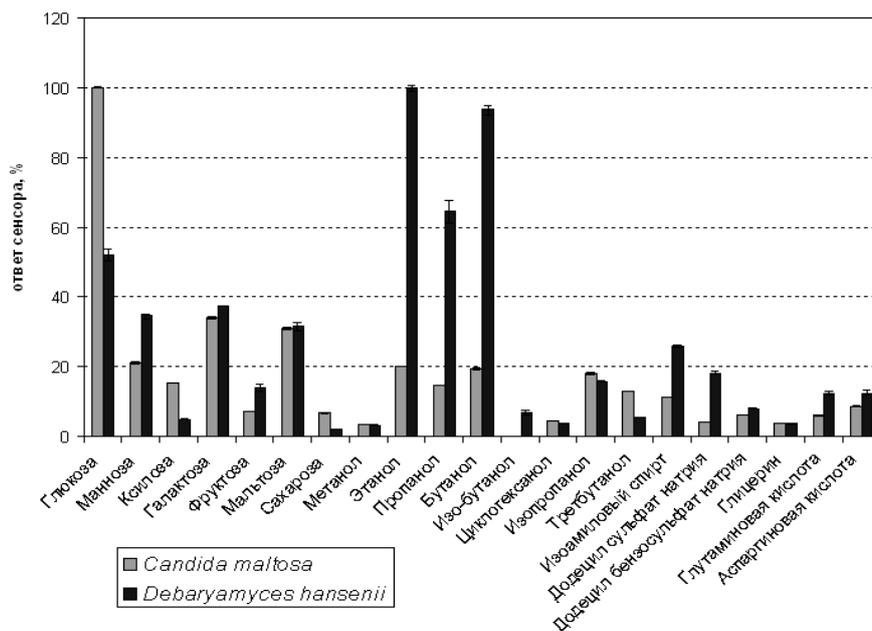


Рис. 1. Сравнение субстратной специфичности штаммов *Candida maltosa* и *Debaryomyces hansenii*

Для получения количественной информации о содержании анализируемых веществ в образце были изучены градуировочные характеристики биосенсора, зависимость аналитического сигнала от концентрации субстрата. В качестве субстрата был выбран раствор глюкозо-глутаматной смеси (ГГС) (рис. 2.), так как ее применение как стандарта определено в ГОСТе при анализе БПК.

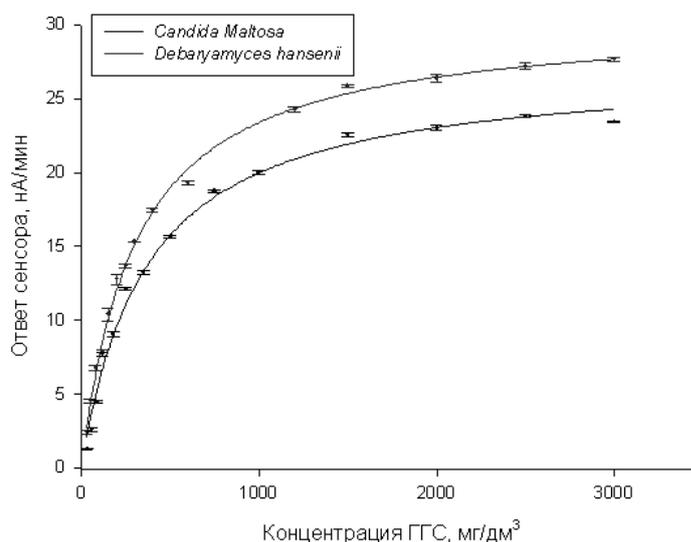


Рис. 2. Зависимость ответа сенсора от концентрации субстрата

Полученные зависимости величины ответа сенсора от концентрации субстрата имеют гиперболический вид и подчиняются уравнению Михаэлиса-Ментен. Для снижения ошибок анализа нередко ограничиваются использованием линейного участка градуировочной кривой. Для штамма *Candida maltosa* верхняя граница определяемых концентраций составила 360 мг/дм^3 . Для клеток

Debaryomyces hansenii она составила 303 мг/дм³. Таким образом, верхние границы определяемых концентраций для данных штаммов являются сходными. Сенсор на основе штамма *Candida maltosa* характеризуется более широким рабочим диапазоном, чем сенсор на основе штамма *Debaryomyces hansenii*.

Для сравнения эффективности биосенсоров была использована такая количественная характеристика, как чувствительность. Для сенсора на основе культуры *Candida maltosa* чувствительность составила 0,011 нА·дм³/мин·мг, а для сенсора на основе *Debaryomyces hansenii* составила 0,04 нА·дм³/мин·мг. Таким образом, чувствительность биосенсора на основе дрожжей *Debaryomyces hansenii* примерно в 4 раза превышает чувствительность сенсора на основе дрожжей *Candida maltosa*. Другой важной аналитической характеристикой является нижняя граница определяемых концентраций. Биосенсор с рецепторным элементом на основе дрожжей *Candida maltosa* имеет примерно в три раза большую нижнюю границу определяемых концентраций, чем биосенсор на основе бактерий *Debaryomyces hansenii*. Из полученных данных можно сделать вывод, что сенсор на основе клеток *Debaryomyces hansenii* эффективнее использовать в дальнейшей работе.

Еще одной важной характеристикой данного метода является его экспрессность. В стандартном методе определения БПК₅ время анализа составляет 5 суток. Время анализа с использованием БПК-сенсора на основе дрожжевых штаммов *Candida maltosa* и *Debaryomyces hansenii* не превышает 10 минут.

На последнем этапе работы было произведено измерение БПК₅ реальных образцов стоков с помощью разработанных биосенсоров на основе штаммов *Candida maltosa* и *Debaryomyces hansenii*. Для анализа БПК₅ были взяты образцы сточных вод с очистных сооружений города Пущино. Отбор проб производился на входе, после 1-ой и 2-ой очистки, и на выходе. Показано, что применение дрожжевых клеток *Debaryomyces hansenii* как основы рецепторного элемента биосенсора для определения БПК стоков очистных сооружений позволяет получать данные с высокой корреляцией к стандартному методу, ошибка составила не более 7%. По методике ГОСТ допускается ошибка в определении БПК₅ не более 13% (Количественный химический анализ вод, 1997). Таким образом, сенсор на основе дрожжевого штамма *Debaryomyces hansenii* может быть эффективно использован для определения БПК₅ в сточных водах.

Действующие макеты биосенсорных анализаторов на основе обеих культур микроорганизмов могут служить прототипами опытных образцов приборов для серийного освоения и применения.

Литература

Вудводр Дж. Имобилизованные клетки и ферменты. М.: Мир, 1988. 215 с.

Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений биохимической потребности в кислороде после n-дней инкубации в поверхностных пресных, подземных, питьевых, сточных и очищенных сточных водах. М.: 1997, 25 с.

Пономарева О. Н., Решетилов А. Н., Алферов В. А. Биосенсоры. Принципы функционирования и практическое применение. Тула: Издательство тульского государственного университета, 2007. 255 с. ил.

Решетилов А. Н. Микробные, ферментные и иммунные биосенсоры для экологического мониторинга и контроля биотехнологических процессов // Прикладная биохимия и микробиология. 2005. т. 41, N 5, С. 504–513.

Pereira M. S. A Portait of State-of-the-Art Research at the Technical University of Lisbon Part VII // Springer Nethelands, 2007. P. 457–464.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАКРОЗООБЕНТОСА ДЛЯ МОНИТОРИНГА НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ЗОНЕ СМЕШЕНИЯ РЕЧНЫХ И МОРСКИХ ВОД

Н. В. Неверова

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, Nevnata@yandex.ru

Термин «бентосный» применяют ко всем организмам, которые проводят основную часть жизни на морском дне, у берега или ниже отметки уровня полной воды. Многие из них проходят личиночную стадию в планктоне, некоторые свободно плавают в течение короткого периода размножения, другие постоянно прикреплены к камням и во взрослом состоянии могут лишь медленно передвигаться на короткие расстояния (Нельсон-Смит, 1977).

Представители макрозообентоса повсеместно распространены в водоемах неустойчивого соленостного режима и ключевую трофическую роль в качестве промежуточного звена между первичными продуцентами и высшими звеньями пищевой цепи. В силу этого они являются удобными и часто используемыми объектами экологических и экотоксикологических исследований. Водная биота эстуариев устойчива к широкому диапазону температур, солёности и доступности кислорода и благодаря этому может адаптироваться к жизнедеятельности в загрязнённых водоемах. Хотя некоторые авторы (Бондарева и др., 2005) считают, что эстуарные виды, обитая на пределе своего диапазона устойчивости, могут быть более чувствительны к какому-либо дополнительному стрессу. В любом случае ответные реакции макрозообентосных организмов эстуарной зоны на воздействие поллютантов более информативны, чем у видов, обитающих в открытом море, у которых постоянство условий среды-обитания приводит к отсутствию приспособлений к изменяющимся факторам и неразвитости механизмов устойчивости (Бондарева и др., 2005).

В настоящее время нефть является одним из основных видов загрязнения водной среды и представляет собой сложную смесь парафиновых, циклопарафиновых и ароматических углеводородов с простыми и разветвленными цепями. Помимо этих основных составляющих, она содержит соединения серы и азота, а также органические кислоты и микроэлементы. Нефть также может содержать нафтеновые кислоты и фенольные соединения, хлороформенные битумоиды, в составе которых имеются такие экологически опасные соединения как полиароматические. На живые организмы нефть оказывает комплексное действие как механическим путем, так и в результате отравления компонентами, обладающими биологической активностью (растворимыми в воде компонентами) (Филенко, Михеева, 2007). При поступлении в поверхностные воды нефтя-

ные компоненты находятся в различных формах (масляная, растворенная, эмульгированная, адсорбированная). В начальный период от 60 до 70% поступившей нефти содержится в водной массе в растворенном, эмульгированном и адсорбированном состоянии. Обычно эмульгированных компонентов в 2 раза больше растворенных. Последние состоят на 80–90% из ароматических углеводородов (бензол, толуол, этилбензол, ксилол и др.), обладающих высокой токсичностью в связи с повышенной способностью к растворению в воде. Поступившая в поверхностные воды нефть вступает в общую цепь сложных и малоисследованных по длительности процессов (испарение, растворение, эмульгирование, окисление, образование агрегатов, седиментация, биodeградация) (Егоров Шипулин, 1998). Эти процессы зависят как от состава или количества нефти в водной среде, так и от условий в водоемах (наличия в воде коллоидов, взвешенных частиц, планктона, температуры, солнечного освещения и т. д.).

По мнению ряда авторов (Нельсон-Смит, 1977; Кормак, 1989; Патин, 1997) во всех формах миграции происходит накопление устойчивых к биологическому разложению компонентов (смол, асфальтенов, парафинов и пр.) причем их максимальное количество концентрируется в донных отложениях. При хроническом загрязнении водотоков углеводороды накапливаются в донных отложениях на участках с замедленным течением, где активно проходят процессы илонакопления. Размыв загрязнённых донных отложений вызывает вторичное загрязнение вод и их перенос далее вниз по течению реки, что зависит от диаметра переносимых частиц и скоростей речного потока. Для грунтов с признаками нефтяного загрязнения характерна бедность видового состава при высокой численности и биомассе выносимых к загрязнению форм. А при сильном хроническом загрязнении наблюдается угнетение всего сообщества, включая и устойчивые формы.

При загрязнении ароматическими углеводородами снижаются значения численности бентоса, типичные реофильные виды донных беспозвоночных заменяются высокотолерантными к этим загрязнителям видам. При этом в качестве показателя экотоксикологического влияния нефтепродуктов у большинства авторов в первую очередь принимаются к рассмотрению опять же показатели популяционного благополучия, такие как численность, биомасса и видовой состав бентосных организмов. Однако, они не в полной мере отражают влияние на данные организмы. К сожалению, публикаций по проблеме накопления в морской биоте веществ нефтяного происхождения не очень много и они достаточно противоречивы. В монографии Патина (1997) указывается на положительную корреляцию между содержанием углеводородов нефти в пелагических и донных организмах и их содержанием соответственно в воде и донных осадках. При этом концентрация ПАУ в гидробионтах как минимум на 2–3 порядка величин превосходят соответствующие значения для водной среды. Благодаря липофильным свойствам нефтяных углеводородов они чаще всего обнаруживаются в печени и желчи, в жировых отложениях и тканях рыб, а в моллюсках и других беспозвоночных – в их пищеварительных железах и репродуктивных органах. Автором высказана гипотеза о том, что бентосные беспозвоночные (особенно двустворчатые моллюски) в силу менее развитых и ак-

тивных по сравнению с рыбами ферментных и метаболических систем, а также за счет высокой фильтрационной активности и обитания в донных осадках обладают, как правило, повышенной способностью к накоплению нефтяных веществ. Именно поэтому прикрепленные и малоподвижные бентосные организмы могут быть использованы в качестве стандартных объектов мониторинга нефтяного загрязнения морской среды.

В лаборатории экологии моря ИЭПС проводилось изучение особенностей формирования геобарьерных зон в прибрежных биотопах северных морей, и в частности геобарьерной зоны река-море Северной Двины. Нами было установлено что, несмотря на незначительные изменения в концентрациях НУ при переходе от речных вод ($S=0,01\%$) к морским ($S=28\%$), на разрезе река-море в распределении АУВ четко фиксируются три зоны маргинального фильтра (МФ). Первая – гравитационная, где осаждается основная часть терригенных УВ в связи с подпруживанием устья морскими водами; вторая – зона флокуляции, где происходит переход растворенной части во взвешенную благодаря действию физико-химических механизмов; третья – биологическая зона, где благодаря синтезу фитопланктоном образуются автохтонные УВ.

В донные осадки основная часть антропогенных НУ выпадает в гравитационной части фильтра. Таким образом, после прохождения МФ реки Северная Двина в составе НУ доминируют природные соединения углеводов в независимости от их происхождения и концентрации в речных водах. Иными словами, антропогенные углеводороды не преодолевают маргинальный фильтр рек и не проходят в открытую часть моря. Следствием является то, что бентосные организмы, живущие в районе маргинального фильтра рек, накапливают большее количество углеводов по сравнению с другими зонами реки, и могут быть использованы в качестве индикаторных тест-объектов при ведении мониторинга нефтяных загрязнений в зоне смешения речных и морских вод.

Литература

Бондарева Л. А., Немова Н. Н., Крупнова М. Ю. Влияние загрязнения прибрежной акватории Белого моря на внутриклеточный претеолиз у бентосный беспозвоночных // В сб.: «Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря». Материалы IX международной конференции 11–14 октября 2004 г., Петрозаводск, Карелия, Россия. 2005. С. 55–61.

Воробьев Д. С. Влияние нефти и нефтепродуктов на макрозообентос // Известия Томского политехнического университета. Т. 309. С. 42–45.

Егоров Н. Н., Шипулин Ю. К. Особенности загрязнения природных вод и грунтов нефтепродуктами // Водные ресурсы. Т. 25. № 5, 1998. С. 598–602.

Кормак Д. Борьба с загрязнением моря нефтью и нефтепродуктами. М: Транспорт, 1989. 367 с.

Нельсон-Смит А.. Нефть и экология моря. М: Прогресс, 1977. 301 с.

Патин С. А.. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа // М: ВНИРО. 1997. 349 с.

Филенко О. Ф., Михеева И. В., Основы водной токсикологии. М: Колос, 2007. 142 с.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАЛЫХ ОЗЕР СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

О. Ю. Морева, Н. М. Кокрятская, Ю. А. Петялина

*Институт экологических проблем Севера УрО РАН, Архангельск,
marusr1@yandex.ru*

Экологическое состояние водных экосистем Европейского Севера России в условиях возрастающего антропогенного воздействия характеризуется их повышенной уязвимостью и ограниченной способностью к самоочищению. Нарушение равновесия между биотическими и абиотическими составляющими озерных экосистем приводит к ухудшению качества воды, снижению их продуктивности, что также снижает их рыбохозяйственное значение и может привести к необратимым процессам.

Органические соединения аллохтонного и автохтонного происхождения не полностью подвергаются аэробным деструкционным процессам в толще воды. Вследствие небольшой глубины водоемов они быстро оседают на дно, где подвергается анаэробной деструкции. Развитие анаэробных условий с наличием в воде свободного сероводорода приводит к перестройке и уничтожению аэробных экосистем, а также к возникновению очагов денитрификации и синтеза H_2S и восстановленных соединений других элементов. Эти явления достаточно распространены и могут возникать как естественным путем, так и под влиянием деятельности человека (прежде всего из-за эвтрофикации).

В Архангельской области малые озера часто являются единственными источниками водоснабжения для местного населения. Исследовалась вода озер Святое и Белое, расположенных в среднетаежной географической зоне (юго-западная часть Архангельской области) в районе Геобиосферного стационара УрО РАН «Ротковец» (водосборный бассейн Белого моря). Исследования проводились в марте и июле 2008 г.

Отбор проб воды выполнялся с борта лодки батометром Нискина. Донные осадки и наддонная вода отбирались лимнологическим стратометром. Отбор проб выполнялся интегрально по всему водному столбу, при наличии термоклина – отдельно в слоях эпи- и гипolimниона.

Отбор проб сопровождался гидрологическим зондированием с измерением стандартных физических параметров (содержание растворенного кислорода, электропроводности, температуры и pH).

В лабораторных условиях на берегу было определено: содержание: фосфатов (PO_4^{3-}), аммонийного азота (NH_4^+), нитратов (NO_3^-), сульфидов (HS^- , S^{2-}), в мкг/л и сульфатов (SO_4^{2-}), мг/л. Определения проводились по стандартным методикам.

В исследуемых озерах преобладают внутриводоемные процессы (Климов и др., 2008). Воды озер Святое и Белое относятся к среднеминерализованным (116–299 мкСм/см), гидрокарбонатного класса кальциевой группы. На глубоководной станции отмечено увеличение величины минерализации в придонных горизонтах воды, наиболее ярко выраженное в зимний период, когда она воз-

растает по сравнению с поверхностными водами в 1,4 – 2,3 раза. Средние величины рН озер варьировали в пределах 6,3 – 7,5, причем минимальные значения были отмечены для придонных горизонтов.

В период зимней межени в марте 2008 г. на глубоководной станции основной перепад температуры наблюдался в верхнем 3–4 метровом слое воды; на мелководных станциях температура от нижней кромки льда до дна увеличивалась практически линейно. Во время летней межени на оз. Святом наблюдалось падение температуры в придонных горизонтах по сравнению с поверхностью: на глубоководной станции на 10 °С. На оз. Белом температура по столбу воды практически не меняется. Таким образом, по распределению температуры в период летней стратификации оз. Святое относится к метатермическому, а оз. Белое – к эпитермическому типам (Климов и др., 2008).

Кислородный режим исследуемых озер, в основном, благоприятен для функционирования гидробионтов. Однако в период зимней и летней стагнации наблюдается выраженная неоднородность в содержании растворенного кислорода. На глубоководной станции оз. Святого придонный анаэробный слой четко выражен в период как летней, так и зимней межени. Содержание растворенного кислорода уменьшалось по вертикали на оз. Святом от 8,4 до 0,09 мг/л (от 60 до 0,7%) и от 8,79 до 1,92 мг/л (от 100,6 до 17,9%) соответственно в марте и в июле 2008 г. В период летней межени на мелководных станциях вследствие активного перемешивания вод содержание растворенного кислорода выровнено. В подледный период для всех мелководных станций отмечено развитие гипоксии в придонных горизонтах – для оз. Святого – от 4,93 на поверхности до 0,06 мг/л в придонном горизонте (от 35 до 0,5%), для оз. Белого от 2,55 до 0,13 мг/л (от 18 до 1,0%).

Для придонных горизонтов глубоководной станции характерно концентрирование биогенных элементов, обусловленное процессами минерализации органического вещества в ходе седиментации и диагенетического преобразования осадков. Так в летнюю межень количество фосфатов возрастало для глубоководной станции в оз. Святом – в 10 раз, а суммарное содержание неорганического азота в 3,7 раза соответственно. В содержании биогенных элементов во всех исследованных озерах отчетливо прослеживаются сезонные изменения: отмечена тенденция их накопления в подледный период и снижение во время вегетации. Для глубоководной станции оз. Святое общее количество неорганического азота возрастало от 94 на поверхности и 349 у дна в летнюю межень до соответственно 254 и 394 мкг/л зимой. Для мелководной станции, при сохранении общих тенденций в распределении форм неорганического азота, отмечено значительное (в 27 раз) возрастание количества фосфатов в придонных слоях воды в подледный период. Возможно, в этом находит отражение то, что данная станция наиболее антропогенно нагружена – в залив, где она находится, стекают хозяйственно-бытовые стоки поселка Климовского. Для мелководного оз. Белое, окружающая территория которого в настоящее время не вовлечена в сельскохозяйственную деятельность, столь резких колебаний в содержании фосфатов не наблюдалось, однако, сезонность в их распределении проявилась отчетливо: зимой в поверхностных горизонтах количество фосфатов возрастало

в 2 раза, а в придонных – в 4 по сравнению с летней меженью. Сколько-нибудь заметные различия в вертикальном распределении форм неорганического азота для этого озера не выявлены, сохранялось и соотношение между ними в составе суммы форм, как зимой, так и летом. Однако, в придонном слое (наддонной воде) глубоководной станции оз. Святого и в оз. Белом отмечен значительный рост концентрации аммонийного азота в летний период – (от 28 на поверхности до 97 и от 25 до 111 мкг/дм³, соответственно) (рис. 1).

В мелководной части оз. Святого увеличение концентрации аммония было определено и в летний (от 24 до 132 мкг/дм³) и в зимний период (от 18 до 83 мкг/дм³). Т. е., вследствие высокого содержания органического вещества в наддонной воде озер и низкого содержания кислорода преобладают процессы его аммонификации. Изучение продукционно-деструкционных процессов проводилось в июле 2008 г. для оз. Святое и в июле 2006 для оз. Белое. В результате исследования было установлено, что для данных озер процессы продукции органического вещества преобладают над его деструкцией, что характерно для озер, способных к быстрому накоплению органического вещества и, соответственно, более уязвимых к процессам эвтрофирования (Широкова и др., 2008).

Проведенные исследования показали, что в воде всех исследованных озер присутствует растворенный в воде сероводород. В силу высоких значений pH (6,4–7,2) сероводород находится в диссоциированной форме в виде гидросульфид-иона HS⁻. Хотя содержание кислорода существенно (не менее, чем на порядок) уменьшалось по сравнению с поверхностью лишь в придонных слоях воды, однако, (рис. 1), растворенный сероводород фиксировался не только в придонных слоях, но и по всей водной толще. В мелководной части оз. Святого летом его концентрация в придонной воде возрастала в 3 раза по сравнению со всей водной толщей, достигая 44,2 мкг/л. Наиболее высокие значения в содержании сульфидной серы отмечены для оз. Белого в период зимней межени – 146–210 мкг/л, при том, что летом уровень содержания сульфидов не отличался от данных для станций других озер (порядка 12 мкг/л).

Концентрация сульфата в природной воде лежит в широких пределах. В водах пресных озер содержание сульфатов колеблется от 5–10 до 60 мг/л. Обогащение водоема сульфатами происходит в основном за счет поверхностного стока и глубинных вод

Наиболее высокое содержание сульфатов было обнаружено в оз. Белом, где их концентрация составила 8,7–132,5 мг/л, в оз. Святом концентрация ионов составила – 1,8–10,1 мг/л.

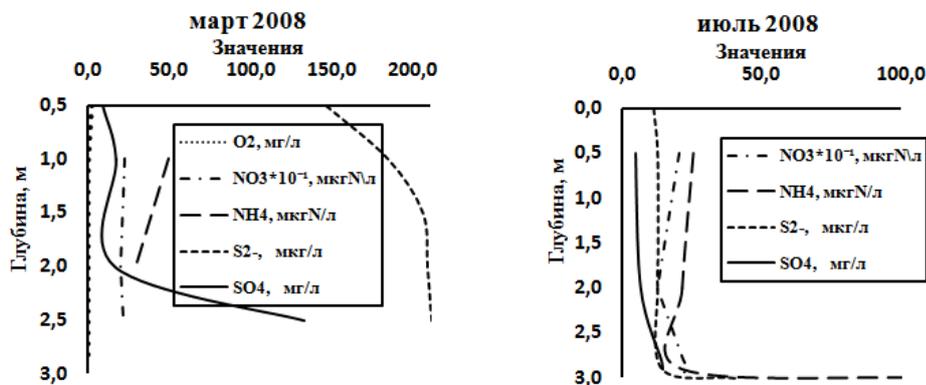
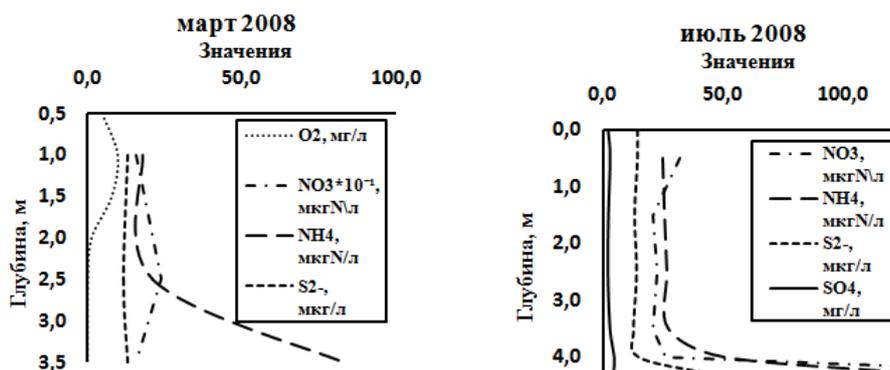
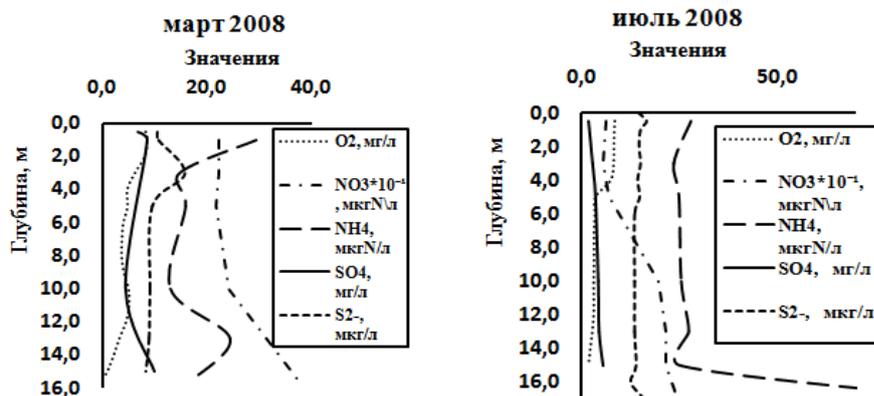


Рис. 1. Вертикальное распределение элементов в озерах а) Святое, глубоководная станция, б) Святое, мелководная станция, в) Белое

Таким образом, результаты исследований показали, что аккумуляция биогенных веществ в придонных слоях создает благоприятные условия для активизации биогеохимических процессов. Водные слои с пониженным содержанием кислорода характеризуются высокой геохимической активностью. Для них наблюдается повышенное содержание фосфатов, аммонийного азота, сульфидов, создание восстановительных условий. Изучение геохимических аспектов данных явлений является чрезвычайно актуальным в оценке экологического риска для экосистем водоемов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 08-05-98810).

Литература

Климов С. И., Широкова Л. С., Забелина С. А., Воробьева Т. Я., Морева О. Ю. Особенности формирования термической структуры озер Ротковецкой группы // Современные проблемы науки и образования, 2008. № 3. С. 9–14.

Широкова Л. С., Воробьева Т. Я., Забелина С. А., Морева О. Ю., Климов С. И. Характеристика продукционно-деструкционных процессов малых озер Архангельской области // Современные проблемы науки и образования, 2008. № 5. С. 17–24.

ПИГМЕНТЫ ФИТОПЛАНКТОНА МАЛЫХ ОЗЕР ЮГА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

А. В. Чунаков, Т. Я. Воробьева

*Институт экологических проблем Севера УрО РАН,
artem.chupakov@gmail.com*

Наличие фотосинтетических пигментов в клетках фитопланктона является необходимым условием первичного продуцирования – новообразования в процессе фотосинтеза органических веществ, которые становятся основой функционирования последующих трофических уровней. Уровень развития и фотосинтетическая активность фитопланктона определяет уровень биологической продуктивности водоема в целом (Кирилова, 2008). Полученные при мониторинге данные необходимы для планирования и проведения природоохранных мероприятий в водных бассейнах.

Содержание основного пигмента зеленых растений хлорофилла «а» считается универсальным эколого-физиологическим показателем, который отражает обилие и фотосинтетическую активность альгоценозов. Изучение количественных соотношений между различными пигментами фитопланктона дает примерное представление о его таксономическом составе и физиологическом состоянии. Содержание хлорофилла положено в основу шкал, разработанных для оценки трофического статуса водоемов и качества воды (Минеева, 2004).

Пигменты фитопланктона озер юга Архангельской области рассматривались на примере озер Масельгское и Вильно (Кенозерский национальный парк), Святое и Белое (ГБС УрО РАН «Ротковец»). Пробоотбор проводился в июле 2008 г. и марте 2009 г. Определение пигментов проводилась по опробированной методике (ГОСТ 17.1.04.02-90)

В период летней стагнации распределение хлорофилла «а» рассмотрены вдоль всего фотического слоя. Толщина фотического слоя принималась как утроенная прозрачность, определенная по диску Секке, и выражалась в метрах. Так, для озера Масельгское и его обособленной части Пежихерье она составляет 12 м; для озера Святого – 3 м.

В озере Масельгское и его обособленной части Пежихерье имеется ярко выраженный пик концентрации хлорофилла «а», а следовательно, и скопления фитопланктона, на горизонтах 4–5 метров (2,75–3,08 мкг/л). Скачок концентраций обусловлен наличием термоклина на данном горизонте.

Наибольшее скопление фитопланктона наблюдается на границе эпилимнион – металимнион (Пежихерье) и непосредственно в металимнионе (Масель-

гское). На данном участке имеются оптимальные условия для жизнедеятельности фитопланктона. Поверхностные слои (эпилимнион) более динамичны, постоянно перемешиваются и разбавляются. В них, как правило, наблюдается пониженное содержание биогенных элементов. В более глубоких слоях создаются благоприятные условия для развития фитопланктона: освещённость, оптимальная температура, достаточная и постоянная концентрация биогенных элементов. Аналогичное распределение фотосинтезирующих пигментов в период летней стагнации констатируется в различных работах по данной тематике (Гусев, 2008; Минеева, 2004).

В озере Святом максимумы концентрации хлорофилла «а» обнаружены в поверхностном горизонте (3,90 мкг/л) и нижней границе фотического слоя (4,04 мкг/л). Максимум концентрации в поверхностном горизонте объясняется тем, что прозрачность воды (и глубина фотического слоя) на данном озере в 2 раза меньше, а концентрация биогенных элементов выше. Следовательно, более оптимальные условия жизни фитопланктонного сообщества наблюдаются в поверхностном горизонте – лучшие условия освещенности. Наибольшая функциональная активность фитопланктона в поверхностном горизонте на данном водоеме констатировалась и другими исследованиями (Широкова и др., 2007). Пик концентрации хлорофилла «а» и каротиноидов в придонном горизонте говорит о низкой скорости деструкционных процессов в озере Святом, что находит подтверждение в других работах (Широкова и др., 2008).

В мелководных озерах концентрация хлорофилла «а» либо не изменяется от поверхности к придонному горизонту (оз. Вильно), что говорит об одинаковых условиях для жизнедеятельности фитопланктона на всех горизонтах, либо может возрастать ко дну (оз. Белое), из-за более высокой концентрации биогенных элементов в придонных горизонтах.

Таким образом, вертикальное распределение концентрации хлорофилла «а» в фотическом слое в период летней стагнации зависит от гидрологических и морфологических особенностей водоема.

В период зимней стагнации (март 2009) концентрации пигментов во всей толще воды и для всех исследуемых озер находятся в большинстве случаев в пределах от 0 до 0,5 мкг/л, что для рассмотрения вертикального распределения является несущественным.

В представленной работе рассмотрены соотношения между концентрациями хлорофилла «b» и хлорофилла «c», на основании которых можно судить о преобладании того или иного таксона водорослей.

Соотношения пигментов фитопланктона в озере Масельгское и обособленной его части Пежихерье, а также в озере Белое практически одинаковы. Преобладание хлорофилла «а» над всеми остальными пигментами естественно. Хлорофилл «с» в среднем на 1,5% превышает содержание хлорофилла «b», однако столь малое преобладание является незначительным. На этом основании можно сделать вывод, что основные таксономические группы находятся в относительно равных соотношениях. В озере Святом наблюдается выраженное преобладание хлорофилла «b» над хлорофиллом «с» ($C_{хл\ «b»} = 0,43$ мкг/л; $C_{хл\ «с»} = 0,24$ мкг/л), это говорит о преобладании в фитопланктонном сообществе зеле-

ных и сине-зеленых водорослей, что подтверждается исследованиями фитопланктона по видовому составу (Морева и др, 2008).

Озеро Вильно характеризуется преобладанием каротиноидов над всеми остальными пигментами. Вероятнее всего это связано с преобладанием деструкционных процессов в данном озере (Широкова и др., 2008). Каротиноиды отличаются большей устойчивостью, чем хлорофилл «а», и можно говорить об увеличении их доли вследствие быстрого распада хлорофилла «а».

В период зимней межени фитопланктон находится в неактивном состоянии. Все озера характеризуются главенствующей ролью основного пигмента фитопланктона – хлорофилла «а». Озера Масельгское с его обособленной частью Пежихерье и озеро Белое характеризуются незначительными различиями между концентрациями хлорофиллов «b» и «с», следовательно, преобладания какого-либо отдела водорослей не наблюдается. Доля каротиноидов значительно не изменилась по сравнению с июлем 2008.

В озере Святом наблюдается преобладание хлорофилла «b» над хлорофиллом «с». В озере Вильно наблюдается повышенное, по сравнению с другими озерами, содержание каротиноидов, однако оно не превышает доли хлорофилла «а».

На основании этих закономерностей можно сделать предположение о том, что формирование соотношений между различными пигментами фитопланктона происходит в период летней межени и сохраняется в период зимней, на фоне общего уменьшения содержания фотосинтетических пигментов, особенно хлорофилла «а». Однако констатировать это предположение как факт не представляется возможным из-за недостаточности данных по биологическим показателям во временной динамике.

Проведен сравнительный анализ содержания хлорофилла «а» в воде за периоды летней стагнации в 2007–2008 гг. Расхождения в данных по концентрации хлорофилла «а» за июль 2007–2008 гг. в целом незначительны, в пределах одного порядка, что говорит о воспроизводимости и неслучайности полученных результатов. В озерах Ротковецкой группы (оз. Святое и оз. Белое) содержание хлорофилла «а» несколько выше, чем в озерах Кенозерского национального парка. Это связано с большим, по сравнению с другими озерами, содержанием биогенных элементов, что, естественно, дает более благоприятные условия для развития фитопланктонного сообщества.

Если рассматривать сезонную динамику, то она характеризуется общим снижением концентрации хлорофилла «а». Самые высокие значения концентрации хлорофилла «а» в период зимней межени зафиксированы на мелководных озерах (оз. Вильно – 0,49 мкг/л и оз. Белое – 0,60 мкг/л), что логично из-за лучших условий освещенности по всем горизонтам. По содержанию хлорофилла «а» в период летней межени эти озера можно отнести к одному типу – мезотрофные, по шкале Винберга (от 1 до 10 мкг/л), что подтверждается и данными гидрохимических исследований по биогенным элементам (Морева и др, 2008).

По содержанию хлорофилла «а» все озера можно отнести к чистым. Однако по рассчитанной биомассе в июле 2008 года Масельгское, вместе с обособленной частью Пежихерье, относится к вполне чистым ($B_{\phi} = 0,6-1$ мг/л);

озера Вильно и Белое – к достаточно чистым ($B_{\phi} = 1,1-2,0$ мг/л); озеро Святое – к слабо загрязненным ($B_{\phi} = 2,1-5,0$ мг/л).

Использование этих эколого-санитарных показателей для установления качества воды целесообразно только в период летней межени, когда они имеют максимальные значения.

Литература

Гусев Е. С. Особенности структуры и функционирования фитопланктона стратифицированных озер карстового происхождения центральной России: Автореф. дисс...канд. биол. наук. Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН. Борок, 2007.

Кирилова Т. В. Вертикальное распределение и межгодовая динамика пигментных характеристик фитопланктона Тлецкого озера // Мир науки, культуры, образования. 2008. N1 (8). С. 4–8.

Минеева Н. М. Растительные пигменты в воде волжских водохранилищ. М.: Наука, 2004. 156 с.: ил.

Морева О. Ю., Воробьева Т. Я. Взаимосвязь биогенных элементов с численностью фитопланктона озер южной части Кенозерского национального парка // Северные территории России: проблемы и перспективы развития: Матер. Всероссийской конф. с межд. участием 23–26 июня 2008: [Электронный ресурс]. Архангельск, ИЭПС УрО РАН, 2008. С. 922–925.

Широкова Л. С., Воробьева Т. Я., Забелина С. А. и др. Характеристика продукционно-деструкционных процессов малых озер архангельской области // Современные проблемы науки и образования. 2008. № 5. С. 7–17.

Широкова Л. С., Покровский О. С., Гоголицин В. А. Влияние литологии подстилающих пород, гидрологической обстановки и форм нахождения микроэлементов и органического вещества на микробиологические характеристики рек водосбора Белого моря // XVII Международная конференция (Школа) по морской геологии «Геология морей и океанов» г. Москва, 12–16 ноября 2007.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЖИДКИХ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В СТАРОВОЗРАСТНЫХ ЕЛЬНИКАХ В ПОДЗОНЕ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ

Е. А. Робакидзе, Н. В. Торлопова, К. С. Бобкова

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

Атмосферные осадки, кроме переноса воды и тепла, осуществляют и другие, не менее важные функции, сущность и значение которых начали изучать недавно. Содержащаяся в атмосфере вода активно участвует и в переносе масс твердых веществ. Атмосферные выпадения являются важным источником питания растений лесных фитоценозов. Состав их характеризуется пространственной и сезонной вариабельностью. В то же время древостой оказывает влияние на количественную и качественную характеристики осадков, поступающих на поверхность почвы в лесных насаждениях. Деревья трансформируют химический состав атмосферных осадков. На задержание жидких атмосферных осадков кронами деревьев оказывают влияние различные факторы: вид древесного растения, сомкнутость и степень облиственности крон деревьев, количество осадков, поступающих за вегетационный период и интенсивность дождя. Древесный полог ельников средней тайги на территории Республики Коми задерживает 28% от количества атмосферных осадков, поступающих на открытое

место (Галенко, 1983). На задержание осадков кронами лиственных пород также оказывает влияние период вегетации, что связано со степенью облиственности кроны. Как показали исследования (Пристова, 2005), в июле и в первых двух декадах августа, в период полного облиствения, кроны березы и осины задерживают больше атмосферных осадков, чем в июне и сентябре.

Цель данной работы – изучение динамики химического состава дождевых осадков в старовозрастных еловых насаждениях средней тайги. Исследования химического состава дождевых осадков проводятся на территории Ляльского лесоэкологического стационара Института биологии Коми НЦ УрО РАН в подзоне средней тайги ($62^{\circ}17'$ с.ш, $50^{\circ}40'$ в.д.) как условно фонового района. В трех насаждениях старовозрастных ельников, развитых на типичных подзолистых почвах по общепринятым методам были заложены три стационара. На каждом стационаре составлено лесоводственное описание. Фитоценоз исследуемых ельников формируют 8–10 видов древесных растений, 2–3 вида кустарничков, 10–20 видов травянистых растений, 6–8 видов мхов. Древостои, смешанные по составу, при господстве ели присутствуют пихта, береза, редко осина и сосна (табл.). Они разновозрастные, высокополнотные, IV класса бонитета, с запасом древесины 303–336 м³/га. В фитоценозах ельников отмечается непрерывный возобновительный процесс. Дождевые осадки собирали с июня по октябрь в 2007 и 2008 гг. Для сбора использовали осадкоулавливатели с диаметром приемной поверхности 18 см, которые были установлены в 15-кратной повторности на расстоянии 5 м друг от друга под пологом древостоев. Осадки собирались один раз в месяц (Manual..., 2002). Одновременно отбирали воду из водосборного ручья Мая и на открытом месте (поляне). Количественный химический анализ проб воды проводили в лаборатории «Экоаналит» Института биологии Коми НЦ УрО РАН, аккредитованной применительно к объектам количественного химического анализа для целей производственного экологического контроля, мониторинга загрязнения окружающей природной среды и научных исследований по аттестованным методикам количественного химического анализа (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.511257). Применялись следующие методы количественного анализа: рН – потенциометрия электродами низкой ионной силы; растворенный органический углерод – термическим сжиганием с инфракрасным детектированием на ТОС-анализаторе (SHIMADZU, Япония); сульфаты – турбидиметрия на КФК-3 (Россия); фосфаты, нитраты, ионы аммония – фотометрия КФК-3; хлориды – колориметрическая титриметрия, микробюретка 1–2–2–01; кальций, магний, калий, натрий, железо, цинк, медь, алюминий, марганец – атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой.

Состав природных вод, их общая минерализация являются важной составляющей геохимической характеристики (Вернадский, 1960). В сезонной динамике минимальная сумма минеральных элементов приходится на август, максимальная – на октябрь (рис.). Минерализация зависит от количества, интенсивности поступления осадков и опада. По химическому составу жидкие осадки, поступающие к поверхности почвы ельников, относятся к гидрокарбонатно-калиево-кальциевым, с преобладанием гидрокарбонат-ионов, катионов

калия, кальция, натрия и хлорид ионов, в то время как дождевые осадки, собранные на открытом месте, характеризуются как гидрокарбонатно-калиево-сульфатные. Воды из ручья относятся к гидрокарбонатно-кальциево-магниево-сульфатным с преобладанием гидрокарбонат-ионов, катионов кальция, магния, натрия и хлорид-ионов, из микроэлементов – ионов железа и алюминия. В прошедших полог трех исследуемых коренных разновозрастных ельников осадках ряды расположения химических элементов очень близкие. Следует обратить внимание на содержание гидрокарбонатов, которые являются наиболее вариабельной составляющей атмосферных осадков еловых сообществ. Их концентрация в осадках и под кронами во многом определяется региональными источниками атмосферного загрязнения. Согласно средним метеоданным, гидрокарбонаты являются преобладающими анионами, содержащимися в атмосферных осадках региона (Химический состав, 1964). Концентрация хлорид-ионов в течение летнего периода находится примерно на одном уровне ($1,9 \text{ мг/дм}^3$) и повышается к октябрю как в осадках, так и в ручье. Образцы, отобранные на поляне, содержат в 2–7 раз более низкую концентрацию хлорид-ионов. Фосфат-ион, содержащийся в осадках в количестве $1,5 \text{ мг/дм}^3$, в ручье практически отсутствует. Концентрация сульфат-иона в осадках максимальная в июне, в ручье – осенью. Содержание минеральных форм азота очень мало, нередко за пределами обнаружения. Большая доля среди элементов дождевых осадков под пологом ельников приходится на калий, он и определяет сезонную динамику, тогда как сезонная динамика натрия и железа не коррелирует с суммой элементов. Содержание Mn в дождевых осадках, собранных на поляне, в 100 раз меньше, чем под пологом ельников. Концентрация марганца и цинка в водах из ручья меньше, а магния и алюминия больше, чем в осадках, прошедших через древесный полог.

В химическом составе дождевых осадков, прошедших сквозь кроны деревьев ели и в водах ручья, доминирует растворенный органический углерод. Выявлены тесные корреляционные взаимосвязи ($r=0,73-0,94$) между показателями минерализации и содержанием растворенного органического углерода. Дождевые осадки, прошедшие через кроны еловых древостоев, относятся к слабокислым, при средней величине pH 5,4. Почти 80% проанализированных проб дождевых осадков на стационарах имели pH менее 5,6 (равновесной). Сезонная динамика кислотности идентична на всех трех стационарах. Образцы воды из ручья в течение сезона менялись от слабокислых (pH 6,2) до сильнощелочной (pH 9,0).

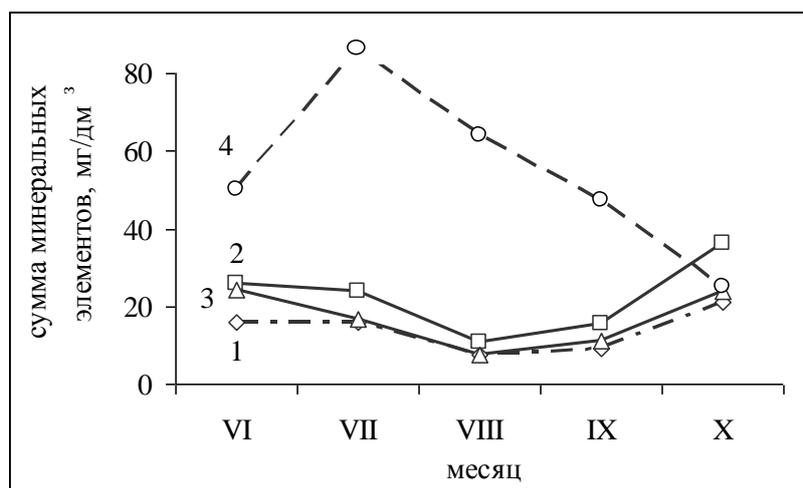


Рис. Минерализация осадков, прошедших сквозь кроны ельников на стационарах 1, 2 и 3 и вод из ручья (4)

Таким образом, еловые древостои трансформируют химический состав осадков. Общая минерализация дождевых осадков, прошедших под полог старовозрастных еловых древостоев, стабильно низкая. Атмосферные осадки, проникающие через полог насаждения, более минерализованы, чем поступившие на открытое место, в их составе значительно увеличивается содержание органического углерода, гидрокарбонат- и хлорид-ионов, кальция, калия, магния, железа, марганца, цинка, алюминия. Воды ручья более насыщены минеральными элементами за счет его питания почвенными водами. Данные по химическому составу дождевой воды в старовозрастных ельниках могут быть использованы как фоновые при проведении экологического мониторинга лесов средней тайги.

Литература

- Вернадский В. И. История природных вод. Избр.соч. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 536 с.
- Галенко Э. П. Фитоклимат и энергетические факторы продуктивности хвойного леса Европейского Севера. Л.: Наука, 1983. 129 с.
- Пристова Т. А. Влияние древесного полога лиственно-хвойного насаждения на химический состав осадков // Лесоведение. 2005. № 5. С. 49–55.
- Химический состав атмосферных осадков на европейской территории СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1964. 209 с.
- Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forest. Part III: <http://www.icp-forests.org/pdf/manual3.pdf>

ХАРАКТЕРИСТИКА СТОМАТОГРАФИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ *PLANTAGO MAJOR L.* И *CIRSIIUM ARVENSE L.* В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Т. В. Жуйкова, С. В. Гаренских

Нишнетагильская государственная социально-педагогическая академия,
hbfnt@rambler.ru

Растения как важный компонент любой экосистемы выступают в качестве объектов для характеристики состояния природной среды, изучения механизмов устойчивости биологических систем к химическому загрязнению. Травянистые виды в большей степени, чем древесные, могут отражать микробиотопические условия (как естественные локальные различия типа почвы, влажности и других факторов, так и антропогенные – точечное загрязнение). Одна из задач экологической токсикологии заключается в изучении реакции биологических систем на химическое загрязнение среды. При этом важную роль играет выявление наиболее устойчивых и чувствительных к загрязнению видов, а также подбор признаков, адекватно отражающих состояние техногенно нарушенной среды.

Эпидерма листа растений длительное время сохраняет митотическую активность и выполняет такие важные функции как ограничение транспирации, механическая защита и газообмен. Следовательно, эпидерма играет роль защитно-регуляторной системы периферической сферы растения. Целью данной работы было изучить реакцию эпидермального комплекса подорожника большого (*Plantago major L.*) и бодяка щетинистого (*Cirsium arvense L.*), произрастающих в градиенте химического загрязнения.

Исследования проведены на территории крупного промышленного центра Свердловской области (г. Нижний Тагил) в период 2008–2009 гг. Почвенно-растительный покров района оформляется в условиях таежной зоны, в подзоне южной тайги. Распространены почвы подзолистого типа, обедненные органическими и минеральными веществами. Материал отобран на четырех участках, почвы которых в разной степени подвержены загрязнению тяжелыми металлами. Общий уровень техногенного воздействия, оцененный через интегральный индекс загрязнения, варьирует на исследуемых участках от 1.00 до 30.00 отн. ед. (Жуйкова, Мордвина, 2003).

В каждом фитоценозе материал собирали с 30 генеративных растений исследуемых видов. Для анализа брали взрослые, закончившие фазу интенсивного роста средние листья. В работе использован метод реплик или клеокаст (Таршис, Таршис, 1995). Реплики снимали с абаксиальной и адаксиальной стороны между средней жилкой и краем листовой пластинки на равном расстоянии от базальной и апикальной частей листа. На каждой стороне листа выполнено по пять слепков. Объем выборки составил 240 растений, всего проанализировано 6000 полей зрения.

На парадермальных препаратах исследованы следующие признаки: число эпидермальных клеток и устьиц (шт / мм²), длина (мкм), ширина (мкм) и индекс

(отношение длины клетки к ее ширине) эпидермальных клеток и замыкающих клеток устьиц; устьичный показатель (отношение числа устьиц к сумме эпидермальных и устьичных клеток (%)). На основании классификации М. А. Барановой (1985) выделены морфологические типы устьичных комплексов.

Статистический анализ результатов проведен с вычислением средней арифметической величины и ее ошибки. Различия между показателями у растений с разных участков и у разных видов, произрастающих в пределах одного участка, выявляли двухфакторным дисперсионным анализом (модель с фиксированными и смешанными эффектами). Степень сопряженности между признаками оценивали с помощью регрессионного анализа. Анализ данных выполнен в программном статистическом пакете Statistica-6.0 (StatSoft, Inc. 1984–2001).

На основании классификации морфологических типов устьичных комплексов устьица у *Plantago major* L. и *Cirsium arvense* L. отнести к аномоцитному типу – устьица окружены ограниченным числом клеток, не отличающихся размерами или формой от остальных клеток эпидермы. Адаксиальная и абаксиальная стороны листа исследуемых имеют один и тот же тип устьиц.

В ходе исследования выявлено, что *P. major* и *C. arvense* по-разному реагируют на химическое загрязнение. Так, реакция на токсическую нагрузку у *P. major* проявляется в уменьшении числа устьиц (рис. 1). Наиболее ярко данный эффект выражен с абаксиальной стороны. В ходе дисперсионного анализа установлено, что степень влияния фактора «токсическая нагрузка» на общую изменчивость данного исследуемого признака составляет 53%. У *C. arvense* влияние токсической нагрузки на данный признак статистически незначимо ($p > 0.05$).

Химическое загрязнение приводит к изменению метрических параметров эпидермы. Однако общей закономерности в реакции устьичного комплекса на загрязнение у *P. major* и *C. arvense* не установлено. Так, у *P. major* длина устьиц в градиенте загрязнения увеличивается (адаксиальная сторона: $R^2=0,04$; $df=1$; 598; $p < 0,001$; абаксиальная: $R^2=0,02$; $df=1$; 598; $p < 0,001$), а у *C. arvense* – уменьшается (адаксиальная сторона: $R^2=0,18$; $df=1$; 598; $p < 0,001$; абаксиальная: $R^2=0,32$; $df=1$; 598; $p < 0,001$). При этом ширина устьиц уменьшается под влиянием токсического фактора у обоих видов ($R^2=0,04–0,09$; $df=1$; 598; $p=0,01$) (рис. 2). Таким образом, у *C. arvense* реакция на загрязнение проявляется в уменьшении размеров устьиц, у *P. major* уже и длиннее. Последнее обуславливает стабильность индекса замыкающих клеток у *P. major* в отличие от *C. arvense*, у которого данный показатель в условиях загрязнения уменьшается.

Наиболее устойчивым к химическому воздействию признаком является число основных клеток эпидермиса. Как у *P. major*, так и у *C. arvense* данный признак не зависит от уровня загрязнения. При этом размеры этого типа клеток, также как и размеры устьиц могут меняться в градиенте загрязнения. У *C. arvense* длина основных клеток незначительно возрастает на буферном участке, но в условиях максимального загрязнения значительно уменьшается (адаксиальная сторона: $R^2=0,034$; $df=1$; 598; $p=0,001$; абаксиальная: $R^2=0,18$; $df=1$; 598; $p=0,001$). Аналогичная зависимость признака от уровня загрязнения показана и для *P. major*.

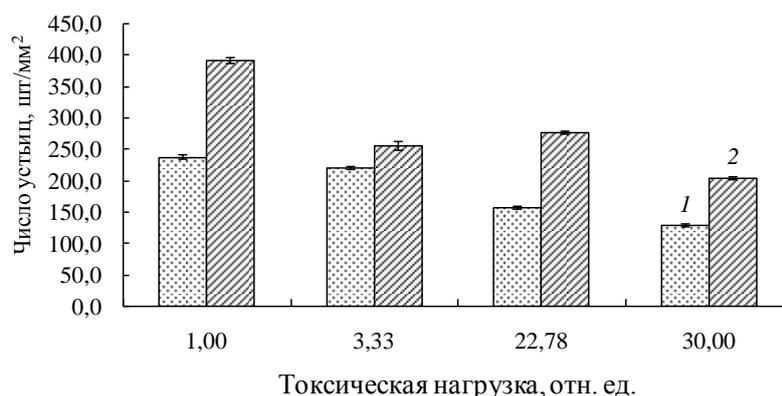


Рис. 1. Изменение числа устьиц у *P. major* на адаксиальной (1) и абаксиальной (2) сторонах листа в градиенте токсической нагрузки

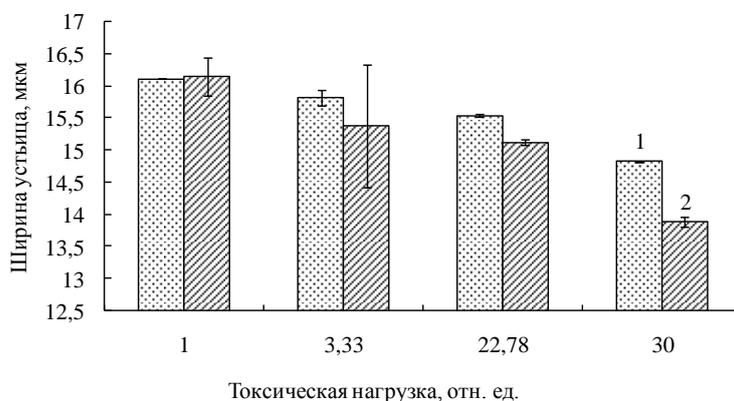


Рис. 2. Изменение ширины устьиц у *P. major* на адаксиальной (1) и абаксиальной (2) сторонах листа в градиенте токсической нагрузки

Ширина клеток на адаксиальной стороне листа у *P. major* из буферной зоны увеличивается. Однако при высоких уровнях загрязнения показатель снижается до фонового уровня. Аналогичная закономерность установлена и на абаксиальной стороне листа. Не выявлено изменений признака «ширина основных клеток эпидермиса» у *C. arvensis*. Не установлено также зависимости индекса основных клеток эпидермиса от химического загрязнения у исследуемых видов.

Таким образом, наиболее чувствительным к химическому загрязнению является устьичный аппарат. У *P. major* реакция на токсический фактор проявляется в уменьшении числа устьиц и в увеличении их длины. У *C. arvensis* число устьиц не зависит от уровня загрязнения, но их размеры (как длина, так и ширина) значительно уменьшаются с увеличением загрязнения в местах произрастания растений. Число основных клеток эпидермы у исследуемых видов не зависит от уровня загрязнения. Высокие уровни токсического воздействия приводят к уменьшению длины основных клеток эпидермиса у обоих видов, однако, ширина этих клеток в условиях загрязнения остается на уровне фоновой как у *P. major*, так и у *C. arvensis*.

Можно предположить, что уменьшение размеров устьичного аппарата приводит к ограничению фолитарного поглощения веществ, в том числе и поли-

металлической пыли. В этом случае виды растений, у которых размеры устьиц уменьшаются в условиях атмосферного загрязнения, можно рассматривать как более адаптированные. Однако, изменение размеров устьиц в сторону их уменьшения может способствовать нарушению газообмена и транспирации. С другой стороны, мы имеем дело в большей степени с почвенным загрязнением, а не с атмосферным. Тяжелые металлы, содержащиеся в почве, проникая в корень и передвигаясь по органам растения, могут воздействовать на наиболее уязвимые ткани растений – меристемы. Следствием этого может стать изменение скорости митотического деления и роста клеток растяжением, что в свою очередь приведет к уменьшению числа и размеров клеток. Следовательно, метрические и аллометрические признаки у устойчивых к загрязнению растений должны оставаться неизменными.

Сравнительный анализ двух видов показал, что они оба могут быть использованы в мониторинговых исследованиях, необходим только правильный выбор наиболее чувствительных признаков.

Работа выполнена по тематическому плану научно-исследовательских работ НТГСПА (задание Федерального агентства по образованию в 2009 г).

Литература

Баранова М. А. Классификация морфологических типов устьиц // Ботанический журнал. 1985. Т. 70. № 12. С. 1585–1594.

Жуйкова Т. В., Мордвина Е. С. Трансформация травянистой растительности техногенно нарушенных территорий и оценка ее участия в биогенных циклах химических элементов // Ученые записки НТГСПА. Естественные науки / Отв. ред. В. А. Трофимов. Нижний Тагил, 2003. С. 155–165.

Таршис Г. И., Таршис Л. Г. Разнообразие и диагностическое значение структурных признаков лекарственных растений. Мат. I Междунар. симп., Пушино, 1995.

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ЛАБИЛЬНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

О. А. Зубкова¹, Е. В. Корякина², Л. Н. Шихова²

¹ ГУ НИИСХ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого

² Вятская государственная сельскохозяйственная академия

Введение. По литературным данным наиболее активную роль в плодородии почвы играют лабильные компоненты гумуса (далее Сл). Сл является легкодоступным источником макро- и микроэлементов для сельскохозяйственных культур и микроорганизмов. Кроме того, обладая растворяющей способностью, многие компоненты Сл способствуют мобилизации биофильных элементов из труднодоступных соединений (Ковалев, Барановский, 2003). По современным представлениям, именно органическое вещество почв играет большую роль в круговороте CO₂ в атмосфере, выступая как источник и сток CO₂. Поток CO₂ с поверхности почвы представляет собой дыхание почвенных микроорганизмов, разлагающих органическое вещество почвы, корневые выделения и подстилку

(Курганова и др., 2007). Сл является наименее устойчивым к процессам минерализации компонентом Сгум, с другой стороны, именно этот пул активно пополняется при разложении растительных и микробных остатков, а также за счет продуктов жизнедеятельности различных организмов, то есть содержит в своем составе неспецифические вещества индивидуальной природы и промежуточные продукты разложения. Накопление Сл может происходить и за счет разложения специфических гумусовых соединений почвы (Орлов, 1990). Таким образом, содержание и состав Сл зависит от большого числа факторов. Одним из наиболее существенных является погодно-климатический фактор, а именно, тепло- и влагообеспеченность. Большое влияние на содержание и состав гумуса оказывает севооборот и отдельные возделываемые культуры. Таким образом, установлено, что содержание лабильных компонентов гумуса варьирует в течение вегетационного сезона. Т. Л. Быстрицкая и М. И. Герасимова (1988) отмечают, что максимум содержания Сл связан с периодом летней засухи. С другой стороны, Л. Г. Бакина и др. (2002) считают, что в начале вегетационного сезона Сл минерализуются и их восполнение происходит к осени. Таким образом, существуют разные точки зрения на содержание Сл в течение сезона. Нами были проведены исследования содержания Сл в различных горизонтах почвы в течение вегетационного периода 2009 г.

Объекты и методы исследования. Исследования проводились с мая по сентябрь 2009г. Для исследования выбраны два участка с подзолистыми почвами: пахотная дерново-подзолистая почва и лесная подзолистая почва. Они расположены примерно в 20 км от г. Кирова на территории учхоза ВГСХА. Пашня засеяна многолетними травами (козлятник), а лесная растительность представлена ельником-черничником.

Пробы почв отбирали с помощью почвенного бура из трех верхних горизонтов: органогенного (A₀ и A_п), элювиального (A₂, A₂B) и иллювиального (B₁). Весной отборы проб проводились каждую неделю, а летом – раз в 2 недели. Повторность отбора пятикратная. В каждой почвенной пробе определяли полевую влажность почвы – термостатно-весовым методом и лабильное органическое вещество – в 0,1М нейтральной пиррофосфатной вытяжке при соотношении почва:раствор 1:2 методом мокрого озоления гумуса раствором дихромата калия, рН.

Результаты и обсуждения. На рис. 1 и 2 представлена динамика содержания Сл в разных почвах в течение вегетационного сезона (вес. %).

Было выявлено, что содержание данного пула органического вещества во всех горизонтах подзолистой почвы под лесом снижается к осени (рис. 2). Вероятно, весной и в начале лета, когда почва хорошо обеспечена влагой, идет интенсивный процесс разложения растительных остатков, накопленных за предыдущий вегетационный период, при этом активно идут процессы новообразования гумусовых веществ, входящих в состав Сл, а также происходит накопление неспецифических органических веществ индивидуальной природы и промежуточных продуктов разложения. В это время усиливаются процессы минерализации специфических гумусовых веществ, что также приводит к увеличению содержания лабильных компонентов гумуса.

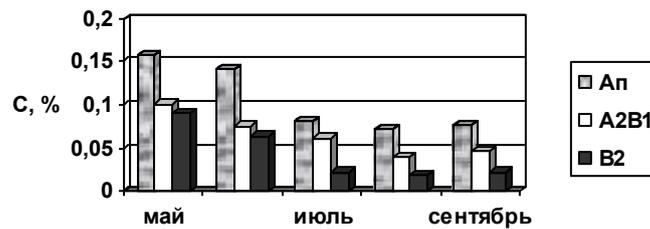


Рис. 1. Сезонная динамика содержания Сл в пахотной дерново-подзолистой почве

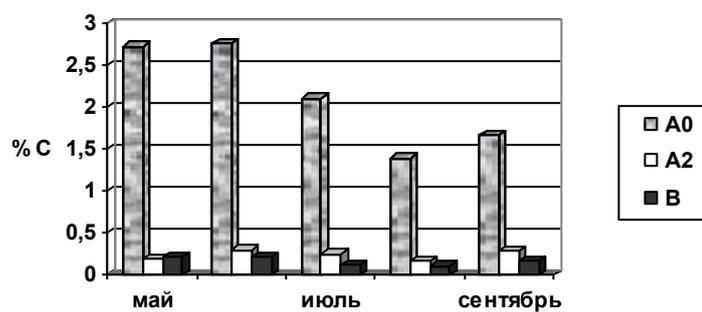


Рис. 2. Сезонная динамика содержания Сл в лесной подзолистой почве

Уменьшение количества Сл к концу вегетационного периода объясняется, очевидно, активным потреблением его микроорганизмами, а также и тем, что при иссушении почвы в этот период преобладает синтез более устойчивых веществ.

В дерново-подзолистой почве пашни также происходит снижение содержания Сл к концу вегетационного сезона (рис. 1). Но при этом содержание Сл в пахотной почве значительно ниже, чем в лесной. Это объясняется уменьшением массы растительных остатков, ежегодно поступающих в почву, из-за их удаления с укосом. Кроме того, значительной минерализации гумуса способствует обработка почвы, так как при этом создается благоприятный тепловой и водно-воздушный режим для микрофлоры, отвечающей за этот процесс (Титменова, Кудряшова, Якутин, 1999).

В сентябре содержание Сл повышается, что особенно активно происходит в лесной почве. Причиной этого является обогащение почвы органическим веществом в результате отмирания различных частей растений.

Таким образом, установлено, что содержание лабильных компонентов гумуса варьирует в течение вегетационного сезона. Кроме того, этим варьированием обуславливается, в свою очередь, динамика состояния питательного режима почв, кислотности и содержания алюминия, микроэлементов (Щербакова, 1983). При этом в лесной и пахотной почве содержание Сл максимально в верхних горизонтах и значительно снижается в нижних, особенно сильно это проявляется в лесной подзолистой почве.

Литература

Бакина Л. Г., Орлова Н. Е., Орлова Е. Е. Устойчивость процессов сезонной трансформации органического вещества почв к антропогенным воздействиям / Тез. Докл. Всерос. конференции «Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям». М., 2002. С. 202.

Быстрицкая Т. Л., Герасимова М. И. // Почвоведение. 1988. № 6. С. 5.

Ковалев Н. Г., Барановский И. Н. Гумусовые вещества и соединения индивидуальной природы в питании растений // Плодородие. 2003. № 3. С. 12.

Курганова И. Н., Ермолаев А. Н., Лопес де Гереню, Ларионова А. А., Кузяков Я., Келлер Т., Ланге Ш. Баланс углерода в почвах залежей Подмосковья // Почвоведение. 2007. № 1. С. 60–68

Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М., 1990. С. 325.

Титменова А. А., Кудряшова С. Я., Якутин М. В. Запасы лабильного углерода в экосистемах Западной Сибири // Почвоведение. 1999. № 3. С. 332–341.

Щербакова Т. А. Ферментативная активность почв и трансформация органического вещества. Минск, 1983. С. 222.

ПУЛ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ ЗАБОЛОЧЕННЫХ ЕЛЬНИКОВ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

М. А. Кузнецов, К. С. Бобкова

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

Почвы бореальных лесов являются важнейшим резервуаром органического углерода ($C_{орг}$). На современном этапе накопилось значительное количество работ по количественной оценке запасов $C_{орг}$ в почвах мира и отдельных регионов. Определены его запасы для России и почв лесного фонда. Показано, что запасы $C_{орг}$ для одних и тех же категорий земель существенно варьируют. Для достоверных оценок интенсивности накопления $C_{орг}$ в почвах лесных экосистем в региональном масштабе необходимы знания закономерностей его пространственного распределения. Это требует изучения пространственной вариативности запасов $C_{орг}$ в различном масштабе – от индивидуального экспериментального участка до целого региона. В Республике Коми в подзоне средней тайги определения запасов углерода проводились в почвах ельников черничных на подзолистых почвах (Забоева, 1975; Машика, 2005). Следовательно, круговорот и запасы углерода в лесных почвах данного региона до сих пор остается слабо изученным, несмотря на то, что основные закономерности гумусообразования в них установлены (Верхоланцева, Бобкова, 1972; Забоева, 1975; Арчегова, 1985).

Цель данной работы: оценка запасов $C_{орг}$ в верхнем метровом слое торфянисто-подзолисто-глееватых почв заболоченных ельников средней тайги.

Объектами исследования были коренные заболоченные ельники. Древо-стой смешанные по составу V – Va классов бонитета разновозрастные, разновысотные, но ярусность не выражена. Пробные площади в заболоченных еловых лесах заложены согласно ОСТ 56-69-83. Закладку почвенных разрезов, описание почвы, отбор образцов проводили общепринятыми методами физики почв (Вадюнина, Корчагина, 1986). Содержание углерода и азота в подстилке и почве проводилось методом газовой хроматографии на анализаторе элементном

EA 1110 (CHNS–O) (фирма CE Instruments, Италия). Для нахождения запасов $C_{орг}$ в почвах хвойных фитоценозов кроме собственных аналитических (Бобкова, 2006; Кузнецов, 2009) были использованы опубликованные ранее данные по содержанию гумуса в болотно-подзолистых почвах хвойных сообществ этого региона (Арчегова, 1985, Забоева, 1975).

Таблица

Запасы $C_{орг}$ в болотно-подзолистых почвах еловых фитоценозов, т га⁻¹

Тип леса	Глубина, см		
	0–20	0–50	0–100
Чернично-влажный	31,2	52,9	80,8
Долгомошно-сфагновый	26,2	50,0	63,7
Долгомошный	44,0	66,6	86,6
Чернично-сфагновый	37,4	59,5	81,3

Данные таблицы показывают значительную вариацию запасов $C_{орг}$ метрового профиля болотно-подзолистых почв, развитых под еловыми лесами насаждениями средней тайги. В этих почвах запасы углерода варьируют от 63 в ельнике долгомошно-сфагновом до 86.6 т С га⁻¹ в ельнике долгомошном. При анализе данных по содержанию $C_{орг}$ в почве основное внимание уделено следующим слоям: 0–20 см, который соответствует максимальным концентрациям углерода в подзолистых почвах, 0–50 см – корнеобитаемый слой почвы и 0–100 см – слой, используемый для сравнительных оценок в мировой литературе. Так, в болотно-подзолистых почвах всех исследованных нами еловых экосистем большая часть $C_{орг}$ приходится на корнеобитаемый слой 0 – 50 см и составляет 69–79% от общего его количества в метровом слое. Слой 0–20 см содержит в себе 41–51% $C_{орг}$. Представлен он в основном $C_{орг}$ лесной подстилки. Избыточный режим увлажнения и низкие температуры почвы способствуют накоплению довольно мощной лесной подстилки с запасом углерода 25–26 т га⁻¹. Разложение ее происходит медленно, отношение C/N в разных слоях изменяется от 23 до 36, что свидетельствует о слабой интенсивности их деструкции.

В условиях средней тайги Республики Коми в метровом слое болотно-подзолистых почв, формирующихся под еловыми фитоценозами, концентрируется в среднем 80.2 ± 5.7 т С га⁻¹.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (07-04-00104) и проекта «CARBO-NORTH» (контракт ЕС 036993).

Литература

Арчегова И. Б. Почвы некоторых типов хвойных фитоценозов среднетаежной подзоны // Комплексные биогеоэкологические исследования хвойных лесов европейского Северо-Востока. Сыктывкар, 1985. С. 70–82.

Бобкова К. С. Еловые леса средней подзоны тайги // В кн. Коренные еловые леса Севера: биоразнообразие, структура и функции / Под ред К. С. Бобковой, Э. П. Галенко. СПб.: Наука, 2006. С. 99–159.

Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследований физических свойств почвы. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с

Верхоланцева Л. А., Бобкова К. С. Влияние почвенных условий на корневые системы древесных пород в еловых насаждениях подзоны северной тайги. Сыктывкар, 1972. 56 с. (Сер. препр. науч. докл.; Вып. 6)

Забоева И. В. Почвы и земельные ресурсы Коми АССР. Сыктывкар, 1975. 344 с.

Кузнецов М. А. Запасы органического углерода в почве ельника чернично-сфагнового подзоны средней тайги // Актуальные проблемы биологии и экологии: Мат. докл. XVI Всеросс. молодеж. науч. конф. (Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 6-10 апреля 2009 г.). Сыктывкар: Изд-во Коми научного центра УрО РАН, 2009. С. 109–111.

Машика А. В. Динамика содержания органического углерода в почвах еловых лесов подзоны средней тайги. Автореф. дис... канд. биол. наук: 03.00.16. Сыктывкар, 2005. 20 с.

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ ЛУГОВЫХ СООБЩЕСТВ ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Т. В. Жуйкова, Э. В. Мелинг, В. А. Жуйкова

*Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия,
hbfnt@rambler.ru*

В настоящее время около половины территории Свердловской области характеризуется катастрофическим уровнем антропогенной деградации растительности. На современном этапе всесторонне изучены растительные сообщества, расположенные в зонах промышленных источников загрязнения. Большинство работ посвящено изучению реакции лесной растительности на химическое загрязнение (Махнев и др., 1990; Черненькова, 2002; Трубина, Махнев, 1997; Pearce, 1986). При этом вопросы, касающиеся реакции биогеоценозов, растительность которых представлена травянистыми сообществами с более или менее сомкнутыми травостоями, образованными в основном многолетними, мезофильными травами, имеющими зимний перерыв (или резкое снижение) в вегетации, нормально вегетирующими без летней депрессии, т. е. лугов (Работнов, 1959), менее освещены в научной литературе. В связи с этим в условиях повышающейся антропогенной деградации сообществ важно изучение всех типов растительных сообществ, в том числе и луговых, имеющих важное значение в продукционном процессе.

Целью данного исследования было изучение проективного покрытия луговых сообществ фоновых и техногенно нарушенных территорий.

Исследования проведены на фоновых и техногенно нарушенных территориях одного из промышленных центров Свердловской области (г. Нижний Тагил) в период с 2006 по 2009 гг. Проективное покрытие травянистых видов изучено на восьми участках, почвы которых в разной степени загрязнены тяжелыми металлами (Zn, Cu, Pb, Cd, Ni, Fe, Cr, Co, Mn и др.). В качестве интегрального показателя уровня загрязнения использован индекс суммарной токсической нагрузки (Безель и др., 1998), который по нашим оценкам составил: для фоновых участков – 1.00–1.40 отн. ед. участков, подверженных токсическому воздействию – 2.30–30.00 отн. ед., из которых территории с уровнем загрязнения 22.78–30.00 отн. ед. отнесены к импактным, остальные – к буферным.

В ходе исследования установлено, что в фоновых сообществах надземные побеги многолетних мезофитов образуют сомкнутый покров, в условиях загрязнения полное перекрытие побегов наблюдается не во всех фитоценозах. Общее проективное покрытие видов в фоновых сообществах 85–95%, в буферных – 95–98%, в импактных – 60–70%.

Суммарное проективное покрытие. Суммарное проективное покрытие видов, слагающих сообщества фоновой и импактной территорий, в период наблюдения изменяется от 98–108% до 66–76%. Отмечено увеличение исследуемого показателя до 134% на участке с токсической нагрузкой 3.33 отн. ед.

Покрытие видов в луговых сообществах импактной зоны статистически значимо отличается от такового при низком и среднем уровнях загрязнения (метод множественных сравнений Шеффе, $F = 6.37-21.42$; $df = 4; 77-6; 134$; $p < 0.001$). Показана отрицательная корреляция между суммарным проективным покрытием видов и уровнем токсической нагрузки ($R^2 = 0.66$; $df = 1; 6$; $p < 0.01$), уравнение регрессии $y = (111.74 \pm 6.5) - (1.60 \pm 0.45) x$, где y – проективное покрытие, x – суммарная токсическая нагрузка. Подобное снижение проективного покрытия видов в условиях загрязнения отмечено в ряде исследований (Шилова, Лукьянец, 1989; Махнев и др., 1990). Различия между суммарным покрытием видов в одном и том же луговом сообществе в разные вегетационные сезоны статистически незначимы.

Структура доминирования видов в проективном покрытии. Различная чувствительность видов, изменение ценотических отношений и эдафотопы при воздействии хронического загрязнения даже при невысоких нагрузках вызывают изменения в структуре доминирования видов (Трубина, Махнев, 1997). Продемонстрировать особенности структуры доминирования отдельных видов на исследуемых участках можно через показатель относительной площади проекции надземных частей растений (в процентах от суммарного покрытия).

При изучении проективного покрытия видов обнаружено, что максимальное значение этого показателя для отдельно взятого сообщества изменяется от 10.78 до 38.27%. С учетом этого структура доминирования была проанализирована на уровне видов с покрытием 10% и более. Виды с покрытием менее 10 % были отнесены к группе «прочие». При таком анализе стало возможным выделение видов доминантов и содоминантов (рис. 6.5). На фоновых участках покрытие доминанта составляет 21–22%, содоминанта – 12–19%, отдельных видов группы «прочих» колеблется от 0.05 до 8.49%. На буферных участках покрытие доминанта варьирует от 10.75 до 23.06%, содоминанта – от 10.27 до 16.55%, покрытие отдельных видов группы «прочих» – 0.03–9.63%. В условиях сильного загрязнения покрытие доминанта варьирует от 33.45 до 38.89%, содоминанта – 23.00–30.58%, покрытие отдельных видов группы «прочих» – 0.04–5.65%. Отдельно следует сказать о суммарном покрытии видов группы «прочие», которое изменяется в градиенте загрязнения: 51–66% в сообществах фоновой зоны, 58.54–78.96% буферной, 28.89–38.11% импактной.

Анализ результатов исследования показывает, что в градиенте загрязнения происходит изменение структуры доминирования видов в покрытии. В первых, усиливается роль доминантов и содоминантов и ослабляется роль про-

чих видов. Во-вторых, изменяется соотношение между покрытием доминантов и содоминантов. В условиях среднего загрязнения наблюдается стирание различий между покрытием доминантов и содоминантов, при этом число содоминантов увеличивается, и сообщество становится полидоминантным. Последнее согласуется с данными Махнева с соавт. (1990). В условиях сильного загрязнения, как и на фоновом участке, в сообществе выделяется один доминант и один содоминант. Однако роль этих видов резко усиливается по сравнению с прочими видами. В-третьих, прослеживается различие между покрытием содоминантов и отдельных видов группы «прочих». На фоновом участке покрытие содоминантов превышает покрытие отдельных видов группы прочих в 1.8–2.2 раза, на буферном – 1.2–1.8, на импактном – 5.2–5.5. Таким образом, в условиях среднего загрязнения различия между содоминантами и прочими стираются, а в условиях высокого загрязнения усиливаются.

В качестве доминантов в изученных сообществах фоновых участков выступают чина луговая (*Lathyrus pratensis* L.) или мятлик луговой (*Poa pratense* L.). Сообщества буферной зоны разнообразны по доминирующему виду. Доминантами в этой зоне могут быть клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), клевер гибридный (*T. hybridum* L.), манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgare* L.), щучка дернистая (*Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv.), мятлик болотный (*Poa palustris* L.). В сообществах импактной зоны доминирует вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.). На территории других зон этот вид обнаружен лишь в одном сообществе, его проективное покрытие составляет 1.5 %. Таким образом, меняется роль видов в сообществах. Из группы «прочие» *C. epigeios* (L.) Roth. становится доминантом на загрязненных участках. Доминирование *C. epigeios* (L.) Roth. в сообществах техногенно нарушенных территорий показано в ряде работ. Широко представлены разнотравно-вейниковые фитоценозы на старых участках Коркинского угольного разреза (Челябинская обл.) (Чибрик, Елькин, 1990), на терриконах медно-колчеданных месторождений Ново-Левинского рудника, принадлежащих Красноуральскому медеплавильному комбинату (г. Красноуральск), среди травянистой растительности преобладают вейник наземный и полевица тонкая, на нарушенных землях около шахты Красногвардейская – мать-и-мачеха (*Matricaria matricarioides* (Less.) Porter. Ex Britton), хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.), вейник наземный (*C. epigeios* (L.) Roth.) (Пасынкова, 1990).

Таким образом, в градиенте химического загрязнения происходит изменение структуры доминирования видов: усиливается роль доминантов и содоминантов и ослабляется роль прочих видов. Меняется роль видов в сообществах. В качестве доминантов на фоновых участках выступают чина луговая или мятлик луговой. В сообществах импактной зоны доминирует *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.

Работа выполнена по тематическому плану научно-исследовательских работ НТГСПА (задание Федерального агентства по образованию в 2009 г.).

Литература

- Безель В. С., Жуйкова Т. В., Позолотина В. Н. Структура ценопопуляций одуванчика и специфика накопления тяжелых металлов // Экология. 1998. № 5. С. 376–382.
- Махнев А. К., Трубина М. Р., Прямоносова С. А. Лесная растительность в окрестностях предприятий цветной металлургии // Естественная растительность промышленных и урбанизированных территорий Урала / Отв. ред. С. Г. Шиятов и др. Свердловск, 1990. С. 3–40.
- Пасынкова М. В. Влияние дымогазовых выбросов предприятий цветной металлургии на окружающую среду // Растения и промышленная среда / Отв. ред. С. Г. Шиятов. Свердловск, 1990. С. 67–72.
- Работнов Т. А. Что считать лугом? // Ботан. журн. 1959. Т. 44, № 1. С. 35–43.
- Трубина М. Р., Махнев А. К. Динамика почвенного покрова лесных фитоценозов в условиях хронического загрязнения фтором // Экология. 1997. № 2. С. 90–95.
- Черненко Т. В. Реакция лесной растительности на промышленное загрязнение. М.: Наука, 2002. 191 с.
- Шилова И. И., Лукьянец А. И. Сукцессии степной растительности на территориях, подверженных аэротехногенному воздействию предприятий цветной металлургии // Растительность в условиях техногенных ландшафтов Урала / Отв. ред. А. К. Махнев и др. Свердловск, 1989. С. 56–79.
- Pearce F. The strange death of Europe's trees / F. Pearce // New Sci. 1986. Vol. 112, № 1537. P. 41–45.

ФИТОИНДИКАЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ

А. А. Вьюговский, Н. А. Морозкина, И. А. Галова, А. П. Стаценко
Пензенский государственный университет, dreystill@rambler.ru

Оценка химического загрязнения территорий в природоохранной практике чаще всего проводится с использованием физико-химических методов, которые определяют количественные параметры воздействия токсикантов на природные среды. При комплексном химическом загрязнении, когда территория насыщена целым комплексом ксенобиотиков, целесообразно использовать биологические методы, когда для оценки используются животные или растения-бииндикаторы, в частности, биохимические и физиологические реакции в живом организме. В этом случае представляется возможность оперативной диагностики аномалий в экосистеме.

Используя названные преимущества, мы разработали новый метод оценки химического загрязнения территорий, в основе которого лежит степень накопления в вегетативных органах растений-индикаторов стресс-индуцированного пролина.

Пролин – протеиногенная аминокислота, являющаяся обязательным компонентом растительной клетки. Эта аминокислота представляет значительный биологический интерес в связи со способностью накапливаться в больших количествах в вегетативных органах в условиях химического стресса (1, 2).

В основу нового метода положена тесная зависимость между степенью накопления стресс-индуцированного пролина в растениях и уровнем химического загрязнения территории.

Для этого отобранный растительный материал фиксируют 96%-ным этанолом. В качестве фитоиндикаторов можно использовать мхи, лишайники, хвойные и лиственные формы.

Растительный материал отбирают в незагрязненной (контрольной) зоне (заповедник, заказник, национальный парк) и в местах химического загрязнения.

Содержание пролина определяют в двухграммовой навеске по методике Бэйтса (3).

По степени накопления аминокислоты, которая определяется отношением содержания пролина в растениях загрязненной зоны к таковому в контрольных растениях.

По степени накопления пролина нами выделяются три уровня химического загрязнения территории:

- низкий уровень (степень накопления 1,5 и ниже);
- средний уровень (1,6–2,5);
- высокий уровень (2,6 и выше).

Нами с помощью нового метода оценивался уровень химического загрязнения территорий в местах прошлого уничтожения химического оружия на территории Пензенской области. В качестве фитоиндикаторов использовались: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), ель обыкновенная (*Picea abies*), ель колючая (*Picea pungens*), туя западная (*Thuja occidentalis*).

Отбор проб проводился на трех стационарных площадках с различным уровнем химического загрязнения.

Результаты оценки приведены в табл.

Таблица

Уровень химического загрязнения в зависимости от содержания пролина в хвое голосеменных растений

Место пробо-отбора (№ репера)	Содержание пролина, мг%				Уровень загрязнения
	<i>P. sylvestris</i>	<i>P. abies</i>	<i>P. pungens</i>	<i>T. occidentalis</i>	
контроль	11,4 ± 0,4	13,7 ± 0,2	14,1 ± 0,6	19,5 ± 0,8	нет загрязнения
13	15,6 ± 0,6 (1,37)	20,41 ± (1,49)	17,5 ± 0,1 (1,24)	–	низкий
92	–	33,2 ± 0,1 (2,42)	29,8 ± 0,1 (2,11)	33,9 ± 0,1 (1,74)	средний
43	30,6 ± 0,1 (2,68)	38,7 ± 0,1 (2,82)	–	91,7 ± 0,4 (4,71)	высокий

Полученные нами данные позволили выделить три зоны химического загрязнения территории.

В истоках ручья «Круглый» (репер 13) зафиксирован низкий уровень химического загрязнения территории, о чем свидетельствует низкая степень накопления пролина в тестовых растениях в пределах 1,24–1,49.

На западной окраине пос. Леонидовка (репер 92) отмечен средний уровень химического загрязнения с коэффициентами накопления аминокислоты в пределах 1,74–2,42.

В истоках реки «Жданка» (репер 43) уровень химического загрязнения территории, судя по степени накопления в вегетативных органах голосеменных растений 2,68–4,71, был высокий.

Эти выводы были подтверждены результатами физико-химических методов исследования по накоплению в почве мышьяка и фосфора.

Следовательно, степень накопления пролина в хвое изучаемых голосеменных растений является объективным показателем уровня химического загрязнения территории, который можно использовать при оценке загрязнения природных сред в местах прошлого уничтожения химического оружия.

Литература

Афанасьев Ю. А., Фомин С. А., Меньшиков В. В. Мониторинг и методы контроля окружающей среды. М.: МНЭПУ, 2001. 337 с.

Иванов А. И., Стаценко А. П. Физиолого-биохимические аспекты экологического мониторинга // Мониторинг природных экосистем. Пенза: МНИЦ ПГСХА, 2009. С. 140–144.

Bates L. S. Rapid determination of free proline water – stress studies // Plant and soil. 1973. № 39. P. 205–207.

СОСТОЯНИЕ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА *PICEA OBOVATA* LEDEB. В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

В. В. Тужилкина, С. Н. Плюснина

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
tuzhilkina@ib.komisc.ru; pljusnina@ib.komisc.ru*

При проведении биомониторинга еловых биоценозов особое внимание необходимо уделять ассимиляционному аппарату древесных растений (Барахтенова, 1987). Определение состояния фотосинтетического аппарата при различных воздействиях поллютантов необходимо для оценки степени их влияния, а также для выявления возможных путей приспособления растений. Сохранение жизнеспособности органов и растения в целом обеспечивается многообразными адаптационными механизмами, существующими на всех уровнях организации биологических систем. С целью оценки состояния фотосинтетического аппарата и выявления путей его адаптации на структурном и биохимическом уровнях изучали ультраструктуру клеток мезофилла и пигментный фонд ели, произрастающей на различном удалении от Сыктывкарского лесопромышленного комплекса ОАО «Монди СЛПК» (СЛПК), основными выбросами которого являются оксиды азота и углерода, сернистый ангидрид, неорганическая пыль.

Исследования проводились в еловых фитоценозах черничных типов леса на пробных площадях, заложенных для проведения локального мониторинга состояния лесов в зоне аэротехногенного воздействия ОАО «Монди СЛПК». Экспериментальные участки располагались в условно выделенных зонах сильного (3,5 км) и умеренного (10 км) влияния комбината. Фоновый участок находился в 50 км к северу от СЛПК на Ляльском лесоэкологическом стационаре Института биологии Коми НЦ УрО РАН. На опытных участках СЛПК преоб-

ладают слабо- и среднеповрежденные деревья ели, тогда как в фоновом районе доминируют здоровые (Торлопова, Робакидзе, 2003). Для анатомо-физиологических исследований отбирали образцы сформированной хвои текущего года с 80–90-летних деревьев ели с опытных и фоновых участков. Сбор образцов проводили в третьей декаде июля. Материал для электронно-микроскопических исследований готовили по стандартным методикам. Наблюдения и съемку микропрепаратов проводили на электронном микроскопе Tesla BS 500. Количественные характеристики клеток мезофилла и клеточных оргanelл получали в 20–60-кратной повторности для каждого дерева по методике В. Б. Скупченко (1990).

Содержание пигментов пластид определяли спектрофотометрически на СФ-46 в ацетоновой вытяжке (Шлык, 1971). Количество хлорофилла в светособирающем комплексе (ССК) оценивали по соотношению хлорофилла *a* и *b* в ССК (Lichtenthaler, 1987).

Аэротехногенное загрязнение газообразными токсикантами в промышленной зоне СЛПК оказывает влияние на ультраструктурную организацию и пигментную систему разных видов древесных растений неодинаково. В отличие от данных, полученных нами ранее на хвое сосны (Тужилкина и др., 1998), пластидный аппарат ели реагирует на загрязнение окружающей среды (зона сильной техногенной нагрузки) увеличением количества зеленых пигментов и фотосинтетических мембран, интенсивным развитием тилакоидной системы (табл.). В хлоропластах практически не был отмечен крахмал, пластоглобулы встречались реже, чем в контроле. Клетки мезофилла отличались малым количеством запасующих глобул. Очевидно, в условиях сильного загрязнения синтез веществ в клетках направлен на поддержание основных потребностей жизнедеятельности хвои и других органов, а запасные вещества синтезируются в очень ограниченном объеме. Концентрация хлорофилла *a* увеличивалась на 33%, а хлорофилла *b* – на 46% по сравнению с контролем. В пользу этого свидетельствует и изменение величины соотношения хлорофиллов *a/b* в сторону снижения до 2,9 против контроля – 3,6. Отмечено повышение доли хлорофилла в светособирающем комплексе, что влияет на образование гран в хлоропластах и способствует лучшему развитию светопоглощающей системы. Различия между вариантами фонового и опытного (зона сильного влияния) участков достоверны при $p \leq 0,05$.

С ослаблением загрязнения промышленными выбросами пигментная и гранальная системы не претерпевали существенных изменений. Однако отмечалось увеличение более чем вдвое числа митохондрий, что, вероятно, свидетельствует о мобилизации структурных ресурсов для поддержания основных процессов метаболизма. В зоне умеренного загрязнения клетки мезофилла хвои характеризовались значительным числом крупных хлоропластов с большим количеством пластоглобул.

**Характеристика пластид и митохондрий
в клетках мезофилла сформированной хвои ели**

Параметры	Зоны загрязнения		
	фоновая	умеренная	сильная
Число хлоропластов на срез клетки	10,4±1,7	16,9±3,1	9,6±1,4
Число гран на срез хлоропласта	15,7±3,7	21,2±4,7	18,5±4,0
Число тилакоидов в грани	7,0±1,4	8,0±2,2	10,2±2,8
Суммарное число тилакоидов на срез хлоропласта	110	170	189
% хлоропластов, содержащих крахмал	18,6	18,3	1,7
Парциальный объем крахмальной гранулы, % от хлоропласта	13,9	9,3	след.
Число митохондрий на срез клетки	15,1±4,2	36,5±7,2	15,8±3,0

Таким образом, промышленные выбросы ОАО «Монди СЛПК» в зоне сильного действия техногенной нагрузки оказывают влияние на ультраструктурную организацию и пигментную систему фотосинтетического аппарата ели. Поллютанты приводят к усилению процессов образования фотосинтетических мембран и хлорофиллов в пластидах, что отражает компенсаторный механизм адаптации ассимиляционного аппарата ели в условиях хронического стресса на структурном и биохимическом уровнях.

Литература

- Барахтенова Л. А. Влияние сернистого газа на фотосинтетический метаболизм у растений // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1987. Вып. 2. С. 45.
- Скупченко В. Б. Морфометрия на экране электронного микроскопа // Ботанический журнал. 1990. Т. 75, № 10. С. 1463–1467.
- Торлопова Н. В., Робакидзе Е. А. Влияние поллютантов на хвойные фитоценозы (на примере Сыктывкарского лесопромышленного комплекса). Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 139 с.
- Тужилкина В. В., Ладанова Н. В., Плюснина С. Н. Влияние техногенного загрязнения на фотосинтетический аппарат сосны // Экология. 1998. № 2. С. 89–93.
- Шлык А. А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 154–170.
- Lichtenthaler N. K. Chlorophylls and Carotenoids – Pigments of Photosynthetic Biomembranes // Methods in Enzymology. 1987. Vol. 148. P. 350–382.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В РАЙОНЕ ВЛИЯНИЯ СРЕДНЕ-ТИМАНСКОГО БОКСИТОВОГО РУДНИКА

Т. Н. Пыстина, Е. Г. Кузнецова, А. Л. Федорков, М. В. Дулин
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, *pystina@ib.komisc.ru*

Средне-Тиманский бокситовый рудник (СТБР) расположен в северной части Княжпогостского района Республики Коми. Освоение месторождения начато в 1992 г., промышленная добыча руды - в 1998 СТБР является крупней-

шим месторождением бокситов в Евразии: разведанные запасы составляют 30% всех запасов России.

Добыча бокситов на СТБР ведется карьерным способом и сопровождается нарушениями значительных по площади территорий, занятых лесами. В процессе разработки и эксплуатации рудника происходит также аэротехногенное загрязнение среды. Основным источником загрязнения является красная бокситовая пыль, образующаяся практически на всех этапах производства, начиная с проведения взрывных работ и заканчивая погрузкой руды в железнодорожные составы. Бокситовая пыль содержит, в основном, оксиды алюминия, железа и кремния, а также остаточные тяжелые металлы. Кроме того, поллютантами являются газообразные вещества и твердые частицы, образующиеся в результате работы двигателей технологического оборудования и транспорта, - оксиды углерода, серы, азота, сажа, аэрозоли, тяжелые металлы и др.

Последствия техногенного воздействия на прилегающие к СТБР природные экосистемы могут быть растянуты во времени и охватывать весь период эксплуатации, что требует организации и проведения долговременного мониторинга. В связи с этим специалистами Института биологии Коми НЦ УрО РАН с 2002 г. проводятся комплексные наблюдения за состоянием основных компонентов природных ландшафтов – почв и растительного покрова. Программа мониторинга разработана на основе соответствующих руководств (Почвенно-экологический..., 1994; Руководство по методам..., 1998; Методы изучения..., 2002 и др.).

Рассматриваемая территория представляет собой полого-холмистую равнину, характеризующуюся преобладанием абсолютных отметок 200–360 м над ур. м., изрезанную гидрографической сетью рек и их притоков. На элювиально-делювиальных отложениях коренных пород формируются сочетания низкогорных почв, имеющих укороченный профиль. На суглинистых отложениях на более низких элементах рельефа, где коренные породы расположены на глубине более 1 м, развиты глееподзолистые и болотно-подзолистые почвы. Болотный тип почв представляют болотные верховые и болотные низинные. В поймах рек развиты аллювиально-дерновые и аллювиальные болотные почвы.

Основными растительными сообществами в районе разработки месторождения бокситов являются коренные еловые леса северотаежного облика, обычно со значительной примесью березы, иногда лиственницы в составе древостоев. На пониженных участках ландшафтов с застойным увлажнением развиваются верховые болота, часто облесенные сосной.

На прилегающих к производственной зоне лесных участках в 2002–2003 гг. было организовано 14 пунктов постоянного наблюдения (ППН). Все ППН расположены на однородных дренированных участках водоразделов в старовозрастных ельниках преимущественно зеленомошной группы типов на разном удалении от производственных объектов - в импактной и фоновой зонах. Площадь каждого пункта составляет 300 м². На каждом ППН ежегодно выполняется обследование состояния растительности (древесный ярус, напочвенный покров), лишенобиоты, бриофлоры, производится отбор растительных образцов (напочвенных мхов, эпифитных лишайников) для определения содер-

жания тяжелых металлов и проб коры ели для анализа кислотности. Один раз в два года осуществляется отбор образцов почв на химический анализ преимущественно из верхних горизонтов – органогенных А0 и минеральных А2 и А2В. В почвах определяются рН вод, обменные Са и Mg, содержание оксидов Fe и Al, тяжелых металлов (Pb, Ni, Co, Cu, Zn).

Многолетние наблюдения за состоянием древесного яруса на участках постоянного мониторинга не выявили значительных изменений состояния деревьев ели, вызванных работами на СТБР. В 2008 г. средний уровень дефолиации деревьев ели составил 13,1% (для сравнения в 2002 г. – 10,5%). Более 60% модельных деревьев имеют дефолиацию менее 10 %, поэтому в соответствии с европейской методикой мониторинга лесов (Руководство по методам..., 1998) отнесены к категории «здоровые». Распределение деревьев по категориям состояния довольно стабильно в течение всех лет наблюдений. Такие патологические изменения у деревьев как дехромация, усыхание крон и периферическое усыхание побегов не отмечены или незначительны.

Не выявлено существенных нарушений и нижних ярусов леса. В отдельные годы наблюдалось изменение показателей обилия видов, слагающих фитоценозы, что можно объяснить обычными годичными флуктуациями. Жизненное состояние сосудистых растений и мохообразных нормальное, многие виды бриофитов находятся в генеративном состоянии. Только на двух учетных площадях, располагающихся в районе шихтовального склада, ежегодно с 2005 г. отмечаются незначительные признаки деградации напочвенного мохового покрова.

Лишайники относятся к числу наиболее чувствительных к загрязнению воздушной среды организмов. В зоне воздействия СТБР отмечено изменение состояния эпифитных лишайников и образуемых ими сообществ (выпадение особо чувствительных видов, снижение показателей обилия и витальности), однако это влияние имеет локальный характер и при удалении на 0,5 км и более от промышленных объектов и автодорог практически исчезает. Наиболее заметные изменения обилия и морфологических характеристик лишайников фиксировались в первые годы наблюдения, с 2006 г. рассматриваемые показатели стабилизировались. Важную роль здесь сыграло применяемое с 2007 г. в летние месяцы пылеподавление. Регулярное водоорошение рабочих участков карьера, подъездных дорог и приемной площадки штабелей для приготовления шихты существенно снизило количество поступающей на прилегающие леса пыли.

Одной из основных характеристик мхов и лишайников является их высокая способность к биологической аккумуляции веществ из внешней среды. Наблюдения в течение семи лет указывают на устойчивую тенденцию накопления всех анализируемых элементов (Al, Fe, Mn, Zn, Pb, Ni, Cu) даже на территориях, условно принятых фоновыми. Максимальные концентрации загрязняющих веществ отмечены на участках, расположенных вблизи шихтовального склада и вдоль автомобильные дорог. Наибольшая кратность накопления зафиксирована для железа и алюминия: на ППН 5 их содержание за весь период наблюдений во мхах возросло в 41,6 и 20,4 раза соответственно, на ППН 13 в лишайниках – в 14,2 и 6,1 раза. Вместе с тем отмечена и положительная дина-

мика. Так, приостановка или прекращение производственных работ вблизи участков мониторинга приводит к уменьшению накопления тяжелых металлов во мхах и лишайниках.

Под воздействием пылевого загрязнения меняются характеристики коры деревьев – субстрата для поселения лишайников. Одним из важных показателей является рН, значения которого у коры большинства таежных видов деревьев составляют 3,0–3,5. Осаждение некоторых поллютантов немного подщелачивает кору, что может привести в дальнейшем к исчезновению многих ацидофильных видов, к которым относится большинство эпифитных лишайников.

В 2008 г. для проведения анализа на содержание тяжелых металлов были взяты образцы хвои и кустарничков (брусника), обладающие по сравнению со споровыми организмами, меньшими аккумулялирующими способностями. Тем не менее, в хвое и побегах брусники отмечено накопление в повышенных дозах ионов железа, алюминия, никеля и марганца.

По результатам химического анализа установлено, что воздействие пылевых выбросов на почвы незначительно. По-видимому, загрязняющие вещества, поступающие с техногенными потоками на почвенно-растительный покров, в первую очередь влияют на растительность, служащую барьером для их попадания в почву. В 2007 г. впервые была отмечена тенденция повышения содержания кальция, магния, алюминия и некоторых тяжелых металлов в верхних органогенных образцах почв на учетных площадях, расположенных вблизи действующих карьеров, автомобильных дорог и шихтовального склада. Однако содержание тяжелых металлов в почвенных образцах находится в пределах значений, установленных нормативными показателями - ПДК (ОДК). Ряд почв по степени загрязнения можно отнести к категории средне- и слабозагрязненных, большинство же можно считать незагрязненными (ГОСТ 17.4.3.06–86). Для того чтобы определить, как долго почва может выдержать ту или иную нагрузку загрязняющих веществ без существенного изменения свойств почвы, необходимы долговременные наблюдения.

Таким образом, данные, полученные в процессе проведения мониторинга природных объектов на территории СТБР, позволяют выработать своевременные рекомендации по оптимальной корректировке производственной деятельности, обеспечивающие допустимый уровень воздействия на окружающую природную среду.

Литература

- Методы изучения лесных сообществ. СПб, 2002. 240 с.
Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв. М.: Изд-во МГУ, 1994. 272 с.
Руководство по методам и критериям согласованного отбора проб, оценки мониторинга и анализа влияния загрязнения воздуха на леса. Гамбург, 1998. 177 с.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ В ПОПУЛЯЦИЯХ *CENTAUREA JACEA* (ASTERACEAE DUMORT.)

О. К. Нужнова

Мурманский государственный педагогический университет,
nujnovaolga84@mail.ru

Изучение изменчивости параметров цветков и соцветий растений позволяет выделять наиболее пластичные и устойчивые показатели репродуктивной сферы видов, что характеризует особенности их адаптаций к среде обитания. Исследование морфологической изменчивости генеративных органов растений проводят на представителях различных семейств, в том числе на видах Asteraceae (Серебряков, 1962; Левина, 1981; Таршис, 1997; Ростова, 2002; Vanderhoeven et al., 2002). Актуальным является изучение изменчивости показателей цветков и соцветий видов вдоль широтного градиента. Цель исследования – характеристика изменчивости репродуктивных органов в популяциях *Centaurea jacea*.

Centaurea jacea L. – многолетний гемикриптофит, мезофит. Соцветия-корзинки, сине-фиолетовые, гетерогамные, вокруг трубчатых обоеполых располагаются более крупные воронковидные бесплодные цветки. Вид произрастает во многих областях европейской части России и на Кавказе (Черепанов, 1994; Длусский и др., 2004).

Исследования проводились в полевой сезон 2007 г. в двух природно-климатических зонах России: бореальной (Калужская область, г. Обнинск, 55°06'N, 36°37'E) и неморальной (Карачаево-Черкесская республика, с. Курджиново, 43°59'N, 40°56'E). Для рандомизации выборки с одного растения *C. jacea* брали и фиксировали по одному полностью раскрывшемуся соцветию, впоследствии из центральной части каждой корзинки выбирали случайным образом по 5 цветков для измерений (Длусский и др., 2004). Всего зафиксировано по 20 соцветий и изучено по 100 трубчатых цветков *C. jacea* в каждой популяции. С помощью окуляра-микрометра стереомикроскопа МБС 10-м проводили измерения генеративных органов изучаемого вида по следующим параметрам: длина трубки венчика от основания до уровня разреза лепестков (L_c), диаметр трубки венчика на этом уровне (D_c), длина завязи (L_o), диаметр корзинки (D_i), а также определяли количество трубчатых цветков в соцветии (N). Для каждого изучаемого параметра определяли коэффициенты вариации, при $CV > 20\%$ уровень варьирования признаков считался высоким, при $CV = 11-20\%$ – средним и при $CV < 10\%$ – низким. Проведен корреляционный анализ с использованием коэффициента корреляции Пирсона (r), вычислены полные корреляционные матрицы и по ним – средние коэффициенты детерминации. Данные также обрабатывали методом главных компонент. Статистическая обработка морфометрических данных выполнена с помощью пакета программ Statistica 8.0.

Получено, что при продвижении с юга на север наблюдается уменьшение параметров цветка *C. jacea*, так что в умеренных областях у данного вида цветки мельче, чем в более южных популяциях (табл.). При этом в бореальной зоне,

по сравнению с неморальной, изменчивость диаметра трубки венчика выше, а вариабельность ее длины и длины завязи, наоборот, ниже. Кроме того, у растений южной популяции *C. jacea* изменение размеров изучаемых показателей трубки венчика взаимосвязано (рис. 1), о чем свидетельствует их положительная корреляция друг с другом ($r=0,31$; $n=100$; $P<0,01$). Длина трубки венчика характеризуется низким уровнем изменчивости в обеих популяциях ($Cv<10\%$). Вероятно, этот параметр наиболее консервативный, поскольку является одним из показателей, которые определяют состав насекомых, посещающих соцветия Asteraceae (Длусский и др., 2004).

Таблица

Изменчивость показателей генеративных органов *Centaurea jacea*

Показатели	Бореальная, n=100			Неморальная, n=100		
	M±m, мм	Cv, %	R _{ch} ²	M±m, мм	Cv, %	R _{ch} ²
Lc	9,90±0,66	6,6	0,048	12,85±1,23**	9,6	0,070
Dc	1,09±0,25	23,0	0,079	1,20±0,20**	16,7	0,027
Lo	1,63±0,26	15,8	0,069	1,78±0,34*	19,3	0,030
N	85±20	23,2	0,054	76±15**	19,9	0,045
Di	13,9±1,9	13,6	0,042	14,44±3,45	23,8	0,022

Примечание. M±m – среднее арифметическое и стандартная ошибка, CV – коэффициент вариации, R_{ch}² – средний коэффициент детерминации. «**» отмечены различия, достоверные по t-критерию Стьюдента при $P<0,001$; «*» – различия, достоверные при $P<0,05$. Обозначения показателей даны в тексте.

При анализе параметров соцветий выявлено, что в рассматриваемых популяциях *C. jacea* диаметр корзинок достоверно не различается, а количество в них трубчатых цветков максимально в бореальной зоне, где отмечена большая изменчивость этого показателя, чем в неморальной зоне (табл.).

В бореальной популяции *C. jacea* обнаружена прямая связь между изучаемыми параметрами соцветия, что согласуется с данными Н. С. Ростовской (2002) о том, что у многих видов Asteraceae количество цветков в корзинке и ее диаметр положительно коррелируют друг с другом ($r=0,27$; $n=100$; $P<0,01$). Число цветков в соцветии, а также размеры диаметра трубки венчика являются наиболее изменчивыми показателями ($Cv>20\%$); оба параметра взаимосвязаны: чем больше диаметр трубки венчика, тем меньше цветков в соцветии ($r=-0,29$; $n=100$; $P<0,01$). Отрицательная корреляционная связь наблюдается также между длиной завязи и трубки венчика, которые определяют общую длину цветка ($r=-0,23$; $n=100$; $P<0,05$). Согласно полученным данным, у цветков с более широкими или длинными трубками венчика завязь короче и количество цветков в соцветии меньше (рис. 1).

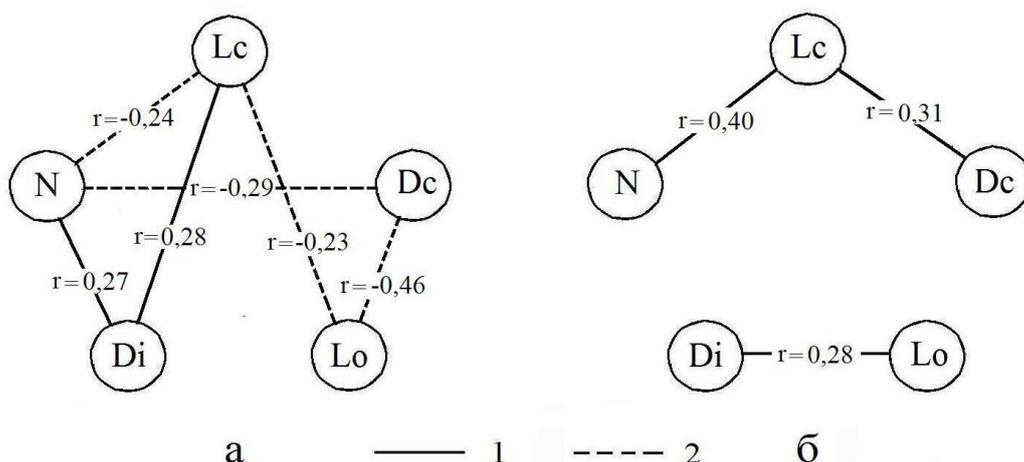


Рис. 1. Корреляционные плеяды параметров генеративных органов бореальной (а) и неморальной (б) популяций *Centaurea jacea*.

1 – положительная достоверная связь, 2 – отрицательная достоверная связь. Обозначения показателей даны в тексте

В неморальной популяции *C. jacea*, в отличие от бореальной (рис. 1, 2), выявлена достоверная положительная корреляционная связь длины трубки венчика и количества цветков в соцветии ($r=0,40$; $n=100$; $P<0,01$), а также диаметра соцветия с длиной завязи ($r=0,28$; $n=100$; $P<0,01$). Вероятно, это изменение в корреляционных связях при продвижении с юга на север связано с большой пластичностью и более высоким уровнем изменчивости показателей соцветия по сравнению с параметрами цветка (Ростова, 2002).

Согласно результатам анализа главных компонент (рис. 2), наибольшие нагрузки на первую главную компоненту в бореальной популяции имеет ширина трубки венчика, а в неморальной – ее длина, на вторую главную компоненту – диаметр соцветия и ширина трубки венчика соответственно. В бореальной популяции первая главная компонента – компонента разделения параметров цветка и соцветия, в неморальной – она может интерпретироваться как фактор показателей трубки венчика.

Таким образом, в ходе исследования выявлено, что при продвижении с юга на север цветки изучаемого вида *Asteraceae* становятся мельче, а их количество, напротив, возрастает. Вероятно, это можно рассматривать как процессы компенсации, когда у растений с широким ареалом произрастания уменьшение размеров элементов цветков в более северных популяциях компенсируется до некоторой степени увеличением количества цветков в соцветиях.

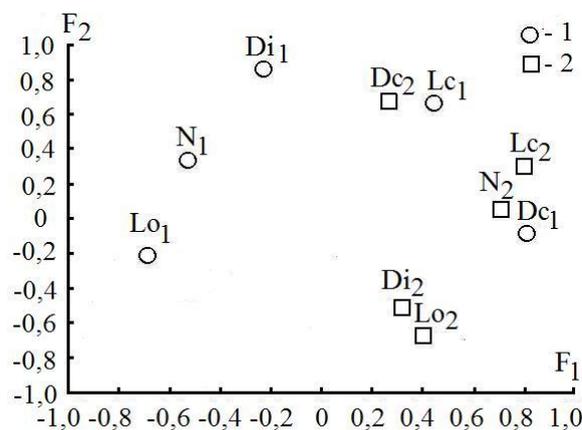


Рис. 2. Факторная структура изменчивости показателей репродуктивных органов *Centaurea jacea*: 1 – бореальная популяция, 2 – неморальная популяция. По оси абсцисс – значения первой главной компоненты (F_1), по оси ординат – значения второй главной компоненты (F_2)

В целом закоррелированность показателей репродуктивных структур выше в бореальной популяции *C. jacea*, чем в неморальной. В более благоприятных для вида условиях факторы среды, по мнению Н. С. Ростовской (2002), оказывают менее существенное влияние на растения и при этом снижается степень закоррелированности большинства их морфологических признаков. На основании этого можно предположить, что в неморальной популяции складываются более благоприятные экологические условия для произрастания изучаемого вида.

На показатели элементов цветка и соцветия оказывают влияние неодинаковые эколого-фитоценологические условия произрастания, а также различное воздействие всего комплекса факторов окружающей среды (Vanderhoeven et al., 2002). Различия в изменчивости и особенностях коррелятивных связей параметров генеративных органов в популяциях *C. jacea*, по-видимому, связаны с широтной зональностью и обусловлены неодинаковым влиянием условий среды на растения в период их роста и развития, когда происходит формирование органов цветка (Серебряков, 1962; Годин, 2005).

Работа осуществляется в соответствии с Тематическим планом Федерального агентства по образованию.

Литература

- Годин В. Н. Изменчивость признаков цветка *Pentaphylloides fruticosa* (Rosaceae) в Центральном и Юго-Восточном Алтае. 1. Мономорфные ценопопуляции // Ботанический журнал. 2005. Т. 90. № 4. С. 563–575.
- Длусский Г. М., Глазунова К. П., Лаврова Н. В. Связь между строением цветков и соцветий сложноцветных (Asteraceae) и составом их опылителей // Журнал общей биологии. 2004. Т. 65. № 6. С. 490–499.
- Ростова Н. С. Корреляции: структура и изменчивость. СПб.: Изд-во СГУ, 2002. 308 с.
- Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. М.: Высшая школа, 1962. 378 с.
- Таршис Л. Г. Морфология и внутривидовая изменчивость цветков и соцветий. Екатеринбург: У-Фактория, 1997. 26 с.

Черепанов С. К. Род 110. Василек – *Centaurea L.* // Флора европейской части СССР. СПб.: Наука, 1994. Т. 7. С. 260–288.

Vanderhoeven S., Hardy O., Vekemans X., Lefebvre C., Loose M., Lambinon J., Meerts P. A morphometric study of populations of the *Centaurea jacea* complex (Asteraceae) in Belgium // Plant biology. 2002. V. 4. № 3. P. 403–412.

РЕАКЦИЯ РЯСКИ МАЛОЙ НА СОЛЬ РТУТИ

А. Ю. Плетнёва

РЦГЭКиМ по Кировской области, apletnyova@yandex.ru

Lemna minor (ряска малая) – однодольное покрытосеменное растение семейства Lemnaceae. Представители рода *Lemna* распространены повсеместно, как в странах с умеренным, так и с тропическим климатом. Ряска – одно из наиболее редуцированных цветковых растений, у которого отсутствует расчленения на стебель и лист, а сам организм представляет собой фотосинтезирующую пластинку (листец) с корнем и боковыми пластинчатыми побегами. Представители семейства Lemnaceae размножаются, в основном, вегетативно и легко переносятся с течением рек и птицами на большие расстояния, при этом цветут крайне редко. В последнее время большинство видов Lemnaceae расширяют свои ареалы из-за потепления климата и эвтрофикации многих водоемов.

Необычные свойства этих мелких цветковых растений позволяют использовать их для решения самых разнообразных проблем – от получения кормов для животных до применения в сложных биотехнологических процессах. Кроме того, растения ряски в силу нетребовательности к среде, простоты строения, небольших размеров и быстрой скорости размножения уже несколько лет рассматривают в качестве тест – объекта для тестирования почвы, донных отложений и воды.

В работе изучали реакцию ряски *Lemna minor* на водный раствор соли ртути (нитрат). Эксперименты проводили в чашках Петри в трехкратной повторности. В качестве питательной среды использовали среду Успенского. В каждую чашку добавляли соответствующую концентрацию токсиканта, конечный объем составил 30 см³. За контроль принимали питательную среду Успенского без внесения токсиканта. Вносили в каждую чашку 10 особей одношитоковой ряски одного возраста. Опыт проводили при температуре 24±2 °С и освещенности 2600 лк в течение 12 суток.

В результате эксперимента было показано, что *Lemna minor* весьма чувствительна к действию нитрата ртути (табл.). Пик роста (при концентрациях 5×10⁻⁴ мг/дм³ и 5×10⁻³ мг/дм³ токсиканта, а также контроля) приходится на вторые сутки, затем скорость роста снижается к пятым суткам, видимо, в это время проходят адаптационные процессы. В дальнейшем кривая роста сглаживается и постепенно приближается к коэффициенту роста, равному 0.1 (рис.).

Реакция ряски малой *Lemna minor* на HgNO_3

Концентрация токсиканта, мг/дм ³	Время, сутки	Специфическая окраска листочков	Некрозы/хлорозы, кол-во листочков	Размер листочков, мм	Наличие корней, шт.	Отклонение роста от контроля, %
Контроль	2	интенсивно зеленая	0	3	21	-
	5	интенсивно зеленая	0	4	60	
	6	интенсивно зеленая	0	4	69	
	7	интенсивно зеленая	0	4	-	
	10	интенсивно зеленая	0	4	103	
	12	интенсивно зеленая	0	4	113	
0.05 (с $\text{Hg}^{+}=0.038$)	2	оливковая	0	2.5	6	99
	5	белая	30	2.5	0	100
0.005 (с $\text{Hg}^{+}=0.0038$)	2	зеленая	0	3	11	12
	5	зеленая	1	3	46	0
	6	зеленая	1	3	50	15
	7	зеленая	1	3	-	19
	10	зеленая	1	3	71	31
	12	зеленая	3	3	74	22
0.0005 (с $\text{Hg}^{+}=0.00038$)	2	зеленая	0	3	19	0
	5	зеленая	0	3.5	48	-6
	6	зеленая	0	3.5	77	0
	7	зеленая	0	3.5	-	-10
	10	зеленая	0	3.5	92	0
	12	зеленая	0	4	123	-1

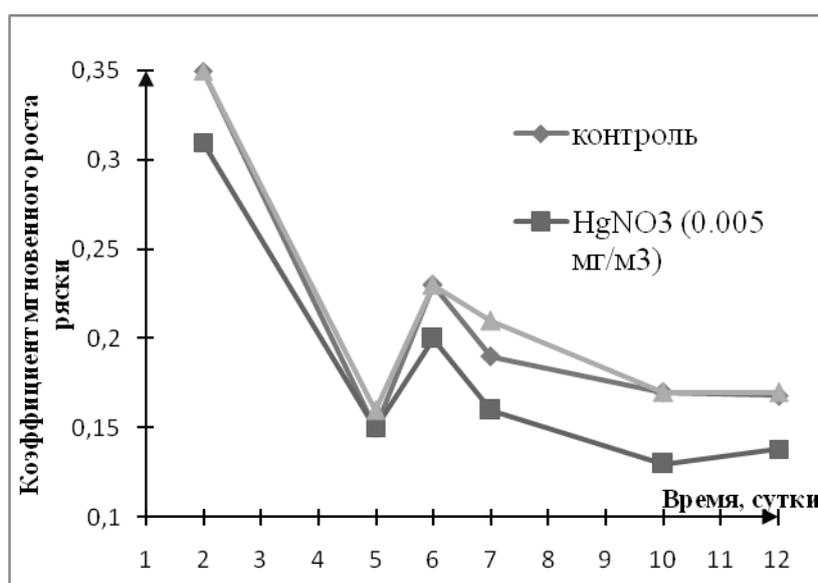


Рис. Рост ряски малой при внесении в среду соли ртути

При добавлении соли в питательную среду Успенского в концентрации, равной 5×10^{-4} мг/дм³ наблюдалась небольшая стимуляция роста ряски на пятые и седьмые сутки роста по сравнению с контролем, но в основном прирост был соизмерим с контролем. Однако цвет и размер листецов заметно отличался от контроля. Листецы имели более бледный цвет и меньший тургор.

В целом, данная концентрация соответствует ПДК иона ртути в воде в водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, поэтому токсического эффекта не было выявлено.

При внесении в среду токсиканта в концентрации 10 ПДК и 100 ПДК (соответственно 5×10^{-3} и 5×10^{-2} мг/дм³) отмечали угнетение роста, а в последнем случае 100% некроз листецов уже на вторые сутки, а затем их гибель.

Таким образом, при анализе влияния соли ртути с шаговой концентрацией, равной 10 ПДК, была выявлена следующая закономерность: нарастание токсического эффекта от практически нулевого (вплоть до 12 суток) до острого (на 2 сутки) в ряду: $5 \times 10^{-4} \rightarrow 5 \times 10^{-3} \rightarrow 5 \times 10^{-2}$ мг/дм³.

СОДЕРЖАНИЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В КИШЕЧНИКЕ И В ЛИМФОИДНЫХ ОРГАНАХ ХОРЬКА

Н. А. Сунцова¹, Н. А. Шулятьева², Ж. А. Чурина¹

¹ *Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
suntsova_nadi@mail.ru*

² *РЦГЭКиМ по Кировской области ФГУ ГосНИИЭНП*

Все физиологические процессы и функции организма, а, следовательно, и устойчивость его к изменениям внешней среды связаны с определенной структурно-химической организацией клеток, тканей и органов. Биогенные микроэлементы входят в состав ферментов, гормонов, дыхательных пигментов, структур клеток, цитоплазмы, крови, лимфы, тканевой жидкости, являются обязательными компонентами внутриклеточной среды. Содержание и соотношение микроэлементов и деятельность органа в той или иной среде организма, в основном, определяются физиологической ролью этого микроэлемента и деятельностью органа (Уразаев, 1990).

Несмотря на обилие литературы по минеральному составу внутренних органов, крови, в доступной литературе не обнаружены сведения, посвященные распределению минеральных веществ по различным участкам кишечной трубки, отсутствуют и данные о количестве минеральных веществ в лимфоидных бляшках и брыжеечных лимфатических узлах.

Содержание минеральных веществ (кальций, фосфор, калий, натрий, магний, селен, медь, йод, железо, кобальт) исследовалось у восьмимесячных самцов и самок хорьков в подвздошной кишке, «полосовидной», и в лимфатическом узле тощей кишки на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Сатурн».

Полученные в работе цифровые данные обработаны методами вариационной статистики программой Statistica версии 6.0. Для каждой величины опре-

деляли средние арифметические значения и ошибку средней арифметической величины при уровне вероятности $p < 0,05$.

Подвздошная кишка у хорьков содержит меньшее количество кальция в сравнении с лимфатическим узлом и «полосовидной» лимфоидной бляшкой. В его содержании у хорьков установлен половой диморфизм. Содержание кальция выше у самцов хорьков, чем у самок (табл.). Количество его имеет наибольшие значения в «полосовидной» лимфоидной бляшке, на втором месте находится тощекишечный лимфатический узел, в самой подвздошной кишке концентрация его минимальна.

В распределении фосфора четкой закономерности установить не удалось. У самцов хорьков количество фосфора превалирует не в лимфатическом узле, а в «полосовидной» лимфоидной бляшке. В лимфатическом узле количество фосфора ниже, чем в подвздошной кишке на 23% ($p < 0,05$).

Количество калия у самцов и самок хорьков в подвздошной кишке и «полосовидной» лимфоидной бляшке колеблется в небольших пределах от 8,12 до 8,24 г/кг, у самок – от 4,39 до 4,81 г/кг соответственно ($p > 0,05$). А в лимфатическом узле тощей кишки достоверно превышает цифровые значения в подвздошной кишке и в «полосовидной» лимфоидной бляшке у самцов на 9,8%, у самок на 29,3% ($p < 0,05$).

Распределение натрия аналогично калию, изменяются только цифровые данные.

Содержание магния в исследуемых органах не имеет существенных изменений и варьирует от 0,33 до 0,50 г/кг (табл.).

Количество селена в изученных органах имело значительные колебания: в лимфатическом узле достоверно больше, чем в подвздошной кишке, у самцов хорьков на 25,8%, у самок в 3,5 раза ($p < 0,05$).

Количество цинка у самцов хорьков больше в подвздошной кишке, чем в лимфатическом узле на 51,31–58,14%, у самок наоборот значения выше в лимфатическом узле на 25% ($p < 0,05$).

Количество кобальта значительно отличается в лимфоидных органах и подвздошной кишке. У самцов хорьков его больше в лимфатическом узле в 2,8 раза, у самок в 1,77 раза ($p < 0,05$). По меди выявляется аналогичная тенденция, но различия менее заметны.

Содержание железа у самок достоверно выше в лимфоидных органах (табл.).

Йод в наибольшем количестве содержится у самцов и самок в лимфатическом узле тощей кишки, причем у самок его количество достоверно меньше, чем у самцов.

**Содержание минеральных веществ в подвздошной кишке,
в «полосовидной» лимфоидной бляшке, в лимфатическом узле
тощей кишки у хорьков в возрасте восьми месяцев**

Минеральные вещества	Пол	Подвздошная кишка	«Полосовидная» лимфоидная бляшка	Лимфатический узел тощей кишки
Кальций, г/кг	Самцы	2,38±0,04	2,68±0,15	2,59±0,22
	Самки	1,31±0,06*	2,11±0,03*	3,44±0,31*
Фосфор, г/кг	Самцы	5,92±0,12	6,17±0,03	4,60±0,38
	Самки	4,90±0,51*	5,64±0,27	7,43±0,79*
Калий, г/кг	Самцы	8,24±0,09	8,12±0,06	9,05±0,03
	Самки	4,81±0,42*	4,39±1,18*	6,37±0,37*
Натрий, г/кг	Самцы	2,06±0,05	2,09±0,02	2,95±0,08
	Самки	1,85±0,07*	1,42±0,61*	2,88±0,19
Магний, г/кг	Самцы	0,50±0,01	0,48±0,01	0,38±0,01
	Самки	0,30±0,06*	0,33±0,08*	0,45±0,12
Селен, мкг/кг	Самцы	0,23±0,01	0,22±0,03	0,31±0,006
	Самки	0,12±0,00*	0,31±0,05*	0,42±0,02*
Цинк, мкг/кг	Самцы	55,00±3,21	58,14±3,06	51,31±0,49
	Самки	48,78±0,54*	43,42±7,69	64,95±7,04*
Кобальт, мкг/кг	Самцы	9,40±0,58	18,81±0,87	26,21±0,42
	Самки	19,49±0,87*	21,49±1,83	34,49±6,98
Медь, мкг/кг	Самцы	16,78±0,67	16,20±0,72	15,23±0,60
	Самки	12,01±0,15*	22,01±1,90*	27,67±1,87*
Железо, мкг/кг	Самцы	90,40±5,31	94,82±3,19	101,30±17,06
	Самки	140,11±16,08*	194,32±9,19*	173,78±24,67*
Йод, мкг/кг	Самцы	3,38±0,26	3,12±0,003	4,62±0,09
	Самки	1,29±0,12*	2,32±0,79	3,77±0,72*

Примечание: * – различие между группами достоверно.

Выводы

1. По содержанию минеральных веществ у хорьков выражен половой диморфизм. У самцов, как правило, больше минеральных веществ, чем у самок.

2. Тошекишечный лимфатический узел более богат минеральными веществами по сравнению с лимфоидной бляшкой и подвздошной кишкой. «Полосовидная» лимфоидная бляшка имеет по минеральным веществам промежуточные значения.

3. Наибольшая разница выявлена по селену, йоду, кобальту. Количество селена в лимфатическом узле больше, чем в подвздошной кишке, у самцов хорьков на 25,8%, у самок в 3,5 раз. Кобальта у самцов хорьков больше в лимфатическом узле в 2,8 раза, у самок в 1,77 раз.

Литература

Уразаев Н. А. Эндемические болезни сельскохозяйственных животных / Н. А. Уразаев, В. Я. Никитин, А. А. Кабыш. М.: Агропромиздат, 1990. 271 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ БИОИНДИКАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЕРХНИЗКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ФОРМАЛЬДЕГИДА НА ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ

В. А. Козин, З. А. Забродина, С. М. Рогачева, Т. И. Губина
Саратовский государственный технический университет,
kozinvladimir2008@rambler.ru

Загрязнение окружающей среды формальдегидом стало в настоящее время одной из важных экологических проблем крупных городов.

Появление формальдегида в среде обитания обусловлено различными причинами. В атмосферный воздух формальдегид попадает с выхлопными газами автомобилей, с выбросами химических, деревообрабатывающих, кожевенных производств. В жилых помещениях формальдегид выделяют пластиковые материалы и клеи, которыми обработаны деревянные и ковровые покрытия, мебель, полы и т. д., в состав которых входят фенолформальдегидные смолы. В водную среду формальдегид поступает с промышленными и коммунальными сточными водами (Гос. доклад ..., 2008). В публикациях чаще всего приводятся измерения содержания формальдегида в воздухе, воде и почве и рассматривается его влияние на здоровье человека. Исследований, направленных на изучение воздействия формальдегида на живые организмы, мало и, в основном, – это эксперименты на лабораторных животных.

Целью нашей работы являлось изучение влияния сверхнизких концентраций формальдегида на живые системы различного уровня организации. Исследовалось действие следующих концентраций формальдегида (10^{-9} – 10^{-21} моль/л). Как известно, концентрации 10^{-14} – 10^{-19} моль/л представляют собой сверхмалые концентрации (Бурлакова, 2002).

Изучено влияние формальдегида на рост и прорастание семян кресс-салата и показано, что в концентрациях $1,23 \times 10^{-14}$, $1,23 \times 10^{-17}$, $1,23 \times 10^{-19}$ моль/л вещество проявляет высокий ингибирующий эффект, при котором всхожесть семян нулевая даже через 5 дней. При концентрациях формальдегида $1,23 \times 10^{-18}$, $1,23 \times 10^{-20}$, $1,23 \times 10^{-21}$ моль/л наблюдается стимулирующий эффект воздействия вещества: возрастает всхожесть семян и увеличивается количество проростков.

Для водных растений нами установлен немонотонный дозо-зависимый характер воздействия формальдегида на различные показатели водных растений: ряски и элодеи (рис.1). Показано, что в определенных низких концентрациях формальдегид оказывает прямо противоположное действие на их жизненные функции. Так, водные растворы формальдегида с концентрациями $1,33 \times 10^{-8}$ и $1,33 \times 10^{-12}$ моль/л ингибируют рост элодеи, а с концентрациями $1,33 \times 10^{-10}$, $1,33 \times 10^{-11}$, $1,33 \times 10^{-13}$, $1,33 \times 10^{-14}$ и $1,33 \times 10^{-15}$ моль/л вызывают наибольший суммарный прирост биомассы. В отношении ряски сверхнизкие концентрации формальдегида с одной стороны приводят к развитию хлороза (10^{-8} , 10^{-12} , 10^{-13} , 10^{-14} , 10^{-15} моль/л), а с другой вызывают рост корней (10^{-9} , 10^{-10} , 10^{-11} , 10^{-16} моль/л).

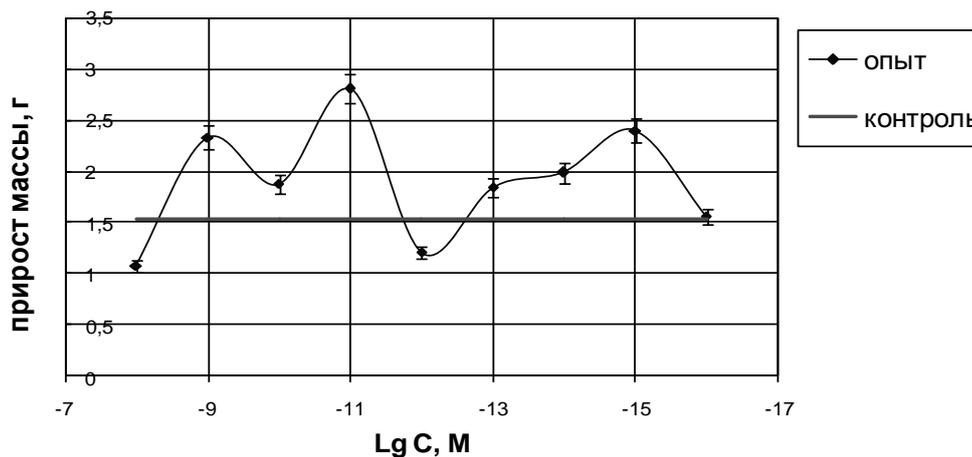


Рис 1. Изменение биомассы элодеи в зависимости от концентрации формальдегида

Изучено влияние формальдегида на животный объект, в качестве которого были выбраны ракообразные *Daphnia magna*. В качестве показателей для этого биотеста использовались выживаемость и плодовитость (Строганов, 1971). В контроле в отстойной воде в течение всего эксперимента (21 день) размножение наблюдалось на 7, 12 и 19 сутки, и численность дафний на конец эксперимента возросла на 24 штуки.

В присутствии формальдегида изменение численности дафний в разных концентрациях происходило неодинаково и неравномерно. В водных растворах формальдегида с концентрациями от $1,33 \times 10^{-8}$ до $1,33 \times 10^{-14}$ моль/л количество дафний с начала опытов до 8–17 суток эксперимента оставалось постоянным, размножения не происходило, и к концу эксперимента в водной среде сохранялось 20–30% особей от их первоначального количества.

Изменение численности дафний при концентрации формальдегида $1,33 \times 10^{-15}$ моль/л представлено на рис. 2. В течение первых 5 суток эксперимента количество особей оставалось постоянным, на 5 сутки число дафний сократилось на 50%, на 10 сутки – на 70% от первоначального значения. Но уже к 12 суткам численность дафний возросла на 20% от первоначального значения и продолжала увеличиваться, достигнув максимума на 17 сутки (количество особей увеличилось на 240% (44 штуки) от первоначального значения), затем произошел постепенный спад численности особей. К концу эксперимента количество дафний превышало первоначальное значение на 80%, оно было максимальным по сравнению с количеством особей для иных концентраций.

В водных растворах формальдегида с концентрацией $1,33 \times 10^{-16}$ моль/л до 14 суток эксперимента отмечалось постепенное увеличение числа особей, которое составило 110% от первоначального значения. На 17 сутки произошло резкое снижение численности дафний, и к концу эксперимента она составила 70% от начального числа особей. Размножение дафний наблюдалось только в двух концентрациях $1,33 \times 10^{-15}$ и $1,33 \times 10^{-16}$ моль/л. По результатам биотестирования установлено, что при концентрации формальдегида $1,33 \times 10^{-15}$ моль/л отмечается немонотонный дозо-зависимый характер воздействия вещества на численность и плодовитость дафний.

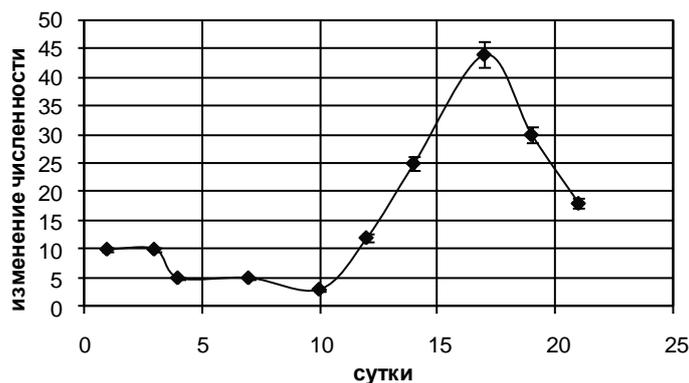


Рис. 2. Изменение численности *Daphnia magna* в присутствии формальдегида в концентрации $1,33 \times 10^{-15}$ моль/л

Таким образом, для всех тест-объектов установлено, что в определенных сверхнизких концентрациях формальдегид обладает двойственной природой влияния на живые организмы, что проявляется в ингибирующем и стимулирующем эффекте его воздействия.

Литература

Бурлакова Е. Б. Сверхмалые дозы – большая загадка природы // Экология и жизнь. 2002. № 2. С. 73–79.

Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2007 году. Саратов, 2008. 192 с.

Строганов Н. С. Методика определения токсичности водной среды // Методики биологических исследований по водной токсикологии. М.: Наука, 1971. 90 с.

К ВОПРОСУ КРИСТАЛЛОСКОПИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ СРЕДСТВ В ОТНОШЕНИИ ЯИЦ *ALARIA ALATA*

*Е. С. Клюкина, Л. Р. Мутушвили, О. А. Пестрикова,
О. Б. Жданова, А. К. Мартусевич, С. П. Ашихмин, О. В. Масленникова*
Кировская государственная медицинская академия,
Вятская государственная сельскохозяйственная академия

Попытки использования феномена кристаллизации отмечаются уже с начала тридцатых годов XX века. Был предложен ряд теорий, позволявших с собственных позиций трактовать результаты кристаллообразования, однако интегративный подход в понимании природы, сущности и информационной емкости кристаллизации дезинфектантов до сих пор остаются нераскрытыми. Важным участком работы в этом направлении является экологическая составляющая, которая включает в себя, с одной стороны, экологию человека и диагностику его состояния с учетом действия внешнесредовых факторов, и, с другой стороны, экологический мониторинг окружающей среды и его объектов как непосредственно, так и во взаимосвязи живой и неживой природы, а также внутри биогеоценозов и во взаимодействии паразит-дезинфектант. Это подчеркивает значимость исследования взаимоотношений микро- и макромира, в том числе и в аспекте патогенности. В связи со всем вышеперечисленным, целью наших исследований явилась оценка возможностей кристаллографических методов в дезинфектологии, в качестве модели используя растворы карболовой кислоты, формалина, спирта и азиды натрия, исследуя их собственную кристаллизацию и при внесении отмытых в физиологическом растворе яйца *Alaria alata*. Аляриоз – малоизученный опасный антропооз.

Половозрелые алярии обитают в тонком отделе кишечника псовых. Длина тела 2,2–6 мм. Мах ширина до 1,5 мм. Имеют две присоски – ротовую и брюшную. Тело сплющено в дорзо-вентральном направлении. Яйца относительно крупные, имеют крышечку. Гермафродиты.

На территории Кировской области все хищные млекопитающие сем. псовых заражены трематодой *Alaria alata*. Впервые половозрелые формы трематоды были обнаружены у собак Ершовым в 30-х годах XX века в Омутнинском районе Кировской области. В настоящее время наиболее сильно заражены лисицы (86,7% при высокой интенсивности инвазии 192,5 (1–2007 экз.). У волков процент заражения составил 61,1%, при интенсивности инвазии 104 (1–322 экз.). У енотовидной собаки экстенсивность инвазии 100%, при интенсивности инвазии 436 (114–1309 экз.). 2 половозрелые алярии обнаружены в кишечнике рыси. Данная трематода для представителей семейства кошачьих несвойственна, и попала она в кишечник рыси, по-видимому, с пищей (в желудке и кишечнике найдены останки лисицы). У резервуарных хозяев паразитирует личиночная стадия данной трематоды – мезоцеркария *Alaria alata*. Мезоцеркарный аляриоз выявлен у куньих. Мезоцеркарии у них локализируются в соединительной ткани внутренних органов (почки, легкие, сердце, матка), в

мышцах диафрагмы, пищеводе, межмышечной жировой ткани, на стенках кровеносных сосудов.

Экстенсивность инвазии (ЭИ) у лесной куницы – 52%, при интенсивности инвазии (ИИ) – 17,5 (1–108 экз.), у американской норки ЭИ – 50,9%, ИИ – 7,9 (1–44 экз.). У 1 европейской норки также найдены мезоцеркарии алярий в количестве – 24 экз. У хорька лесного ЭИ – 57,1%, ИИ – 24% (5–33 экз.), у горноста ЭИ – 28,6%, ИИ – 14 (12–16 экз.), у ласки – ЭИ – 25%, ИИ – 16 экз., у выдры обнаружен 1 мезоцеркарий. Кроме куньих мезоцеркарий аляриоз выявлен у одной дикой енотовидной собаки. На диафрагме и соединительной ткани пищевода были найдены сотни инцистированных личинок алярий. В кишечнике также зафиксированы половозрелые формы этой трематоды – 193 экз. (Масленникова, 2005). Широкое распространение аляриоза и отсутствие в доступной литературе данных по борьбе с инвазией явилось предпосылкой наших исследований активности дезинфектантов в отношении яиц алярий.

В качестве модели использовались яйца *Alaria alata*, так как на настоящий момент нет достоверных сведений по эффективности дезинфектантов в отношении данных яиц. Яйца выделяли из кишечника плотоядных *сем. Canidae*. Накпливали необходимый объем, хранили при температуре 5 в течение месяца. Жизнеспособность яиц определяли микроскопией по деформации или появлению некротических масс внутри яйца. В данном опыте исследовали как собственную способность дезинфицирующего средства к кристаллообразованию и инициации кристаллогенеза базисных веществ, так и оценку характера биологической активности анализируемого дезинфектанта на основании особенностей его взаимодействия с патогеном (яйца *Alaria alata* в жидкой фазе).

Определяли в поле зрения: количество кристаллов вблизи яиц, в препаратах с яйцами алярий и в эталонных препаратах дезинфектантов. Результаты представлены в табл.

Таблица

Количество кристаллов и аморфных образований при взаимодействии *Alaria alata* – дезинфектант

Используемый дезинфектант	Эталонный препарат		В препаратах с яйцами алярий		Вблизи яиц	
	Крист. М. К.	Аморф	Крист. М. К.	Аморф	Крист. М. К.	Аморф
карб к-та	0–0	30±3	0–0	58±4	0–0	45±7
спирт	0–0	8±0,5	0–0	15±4	3–0	20±4
азид	20–3	4±0,5	50–7	5±1	39–12	8±4

Кроме того, кристаллографический анализ может быть полезен как способ верификации качества самого дезинфектанта непосредственно перед использованием. Данная схема уже частично применяется в отношении лекарственных препаратов, однако ее дополнение и систематизация (в форме трех этапов) могла бы существенно повысить эффективность фармакотерапии. Для дезинфектантов подобные сведения в литературе практически отсутствуют, тогда как основной упор делается на приведение состава и концентрации вещества к расчетным величинам.

Интересным, на наш взгляд, но ранее упускаемым из вида аспектом проблемы является мониторинг активности и свойств самих патогенных агентов до и после воздействия того или иного дезинфицирующего средства, который может также осуществляться с участием методов кристаллографии. На это косвенно указывают данные, свидетельствующие о способности некоторых микроорганизмов становиться центрами специфического кристаллообразования, и изменение формы кристаллов базисного вещества - дезинфектанта при взаимодействии с патогеном. Таким образом, кристаллографические исследования при условии достаточной изученности данной проблемы могут явиться удобным, быстрым и экономичным методическим аппаратом, способным отображать многочисленные параметры, значимые для адекватного проведения дезинфекции и занять достойное место в ряду скрининговых подходов в дезинфектологии.

Литература

Багал Л. И. Химия и технология иницирующих веществ. М., 1975. С. 158.

Жданова О. Б., Мартусевич А. К. Кристаллографические методы исследования биожидкостей в подборе гомеопатических препаратов при лечении гельминтозов мелких животных: методические указания. Киров: Типография Вятской ГСХА.

Чебышев Н. В. Гистологическое, гистохимическое и электронно-микроскопическое изучение легких мышей, зараженных аскариозом // Сб. науч. трудов ИММИ: Актуальные вопросы современной паразитологии. М., 1975. С. 111–113.

Чебышев Н. В., Гринева Г. Г. Гистологическое, гистохимическое и электронно-микроскопическое изучение печени экспериментальных животных, зараженных аскариозом // Сб. науч. трудов: Актуальные вопросы Тропической медицины. М., 1976. С. 220–222.

ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ В ОКРЕСТНОСТЯХ КИЛЬМЕЗСКОГО ЗАХОРОНЕНИЯ ЯДОХИМИКАТОВ

Е. В. Дабах, Л. И. Домрачева, Т. С. Елькина
Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, ecolab@vshu.kirov.ru

Кильмезское захоронение ядохимикатов находится на границе Немского и Кильмезского районов Кировской области на водоразделе рек Икма и Осиновка, на южном, обращенном к реке Осиновка, склоне. В середине 70-х годов прошлого века здесь было захоронено более 70 наименований химических веществ общим весом около 590 тонн, из них 52 тонны – пестициды 1 и 2 классов опасности.

Экологическая обстановка в районе объекта изучается сотрудниками лаборатории биомониторинга ИБ Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ с 2006 г. Для оценки состояния окружающей среды было заложено 8 площадок мониторинга (ПМ) (рис. 1), все они расположены вниз по склону от объекта. Фоновая площадка (ФК) находится примерно в 5 км к востоку от захоронения. На этой площадке под посадками соснового леса распространены подзолистые почвы, верхняя часть профиля которых была нарушена при посадочных работах 30–40 лет назад. В связи с этим слой подстилки маломощный, всего 1,5–2 см, нижележащий горизонт на глубине от 2 до 15 см не дифференцирован, представлен однородной буровато-желтой песчаной массой. По характеру растительности и строению профиля ПМ 8К может рассматриваться в качестве фоновой для ПМ 5К, расположенной в 50 м к югу-юго-востоку от ядомогильника вниз по склону. Площадки мониторинга (ПМ) 2К, 4К и 6К и 7К расположены на заболоченных берегах р. Осиновка и ее притоков, образцы почв представлены перегнойными и торфяно-перегнойными горизонтами. Площадка 3К заложена на заброшенной пашне в урочище Орехово, образцы почв отобраны из дернины и гумусового горизонта.

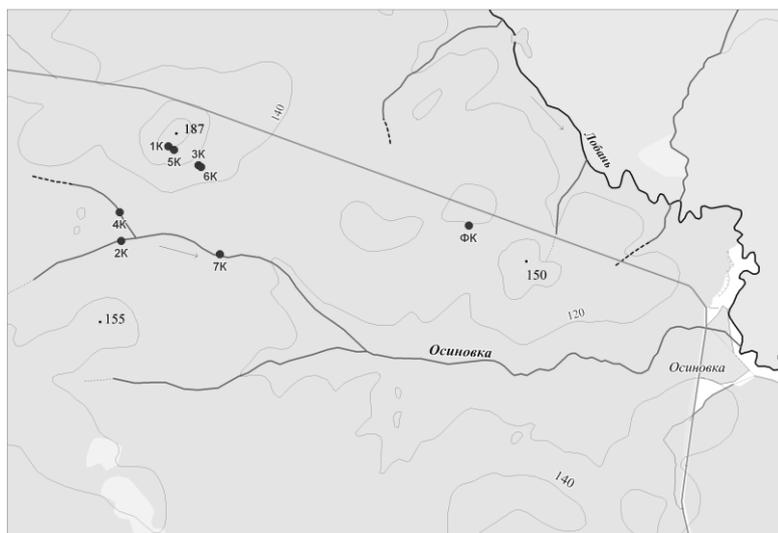


Рис. 1. Схема сети мониторинга почв

В смешанных почвенных образцах, отобранных на площадках мониторинга, определяли агрохимические свойства, показатели, влияющие на подвижность катионов и анионов в почве, содержание пестицидов (ГХЦГ, ДДТ, 2,4Д). Результаты определений представлены в табл. 1.

Все почвы относятся к категории кислых (табл. 1), однако наиболее высокой кислотностью отличаются песчаные нарушенные подзолистые почвы на фоновой площадке (ФК) и вблизи ядомогильника (ПМ5К) под посадками сосны. Степень их кислотности оценивается как «очень сильнокислая», близкое значение рН характерно и для песчаного грунта, перекрывающего ядомогильник (ПМ 1К). По-видимому, что песчано-галечниковый материал, использованный для этих целей, является почвообразующей породой для почв вокруг ядомогильника. Гидроморфные почвы, расположенные по берегам реки Осиновка и ее притоков, относятся к категории слабокислых и близких к нейтральным.

Наиболее низким показателям рН соответствуют более высокие количества подвижного алюминия, отмеченные в почвах на ПМ5К и на ФК.

Таблица 1

Свойства почв на площадках мониторинга

№ ПМ	глубина, см	рН _{KCl}	Органич. вещ-во, %*	NH ₄ мг/кг	NO ₃ мг/кг	P ₂ O ₅ мг/кг	K ₂ O мг/кг	Al _{подв.} мг/100г	Fe _{подв.} мг/кг
1	0–20	4,2	1,00	31	26,3	91,8	82,9	1,98	11,4
2	0–7	5,1	62,5	50	20,9	4,0	22,6	н.о	220,0
2	7–26	5,4	1,84	72	35,0	7,9	16,8	н.о	31,0
3	0–3	5,5	11,03	34	14,1	10,4	49,1	н.о	11,2
3	3–20	4,2	2,31	58	26,3	35,7	57,2	1,35	26,9
4	0–3	5,1	75,1	36	33,1	2,1	13,3	–	221,8
4	3–15	4,8	8,44	125	78	11,6	50,6	0,68	232,2
5	0–2	4,3	58,2	32	9,3	4,4	24,3	4,50	17,1
5	2–15	4,0	1,15	–	–	74,0	59,8	5,18	42,4
6	0–7	5,7	29,3	60	87,1	5,7	26,0	–	13,2
6	7–15	5,6	9,97	–	–	7,9	30,8	–	28,6
7	0–7	5,7	36,3	140	151,4	12,4	35,3	н.о	96,9
7	7–20	5,4	57,0	44	55,0	14,3	12,9	н.о	274,2
ФК	0–1,5	4,0	66,1	40	9,8	25,0	33,0	5,85	20,6
ФК	1,5–15	3,9	1,10	67	–	97,4	30,9	4,50	49,9

*– в органогенных горизонтах – зольность, в минеральных – гумус, н.о. – не обнаружено, – не определялось.

Содержание органического вещества определяли по двум показателям. Для органогенных горизонтов – по величине зольности, для органоминеральных и минеральных горизонтов – по содержанию гумуса (табл. 1). Наиболее богаты органическим веществом верхние горизонты гидроморфных почв (ПМ 6К и ПМ 7К). Содержание гумуса в органоминеральных горизонтах, залегающих под подстилкой, на ПМ 5К, ФК и 1К почти одинаковое (около 1%) и весьма характерно для подзолистых песчаных почв. Немного выше оно в аллювиальной почве на ПМ 2К и в дерново-подзолистой почве на ПМ 3К (1,84 и 2,31, соответственно) По содержанию элементов питания растений почвы существенно различаются. Среднее содержание азота отмечено в оторфованной массе верхнего горизонта на ПМ7К, в остальных образцах – оно низкое, очень низкое – в подстилках подзолистых почв (ПМ 5К и ФК). Содержание фосфора и калия также низкое. Однако, в органоминеральных горизонтах на ПМ 1К, ПМ 5К и ФК оно существенно выше, чем на других участках. Возможно, перед посадкой саженцев эти почвы были хорошо удобрены и в настоящее время содержание фосфора в них близко к среднему, калия – ниже среднего, но на ПМ 1К выше, чем в других почвах.

Содержание подвижного железа варьирует в широких пределах. Как и следовало ожидать, оно на порядок выше в гидроморфных почвах с высоким содержанием органического вещества – ПМ 7К, 4К, 2К. Отметим, что подобные почвы распространены и на 6К площадке, но в последние годы русло ручья в

ур. Орехово высохло и почвы развивались в условиях, характерных для автоморфных ландшафтов.

Пестициды (ГХЦГ, ДДТ и 2,4, Д) в почвах не обнаружены..

По общности морфологических и химических показателей можно выделить три группы почв: первая – ПМ 1К и 5К – представлена песчаными нарушенными почвами близкими по свойствам к подзолистым, вторая – ПМ 4К, 6К, 7К- включает гидроморфные почвы по берегам ручьев и реки Осиновка, третья – представлена старопахотной почвой на ПМ 3К. Фоновым участком для ПМ 1К и 5К можно считать ФК, для ПМ 4К, 6К, 7К – ПМ 2К, так как она находится выше по течению р. Осиновка. Выбрать фоновую площадку для ПМ 3К не представлялось возможным.

Параллельно с химическим проводили альго-микологический анализ почвенных образцов, отобранных в октябре 2008 г. Методом прямого микроскопирования на мазках определяли следующие параметры состояния микробных комплексов: численность клеток водорослей и цианобактерий (ЦБ), длину мицелия микромицетов, соотношение форм с бесцветным и окрашенным мицелием, количество фрагментов (пропагул) этих же форм.

Анализ количественных характеристик фототрофных популяций показал, что их обилие в почвах на ПМ колеблется в значительных пределах (табл. 2). Так, наиболее слабое развитие зелёных и диатомовых водорослей (170 тыс. клеток/г) обнаружено на ПМ 7К, расположенной на заболоченном участке. В то же время максимальная численность водорослей, связанная с массовым развитием диатомей (1667 тыс. клеток/г, 88% численности водорослей), выявлена в перегнойных и торфяно-перегнойных горизонтах на ПМ 6К, расположенной на берегу пересыхающего ручья. Возможно, преобладание диатомовых водорослей здесь связано с накоплением в ложбине частиц смытых с территории приусадебных участков (выше по склону располагалась деревня).

Таблица 2

Количественная характеристика фототрофных популяций (тыс. клеток/г)

№ ПМ	Зелёные	Диатомеи	Водоросли	ЦБ	Фототрофы
1	200±10	150±5	350±15	1933±84	2283±99
2	170±7	150±5	320±12	500±8	820±20
3	217±20	717±29	934±49	1630±49	2567±98
4	120±20	550±30	670±50	1270±220	1940±54
5	120±7	100	220±7	300±13	520±20
6	200±8	1467±40	1667±48	430±10	2097±58
7	70±2	100±5	170±7	730±70	900±77
8 (ФК)	270±7	170±5	440±12	970±20	1410±32

При сравнении фонового участка ФК (ПМ 8) с ПМ 5К, которые наиболее близки по характеру растительности и строению профиля, видно, что для фонового участка характерно более интенсивное (в 2 раза) размножение водорослей. Выявить какую-либо зависимость между обилием водорослей и содержанием в почве элементов минерального питания (табл. 1 и 2), невозможно. Более того, в варианте с максимальным содержанием минерального азота (ПМ 7К), к кото-

рому чрезвычайно требовательны и чувствительны водоросли, численность водорослей минимальна.

Интенсивность развития цианобактерий в почвах на ПМ также существенно различается и колеблется от 520 тыс. клеток (ПМ 5К) до 1.6–1.9 млн. клеток /г (ПМ 3К и 1К). Сравнение количественных характеристик популяций микрфототрофов и свойств почв определённой закономерности в их развитии не выявляет. Если эталонными считать показатели, отмеченные в пробах с ФК, то отклонение от этих показателей наиболее существенны на ПМ 1К, 6К и 7К (табл. 3).

Таблица 3

Структура популяций фототрофов и микромицетов (%)

Вариант	Фототрофы		Микромицеты с мицелием	
	Водоросли	Цианобактерии	бесцветным	окрашенным
1К	15.3	84.7	40.5	59.5
2К	39.0	61.0	50.0	50.0
3К	36.4	63.6	35.9	64.1
4К	34.5	65.5	29.9	70.1
5К	42.3	57.7	21.5	78.5
6К	79.5	20.5	20.2	79.8
7К	18.9	81.1	27.1	72.9
ФК	31.2	68.8	60.4	39.6

В почвенных пробах с ПМ 1К и 7К отмечается сильное доминирование ЦБ (до 84.7%), а на ПМ 6К в массе развиваются водоросли (79.5%), и это господство эукариотных фототрофов обусловлено массовым размножением диатомей (табл. 2). Если учесть, что ПМ1К расположена на самом захоронении, а ПМ 7К – на берегу р. Осиновка ниже устья огибающих могильник ручьев, можно предположить, что доминирование ЦБ является показателем загрязненности почв. Однако, для подобных утверждений необходим полный химический анализ почв.

Вероятно, для исследованных почв более строгим критерием их состояния, является характеристика микобиоты. Считают, что в систему биотических параметров для оценки техногенных воздействий целесообразно включать комплекс микологических показателей, состоящих из общих и структурных индексов (Терехова, 2007). В число таких показателей, в частности, следует включать численность грибов, длину их мицелия, соотношение форм с бесцветным и меланизированным мицелием. Так, по длине мицелия можно судить об интенсивности минерализационных процессов в почве и о степени её насыщения органическим веществом. В исследуемых почвах максимум развития мицелия (494 м/г) характерен для фонового лесного участка (табл. 4). Минимальные значения этого показателя (72 и 87 м/г) отмечены на заболоченных участках 6К и 7К. На ПМ 7К было также меньше всего водорослей.

Интенсивность заселения субстрата и развитие новых грибных колоний зависит также и от количества пропагул (фрагменты мицелия). Максимальная численность пропагул, как и длины мицелия, – на фоновом участке ФК (около 6 млн. фрагментов на 1 г почвы). Почти такое же количество и на участке 4К

(табл. 5). Подобные показатели намного превышают значения, которые обычно получают при количественном учёте грибов путём посева на питательные среды.

Одним из критериев жизнеспособности грибного мицелия является его фрагментация, при этом интенсивность фрагментации разная в разных экологических условиях. Наименее жизнеспособны короткие фрагменты, с увеличением длины фрагментов их жизнеспособность увеличивается (Иванова, 1999). Сравнение длины фрагментов в исследуемых почвах показывает, что минимальные значения этого показателя наблюдаются на участках 6К и 7К (табл. 5). В песчаных почвах на ПМ 1К, 5К и ФК – он существенно выше, причем максимальный – на фоновом участке.

Среди критериев экологической напряженности педоценозов, отражающих степень их загрязнения, неизменно используется и такой, как соотношение в структуре популяций микромицетов форм с окрашенным и бесцветным мицелием. По данному показателю минимальный уровень загрязнения характерен для фоновой площадки, а максимальный – для площадок 5К, 6К и 7К, где уровень развития окрашенных форм составляет свыше 70% (табл. 3).

Таблица 4

Количественная характеристика микоценозов

Вариант	Длина мицелия (м/г)		
	бесцветный	окрашенный	всего
1К	55.3±2.2	81.1±19.2	136.4±21.4
2К	51.2±1.3	51.2±1.5	102.4±2.8
3К	71.4±3.5	127.7±20	199.1±23.5
4К	94.7±19.2	222.1±10.9	316.8±30.1
5К	33.3±3.1	121.6±11.4	154.9±14.8
6К	17.6±1.1	69.6±15.0	87.2±16.1
7К	19.4±2.3	52.2±2.5	71.6±4.8
ФК	298.6±9.6	196.0±33.0	494.2±42.6

Таблица 5

Численность пропагул грибного мицелия (тыс. фрагментов/г) и средняя длина фрагмента (мкм)

Вариант	Пропагулы у грибов с мицелием			Средняя длина фрагмента
	бесцветным	окрашенным	всего	
1К	580±5	1220±39	1800±35	75.7
2К	570±20	1120±120	1690±140	61.5
3К	866±59	2300±70	3160±129	63.0
4К	1167±20	4200±60	5367±80	59.0
5К	400±17	1467±69	1867±86	83.0
6К	200±5	1467±50	1667±55	52.3
7К	217±16	1367±68	1584±84	45.2
ФК	2730±40	3070±300	5800±340	85.2

Если проводить оценку, учитывая общность факторов почвообразования и направление процессов, то в автоморфных песчаных почвах (ПМ 1К, 5К и ФК) минимальное количество окрашенных форм отмечено на фоновом участке,

в гидроморфных почвах (ПМ 2К, 4К, 6К и 7К) – на условно фоновой площадке, расположенной выше по течению зоны влияния объекта (ПМ2К).

Таким образом, комплексный анализ химических и биологических показателей свойств почв в окрестностях Кильмезского захоронения ядохимикатов позволил выявить следующие закономерности.

Близкими по морфологическим и химическим свойствам являются песчаные автоморфные почвы (ПМ 1К, 5К и ФК). Все почвы нарушенные, длительность процесса почвообразования на ПМ 1К гораздо меньше, хотя направление его - аналогичное. В отличие от 5К и ФК под возобновляющимся сосновым лесом подстилка на ПМ 1К еще не сформировалась. Эти почвы отличаются более высокой кислотностью и повышенным содержанием подвижного алюминия, низким содержанием азота и калия и более высоким, по сравнению с гидроморфными почвами, количеством фосфора в минеральных горизонтах. Для почв этих трех участков получены близкие количественные характеристики водорослей и совершенно различные – цианобактерий. Максимальное количество последних на участке 1К, испытывающем несравненно большую антропогенную нагрузку. Как и следовало ожидать, на участках хвойного леса активно развивается микофлора. По всем показателям, характеризующим микоценоз, отличается почва фоновой площадки. Здесь больше длина грибного мицелия, численность пропагул и длина фрагментов, значительно меньше доля микромицетов с окрашенным мицелием.

На участках гидроморфных почв (ПМ 2К, 4К, 6К и 7К) отмечена менее кислая реакция среды, низкое содержание элементов питания, накопление недоразложившихся растительных остатков и подвижного железа (за исключением 6К). На берегу пересыхающего ручья (6К) степень переувлажнения значительно ниже и трансформация органического вещества происходит активнее.

Фототрофный компонент в составе микробоценоза характеризуется максимальными показателями на участках, расположенных на склонах по берегам ручьев, стекающих с Ореховской возвышенности, минимальными – на заболоченных берегах р. Осиновка. По-видимому, эти различия прежде всего связаны с освещенностью и дренажом. Максимальное количество цианобактерий отмечено на ПМ 7К, которая находится ниже по течению р. Осиновка. В составе микоценоза несравненно большее количество пропагул оказалось на ПМ 4К, но наибольшая средняя длина фрагментов – на условно фоновой площадке 2К. Интересно отметить, что на этой же площадке минимальный процент грибов с окрашенным мицелием по сравнению с аналогичными почвами.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что по сравнению с фоновыми участками по ряду показателей отмечаются признаки негативного воздействия на почвы в окрестностях захоронения ядохимикатов.

Литература

Иванова А.Е. Жизнеспособность фрагментов мицелия почвенных микроскопических грибов в разных экологических условиях: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ, 1999. 28 с.

Терехова В.А. Микромицеты в экологической оценке водных и наземных экосистем. М.: Наука, 2007. 215 с.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОРЕМЕДИАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ БИОСОРБЕНТОВ В ПОЛЕВОМ ОПЫТЕ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

*И. Э. Шаранова, А. А. Шубаков** , А. В. Гарабаджю**

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

**Санкт-Петербургский Технологический институт, gar-54@mail.ru,*

***Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН, shubakov@physiol.komisc.ru*

Одним из перспективных направлений очистки почв и воды от нефтезагрязнений является применение препаратов на основе специализированных микроорганизмов и их ассоциаций. В последнее время появились работы, посвященные разработке и испытанию препаратов на носителях, с иммобилизованными микроорганизмами (м/о) (Экологические..., 2007). В течение года (осень 2005-осень 2006 гг) в полевом опыте на освоенной дерново-подзолистой почве экспериментальных участков Института биологии в трехкратной повторности испытывались биосорбенты с иммобилизованными на носителе-сорбенте различными ассоциациями углеводородокисляющих м/о (УОМ). Цель исследования – оценить эффективность очистки-биоремедиации нефтезагрязненной почвы при внесении биосорбентов, на основе ассоциаций культур УОМ по показателям биологической активности. На подготовленные площадки равномерно наносилась нефть (в среднем нефтезагрязнение составило 15%), по вариантам сорбент и биосорбенты из расчета 10 т/га и азофоска (N₁₆P₁₆K₁₆) из расчета 350 кг/га. В опыте использованы две ассоциации м/о из коллекции ст.н.с. Института биологии КНЦ УрО РАН Ф. М. Хабибуллиной бактериально-дрожжевая и грибная, которые были иммобилизованы на сорбенте «Сорбонафт» способом обрастания, описанным в патентах № 2318736, № 2299181. Состав грибной ассоциации: *Fusarium sp.* (НК-204), *Gliocladium deliquescens* (НК-205), *Gliocladium sp.* (НК-206), биосорбент с титром 1x10⁷. Состав бактериально-дрожжевой ассоциации: *Artrobacter sp.* (НК-15), *Rhodococcus eritropolis* (НК-16), *Pichia quillermondii* КПБ-3205(НК-303), *Candida quillermondii* КПБ-3175 (НК-301), *Candida lipolitica* КПБ-3308 (НК-304), биосорбент с титром 1,37x10⁸.

Исследование влияния иммобилизованных на сорбенте ассоциаций УОМ на деградацию нефтяных углеводородов в дерново-подзолистой почве проводили по комплексу показателей. Определение дегидрогеназной активности (Хазиев, 2005). Содержание нефти в почве определяли методом флуориметрии на анализаторе «Флюорат– 02» (Метод..., 1998). Дыхательную активность определяли по интенсивности выделения СО₂ в почвенных образцах на газовом хроматографе «Цвет-800» (Назаров и др., 1992). Определение агрохимических показателей содержания подвижных соединений фосфора, калия, лекогидролизуемого азота, рН в образцах почвы проводили методами (Аринушкина, 1970). Эти показатели наиболее информативны, коррелируют с уровнями нефтезагрязнения и имеют меньшее варьирование в пространстве и во времени по сравнению с микробиологическими показателями.

Дегидрогеназная активность (АД) в значительной степени отражает уровень деструкции нефти в почве. Во всех вариантах АД повышалась относительно незагрязненной фоновой почвы. Внесение биосорбентов в загрязненную почву значительно увеличило процессы дегидрирования, особенно вначале эксперимента. В весенний период выделился контрольный вариант (загрязненная почва). В варианте с внесением сорбента без м/о повышение АД наблюдалось лишь к концу опыта. По окончании опыта АД во всех вариантах приблизилась к фоновой. Дыхание (скорость эмиссии CO_2) является интегральным показателем функционирования почвенного микробиоценоза. Количество выделяемого CO_2 в образцах нефтезагрязненной почвы варьировало по вариантам опыта. В вариантах с биосорбентами и сорбентом без м/о по мере снижения концентрации остаточной нефти наблюдалось последовательное увеличение дыхательной активности, наиболее интенсивным было в летний период. Внесенные в загрязненную почву сорбент и биосорбенты с минеральными удобрениями улучшили структуру нефтезагрязненной почвы, положительно повлияли на развитие и дыхательную активность почвенных м/о, о чем свидетельствовали высокие показатели скорости выделения CO_2 в этих вариантах. Об активизации процессов биоразложения нефти свидетельствовали данные агрохимических анализов, динамика изменения рН в вариантах с сорбентом и биосорбентами эксперимента показала подкисление почвы, только к концу опыта значения рН приблизились к значениям фоновых вариантов. Почва, на которой был проведен опыт, характеризовалась невысоким содержанием основных питательных элементов. Наблюдалось изменение содержания подвижных соединений фосфора во всех вариантах эксперимента, возможно из-за активного потребления аборигенными м/о и УОМ, данные показатели снижались в весенне-летний период опыта, только вариант с грибным биосорбентом выделялся увеличением показателей. Наблюдалось снижение содержания подвижных соединений калия при достаточно высоких относительно фона значениях в начале опыта в вариантах с биосорбентами, затем произошло незначительное увеличение к концу опыта, особенно в варианте с бактериально-дрожжевым биосорбентом. По показателям изменения содержания соединений легкогидролизуемого азота в нефтезагрязненной почве относительно фона выделились варианты с биосорбентами, которые связаны с жизнедеятельностью не только почвенных м/о, но и вносимых с биосорбентами ассоциаций УОМ, особенно вариант с грибным биосорбентом. Сорбент без м/о улучшает структуру загрязненной почвы, тем самым стимулирует рост аборигенных м/о.

Одним из основных показателей эффективности биоремедиации с применением биосорбентов на нефтезагрязненных почвах является уменьшение содержания нефти в почве. Во всех вариантах произошли процессы деградации нефтезагрязнения различной интенсивности, в том числе и в контрольном варианте с загрязненной почвой. Самые высокие показатели очистки в вариантах с внесением бактериально-дрожжевого и грибного биосорбентов. Несколько ниже показатели убыли нефти в варианте с сорбентом без м/о (рис. 1). Для облегчения интерпретации результатов мы соотнесли все показатели биологической активности почвы в интегральный показатель (БАП). В нашем опыте ИК БАП –

это комплексная характеристика, основанная на оценке изменения показателей нефтезагрязненной почвы под действием загрязнителя-нефти и применяемого биосорбента. Эффективность использования биорекультивантов (биосорбентов) для очистки-биоремедиации нефтезагрязненной почвы оценивалась по комплексу показателей, информативных для целей биомониторинга, по формулам, предложенными Гельцер и Девятовой (Девятова, 2005; Гельцер 1992). Т. А. Девятовой было предложено для расчета суммарного показателя БАП фоновое значение (в незагрязненной почве) каждого из показателей в выборке принимать за 100% и по отношению к нему в процентах выражать значение этого же показателя в других пробах, суммировать уже относительные значения многих показателей для расчета среднего оценочного балла показателей БАП. В нашем опыте средний оценочный балл был получен из показателей АД почвы и эмиссии CO₂, а также показателей, которые в значительной степени отражают процесс деструкции нефти в почве (рН, содержание подвижных соединений фосфора, калия, азота). Формула Гельцер позволяет учитывать возможность рассматривать БАП в зависимости от концентраций нефтезагрязнения почвы. Авторы отмечают, что при необходимости количество параметров, вводимых в формулу расчета ИК БАП, можно дополнять и изменять. В соответствии с этим для расчета данного показателя мы несколько видоизменили формулу. Мы ввели в числитель величину среднего оценочного балла показателей БАП(%), рассчитанного по формуле Девятовой, где учитывались биотические показатели и абиотические параметры почв, а в знаменатель ввели процентное содержание нефти в почве (%). Расчет ИК БАП провели по исходным, промежуточным (летний период) и конечным данным во всех вариантах полевого опыта.

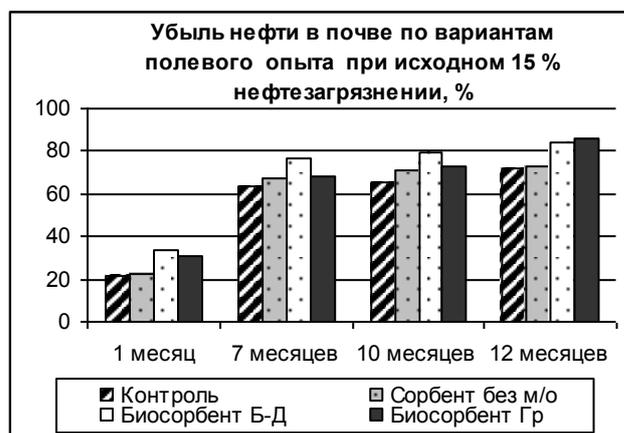


Рис. 1. Убыль нефти в почве по вариантам полевого опыта при исходном 15% нефтезагрязнении, %

По значениям ИК БАП можно судить об изменениях, произошедших в почве при начальном 15% уровне загрязнения к концу полевого опыта (рис. 2). Наименьшие значения интегрального коэффициента БАП к концу исследования были в вариантах контрольном и с сорбентом без м/о, более высокие значения ИК БАП в вариантах с биосорбентами. Но если в летнее время выделялся вариант с внесением бактериально-дрожжевого биосорбента, то к концу опыта - вариант с внесением грибного биосорбента, что свидетельствовало о различной активности ассоциаций УОМ, иммобилизованных на сорбенте, и интенсивности метаболических процессов, связанных с внесенными УОМ биосорбентов в нефтезагрязненную почву. Таким образом, по результатам полевого опыта можно сделать выводы, что при очистке дерново-подзолистой почвы при 15%-нефтезагрязнении сорбент без м/о менее перспективен для применения, чем биосорбенты с иммобилизованными УОМ. Более эффективным по показателям убыли нефти был биосорбент с иммобилизованной бактериально-дрожжевой ассоциацией УОМ, чем биосорбент с грибной ассоциацией м/о. Изменение интегрального коэффициента показателей биологической активности почв находится в прямой зависимости от уровня содержания нефти в почве и отражает эффективность способа очистки почвы с применением биорекультивантов.

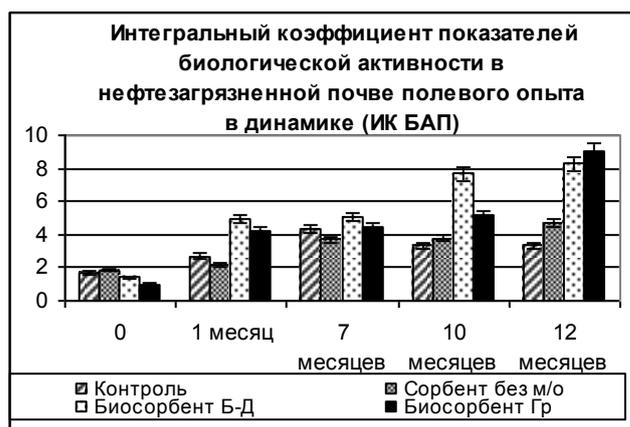


Рис. 2. Интегральный коэффициент показателей биологической активности в нефтезагрязнённой почве полевого опыта в динамике

Литература

- Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. Издание 2. перераб. Издат. МГУ. 1970. 487 с.
- Гельцер Ю. Г., Можарова Н. В., Волкова Э. В. Применение интегральных показателей биологической активности почв при крупномасштабном почвенно-экологическом картировании // Микроорганизмы в сельском хозяйстве. Пущино, 1992. С. 37–38.
- Девятова Т. А. Биологические принципы мониторинга и диагностики загрязнения почв. Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2005. № 1. С. 105–106.
- Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв на анализаторе жидкости «Флюорат-02». ПНД Ф16.1.21–98. М., 1998. 15 с.
- Назаров С. К., Сивков М. Д. Методы измерения и расчета баланса углерода в естественных фитоценозах. Сер. препринтов «Новые научные методики». КНЦ УрО РАН. 1992. Вып. 43. 16.
- Патент на изобретение № 2318736. Биосорбент для очистки водоемов от нефти и нефтепродуктов на основе штаммов бактерий и дрожжевых грибов. Заявка: 2006104082/13,

10.02.2006. Хабибуллина Ф. М., Арчегова И. Б., Шубаков А. А., Шарапова И. Э., Романов Г. Г., Чернов И. Ю., Таскаев А. И., Тулянкин Г. М., Жучихин Ю. С., Козьминых А. И.

Патент на изобретение № 2299181. Биосорбент для очистки водоемов от нефти и нефтепродуктов на основе штаммов мицелиальных грибов. Хабибуллина Ф. М., Арчегова И. Б., Ибатуллина И. З. и др.

Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 2005. 252 с.

Экологические основы оптимизированной технологии восстановления нефтезагрязненных природных объектов на Севере. Сыктывкар, 2007. 140 с. (КНЦ УрО РАН).

МОНИТОРИНГ РЕК В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ОБЪЕКТА ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ «МАРАДЫКОВСКИЙ»

М. Л. Цепелева¹, Т. И. Кочурова²

¹ Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, marinatsepeleva@mail.ru

² Региональный центр государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области

Экологическая безопасность Кировской области в значительной мере связана с химическим разоружением. В сентябре 2006 г. введен в действие объект по уничтожению химического оружия (ОУХО) «Марадыковский». Он расположен в непосредственной близости от р. Вятка, что создает угрозу загрязнения главной водной артерии Кировской области. В перечень объектов гидробиологического мониторинга на территории зоны защитных мероприятий (ЗЗМ) ОУХО входит зообентос. Изменения в структуре сообществ донных беспозвоночных, коррелирующие с уровнем загрязнения вод, позволяют использовать показатели зообентоса для регистрации антропогенного воздействия на водные экосистемы (Руководство..., 1983, 1992).

Цель работы – провести оценку состояния водных экосистем р. Вятка и её притока р. Погиблица на территории ЗЗМ ОУХО «Марадыковский» по структурным характеристикам зообентосных сообществ.

Работа выполнена в 2007–2008 гг. и является продолжением многолетнего гидробиологического мониторинга на данной территории. Материалом послужили 20 количественных и 10 качественных проб зообентоса, отобранные на шести станциях сети систематического наблюдения. Две станции располагались на р. Погиблица, являющейся водоприемником хозяйственно-бытовых стоков с объекта и пгт. Мирный: ст. 159-1 – выше выпуска очистных сооружений, ст. 66-1 – в устье реки, ниже выпуска сточных вод. На р. Вятка обследовали четыре станции: ст. 128 – самая верхняя на участке, попадающем в ЗЗМ (фоновая), ст. 66 в пятистах метрах выше впадения р. Погиблица, ст. 79 ниже впадения р. Погиблица, ст. 146 – самая нижняя (контрольная). Нумерация станций дана в соответствии с единой схемой мониторинга в зоне защитных мероприятий объекта.

Отбор и обработку проб зообентоса проводили стандартными гидробиологическими методами (Руководство..., 1983, 1992). Беспозвоночных определяли до уровня вида, рода, семейства, отряда или класса. Видовую идентифи-

кацию осуществляли для представителей отрядов *Odonata* (Стрекозы), *Ephemeroptera* (Подёнки), *Trichoptera* (Ручейники). Для характеристики состояния донных биоценозов использовали показатели: количество видов, численность и биомасса. При определении качества вод применяли индексы Вудивисса (ГОСТ 17.1.3.07-82, Руководство..., 1983), Гуднайта и Уитлея (ГОСТ 17.1.3.07-82, Руководство..., 1983), Балушкной (Балушкина, 1976).

В составе бентофауны обнаружены представители 22 группы зообентоса. Выявлено 72 низших определяемых таксона¹ (НОТ) донных беспозвоночных, относящихся к 62 родам, 45 семействам, 19 отрядам, 10 классам и 5 типам. Наиболее широко представлен класс Insecta, насчитывающий 40 таксонов. Также обнаружено 15 таксонов моллюсков, 6 видов пиявок. Наибольшее распространение имели *Chironomidae* (93.3%) и *Oligochaeta* (90%), присутствие которых выявлено на всех станциях. К широко распространенным относились *Crustacea* (Ракообразные), *Mollusca* (Моллюски), *Ephemeroptera* (Подёнки), *Heteroptera* (Клопы), *Trichoptera* (Ручейники). Представители этих групп обитали более чем на 80 % обследованных станций.

Бентофауна р. Погиблица насчитывала 40 таксонов, причём в 2007 г. было отмечено 32 таксона, в 2008 – 27. Биомасса зообентоса на верхней станции р. Погиблица в 2007 г. составила 11.4 г/м² при численности 14.9 тыс. экз./м², в 2008 г. – соответственно 10.8 г/м² и 10.2 тыс. экз./м². В устье р. Погиблица биомасса донных организмов в 2007 г. равнялась 7.3 г/м², а численность – 7.1 тыс. экз./м², в 2008 г. – соответственно 3.4 г/м² и 11.5 тыс. экз./м². Доминирующими организмами на обеих станциях в течение двух лет являлись олигохеты. Их высокая относительная численность (67.7% в верхнем и 75.2% в нижнем створе) свидетельствовала о наличии источника нетоксичного органического загрязнения реки. По количеству таксонов, общей численности и биомассе биоценозы устьевого участка оказались беднее расположенных выше.

В бентофауне р. Вятка установлен 71 таксон, причем в 2007 г. насчитывалось 58, а в 2008 – 47 таксонов. Пространственная и временная динамика данного показателя показана на рис. 1.

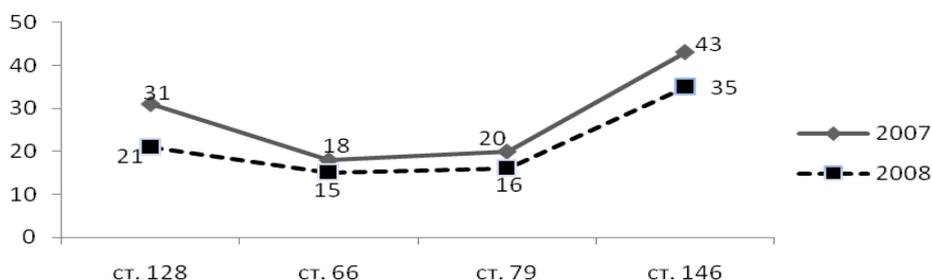
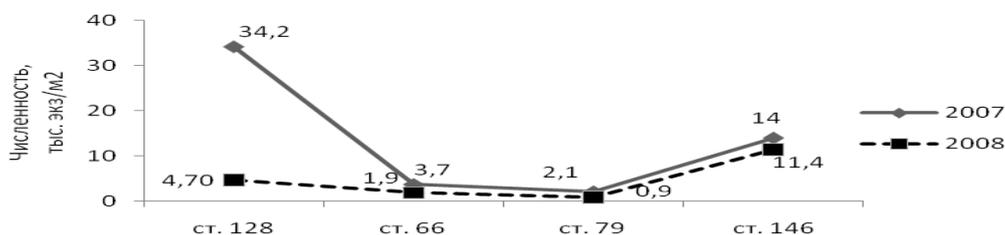


Рис. 1. Число таксонов зообентоса р. Вятка в ЗЗМ ОУХО «Марадыковский»

¹ Многие группы организмов не были идентифицированы до вида, а определялись до таксона более высокого ранга. Перечень определяемых таким образом организмов, следуя рекомендациям А.И. Баканова (1997), лучше называть не списком видов, а списком низших определяемых таксонов (НОТ).

Анализ данных позволил выявить снижение количества таксонов в 2008 году на всем наблюдаемом участке реки. Наименьшим таксономическим богатством характеризовались ст. 66 и 79, располагающиеся вблизи от объекта уничтожения химического оружия. Количественные характеристики зообентоса р.



Вятка представлены графически (рис. 2, 3).

Рис. 2. Численность зообентоса р. Вятка в ЗЗМ ОУХО «Марадыковский»

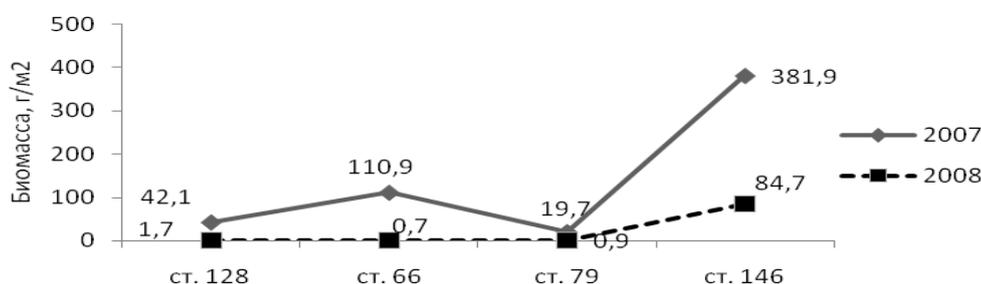


Рис. 3. Биомасса зообентоса р. Вятка в ЗЗМ ОУХО «Марадыковский»

Динамика численности и биомассы зообентоса указывает на снижение данных показателей в 2008 г. Одной из вероятных причин качественного и количественного обеднения зообентосных сообществ мог послужить высокий уровень воды в р. Вятка осенью 2008 г., обусловивший усиление течения и катастрофический дрейф донных организмов. Однако, для сравнения отметим, что в этот же период в зообентосе р. Вятка в районе водозабора г. Кирова отмечено 40 низших НОТ, средняя численность равнялась 98.9 тыс. экз./м² и биомасса – 79.0 г/м².

Анализ биоиндикационных данных показал, что по значениям биотического индекса Вудивисса вода на большинстве исследованных станций характеризуется вторым классом качества (чистая). За период с 2006 по 2008 гг. в устьевом створе р. Погиблицы зарегистрировано увеличение биотического индекса с 5 до 8 баллов и, как следствие, улучшение качества воды с категории умеренно загрязненной до чистой. Снижение таксономического богатства на ст. 66 и 79 р. Вятка, напротив, повлекло уменьшение биотического индекса с 9 до 8 баллов.

По результатам олигохетного индекса Гуднайта и Уитлея в 2007–2008 гг. воды р. Погиблицы на обеих станциях оценивались четвертым (загрязнённые) и пятым (грязные) классами качества. Река Вятка в 2008 г. по данному показателю отнесена ко второму классу, при этом на ст. 66 и 79 отмечено существенное снижение индекса и улучшение качества воды. С использованием данных предыдущих лет (Кочурова, 2007) построены диаграммы, отражающие динамику

ку олигохетного индекса в устье р. Погиблица и на расположенном ниже участке р. Вятка (рис.4).

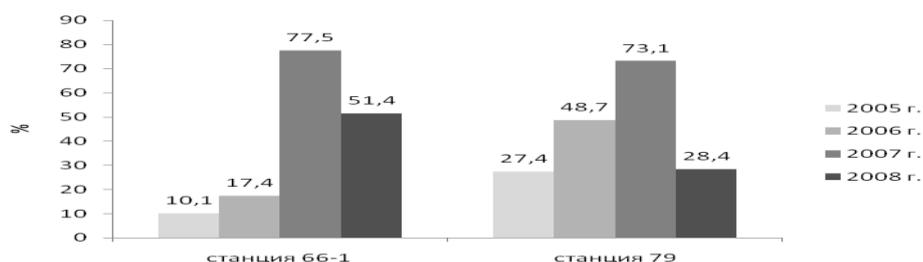


Рис. 4. Динамика олигохетного индекса Гуднайта и Уитлея (%) на реках в ЗЗМ ОУХО «Марадыковский» в период 2005–2008 гг.

Зафиксирован трехлетний рост данного показателя от значений чистых и относительно чистых вод до грязных и существенное его снижение в 2008 г. Индекс Балушкиной за 2007–2008 гг. характеризовал воду рек Вятка и Погиблица как умеренно загрязнённую, лишь на ст. 146 р. Вятка – как чистую.

Таким образом, в ходе исследований было установлено, что таксономическое богатство и количественные характеристики зообентоса р. Погиблица за двухлетний период наблюдения существенно не изменились. Структурные особенности бентосных сообществ в устье реки (снижение таксономического богатства, численности и биомассы, выпадение видов-индикаторов чистых вод) свидетельствовали о негативном влиянии сбросов сточных вод на их состояние. Сокращение таксономического состава и снижение количественных показателей зообентоса в р. Вятка в 2008 г. могло быть обусловлено высоким уровнем воды. Однако нельзя исключать негативного действия ОУХО «Марадыковский» на состояние донных биоценозов исследуемых рек. По результатам биоиндикационной оценки наблюдаемые водные объекты, в основном, отнесены к классам чистых и умеренно загрязнённых вод, за исключением олигохетного индекса, высокие значения которого указывали на наличие органического загрязнения р. Погиблица и близлежащих станций р. Вятка. Улучшение биоиндикационных показателей в р. Вятка (олигохетный индекс и индекс Балушкиной) и в устье р. Погиблица в 2008 г. могло быть связано с возросшей проточностью воды.

Литература

Балушкина Е. В. Хирономиды как индикаторы степени загрязнения воды // Методы биологического анализа пресных вод. Л.: ЗИН АН СССР, 1976. С. 106–118

Баканов А. И. Использование характеристик разнообразия зообентоса для мониторинга состояния пресноводных экосистем // Мониторинг биоразнообразия. М.: ИПЭЭ, 1997. С. 278–282.

ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоёмов и водотоков. М., 1982. 12 с.

Кочурова Т. И. Гидробиологический мониторинг поверхностных водных объектов в зоне защитных мероприятий комплекса объектов хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский» // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции. Часть 1. Киров: Издательство ВятГГУ, 2007. С. 206–210.

Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. С.-Пб.: Гидрометеиздат, 1992. 319 с.

ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА СТАНДАРТНОЙ ДОБАВКИ ПРИ ИОНОМЕТРИЧЕСКОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ ФТОРИДОВ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ

Ю. Н. Шишкина
РЦГЭКиМ по Кировской области

Метод ионометрии широко используется при экологических исследованиях. Наиболее совершенным и высокоселективным электродом для определения фторид-ионов является монокристаллический лантанфторидный электрод, который при комнатной температуре обладает чистой фторидной проводимостью [1].

Селективность LaF_3 – электрода в присутствии многих других анионов может быть охарактеризована возможностью определения активности фторид-ионов при более чем 1000-кратных избытках галоген-ионов, NO_3^- , PO_4^{3-} , HCO_3^- и других анионов. Существенно мешают определению только катионы, дающие комплексы с фторидами (Al^{3+} , Fe^{3+} , Ce^{4+} , Li^+ , Th^{4+}) и анионы OH^- . Незначительное влияние оказывают большие количества неионных веществ (глюкоза, мочевины) [2, 3, 4]. Стандартный метод определения содержания фторид-ионов в исследуемых растворах основан на измерении потенциала лантанфторидного ионоселективного электрода относительно вспомогательного хлорсеребряного электрода с последующим определением содержания компонента по градуировочному графику. При этом необходимо учитывать то, что крутизна линейной части калибровочной характеристики электрода должна соответствовать 56 ± 3 мВ, возможен дрейф потенциала. Допустимый диапазон рН анализируемого раствора должен составлять 5,0–7,0 ед. рН. Несоблюдение условий измерения может привести к искажению результатов. Для контроля качества результатов в общепринятых методиках выполнения измерений предусмотрена проверка крутизны линейной части калибровочной характеристики перед каждой серией измерений.

Для того, чтобы свести к минимуму ошибку при потенциометрическом определении, применялся метод стандартной добавки. Процедура состоит в том, что в анализируемую пробу вводится добавка раствора, содержащего тот же анализируемый ион. Оптимальная величина добавки должна быть такой, чтобы она вызвала отклик потенциала в 10–20 мВ. Чрезмерно большие и малые добавки снижают точность определения.

Целью настоящей работы является апробация и оценка метода стандартной добавки для определения содержания подвижных и водорастворимых форм фтора в почвах.

**Результаты определения фторид-иона в почвах,
полученные разными методами**

№ точки	Дата отбора	Горизонт, см	Подвижная форма			Водорастворимая форма		
			С _Ф , мг/кг	С _Ф , мг/кг (стандартная добавка)	Среднее содержание, С _Ф ⁻ , мг/кг	С _Ф , мг/кг	С _Ф , мг/кг (стандартная добавка)	Среднее содержание, С _Ф ⁻ , мг/кг
042	14.07.05	0-5	0,89	0,85	0,87	0,81	0,80	0,81
			0,81	0,77	0,79	0,74	0,77	0,75
	26.07.06	0-5	0,75	0,74	0,75	0,77	0,76	0,77
			0,77	0,73	0,75	0,72	0,68	0,70
	16.07.07	0-5	0,72	0,71	0,72	0,63	0,64	0,64
			0,69	0,68	0,69	0,57	0,55	0,56
12.07.09	0-5	0,75	0,79	0,77	0,38	0,25	0,32	
		0,83	0,78	0,81	0,37	0,36	0,37	
057	12.07.04	0-5	0,66	0,71	0,69	0,48	0,45	0,46
			0,63	0,64	0,64	0,49	0,53	0,51
	14.07.05	0-5	0,57	0,58	0,58	0,56	0,60	0,58
			0,60	0,63	0,62	0,50	0,53	0,51
	14.07.06	0-5	0,70	0,73	0,72	0,75	0,68	0,71
			0,67	0,65	0,66	0,61	0,64	0,62
	19.06.07	0-15	0,64	0,68	0,66	0,49	0,44	0,46
			0,67	0,73	0,70	0,48	0,50	0,49
	10.09.08	0-15	0,70	0,73	0,72	0,57	0,56	0,57
			0,69	0,74	0,72	0,64	0,58	0,61
	12.07.09	0-15	0,69	0,63	0,65	0,34	0,29	0,31
			0,64	0,67	0,66	0,44	0,41	0,42
034	24.09.04	0-3	0,89	0,78	0,84	0,27	0,31	0,29
			0,85	0,87	0,86	0,27	0,34	0,30
	19.07.05	0-3	0,91	0,88	0,89	0,29	0,33	0,31
			0,89	0,91	0,90	0,36	0,36	0,36
	11.10.06	0-3	0,79	0,82	0,81	0,26	0,29	0,27
			0,79	0,74	0,77	0,31	0,36	0,33
	04.06.07	0-3	0,93	0,93	0,93	0,31	0,34	0,32
			0,93	0,89	0,91	0,37	0,40	0,38
	04.08.08	0-5	0,75	0,70	0,73	0,21	0,23	0,22
			0,79	0,72	0,76	0,24	0,25	0,25
12.07.09	0-5	0,89	0,87	0,88	0,31	0,38	0,34	
		0,81	0,85	0,83	0,37	0,34	0,35	
033	03.10.04	0-4	0,88	0,91	0,89	0,69	0,60	0,64
			0,85	0,87	0,86	0,64	0,56	0,60
	16.08.05	0-4	0,80	1,00	0,90	0,43	0,49	0,46
			0,83	0,80	0,82	0,48	0,53	0,50
	11.10.06	0-10	0,83	0,81	0,82	0,34	0,41	0,37
			0,77	0,74	0,76	0,44	0,50	0,47
	17.07.07	0-10	0,59	0,66	0,63	0,41	0,45	0,43
			0,60	0,58	0,59	0,41	0,34	0,37
	12.07.09	0-10	0,93	0,87	0,89	0,25	0,31	0,28
			0,93	0,87	0,89	0,29	0,36	0,32

Объектами исследования являются почвы, смешанные образцы которых отбирались на пробных площадках сети экологического мониторинга объекта по хранению и уничтожению химического оружия «Марадыковский» (ОХУХО) в течение 6 лет. На площадках 033 и 034 распространены подзолистые песчаные почвы, 057 – антропогенно нарушенные песчаные почвы, на 042 – дерново-подзолистые легкосуглинистые почвы.

Подвижные соединения фтора извлекали раствором сернокислого калия с молярной концентрацией 0,03 моль/дм³. [5]. Количественное определение содержания элемента в вытяжках проводили по градуировочному графику, согласно общепринятой методике и методом стандартной добавки.

Из таблицы видно, что полученные результаты сопоставимы, причем как для водорастворимой, так и для подвижной форм фтора в разных типах почв. Метод стандартной добавки позволил исключить ряд случайных величин при определении содержания фторидов.

Таким образом, метод стандартной добавки позволяет контролировать правильность проведения каждого аналитического определения.

Литература

1. Лопатин Б. А. Теоретические основы электрохимических методов анализа. М.: Высш. школа, 1975. 295 с.
2. Камман К. Работа с ионселективными электродами. / пер. с немецкого М.: Мир, 1980. 272 с.
3. Никольский Б. П. Матерова Е. А. Ионселективные электроды. Л.: Химия, 1980. 240 с.
4. Дж. Пламбэк. Электрохимические методы анализа. Основы теории и применение. / Пер. с английского М.: Мир, 1985. 496 с.
5. Методические указания по определению содержания подвижного фтора в почвах ионометрическим методом (ЦИНАО). М. 1993.

ЭКОЛОГО-БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОРЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

М. А. Хрусталева

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
mrnhr@rambler.ru*

Эколого-биогеохимические исследования по составу элементов в живом веществе и его значении в миграции, трансформации, концентрации химических элементов является важным научным направлением в связи с ухудшением экологического состояния компонентов ландшафтов. Необходим поиск путей взаимодействия человека с окружающей природной средой, связанный с разработкой мероприятий по ее оптимизации для растительных организмов и человека в связи с рациональным использованием природных ресурсов и созданием безвредных технологий. Биогеохимические исследования проводились в ландшафтах Смоленской и Московской физико-географических провинций подзоны хвойно-широколиственных лесов с зональными дерново-подзолистыми почва-

ми. Изучались компоненты шести видов ландшафтов: лесных, луговых, гидроморфных, антропогенных, трансаквальных и аквальных. Исследования велись методом ландшафтно-геохимического анализа, когда профили закладывались в направлении потока вещества от автономных позиций к подчиненным с отбором, а затем и химическим анализом проб.

Важная роль в ландшафтах принадлежит биогенной миграции. Биогеохимический круговорот является основным звеном во взаимодействии между растениями и почвой. Он включает в себя два противоположных, но взаимосвязанных процесса: 1 – продукционный и 2 – деструкционный. При первом происходит повышение температуры воздуха и почвы, увеличение количества солнечной инсоляции, осуществляется разгрузка ландшафтов от химических элементов через сток, активизируются процессы фотосинтеза, а при втором – затухание фотосинтетических процессов, высвобождение элементов из органического вещества в результате разложения и минерализации, снижение температуры, понижение испарения, появление на поверхности почвы опада. Интенсивность прохождения этих процессов обусловлена соотношением тепла и влаги. Положительные температуры воздуха и почвы нейтрализуют выщелачивание, способствуют росту продукции при достаточном атмосферном увлажнении и интенсифицируют биопродуктивность. Малое количество атмосферных осадков негативно отражалось на урожайности растений антропогенных и луговых катен.

Биогеохимический фактор играет важную роль в накоплении элементов и их сезонной динамике. Химические элементы принимают активное участие во многих биологических процессах. Растения участвуют в миграции и различных превращениях химических соединений в ландшафтах. Они обладают способностью накапливать химические элементы, находящиеся в небольших количествах в почве. Содержание элементов в растениях обусловлено эдафическими условиями. Растения избирательно поглощают элементы из почв. Содержание элементов в растительной продукции фитоценозов в значительной мере отражает химизм условий их местообитания и экологию.

Максимальная (до 51,5 ц/га) в воздушно-сухом весе биопродуктивность травостоев выявлена в гидроморфных и (до 50,1 ц/га) – в антропогенных ландшафтах, а минимальная (4,8–9,7 ц/га) – в автономных позициях елово-широколиственного леса. В результате сенокосения, выпаса скота, рекреации происходит безвозвратное изымание элементов из биологического круговорота ландшафтов луговых и гидроморфных катен и отчуждение с урожаем — в антропогенных. Больше азота и органического вещества выносятся с продукцией в антропогенных катенах по сравнению с таковой в луговых. В последних с посевами многолетних трав значительная часть элементов вновь возвращается в почву. Поступление растительных остатков в почвы ландшафтов лесных катен в два раза превышает таковые в антропогенных. Реакция растений на плодородие почв и обеспеченность их элементами питания у различных растений неодинакова. Запасы зольных элементов и азота в надземной биомассе культурных растений в 1,1–5, 0 раза меньше по сравнению с продукцией растений в ландшафтах луговых катен, что, очевидно, связано с уменьшением массы корней культурных растений.

Концентрация зольных элементов и азота обусловлены не только размером фитомассы, но и особенностями структуры и функционирования фитоценозов, избирательной потребностью растений в элементах питания. Эколого-биогеохимические исследования сопровождались химическим анализом золы укосов и опада. Максимальная (до 11–16%) зольность выявлена в укосах разнотравно-злаковых и разнотравно-осоковых ассоциаций лесных и гидроморфных ландшафтов, а минимальная (1,4–5,0%) – в укосах фитомассы культурных растений, а также в шишках, ветвях и стволах различных деревьев. Зольность подземной фитомассы в 2–3 раза выше продукции надземной. Зольность опада изменялась в пределах от 6,2 до 11,1%.

Запас элементов в золе растений значительно варьирует в течение вегетационного периода с максимальным содержанием их в сентябре.

Большую роль в жизни растений играют элементы – органогены (азот, фосфор, калий). Азот в растениях, в основном, представлен белковой формой, и свыше 70% его составляют различные белки. Ведущее место в круговороте азота в биосфере принадлежит растительным белкам потому, что растения осуществляют первичный синтез белков и являются основным их источником в питании растений и человека. Главным поставщиком белка служат (до 65%) зерновые культуры, примером у которых является пшеница, содержащая его до 40%. Известно, что концентрации азота в зерне пшеницы в 2–4 раза выше, чем в стеблях и листьях. Следовательно, с продукцией зерна выносятся в 2,0–3,5 раза больше азота по сравнению с урожаем соломы. Много азота накапливают растения луговых ассоциаций. Так, 10 ц. сухого вещества сена мятлика содержали 20 кг азота, овсяницы – 18, ежи – 15 кг. Нитратный азот аккумулируют листовые культуры, сорняки и малина обыкновенная. Многолетние злаки (коштер безостый, мятлик луговой, ежа сборная, овсяницы – луговая и красная) усваивают нитраты из глубоких почвенных горизонтов, предотвращая загрязнение ими грунтовых и подземных вод. Способствуют снижению загрязнения грунтовых вод бобовые (донник желтый, клевер розовый, люцерна рогатый), сложноцветные (цикорий обыкновенный и др.), имеющие корни длиной свыше 1 м и усваивающие нитраты из глубоких почвенных горизонтов. Заметим, что у клевера розового длина стержневого корня достигает 2–3 м. Максимальные величины азота накапливает зерно пшеницы, а также – картофель и ячмень. Значит, больше всего нитратов выносят зерновые культуры, а, затем, 2 место по выносу занимает картофель.

Питательную ценность культурных растений определяет сера. Она играет большую роль в окислительно-восстановительных процессах растений, увеличивает содержание в листьях хлорофилла и усиливает фотосинтетическую деятельность. Сера входит в состав белков и активно поглощается фитоценозом. Ее запасы максимальны (3,53 кг/га) в золе укосов луговых ландшафтов в июне. Много серы аккумулирует зерно пшеницы, а у ячменя и овса – солома. Следует отметить, что белковость зерна ячменя увеличивается под влиянием серы. Кремний является главным элементом для злаковых культур. Он регулирует водный обмен. Его присутствие в растениях усиливает поглощение фосфора из почв, стимулирует рост и созревание пшеницы, ячменя, овса, проса. Мало

кремния обнаружено в соломе зерновых. Максимум его выявлен в укосах луговых ландшафтов осенью – в сентябре.

При участии фосфора осуществляется большинство процессов обмена веществ. Зерно ржи и кукурузы обогащено фосфором, аналогично таковому в пшенице, и мало его в их соломе. Небольшая концентрация фосфора в соломе зерновых культур указывает на то, что его немного возвращается в почвы антропогенных катен из того количества, которое поглощается растениями в период своего роста и развития. Много (до 13,53 кг/га) фосфора выявлено в золе укосов разнотравно-злаковых ассоциаций луговых ландшафтов в сентябре. Нами проведен расчет, по Б.Б. Полынову, величин коэффициента биологического поглощения (A_x), который сильно варьирует, отражая неодинаковую интенсивность поглощения элементов растениями. Здесь A_x равен 10–100, что указывает на активное поглощение фосфора. Содержание фосфора в зерне, аналогично азоту, что превышает его концентрации в стеблях и листьях в 1,5–2,0 раза. Почвы, на которых произрастают эти растения, нуждаются во внесении фосфорных удобрений потому, что растения в противном случае будут испытывать дефицит этого элемента.

Калию принадлежит важная роль в регулировании осмотических процессов. Наибольшее количество (до 16,65 кг/га) калия аккумулирует зола укосов разнотравных ассоциаций ландшафтов лесных катен в июле. Его концентрация в зерне превышает таковую в стеблях и листьях. Калия выносятся больше с урожаем зерна ржи, ячменя, овса, чем возвращается в почву с их соломой. Для картофеля и кислицы обыкновенной характерен азотно-калиевый тип химизма. Содержание азота, фосфора, калия в зерне растений превышает в 1,5–2,0 раза их величины в стеблях и листьях. Сезонная динамика потребления химических элементов фитоценозом из почвы и возврат их в почву служит биогеохимическим показателем абиогенных процессов. В результате проведенных исследований выявлен максимальный вынос из почв с урожаем зерновых культур азота, серы, фосфора, калия, кремния.

Велика в экологии ландшафта роль почвы. Современное состояние почвы в городе формируется под влиянием градостроительства, индустриализации, интенсивной урбанизации, что приводит к образованию урбаноземов, техноземов. Почва трансформирует поступившие в нее минеральные и органические вещества. При обеспечении почв органикой, за вариабельностью которой необходимо следить, происходит связывание токсичных элементов (Al, Pb, Ni, Co), что предотвращает загрязнение окружающей природной среды.

Антропогенный фактор почвообразования в городе преобладает над естественным. Распространение загрязнения в г. Москве зависит от расположения промышленных предприятий, числа автомашин, площади зеленых насаждений. Почвы в городе захламлины, переуплотнены, а в верхних их горизонтах выявлено много строительного-бытового мусора. Высокое содержание токсичных элементов в почвах, растениях, стоках приводит к загрязнению ландшафтов. Существенную роль (до 90%) в загрязнении почв города играют тяжелые (Pb, As, Cu, Zn, Ni, Hg, Cd, Sb) металлы. Вдоль автотрасс происходит образование техногенных аномалий в связи с поступлением вредных веществ из выхлопов

автотранспорта, в том числе бенз(а)пирена, который аккумулируют зеленые насаждения, произрастающие вблизи дорог. Почвы подщелачиваются, теряют гумус, ухудшаются в них физико-химические свойства. Снижение токсичности различных химических соединений в почвах происходит за счет буферных свойств. Почва аккумулирует загрязнение. Она – адсорбент и нейтрализатор. Почва выполняет экологическую, санитарно-гигиеническую, хозяйственную функции в городе. Она является геохимическим барьером для задержания, обезвреживания токсичных элементов и способна к самоочищению.

Для предотвращения загрязнения ландшафтов, снижения шумовых воздействий, особенно, в городах и улучшения экологической обстановки в них необходимо увеличивать площадь зеленых насаждений путем посадки тополя (мужских видов), липы, клена, вяза вблизи промышленных зон и автотрасс. Деревья – дуб, вяз, липа имеют глубокую корневую систему и хорошо переносят засуху. Дуб, рябина, сирень украшают город и в тоже время являются биогеохимическими барьерами в задержании листьями мелких пылеватых частичек. Важно создавать природные зоны для улучшения экологии и решения антропогенных проблем, но не следует переводить земли лесного фонда в другие категории, как это сделали депутаты обеих палат парламента Российской Федерации в поправках к Лесному кодексу, которые 15.03. 2009 г. были утверждены указом президента РФ Д. А. Медведева.

Следовательно, для решения проблем антропогенной деятельности необходимо обеспечить устойчивое развитие, экологическую безопасность и улучшать условия обитания людей снижением, ликвидацией и предотвращением вредных воздействий на ландшафты путем создания системы режимного эколого-биогеохимического мониторинга.

ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОБЩЕГО ФОСФОРА В ЭПИФИТНОМ ЛИШАЙНИКЕ *HYROGYMNIA PLISODES (L.) NYL.* В РАЙОНЕ ДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТА ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ «МАРАДЫКОВСКИЙ»

*Н. М. Дудорова, Е. А. Домнина, Т. Я. Ашихмина
Лаборатория биомониторинга ИБ Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ,
ecolab2@gmail.com
Вятский государственный гуманитарный университет*

В Кировской области к числу потенциальных источников загрязнения окружающей среды относится объект по уничтожению химического оружия (ОХУХО) «Марадыковский», запущенный в эксплуатацию 8 сентября 2006 г. Особенно актуальным вопросом при утилизации химического оружия является то, что в процессе уничтожения образуется большое количество различных продуктов деструкции (отравляющих веществ), содержащих фосфорорганические вещества, которые могут попасть в природный комплекс. Поэтому крайне важно изучить накопление продуктов трансформации и деструкции фосфорорганических веществ в растениях.

Цель данного исследования – определить содержание общего фосфора в лишайнике *Hypogymnia plisodes* (L.) Nyl. на территории зоны защитных мероприятий (ЗЗМ) и санитарно-защитной зоны (СЗЗ) ОХУХО Марадыковский.

Лишайники представляют своеобразную группу симбиотических организмов. Такая особенность приводит к тому, что все питание они получают из воздуха, атмосферных осадков и пыли и способны аккумулировать различные поллютанты, в том числе и фосфорсодержащие соединения. В связи с этим лишайники были выбраны нами в качестве биоиндикатора загрязнения воздуха.

Пробы лишайника *Hypogymnia plisodes* (L.) Nyl. отбирали в летний период 2008 и 2009 гг. на 9 участках соснового леса, которые располагались в северо-восточном (4, 9, 34), северо-западном (28, 30) и юго-западном (18, 47, 112, 157) направлении от объекта.

Мы проводили сухое озоление растительного материала при 400°С с последующим растворением золы в 25%-ным раствором HCl.

Концентрацию фосфорсодержащих соединений определяли спектрофотометрическим методом, основанным на образовании синего фосформолибденового комплекса, восстановленного аскорбиновой кислотой в присутствии тартрата антимиона калия. Оптическую плотность измеряли при 400 нм.

В ходе анализа было установлено (рис.), что содержание общего фосфора в пробах лишайника варьировало в пределах от 0,77 до 2,18 мкг/г в 2008 г. и от 0,81 до 2,72 мкг/г в 2009 г.

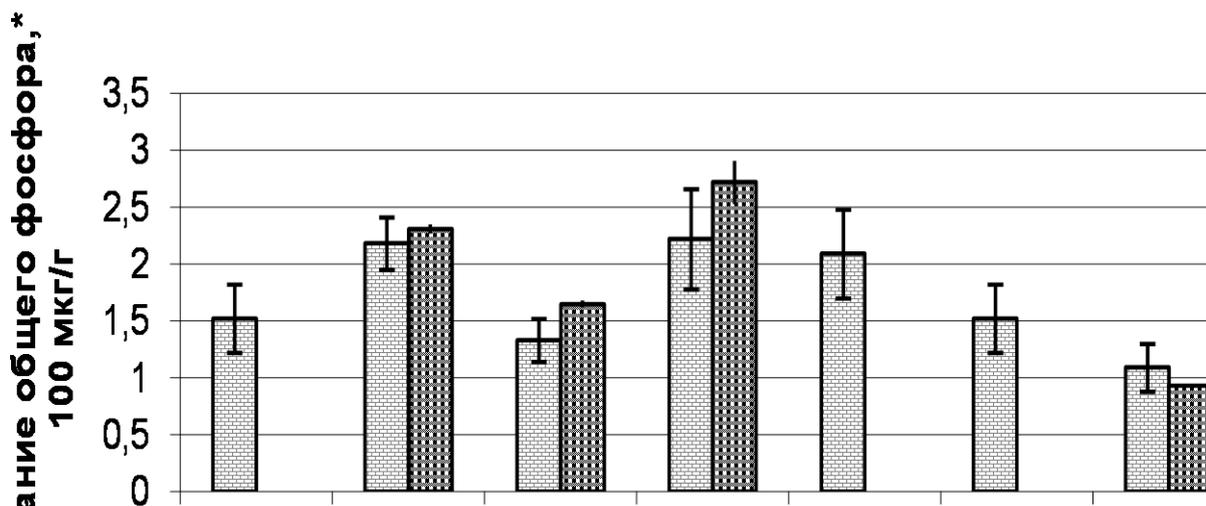


Рис. Изменение содержания общего фосфора в лишайнике *Hypogymnia plisodes* (L.) Nyl. 2008 и 2009 гг.

За весь период наблюдения максимальная концентрация фосфора у *Hypogymnia plisodes* (L.) Nyl. была отмечена в точках 4, 9, 28, 30, расположенных на расстоянии 0,5 км от объекта.

Таким образом, содержание общего фосфора в пробах *Hypogymnia plisodes* (L.) Nyl., отобранных на территории ОХУХО «Марадыковский» в 2008 и 2009 гг. показывает тенденцию повышения концентрации этого элемента в тал-

ломе лишайника по мере приближения к объекту, что возможно связано с его деятельностью.

ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОБЩЕГО ФОСФОРА В ХВОЕ СОСНЫ *PINUS SYLVESTRIS L.* В РАЙОНЕ ДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТА ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ «МАРАДЫКОВСКИЙ»

М. С. Ковальчук, А. В. Колупаев, Т. Я. Ашихмина
Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ,
Вятский государственный гуманитарный университет

На территории Кировской области одним из потенциальных источников эмиссии фосфорорганических соединений является Объект хранения и уничтожения химического оружия (ОХУХО) «Марадыковский».

Фосфор входит в состав боевых отравляющих веществ, таких как зарин ($C_4H_{10}FO_2P$), зоман ($C_7H_{16}FO_2P$) и Vx, хранящихся на территории данного объекта. Перечисленные фосфорорганические вещества относятся к первому классу опасности, и при их уничтожении возможно образование промежуточных продуктов деструкции, содержащих соединения фосфора, обладающих токсическим действием. Поэтому данный объект нуждается в постоянном экологическом мониторинге. Одним из наиболее простых и эффективных методов оценки степени загрязненности природных сред является – биоиндикация. В качестве индикатора аэрогенного загрязнения нами была выбрана *Pinus sylvestris L.* (сосна обыкновенная) как вид широко распространенный в Кировской области. Хвоя сосны является хорошим аэрогенным биоиндикатором, так как обладает эффективным поглощением субмикронных аэрозолей за счет механизмов диффузионного осаждения в подустыичных полостях и воздушных каналах межклетников мезофилла внутри листовой пластинки.

Целью нашей работы было изучение содержания общего фосфора в хвое сосны на пробных площадках мониторинга СЗЗ и ЗЗМ объекта ХУХО.

Для проведения работы весной 2008 и 2009 гг были отобраны пробы хвои на 15 участках соснового леса расположенных на территории СЗЗ и ЗЗМ объекта ХУХО «Марадыковский», на разных расстояниях от объекта

Пробы хвои озоляли в муфельной печи при $400^{\circ}C$ с последующим растворением в 25%-ном растворе HCl. Концентрацию фосфорсодержащих соединений определяли спектрофотометрическим методом, основанным на образовании синего фосфор-молибденового комплекса, восстановленного аскорбиновой кислотой в присутствии тартрата антимолила калия. Оптическую плотность измеряли при 400 нм.

Полученные экспериментальные данные приведены в таблице и отражены на рисунке.

Изменение содержания общего фосфора в хвое сосны

Номер площадки мониторинга	Содержания общего фосфора в хвое сосны, $\times 10^2$, мкг/г			
	2008 г	% от контрольного значения	2009 г	% от контрольного значения
8	4,25	324	4,39	305
16	4,94	377	4,55	316
19	4,71	360	4,58	318
25	4,51	344	4,25	295
28	4,76	363	4,84	336
30	4,55	347		
34	3,22	246	3,49	242
45	3,78	289	3,72	284
46	3,96	302	3,52	244
47	3,87	295	3,77	262
48	3,93	300		
57	2,92	223	2,75	191
63	2,86	218		
65	2,77	211	1,71	119
112 (контроль)	1,31	100	1,44	100

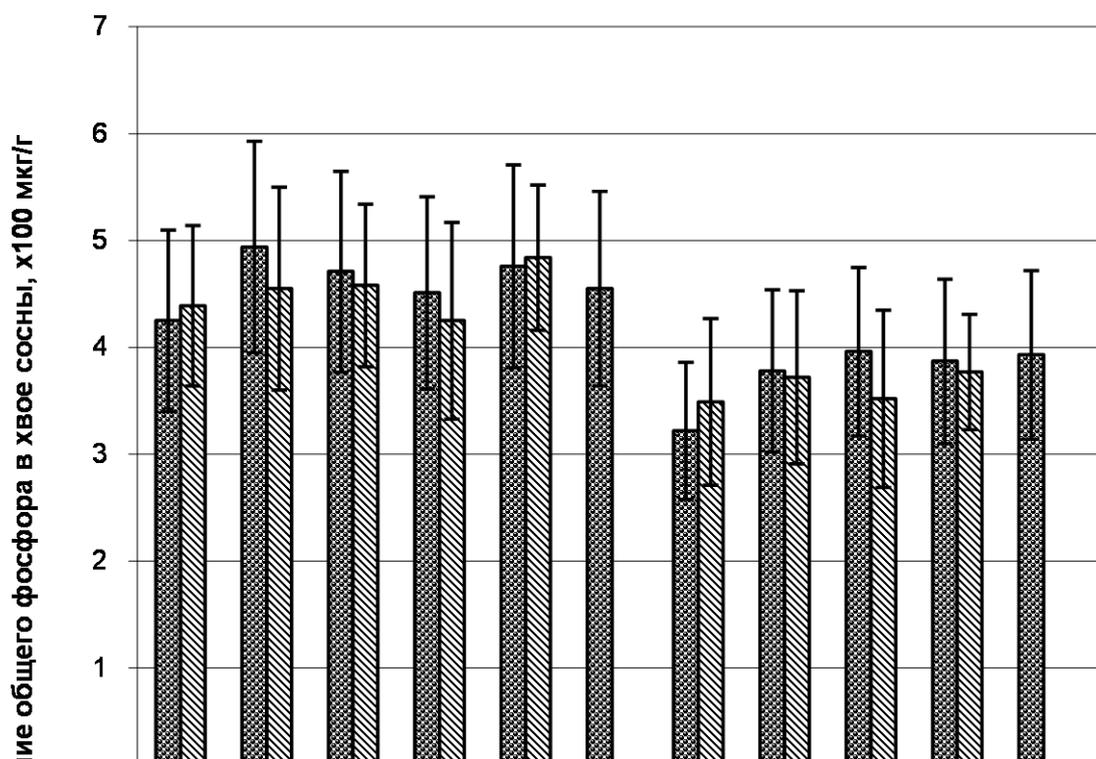


Рис. Изменение содержания общего фосфора в хвое сосны, $\times 100$, мкг/г

В ходе анализа было установлено, что содержание общего фосфора варьировало в 2008 году в пределах от 2,77 до 4,94 мкг/г и в 2009 году от 1,71 до 4,84 мкг/г.

Максимальная концентрация фосфора в пробах хвои сосны наблюдалась в точках наименее удаленных от объекта: 8, 16, 19, 25, 28, 30 (на 111 – 247% больше, чем на контрольном участке).

В оба исследуемых периода наблюдалась тенденция снижения содержания общего фосфора в хвое по мере удаления от источника воздействия. Данную закономерность можно проследить и на рис.

Таким образом, нами изучено содержание общего содержания фосфора в пробах хвои сосны, отобранных на территории ОХУХО «Марадыковский» в 2008 и 2009 гг. Выявлена тенденция повышения концентрации общего фосфора в хвое сосны по мере приближения к объекту, что, возможно, связано его деятельностью.

АНАЛИЗ ИОННОГО СОСТАВА ПИТЬЕВОЙ БУТЫЛИРОВАННОЙ ВОДЫ РАЗЛИЧНЫХ ТОРГОВЫХ МАРОК г. КИРОВА

С. В. Пестова¹, С. Г. Скугорева²

¹ Вятский государственный гуманитарный университет,

*² Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, ecolab2@gmail.com*

Качество питьевой воды служит основой здоровья населения. Доброкачественная вода является показателем высокого санитарного благополучия и жизненного уровня. Зачастую на бытовом уровне отношение к качеству воды бывает легкомысленное, основанное на оценке «нравится – не нравится» или на разного рода заблуждениях. Однако существуют объективные показатели качества воды, которые должны соблюдаться непосредственно при ее потреблении. К показателям качества воды относят ее химические, микробиологические, органолептические свойства.

Для населения реализуется в продажу питьевая и минеральная вода. Питьевая вода бывает двух категорий: первой и высшей. К воде высшей категории предъявляются более жесткие требования качества [1]. Природные минеральные воды по степени концентрации солей делятся на столовые, лечебно-столовые и лечебные [2]. Содержание солей в столовой минеральной воде не превышает 1 г/л. Такая вода подходит для ежедневного применения, она не имеет постороннего запаха и вкуса. В лечебно-столовой воде минеральных солей может содержаться от 1 до 10 г/л. Ее можно пить так же, как и столовую, либо систематически применять для лечения. Лечебная минеральная вода рекомендуется к употреблению только по рекомендации врача, так как она наиболее насыщена по солевому составу, минерализация воды составляет 10–15 г/л.

Целью работы было дать оценку ионного состава питьевой воды, как одного из показателей ее качества, реализуемой в г. Кирове.

При выполнении данной работы использовали образцы питьевой бутилированной воды наиболее распространенных торговых марок г. Кирова. К питьевой воде первой категории относятся вода «Русскосельская» и «Вон-Аква»; к

столовой минеральной воде – «Мельница», «Серебряная капля», «Акватика», «Система Глобус»; к лечебно-столовой минеральной воде – «Нижне-Ивкинская № 2К».

В образцах воды определяли концентрацию анионов (фторид-, хлорид-, нитрит-, нитрат-, фосфат-, сульфат-ионы), содержание катионов (аммония, лития, калия, натрия, кальция, магния, стронция) и рН. Определение массовой концентрации ионов проводили методом ионной хроматографии на хроматографе «Стайер» («Аквилон», Санкт-Петербург) [3]. Водородный показатель измеряли на рН-метре-иономере «Эксперт – 001» [4].

В ходе хроматографического анализа установлено, что содержание анионов и катионов в питьевой воде первой категории не превышало нормативы качества (табл.). Фторид-ионы были обнаружены только в воде «Русскосельская». Содержание других исследуемых анионов было выше в питьевой воде «Воп-Аква», чем в воде «Русскосельская». В обоих образцах количество анионов не превышало значений указанных на этикетке.

Таблица

Концентрация ионов в питьевой воде, реализованной в г. Кирове

Категория воды	Торговая марка воды	Содержание анионов, мг/л				Содержание катионов, мг/л					рН
		F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	
Питьевая первой категории	Воп-Аква	н/о	88,5 (<130)	6,45	10,7 (<20)	н/о	1,98 (<40)	19,8	46,5 (<130)	16,9 (<25)	7,3
	Русскосельская	0,45 (<1,5)	4,33	5,76	4,68	н/о	1,50	133	8,78 (<130)	4,09	8,5
	Норматив качества [1]	≤1,5	≤250	≤20	≤250	≤2,5	≤20	≤200	≤130	≤65	6,5–8,5
Столовая минеральная	Акватика	1,01	3,70 (<15)	0,35	6,62 (<15)	0,14	0,94 (<200)	183	2,00 (<10)	0,70 (<10)	8,8
	Система глобус	1,00	3,95 (<15)	0,23	6,48 (<15)	0,25	1,04 (<200)	189	2,86	0,57	8,4
	Мельница	0,11	3,44	3,93	13,1	–	3,60 (<150)	42,5	35,4	13,7 (<50)	7,9
	Серебряная капля	–	10,4	1,59	293 (<550)	–	3,40	19,7	312 (<250)	84,2 (<100)	8,1
	Норматив качества [2]	–	–	≤50	–	–	–	–	–	–	–
Лечебно-столовая минеральная	Нижне-Ивкинская № 2К	н/о	180 (<200)	н/о	892 (1000–1500)	н/о	1,95 (<200)	133	245 (400–800)	67,9 (<100)	7,7
	Норматив качества [2]	≤10	100–200	≤50	1200–1500	–	100–200	–	400–800	50–100	–

Примечание: н/о обозначает, что ионы не были обнаружены методом ионной хроматографии; прочерк обозначает отсутствие норматива в документе для данного показателя; в скобках указаны значения концентраций ионов, приведенные на этикетке бутылки.

Катионный состав воды данных торговых марок варьировал в широких пределах. Количество катионов калия было примерно одинаково в двух данных образцах. Катионов натрия в воде «Русскосельская» было больше, чем в воде «Вон-Аква» в 7 раз. Более высокое содержание Mg^{2+} и Ca^{2+} определено в воде «Вон-Аква». Катионы аммония не были обнаружены в данных образцах питьевой воды.

Нормирование качества минеральной воды в России осуществляется по ГОСТ 13273–88. Согласно данному документу утвержден список 108 различных по типу минеральных вод. Для каждой минеральной воды прописан ее ионный состав и назначение. Из проанализированных нами марок воды в данном списке находится лишь вода «Нижнее-Ивкинская № 2К».

Выявлено, что содержание F^- во всех образцах столовой минеральной воды было незначительно и составляло 0,11–1,01 мг/л. Наименьшая концентрация F^- определена в воде «Мельница», наибольшая – в «Акватике». В воде «Серебряная капля» фторид-ионы не были обнаружены. Количество Cl^- в исследуемых пробах воды варьировало от 3,44 до 10,4 мг/л. Содержание NO_3^- было невысоко и не превышало значений, указанных в ГОСТ 13273–88. Максимальное количество SO_4^{2-} определено в воде «Серебряная капля», это значение в 22–44 раза выше, чем в других образцах.

Катионы аммония были обнаружены только в двух анализируемых пробах – воде «Акватика» и «Система Глобус», их значение было не велико. Концентрация Na^+ и K^+ не превышала содержания данных ионов, указанных на этикетке. Наибольшее количество катионов кальция и магния обнаружено в воде «Серебряная капля», содержание Ca^{2+} в данной пробе превышает в 1,3 раза количество, указанное на этикетке. Значения pH в представленных образцах минеральной питьевой столовой воды было в пределах нормы, за исключением воды «Акватика».

В минеральной лечебно-столовой воде «Нижне-Ивкинская № 2К» содержание анионов и катионов, обнаруженных методом ионной хроматографии, не превышало нормативов ГОСТ 13273–88. Однако содержание Ca^{2+} и SO_4^{2-} в воде было меньше в 1,6–3,3 раза и в 1,3–1,7 раза по сравнению нормой. На этикетке бутылки указано минимальное содержание сульфат-ионов составляет 1000 мг/л, это ниже значений ГОСТа в 1.2 раза. Так как данная минеральная вода относится к типу сульфатно-кальциевых вод, то низкое содержание данных ионов является несоответствием качеству воды данного типа.

Катионы лития, стронция, фосфат- и нитрит-ионы не были обнаружены ни в одном из образцов питьевой бутылированной воды при помощи метода ионной хроматографии.

Таким образом, по результатам проделанной работы можно сформулировать следующие выводы.

1) В питьевой воде торговых марок «Вон-Аква» и «Русскосельская» содержание ионов не превышает нормативы качества, установленные СанПиН 2.1.4.1116-02 для питьевой воды первой категории. Вода «Вон-Аква» отличается большим содержанием Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} и Mg^{2+} , чем «Русскосельская».

2) Из столовых минеральных вод максимальное содержание SO_4^{2-} , Ca^{2+} и Mg^{2+} установлено для воды «Серебряная капля». Концентрация катионов кальция в воде превышает количество, указанное на этикетке. Высокое содержание данных ионов в воде «Серебряная капля» можно считать вполне оправданным, так как вода относится к типу минеральных сульфатных магниево-кальциевых вод.

3) В минеральной лечебно-столовой воде «Нижне-Ивкинская № 2К» содержание Ca^{2+} и SO_4^{2-} в воде было меньше значений по ГОСТ 13273–88.

Литература

1. СанПиН 2.1.4.1116-02. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества. М.: Минздрав России, 2002.
2. ГОСТ 13273–88. Воды минеральные питьевые лечебные и лечебно-столовые. Технические условия. М.: 28 с.
3. Сборник методик выполнения измерений. М.: НПКФ Аквилон, 2006. С. 20–36.
4. Руководство по эксплуатации и методике поверки. М.: Эконикс-Эксперт, 2007. 60 с.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТ-ИОНОВ И КАТИОНОВ АММОНИЯ В ВОДЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

С. Г. Скугорева¹, А. Н. Прошина², Е. С. Журавлева²

*¹ Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН, ecolab2@gmail.com*

² Вятский государственный гуманитарный университет

Градообразующие предприятия химической промышленности в г. Кирово-Чепецке Кировской области представлены Заводом полимеров (ЗП) и Заводом минеральных удобрений (ЗМУ). Оба завода, которые традиционно объединяются под названием Кирово-Чепецкий химический комбинат (КЧХК), относятся к химически опасным предприятиям (1 степень опасности). На Заводе полимеров производятся фторполимеры, на ЗМУ действуют крупнотоннажные производства карбоната кальция, аммиака, азотной кислоты, аммиачной селитры, сложных минеральных удобрений.

По полученным ранее данным [1, 2] основными загрязнителями окружающей среды на территории вблизи комбината являются тяжелые металлы, фторид-ионы, нитрат-ионы, катионы аммония. Из радионуклидов к потенциальным загрязнителям относятся ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{238}U , ^{235}U , ^{234}Th , ^{241}Am и ^{239}Pu [2].

Целью работы было определить уровень загрязнения поверхностных водоемов и водотоков на территории вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината нитрат-ионами и катионами аммония.

Отбор проб воды проводили в 2009 г. из водных объектов расположенных в непосредственной близости от комбината (рис. 1). Были отобраны пробы из р. Елховки. Определение содержания NH_4^+ и NO_3^- в воде проводили методом ионной хроматографии на хроматографе «Стайер» («Аквилон», Москва) [3]. Все отобранные пробы фильтровали, разбавляли в 25–5000 раз деионизованной водой. Концентрации ионов рассчитывали в программе «МультиХром для Windows XP» версии 2х и Microsoft Exel 2003 с учетом разбавления проб.

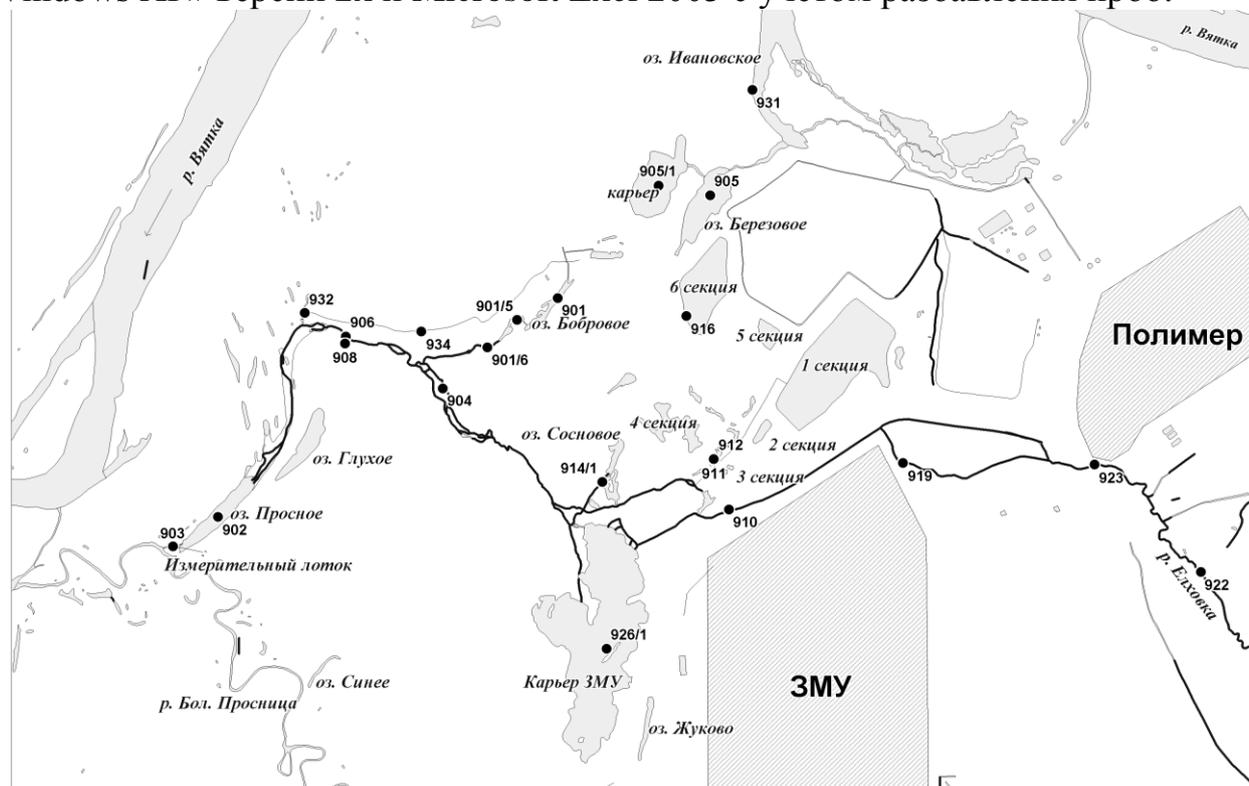


Рис. 1. Карта-схема расположения участков пробоотбора воды из водных объектов на территории вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината

Через всю территорию комбината в северо-западном направлении протекает река Елховка (рис. 1). Участок русла р. Елховки, находящийся выше стоков заводов Полимер и ЗМУ (№ 922) был выбран в качестве условно фонового. Концентрация NH_4^+ в данной пробе были несколько ниже ПДК [4]. Следующая проба воды была отобрана из р. Елховки в месте впадения стоков завода Полимер (т. 923). Количество NH_4^+ в данной пробе было в 5.5 раза выше, NO_3^- – сопоставимо с фоном. Далее, на следующем участке № 919, концентрации исследуемых ионов меньше в 2–3 раза, чем в т. 923. Снижение содержания исследуемых ионов от участка № 923 до № 919 может быть обусловлено разбавлением стоков завода водами реки. Проба № 910 отобрана на участке зарегулированного русла р. Елховка рядом с секцией №3. Содержание ионов аммония в данной пробе в 4.5 раза выше, нитрат-ионов – не превышает фонового значения.

Далее искусственное русло р. Елховки выведено в болото, примыкающее к юго-западной дамбе 3 секции шламонакопителя. В пробе № 911, отобранной из болота между 3-ей и 4-ой секциями шламонакопителя, концентрации ионов аммония и нитрат-ионов в 3.5 раза выше фона. В пробе из сточной канавы около 3-ей секции шламонакопителя (т. 912) не обнаружено катионов аммония; нитрат-ионов содержалось в 3.6 раза меньше по сравнению с фоном. Вода из точек № 914/1, отобранная из оз. Сосновое, достаточно чистая и не содержит NH_4^+ , а концентрация NO_3^- составляет 30 мг/л, что ниже фонового значения. Таким образом, загрязнения водных объектов нитратом аммония вблизи 1–4 секций шламонакопителя комбината не происходит.

Затем р. Елховка впадает в искусственный водоем – карьер ЗМУ – карьер песчано-гравийной смеси. В точке 926/1 отобраны три пробы воды с разных глубин. Ионы аммония в количестве в 2 раза превышающем фон обнаружены в воде лишь на глубине 5 м. Концентрация нитрат-ионов в пробах со всех глубин была выше в 1.5-2 раза, чем фоновое значение.

Точка № 904 представляет участок спрямленного русла р. Елховка в среднем ее течении. В пробе, отобранной в июле, концентрации катионов аммония и нитрат-ионов были выше фона 7 и 3 раза. В пробе, отобранной в августе, NH_4^+ не были обнаружены, а NO_3^- определено в 1.5 раза больше по сравнению с фоном. Следовательно, участок от карьера ЗМУ до впадения протоки из Бобровых озер можно считать немного более загрязненным, чем предыдущий – от завода Полимер до карьера, однако это загрязнение несущественно (до 3–7-кратного превышения фона).

Далее в р. Елховку (участок № 908) впадает протока из Бобровых озер, концентрации анализируемых ионов становятся значительно выше (в 7 раз для нитратов, в 20 раз для аммония) по сравнению с фоном. В заболоченной части р. Елховка (т. 906), в одном из старых русел реки, концентрация ионов аммония невысокая, а содержание нитрат-ионов в разное время отбора проб в 6–31 раз больше по сравнению с фоном. Таким образом, наиболее загрязненным участком Елховки является участок в нижнем ее течении (т. 908), основной вклад в загрязнение, по всей видимости, вносит впадение в реку протоки из Бобровых озер, а также близкое расположение и протечка воды из дренажной канавы.

В секции № 6 хвостохранилища КЧХК хранится пульпа мела, в жидкой фазе которой в больших количествах содержится нитрат аммония. По полученным нами данным в поверхностном слое секции №6 концентрация ионов аммония и нитрат-ионов выше ПДК в 7140 и 840 раз (т. 916). Ранее, при строительстве секции, по ее периметру был выполнен противофильтрационный экран – глиняная «стенка в грунте», однако он не выполняет своей функции в полной мере и является частично проницаемым [5]. Дно хвостохранилища находится на глубине нескольких метров ниже уровня грунтовых вод. Поэтому при заполнении секции №6 пульпой до уровня грунтовых вод, жидкая фракция проникает через полупроницаемую стенку в грунтовые воды, из которых нитрат аммония поступает и в поверхностные воды.

На территории, непосредственно прилегающей к хвостохранилищу мела, находятся оз. Березовое, связанное протокой с карьером песчано-гравийной смеси, оз. Ивановское и Бобровыми озерами, протока из которых впадает в р. Елховку. Содержание катионов аммония и нитрат-ионов в оз. Березовом и карьере из этого озера, оз. Бобровом №1 измеряли на трех глубинах: 0.5 м, 2.5 м и 5 м.

В воде оз. Березовое (т. 905) максимальные значения содержания анализируемых ионов на всех трех глубинах отмечались в мае, минимальные – в июле (рис. 2). С увеличением глубины происходит нарастание концентрации ионов. Так, в придонном слое озера (5 м) количество нитратов составляет 26.8–38.6 г/л (570–880-кратное превышение фона), что соответствует 2.7–3.9%-содержанию данных ионов. Концентрация катионов аммония на данной глубине равна 7.4–8.5 г/л, это в 4933–5667 раз выше фонового значения. Высокие значения содержания исследуемых ионов обусловлены проникновением нитрата аммония через проницаемую стенку расположенной рядом секции №6 хвостохранилища мела. На глубине 2.5 м концентрация нитрата аммония в 1.2–3 ниже, чем в придонном слое воды. В поверхностном слое воды (0.5 м) количество нитрат-ионов варьирует от 1.3 до 2.2 г/л, содержание катионов аммония – от 0.4 до 0.6 г/л.

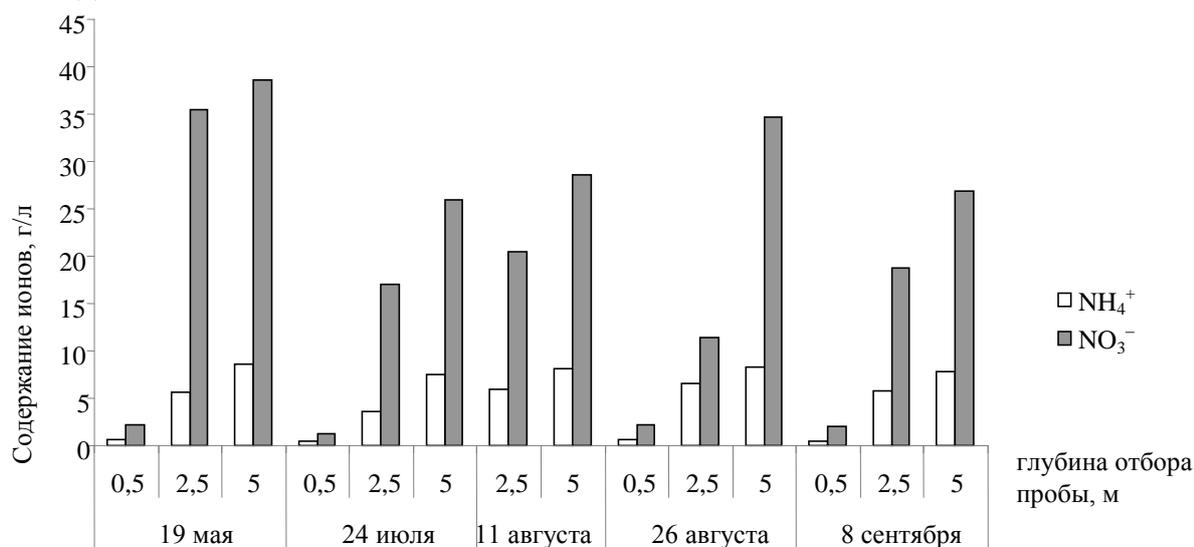


Рис. 2. Содержание катионов аммония и нитрат-ионов в воде из оз. Березовое

Оз. Березовое протокой связано с выработанным и заполненным водой карьером песчано-гравийной смеси, а также с оз. Ивановским. Концентрация исследуемых ионов в воде карьера (т. 905/1) достаточно высока, но ниже по сравнению с оз. Березовым. Анализ воды из оз. Ивановского (т. 931) показал, что концентрация нитрата аммония на порядок ниже, чем в оз. Березовом. Таким образом, карьер и оз. Ивановское являются вторично загрязненными водами из оз. Березового.

Вблизи от оз. Березового расположены Бобровые озера. Оз. Бобровое № 1 (т. 901) является таким же глубоким водоемом, как и оз. Березовое. Также как и в оз. Березовом, с увеличением глубины концентрации анализируемых ионов в

нем возрастают (рис. 3). Максимальные концентрации ионов установлены в придонном слое озера: для нитрат-ионов значения варьируют от 40.6 до 64.3 г/л, для катионов аммония – 12.5–14.7 г/л. Эти значения в 1.5–1.7 раза выше, чем в для оз. Березовое. На глубине 2.5 м концентрация ионов аммония ниже в 1.2–1.6 раза по сравнению с придонным слоем. В среднем значения концентраций ионов на глубине 2.5 м выше аналогичных значений для оз. Березовое в 1.8–3.5 раза. Содержание катионов аммония и нитрат-ионов в поверхностном слое воды оз. Бобровое в разное время изменялось незначительно, концентрация NH_4^+ составляла 0.3–0.8 г/л, NO_3^- – 1.8–4.5 г/л, это в 1.5–2 раза выше, чем в оз. Березовое. Таким образом, оз. Бобровое №1 является более загрязненным нитратом аммония по сравнению с оз. Березовым.

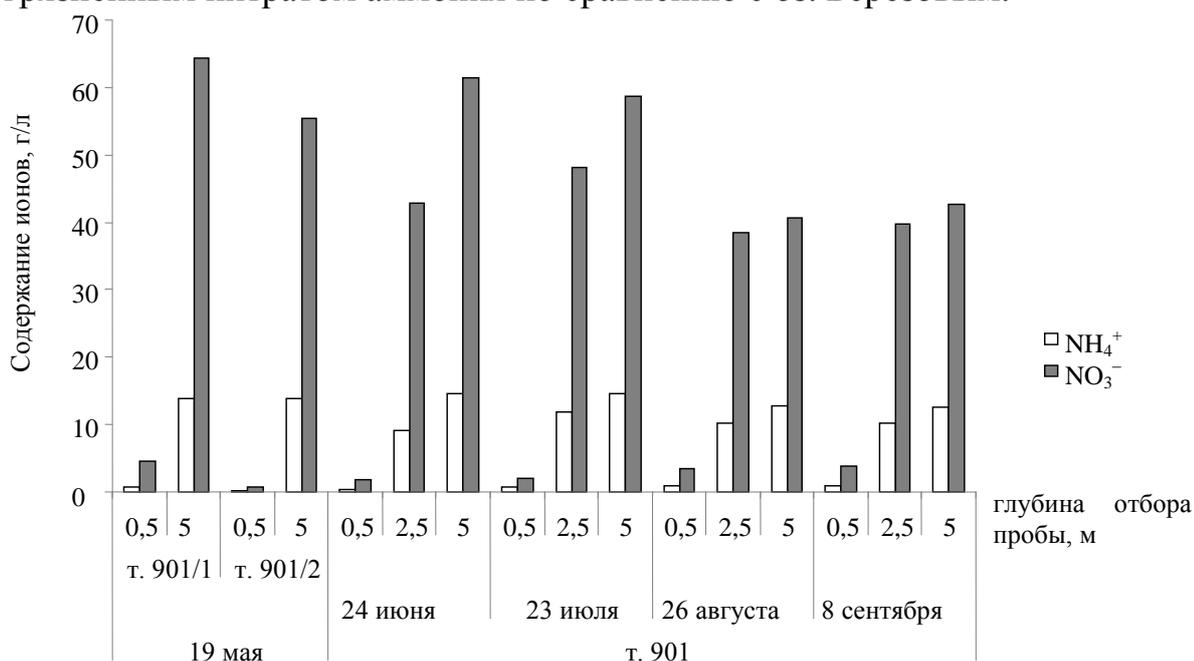


Рис. 3. Содержание катионов аммония и нитрат-ионов в воде из оз. Бобровое № 1

Оз. Бобровое №1 протоками соединяется с Бобровыми озерами №2 (т. 901/5) и №3 (т. 901/6). В поверхностном слое воды данных озер концентрации исследуемых ионов сопоставимы со значениями для оз. Бобрового №1. Однако на глубине 2.5 м оз. Бобрового №2 содержание нитрат-ионов и катионов аммония ниже в 6 раз по сравнению с оз. Бобровым №1. На глубине 3.5 м оз. Бобрового №2 значения концентраций ионов примерно такие же, как и на глубине 2.5 м.

Вдоль Бобровых озер с целью отведения нитрата аммония прорыта дренажная канава (т. 934). Концентрации ионов в т. 934, расположенной недалеко от оз. Бобрового №3, сопоставимы со значениям для озера. Далее дренажная канава соединяется протокой (т. 932) с р. Елховкой. Установлено, что в воде протоки на глубине 0.5 м содержание катионов аммония в 1300–1900 раз, нитрат-ионов – в 160–220 раз выше фона. Это самые высокие значения концентраций анализируемых ионов для поверхностного слоя воды всех исследуемых водных объектов.

Река Елховка впадает в оз. Просное (т. 902), озеро достаточно мелководное (глубина 0.5 м). Данные, полученные методом ионной хроматографии, показывают, что озеро достаточно чистое в отношении катионов аммония и нитрат-ионов. Ионы аммония обнаружены лишь в пробах, отобранных в мае – июне, их концентрация составила 8.4–13 мг/л, что выше фона в 4.5–7 раз. Содержание нитрат-ионов так же снижалось с течением времени: в мае-июне превышало в фон в 4 раза, в июле – августе – в 2 раза. Концентрации ионов в озере сопоставимы со значениями для нижнего течения р. Елховки (т. 908)

Из оз. Просного сточные воды через искусственную протоку и измерительный лоток (т. 903) стекают в р. Просницу. Измерительный лоток установлен комбинатом для измерения содержания загрязняющих веществ в воде. Содержание NH_4^+ в воде было выше фона в 1.5–6 раз, NO_3^- – в 3 раза.

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

Наиболее загрязненными нитратом аммония водными объектами на территории вблизи КЧХК являются Бобровые озера, дренажная канава вдоль Бобровых озер, оз. Березовое и карьер песчано-гравийной смеси, связанный протокой с озером. Максимальные концентрации нитрат-ионов и катионов аммония определены в придонном слое озер и карьера, на глубине 5–6 м. Превышение фоновых значений составляет: для катионов аммония 1000–8000 раз, для нитрат-ионов – 200–1500 раз. Высокие значения содержания ионов обусловлены разгрузкой в поверхностные воды загрязненных грунтовых вод. Источником нитрата аммония в грунтовых водах является секция №6 хвостохранилища мела, находящегося в непосредственной близости от данных водных объектов.

Наиболее загрязненной частью р. Елховки, протекающей через всю территорию комбината, является участок в нижнем ее течении. Основной вклад в загрязнение вносят впадающие в реку воды протоки из Бобровых озер, а также близкое расположение и протечка воды из дренажной канавы. Стоки Завода минеральных удобрений и Полимера не вносят существенного вклада в загрязнение реки нитратом аммония.

Работа выполнена при поддержке внутреннего гранта Вятского государственного гуманитарного университета «Комплексный экологический мониторинг на территории вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината» №Н-01-09 от 28.04.2009 г.

Литература

1. Скугорева С. Г., Дабах Е. В., Адамович Т. А., Кантор Г. Я., Шуктомова И. И., Ашихмина Т. Я. Изучение состояния почв на территории вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината. // Теоретическая и прикладная экология, № 2, 2009. С. 37–46.
2. Дружинин Г. В., Лемешко А. П., Синько В. В., Ворожцова Т. А., Нечаев В. А. Загрязнение природных сред вблизи системы водоотведения Кирово-Чепецкого химического комбината // Региональные и муниципальные проблемы природопользования. Сб. матер. 9-ой науч.-практ. конф. Кирово-Чепецк. 2006. С. 125–127.
3. Сборник методик выполнения измерений М.: НПДФ Аквилон, 2006. С. 20–36.
4. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

5. Экологическая экспертиза влияния отходов производства и золоотвалов ТЭЦ-3 г. Кирово-Чепецка на геологическую среду / Отчет фирмы «ГЕОТЕХНОЛОГИЯ». М.: 1993. С. 33–34.

СЕКЦИЯ 3 ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

СТРУКТУРА БИОТЫ ТРУТОВЫХ ГРИБОВ ПИНЕЖСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

*О. Н. Ежов¹, Р. В. Ершов¹, И. В. Змитрович²,
Д. А. Косолапов³, А. В. Руоколайнен⁴*

¹ *Институт экологических проблем Севера УрО РАН, eon_2006@mail.ru*

² *Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, iv_zmitrovich@mail.ru*

³ *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, kosolapov@ib.komisc.ru*

⁴ *Институт леса Карельского НЦ РАН, annariu@krc.karelia.ru*

Грибы – обширная группа организмов, насчитывающая порядка 100 тыс. видов и занимающая особое положение в системе органического мира, представляя отдельное царство наряду с царствами животных и растений. Грибы широко распространены в природе и играют большую роль в круговороте веществ и разложении органических остатков. В настоящее время под влиянием все усиливающейся антропогенной нагрузки на природные сообщества многие виды грибов стали редкими или находятся на грани исчезновения. В первую очередь это относится к видам, связанным с разрушением древесины в лесных экосистемах, и в частности к группе трутовых грибов. Одним из главных факторов снижения видового разнообразия трутовых грибов является вырубка старовозрастных и девственных лесов, где наблюдается значительное разнообразие видов этой группы грибов. Значимым резервуаром биоразнообразия Архангельской области являются особо охраняемые природные территории, к которым относится государственный природный заповедник «Пинежский», образованный в 1974 г. с целью охраны уникальных карстовых ландшафтов и естественных хвойных лесов.

В результате проведенных исследований на территории Пинежского заповедника выявлено 127 видов трутовых грибов, относящихся к 48 родам, 18 семействам, 12 порядкам базидиомицетов (таблица). Таксоны приведены в соответствии со сводкой «Nordic Macromycetes» (Hansen, Knudsen, 1997) с небольшим изменением. Таксономический анализ биоты афиллофороидных макромицетов выявил, что наиболее крупными порядками на исследованной территории являются Fomitopsidales (38 видов), Hyphodermatales (32) и Hymenochaetales (23). Ведущими семействами являются Phaeolaceae (22 вида), Fomitopsidaceae и Phellinaceae (по 16 видов) и Chaetoporellaceae (15). Средняя видовая насыщенность семейств видами составляет 7, родовая насыщенность – 2,6. Наибольшее число видов насчитывают такие роды как *Phellinus* (16 видов), *Postia* (13), *Antrodia* (8), *Skeletocutis* (7) и *Trametes* (6). Высокая видовая насы-

ценность таких типично бореальных родов как *Antrodia*, *Fomitopsis*, *Postia* и *Skeletocutis* свидетельствует о бореальных чертах изученной биоты трутовых грибов.

Таблица

Таксономическая структура биоты трутовых грибов Пинежского заповедника (Архангельская область)

Порядок, семейство (число родов / видов)	Род (число видов)
BOLETALES (1/1)	
Coniophoraceae (1/1)	<i>Parmastomyces</i> (1)
CANTHARELLALES (1/1)	
Albatrellaceae (1/1)	<i>Albatrellus</i> (1)
CORIOLALES (7/13)	
Coriolaceae (6/12)	<i>Cerrena</i> (1), <i>Daedaleopsis</i> (2), <i>Datronia</i> (1), <i>Lenzites</i> (1), <i>Pycnoporus</i> (1), <i>Trametes</i> (6)
Fomitaceae (1/1)	<i>Fomes</i> (1)
FOMITOPSIDALES (12/38)	
Fomitopsidaceae (4/16)	<i>Antrodia</i> (8), <i>Fomitopsis</i> (4), <i>Gloeophyllum</i> (2), <i>Piptoporus</i> (2)
Phaeolaceae (8/22)	<i>Amylocystis</i> (1), <i>Anomoporia</i> (2), <i>Laetiporus</i> (1), <i>Leptoporus</i> (1), <i>Osteina</i> (1), <i>Phaeolus</i> (1), <i>Postia</i> (13), <i>Pycnoporellus</i> (2)
GANODERMATALES (1/1)	
Ganodermataceae (1/1)	<i>Ganoderma</i> (1)
HYMENOCHAETALES (7/23)	
Coltriciaceae (1/1)	<i>Coltricia</i> (1)
Inonotaceae (3/6)	<i>Inocutis</i> (1), <i>Inonotus</i> (2), <i>Onnia</i> (3)
Phellinaceae (1/16)	<i>Phellinus</i> (16)
HYPHODERMATALES (10/32)	
Bjerkanderaceae (4/9)	<i>Bjerkandera</i> (2), <i>Ceriporiopsis</i> (5), <i>Hapalopilus</i> (1), <i>Ischnoderma</i> (1)
Chaetoporellaceae (4/15)	<i>Antrodiella</i> (5), <i>Diplomitoporus</i> (2), <i>Hyphodontia</i> (1), <i>Skeletocutis</i> (7)
Steccherinaceae (2/8)	<i>Steccherinum</i> (4), <i>Trichaptum</i> (4)
PERENNIPORIALES (3/5)	
Perenniporiaceae (3/5)	<i>Haploporus</i> (1), <i>Heterobasidion</i> (2), <i>Perenniporia</i> (2)
PHANEROCHAETALES (4/7)	
Rigidoporaceae (4/7)	<i>Ceriporia</i> (3), <i>Climacocystis</i> (1), <i>Oxyporus</i> (2), <i>Rigidoporus</i> (1)
POLYPORALES (2/3)	
Polyporaceae (2/3)	<i>Dichomitus</i> (1), <i>Polyporus</i> (2)
SCHIZOPHYLLALES (1/2)	
Schizophyllaceae (1/2)	<i>Gloeoporus</i> (2)
XENASMATALES (1/1)	
Sistotremataceae (1/1)	<i>Trechispora</i> (1)
Итого: 12 порядков, 18 семейств, 48 родов, 127 видов	

Одной из важнейших задач является выявление особенностей географического распространения видов, которые составляют биоту, ее позиции в ряду зональных и региональных биот. При географическом анализе мы использовали метод, основанный на совмещении зонального и регионального принципов ана-

лиза. На территории Пинежского заповедника среди трутовых грибов наиболее полно представлены виды мультизонального географического элемента – 65 (51%), который включает в себя такие виды, как *Antrodiella semisupina*, *Bjerkandera adusta*, *Daedaleopsis confragosa*, *Fomitopsis pinicola*, *Gloeoporus dichrous*, *Oxyporus corticola*, *Postia tephroleuca* и др. Представителей бореального географического элемента, к которым относятся *Amylocystis lapponica*, *Climacocystis borealis*, *Diplomitoporus lindbladii*, *Phellinus viticola*, *Skeletocutis papyracea* и др., – 58 видов (46%). Вместе они составляют основное ядро биоты трутовых грибов исследованной территории (98% всего видового состава). Четыре вида – *Ceriporia excelsa*, *Ceriporiopsis aneirina*, *Oxyporus populinus* и *Trametes gibbosa* относятся к неморальному географическому элементу.

Распределение по долготно-региональному признаку показало, что большинство видов имеют обширные типы ареалов. Так, в пределах Голарктического флористического царства встречается 60 видов (47% общего видового состава): *Antrodia sinuosa*, *Dichomitus squalens*, *Fomitopsis rosea*, *Hapalopilus rutilans*, *Руснопореллус fulgens*, *Trametes ochracea* и др. Мультирегиональных видов, распространенных и за пределами Голарктики, насчитывается 46 (36%) (*Antrodia xantha*, *Cerrena unicolor*, *Gloeoporus dichrous*, *Leptoporus mollis*, *Phellinus igniarius*, *Trametes pubescens* и др.). Виды с европейским распространением составляют 10% или 12 видов (*Antrodia pulvinascens*, *Heterobasidion parviporum*, *Postia lateritia* и др.). Виды с амфиатлантическим и евроазиатским распространением представлены незначительным числом и в сумме составляют 7%. Таким образом, преобладающими в биоте афиллофороидных макромицетов, населяющих леса исследованной территории, являются виды мультизонального географического элемента с мультирегиональным типом ареала и бореальные виды с голарктическим типом ареала.

Проведенные исследования позволили получить новые сведения о видовом разнообразии трутовых грибов на территории Пинежского заповедника. Большинство найденных видов грибов являются широко распространенными, а микобиота в целом характерна для таежной зоны. Данные, полученные в ходе работы, показали, что исследованные лесные экотопы испытывают минимальное влияния антропогенного фактора.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ-Север (проект 08-04-98805-р-север_a).

Литература

Hansen L., Knudsen H. eds. Nordic Macromycetes. Vol. 3: heterobasidioid, aphyllorphoroid and gastromycetoid Basidiomycetes. Copenhagen: Nordsvamp, 1997. 445 p.

ОПЫТ СОЗДАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ (ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ)

И. А. Лиханова, И. Б. Арчегова, А. Н. Панюков

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

Выяснением причин безлесия тундры ученые занимаются со времен А. Гумбольдта. Несмотря на исследования более позднего времени Г. И. Танфильева, Б. Н. Городкова, В. Б. Сочавы, Б. А. Тихомирова, В. Н. Андреева, В. В. Крючкова и др. проблема до сих пор остается дискуссионной, а в последнее время приобрела практический интерес в связи с активизировавшимся освоением природных ресурсов на Крайнем Севере, строительством промышленных центров, транспортных систем. В условиях безлесной тундры защита транспортных систем от снежных заносов имеет особенно существенное значение.

Нами в июне 2009 года проведено исследование лесной защитной полосы в районе станции Песец Печорской железной дороги через 55 лет после её создания. Станция находится в 42 км к югу от г. Воркута (67°11'51.2 с.ш., 63°34'53.4 в.д.) в зоне тундры. Окружающая территория представляет собой полого-холмистую равнину, пересеченную рекой Воркута и ее притоками. На водоразделе развита ерниково-моховая тундра. В долинах рек и ручьев развиты заросли древовидных ив. По долинам речек древесные растения проникают в тундру («лесные острова»). Так, в 1,5 км к югу от станции Песец нами описано естественное редколесье из ели и березы в ивняково-ерниковой моховой тундре. Средняя высота ели 5,6 м, отдельные экземпляры – до 8 м. Диаметр ствола ели – 12,1 см. Высота березы около 7 м, при диаметре ствола – 8,2 см. Обследованная территория расположена в зоне распространения многолетнемерзлых пород. На песчаных, супесчаных породах развиты скрытоподзолистые, на суглинках – торфянисто-поверхностно-глеевые тундровые почвы.

Многорядная лесная защитная полоса была заложена весной 1954 г. «После вспашки почвы (супесчаной) конным плугом и боронования бороной «Зигзаг» 19 июня были произведены посадка и посев ели, ивы, лиственницы, березы, жимолости, сирени, спиреи. Осенью 1954 г. на этой же площади были посажены сосна, ирга, ель, рябина, черемуха, береза, боярышник, смородина. При вспашке верхняя граница многолетнемерзлых пород (ММП) находилась на глубине 30 см, через полтора месяца 8 августа верхняя граница ММП находилась на глубине 2 м от поверхности» (Ятченко, 1956).

Через 55 лет после создания лесной полосы (40 м шириной и 80 м длиной) на участке визуально четко выделялись 4 ряда ели. Расстояние между первым рядом и вторым рядами – 1 метр, между вторым и третьим – 10 м, между третьим и четвертым – 20 м. Между рядами ели сохранились единичные экземпляры березы и рябины. Таким образом, из большого разнообразия использованных древесных растений и кустарников устойчивой оказалась только ель. Сохранность ели в рядах составила 60%. Средняя высота растений достигала

320,3±26,9 см, причем максимальная высота ели составила 530 см, а минимальная – 94 см. Диаметр ствола у корневой шейки равен 9,1±0,5 см, диаметр на высоте груди – 5,5±0,7 см. Высота прикрепления первой живой ветви 73,8±5,7 см. Радиус кроны поперек ряда 84,8±4,4 см, вдоль ряда 79,9±4,9 см. У ели отмечается поражение верхушечных почек и формирование за счет боковых ветвей многовершинных экземпляров. Многовершинность проявляется у более 60% растений. Среди сохранившихся елей обнаружена высокая степень распространения грибной болезни шютте. Наиболее сильно болезнь проявляется в нижней части кроны.

Как уже отмечено, между рядами ели сохранились единичные экземпляры березы и рябины. На всем участке отмечено 7 экземпляров березы. Средняя высота – 235±43 см. Диаметр побегов у корневой шейки – 7,0±0,7 см. Важно отметить, что в условиях безлесной тундры при сильном воздействии зимних ветров береза приобрела форму кустарника вследствие образования нижних, отходящих вблизи корневой шейки, побегов (3–6), находящихся под прикрытием снегового покрова.

Между рядами ели встречены 9 кустов рябины. Средняя их высота 87±13,5 см, при максимальной – 117 см, минимальной – 13 см. Среднее число побегов – 7. Диаметр побегов у корневой шейки сильно варьирует, в среднем он колеблется около 1–2 см, при максимальном параметре около 4 см.

Пространство между рядами ели занято ерниковой мохово-лишайниковой тундрой. В кустарниковом ярусе доминирует *Betula nana* L., ее проективное покрытие 15–20%, высота 70 см. Рассеяно *Juniperus sibirica* Burgsd. и *Salix lanata* L.

В травяно-кустарничковом ярусе преобладают *Arctous alpina* (L.) Niedz., с проективным покрытием 20%, из кустарничков также отмечены *Empetrum hermaphroditum* (Lange) Hagrup, *Vaccinium vitis-idaea* L., *Ledum decumbens* (Ait.) Lodd. ex Staud., *Loiseleuria procumbens* (L.) Desv. Из злаков – *Festuca ovina* L., *Alopecurus* sp. (5–7%). Мохово-лишайниковый ярус покрывает 80% площади участка. Причем доминируют лишайники рода *Cladonia*. Из мхов преобладают политриховые.

Почва имеет строение типичное для ерnikово-моховой тундры, развитой на песчаных субстратах.

0–1 см	Живая часть моховой политриховой подстилки.
A ₀ 1–3,5 см	Слаборазложившаяся черно-бурая часть политриховой подстилки.
A ₀ A ₁ 3,5–4,5 см	Песчаный, темно-серый, гумусированный, уплотненный, влажный, бесструктурный, корни, ризоиды мхов.
V _{fe} (A ₂) 4,5–9,5(10) см	Песчаный, неоднородной окраски – бурые и светло-серые пятна, влажный, бесструктурный, переход к следующему горизонту ясный по цвету.
V _{fe} 9,5(10)–20 см	Песчаный, бурый, в основном однородный по цвету, встречаются осветленные пятна за счет перемешивания с верхним горизонтом при подготовке субстрата к посадке. Слой плотный, влажный, бесструктурный.

Название почвы: скрытоподзолистая иллювиально-железистая песчаная

Агрохимические показатели почвы защитной лесной полосы

Горизонт, глубина образца, см	pH _{водн.}	C _{орг.} , %	N _{гидр.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺
						мг/100г в.с.п.	ммоль/100г в.с.п.
A ₀ 0–3,5	–	29,30	20,72	1,14	–	7,90	3,14
A ₀ A ₁ 3,5–4,5	4,4	5,06	3,02	0,70	18,32	0,64	0,19
B _{fe} (A ₂) 4,5–9,5(10)	4,8	0,93	1,06	1,46	5,60	0,17	0,09
B _{fe} 9,5(10)–20 см	4,8	0,59	1,40	1,57	0,96	0,24	0,14

Примечание: «–» – не определено

Результаты химического анализа почвы показывают типичное для тундровых почв резкое разделение на биогенно-органогенно-аккумулятивный слой и бедную элементами-биогенами минеральную часть профиля, обусловленное природно-климатическими условиями.

Таким образом, на рассмотренном опытном участке сохранились лишь фрагменты заложённой более полувека назад лесной защитной полосы. Из всех использованных видов наибольшей сохранностью выделилась ель сибирская, под прикрытием ели, между ее рядами сохранившиеся единичные растения березы приобрели кустарниковую форму. Среди испытывавшихся кустарников сохранилась только рябина.

На опытном участке с посадкой культур в конечном итоге оформилась тундровая экосистема с внедренными древесными растениями, близкая по строению к естественным островкам леса. Однако отличие состоит в более угнетенном состоянии высаженных древесных (особенно лиственных) растений сформировавшихся, по сравнению с речными долинами, в менее благоприятных плакорных условиях.

Вместе с тем, лесные посадки, как и естественные насаждения (долинные «лесные острова», не имеют сомкнутого древесного яруса, следовательно, не могут оказывать существенное влияние на преобразование тундровой экосистемы в лесную экосистему.

В. В. Крючков (1966) на основании своих исследований, принимая в качестве главного фактора произрастания древесных растений температурный режим, выделил 2 подзоны – «относительного безлесья тундры» (южная кустарничковая тундра и «абсолютного безлесья тундры» (типичная тундра, где деревья в открытом грунте не могут расти ни при каких условиях, потому что тепла для этого совершенно недостаточно в данной подзоне).

Результаты обследования нами ранее проведенного опыта по созданию защитной лесной полосы подтверждают высказанную Крючковым гипотезу о выделении 2 подзон «относительного» и «абсолютного» безлесья на Крайнем Севере.

В условиях глобального потепления при совершенствовании агротехники (специальном подборе древесных и кустарниковых пород, разработке технологии создания лесных культур и ухода за ними с учетом специфических природных условий тундры) окажется возможно создание полноценных защитных

лесных полос в зоне «относительного» безлесья тундры (в южной кустарниковой подзоне).

Литература

Ятченко Ф. И. Создание защитных лесных полос в тундре на печорской железной дороге // Растительность Крайнего Севера и ее освоение. Вып 1. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 93–98.

Крючков В. В. Абсолютное и относительное безлесье тундры // Вестник Московского Университета серия V География. № 2, 1966. С. 109–113.

К ВОПРОСУ О ХАРАКТЕРИСТИКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ЛЕСНОМ СООБЩЕСТВЕ

Н. М. Матвеев

Самарский государственный университет, ecology@ssu.samara.ru

Экологическая среда в лесном фитоценозе существенно трансформирована живыми организмами (биотоп), в первую очередь, – древостоем и слагается из биогенной воздушной (аэротоп) и почвенно-грунтовой (эдафотоп) частей (Работнов, 1978; Номоконов, 1989; Матвеев, 2006). На формирование аэротоба в различных лесонасаждениях первостепенное влияние оказывают солнечная радиация и её поглощение надземными органами вида-эдификатора и субэдификаторов в верхних ярусах. В результате в биотопе слагается соответствующий световой режим, о котором свидетельствует состав видовых ценопопуляций в живом напочвенном покрове, но это практически никем не учитывается. Лесоводы ограничиваются выяснением только сомкнутости и полноты древостоя (Погребняк, 1968; Мелехов, 1980).

Эдафотоп в лесном фитоценозе формируется на основе исходной материнской породы в результате биотической аккумуляции из кристаллических решёток минералов химических элементов корнями и миграции их в надземные и подземные органы древесных, кустарниковых, травянистых растений с последующим возвратом с органическим опадом и отпадом на поверхность и в корнеобитаемый слой почвы. При этом в почве накапливается гумус и разнообразные органические вещества (пища для беспозвоночных и позвоночных животных-сапрофагов, грибов, бактерий, актиномицетов и др.), а на её поверхности – лесная подстилка (мощный аккумулятор органических и минеральных соединений, регулятор теплового, воздушного, водного и солевого режимов). Первостепенное значение в характеристике эдафотопа имеют оценки трофности (обеспеченности растений доступными для них питательными элементами) и влажности почвы, которые существенно зависят от её гранулометрического состава (Болдырев, 1993; Матвеев, 2006).

О свойствах эдафотопа свидетельствует флористический состав лесонасаждения, но он, как правило, лесоводами не учитывается, и они, в лучшем случае, ограничиваются использованием эдафической сетки П. С. Погребняка (1968).

Наш многолетний (1961–2009 гг.) опыт изучения степных лесов Приднепровья и Заволжья позволяет предложить для широкого использования следующие методические принципы в целях характеристики условий биотопа в конкретных естественных и искусственных лесных сообществах. Покажем это на конкретном примере. На Красносамарском стационаре Самарского госуниверситета на пробной площади (50 x 50 м) представлена липовая дубрава (8Дч 2Лс) с сомкнутостью древостоя 0.7 (табл.). Почва – чернозём оподзоленный бескарбонатный среднемощный малогумусированный умеренно насыщенный связнопесчаный с мощным профилем на песке (Козлов, 2007).

Флористический состав фитоценоза проанализирован с использованием сведений и методов, подробно и детально описанных в нашей ранее опубликованной монографии (Матвеев, 2006). На основании расчётов и балловой оценки эдафотоп в данном лесонасаждении характеризуется как переходный от среднеплодородного к плодородному свежеватый песок (шифр: 2.5 П_{1.5}), а световой режим (гелиотоп) – как переходный от полутеневого к полусветлённому (2.5 балла). Для более полной характеристики биотопа в лесном фитоценозе мы рекомендуем использовать основу из предложенных для степных лесов А. Л. Бельгардом (1971) типологических шифров. Правила их составления описаны детально ранее (Матвеев, 2006).

В окончательном результате биотоп исследуемого фитоценоза (табл.) можно в краткой форме охарактеризовать следующим экологическим шифром:

$$\frac{\text{Ч}_{\text{оп}} 2.5 \text{П}_{1.5}}{\text{Тен} (2.5) - \text{III} (0.7)} 8\text{Д}_ч 2\text{Л}_с (68 \text{ лет})$$

В числителе – шифр эдафотопа: чернозём оподзоленный (Чоп), переходный от среднеплодородного к плодородному (2.5) свежеватый (1.5) песок (П); в знаменателе – аэротоп: теневая (тен) структура насаждения (из плотнокронных пород), световой режим – переходный от полутеневого к полусветлённому (2.5), возрастная стадия древостоя – изреживания (III) при сомкнутости – 0.7. Справа – состав древостоя (8Дч2Лс) и его возраст (68 лет), определённый по спилам модельных деревьев.

Подобным образом можно охарактеризовать биотоп любого другого лесного фитоценоза, в т. ч. и искусственного лесонасаждения. В последнем случае учитывается только естественно сформировавшийся живой напочвенный покров (без древостоя). Использование экологических шифров оправдывает себя особенно эффективно при сравнительной оценке различных показателей развития нескольких фитоценозов.

**Биоэкологическая характеристика липовой дубравы
на склоне от арены к пойме р. Самары**

Вид	Среднее проективное покрытие, %	Биоморфы	Климаторфы	Ценоморфы	Трофоморфы	Гигроморфы	Гелиоморфы
<i>Древостой</i>							
<i>Quercus robur</i> L.	60*	дерево	Ph (1)	Sil	MsTr (2)	KsMs (1,5)	ScHe (3)
<i>Tilia cordata</i> Mill.	15*	дерево	Ph (1)	Sil	MsTr (2)	Ms (2)	ScHe (3)
<i>Травостой</i>							
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) Beauv.	5	кк.	Hcr (3)	Sil	MsTr (2)	Ms (2)	Sc (1)
<i>Chelidonium majus</i> L.	16	ст.	Hcr (3)	SilRu	MgTr (3)	Ms (2)	ScHe (3)
<i>Convallaria majalis</i> L.	26	дк.	Cr (4)	Sil	MsTr (2)	KsMs (1,5)	ScHe (3)
<i>Euphorbia virgata</i> Waldst. et Kit.	1	ко.	Hcr (3)	PrRu	MsTr (2)	Ms (2)	He (4)
<i>Falcaria vulgaris</i> Bernh.	8	ст.	Hcr (3)	Ru	MgTr (3)	MsKs (1)	He (4)
<i>Galium aparine</i> L.	1	ст.	Th (5)	SilRu	MgTr (3)	Ms (2)	HeSc (2)
<i>Geranium sylvaticum</i> L.	3	кк.	Hcr (3)	Sil	MsTr (2)	Ms (2)	HeSc (2)
<i>Geum urbanum</i> L.	1	кк.	Hcr (3)	SilRu	MgTr (3)	Ms (2)	ScHe (3)
<i>Humulus lupulus</i> L.	11	дк.	Hcr (3)	Sil	MsTr (2)	Ms (2)	ScHe (3)
<i>Lathyrus pisiformis</i> L.	1	кк.	Hcr (3)	Sil	MsTr (2)	Ms (2)	ScHe (3)
<i>Phlomis tuberosa</i> (L.) Moench	1	кл.	Hcr (3)	Pr	MgTr (3)	MsKs (1)	He (4)
<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce	19	кк.	Cr (4)	Sil	MgTr (3)	HgrMs (2,5)	Sc (1)
<i>Rubus caesius</i> L.	1	плк.	Ch (2)	Sil	MgTr (3)	MsHgr (3)	HeSc (2)

Примечание. Среднее проективное покрытие древесных видов выражено как «покрытие проекций крон», травянистых – как среднее из 100 учётных (1×1 м) площадок. Биоморфы: кк. – короткокорневищные, ко. – корнеотпрысковые, кл. – клубневые, ст. – стержнекорневые, плк. – полукустарниковые. Климаторфы: Ph – фанерофиты, Ch – хамефиты, Hcr – гемикриптофиты, Cr – криптофиты, Th – терофиты. Ценоморфы: Sil – сильванты, SilRu – сильванты-рудеранты, Pr – пратанты, PrRu – пратанты-рудеранты, Ru – рудеранты. Трофоморфы: MsTr – мезотрофы, MgTr – мегатрофы. Гигроморфы: MsKs – мезоксерофиты, KsMs – ксеромезофиты, Ms – мезофиты, HgrMs – гигромезофиты,

MsHgr – мезогигрофиты. Гелиоморфы: He – гелиофиты, ScHe – сциогелиофиты, HeSc – гелиосциофиты, Sc – сциофиты. Цифры в скобках – баллы.

Литература

Бельгард А. Л. Степное лесоведение. М., 1971. 336 с.

Болдырев В. А. Лесные почвы южной части Приволжской возвышенности. Саратов, 1993. 61 с.

Козлов А. Н. Влияние флористического и биоэкоморфного состава растительных сообществ степного Заволжья на физико-химические свойства почв (на примере Красносамарского лесного массива): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Самара, 2007. 20 с.

Матвеев Н. М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны). Самара, 2006. 311 с.

Мелехов И. С. Лесоведение. М., 1980. 406 с.

Номоконов Л. И. Общая биогеоценология. Ростов-на-Дону, 1989. 456 с.

Погребняк П. С. Общее лесоводство. М., 1968. 440 с.

Работнов Т. А. Фитоценология. М., 1978. 280 с.

ОЦЕНКА САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ДРЕВОСТОЕВ И ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ГЕНЕТИЧЕСКОМ РЕЗЕРВАТЕ ВЯТСКОПОЛЯНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. И. Видякин

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, les@aiv.kirov.ru

В лесах Кировской области в результате антропогенного воздействия и стихийных бедствий происходит постоянное снижение генетического разнообразия основных лесобразующих видов древесных растений. Это ведёт к снижению устойчивости и продуктивности лесных насаждений. С целью сохранения генетического разнообразия в лесах области выделяются генетические резерваты. В них включаются наиболее высокопродуктивные и компактные по площади природные участки сосны и ели.

Смена поколений леса в генрезерватах должна осуществляться естественным путём без проведения рубок (Положение..., 1982). Однако опыт выделения генетических резерватов показал, что такой режим ведения хозяйства не обеспечивает полного сохранения генофонда по следующим причинам. Во-первых, во многих резерватах Кировской области происходит накопление перестойных насаждений и частичная гибель их по причине неудовлетворительного санитарного состояния, вызванного появлением очагов болезней и насекомых – вредителей леса. Во-вторых, в связи с наличием густого подлеска и живого напочвенного покрова в некоторых генрезерватах наблюдается неудовлетворительное естественное возобновление, что затрудняет смену поколений леса, приводит к появлению в составе древостоя нежелательных видов древесных растений и, как следствие этого, к утрате целевого назначения объекта. Поэтому в каждом генрезервате необходимо изучить санитарное состояние древостоев, естественное возобновление леса и на основании полученных результатов

разработать систему мероприятий по оптимизации режима ведения хозяйства с целью полного сохранения генофонда древесных растений.

В данном сообщении излагаются результаты исследований в генетическом резервате сосны обыкновенной, расположенном в кварталах 30, 38, 47, 55, 56 Бурецкого участкового лесничества. Он выделен в 1985 г. Общая площадь его равна 630 га. На долю сосны приходится 502,9 га, из которых 351 га составляют спелые и перестойные древостои.

С целью изучения санитарного состояния спелых и перестойных древостоев в них закладывались пробные площади с количеством деревьев главной породы не менее 200 шт. Деревья по санитарному состоянию подразделялись на три категории: 1) здоровые; 2) больные и ослабленные в связи с наличием сосновой губки и рака серянки; 3) засохшие. На каждой пробной площади определялось общее количество больных и усыхающих деревьев, вычислялось процентное отношение их к общему количеству учтённых деревьев и на основании этого оценивалось санитарное состояние сосны в данном выделе.

В результате исследований установлено, что санитарное состояние большинства спелых и перестойных сосновых насаждений генрезервата неудовлетворительное. В них имеются деревья, поражённые сосновой губкой и раком серянкой. Встречаются также полностью засохшие деревья. В квартале 30 генрезервата количество деревьев с указанными пороками изменяется по выделам от 23 до 33%, в квартале 38 от 20 до 32%, в квартале 47 от 16 до 33%, в квартале 55 от 16 до 19%, в квартале 56 от 17 до 31%. Неудовлетворительное санитарное состояние многих насаждений обусловлено проведением в 40–50-х и в 80-х годах XX века подсочки деревьев. Карры двухсторонние. Межкарровые ремни, имеющие ширину 20–25 см при диаметре деревьев 40–44 см, не обеспечивают нормального питания, что ослабляет деревья, способствует появлению грибных заболеваний и приводит к отмиранию их. Исследования показали, что сосновые насаждения на площади 300,5 га (63%) находятся в стадии начала разрушения и естественной смены поколений, что связано со старением и неудовлетворительным санитарным состоянием деревьев.

Для успешной естественной смены поколений сосны под пологом старых насаждений должно быть определённое количество благонадёжного подроста. Учёт его в спелых и перестойных насаждениях генрезервата дал следующие результаты.

Квартал 30. Здесь преобладают сосняки майниково-черничные. В составе насаждений доминирует сосна (более 8 единиц). В каждом сосновом выделе присутствует ель в количестве от 5 до 10%. Подлесок представлен в основном липой, которая в большинстве выделов образует густые заросли. Подрост сосны отсутствует. Под пологом материнского насаждения имеется жизнеспособный подрост ели в количестве от 0,1 до 2 тыс. шт. на 1 га.

Квартал 38. Преобладающим типом леса являются сосняки майниково-брусничные. Ель имеется лишь в составе некоторых насаждений (выделы 5, 8, 12). Подлесок состоит из рябины и липы, которой меньше, чем в квартале 30. Однако подлесок липы размещён по площади неравномерно, в микропонижениях он сравнительно густой и в сочетании с высокополнотным материнским

пологом создаёт неблагоприятные световые условия для роста соснового подроста. Поэтому сосновый подрост в основном неблагонадёжный, усыхающий, сильно вытянувшийся в высоту с небольшим диаметром стволика, высотой до 2,5-3,0 м. Жизнеспособный подрост сосны в небольшом количестве (0,1 тыс.шт. на 1 га) имеется только в выделах 9, 10, 18. В большинстве насаждений сосновый подрост нежизнеспособный и его мало (от 0,3 до 1,5 тыс.шт. на 1 га). В выделах 5,21 сосновый подрост отсутствует. Еловый подрост жизнеспособный, имеется в 6 выделах из 9 в количестве от 0,1 до 1,0 тыс.шт. на 1 га.

Квартал 47. Имеется 11 спелых и перестойных выделов сосны. Из них в 7 произрастают сосняки майниково-брусничные, в 4 – сосняки липняковые. В составе почти всех насаждений, за исключением выделов 1, 29, присутствует ель (до 5%). Жизнеспособный подрост сосны в количестве 2 тыс. шт. на 1 га имеется в выделе 2 и 0,5 тыс.шт. на 1 га – в выделе 3. Данные насаждения произрастают на крутом склоне террасы реки Вятки. В остальных выделах сосновый подрост отсутствует. Жизнеспособный подрост ели имеется во всех выделах в количестве от 0,1 до 3,0 тыс.шт. на 1 га.

Квартал 55. Здесь имеется 5 выделов спелой и перестойной сосны. В двух выделах (2, 3) насаждения относятся к типу леса сосняк майниково-брусничный, в двух (4, 14) – сосняк липняковый и в одном (6) – сосняк майниково-черничный. В двух выделах (4, 14) в составе насаждений присутствует ель (до 5%). В выделе 2 основной подлесочной породой является рябина, в остальных – липа. Жизнеспособный подрост сосны в большом количестве (до 5,0 тыс.шт. на 1 га) имеется в выделе 2, находящемся на склоне террасы реки Вятки. В остальных насаждениях он отсутствует. Еловый подрост имеется только в выделах 4 и 14 (соответственно 0,2 и 0,6 тыс.шт. на 1 га).

Квартал 56. Здесь имеется семь выделов спелой и перестойной сосны. Преобладающим типом леса является сосняк липняковый (5 выделов). Насаждения в двух выделах (13, 25) относятся к типу леса сосняк майниково-брусничный. Ель в составе насаждений присутствует в пяти выделах (1, 2, 5, 13, 16), в двух выделах (19, 25) она не произрастает. Основными подлесочными породами повсеместно являются липа и рябина. Во всех насаждениях сосновый подрост отсутствует, а еловый встречается единично (до 100 растений на 1 га), за исключением выдела 16, где его насчитывается до 2,5 тыс.шт. на 1 га.

Таким образом, в спелых и перестойных сосновых насаждениях генрезервата, за исключением выдела 2 в квартале 47 и выдела 2 в квартале 55, жизнеспособный подрост сосны отсутствует. Однако, в большинстве этих насаждений имеется значительное количество подроста ели. Кроме того, здесь произрастает не учтённый нами еловый молодняк, который достигает высоты 15–25 м и начинает входить в полог крон сосны. Преобладание ели в молодом поколении объясняется тем, что при недостатке света, вызванного большим количеством подлеска липы, появляющийся под пологом материнских насаждений сосновый подрост гибнет, а еловый, как более теневыносливый, растёт успешно.

При естественной смене поколений без вмешательства в этот процесс человека большинство сосновых насаждений сменится еловыми и генетический

резерват в ближайшие годы потеряет своё целевое назначение. Сохранение сосны в генрезервате возможно при условии проведения определённых лесохозяйственных мероприятий, в том числе рубок обновления перестойных саморазрушающихся насаждений этого вида, которые обеспечат массовое появление соснового самосева и формирование из него нового поколения леса.

Выражаю глубокую благодарность старшему лаборанту лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН Т. П. Клабуковой за помощь в сборе и обработке материалов статьи.

Литература

Положение о выделении и сохранении генетического фонда древесных пород в лесах СССР: Утв. Государ. Комитетом СССР по лес. хозяйству 13. 08. 82. М., 1982. 22 с.

ИЗУЧЕНИЕ ПИРОГЕННЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ В ИСКУССТВЕННЫХ СОСНЯКАХ НА ТЕРРИТОРИИ СТЕПНОГО ЗАВОЛЖЬЯ (НА ПРИМЕРЕ КРАСНОСАМАРСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА)

А. В. Антипова

Самарский государственный университет, anastasiya973@gmail.com

Лесные пожары характерны для всех регионов России, обладающих лесными ресурсами, в том числе и для Самарской области.

Самарская область располагается в двух природных зонах – степной и лесостепной. В среднем общая лесистость области составляет около 13%, в то время как лесистость ее степной части не превышает 4%.

В пределах степного Заволжья (подзона разнотравно-типчаково-ковыльных степей) находится единственный на всём крайнем юго-востоке России довольно крупный лесной массив, площадью около 30 тыс га. Жизнь этому лесу дает р. Самара. Являясь фактически продолжением знаменитого Бузулукского бора, Красносамарский лес проникает по долине реки Самары глубоко в степи. Здесь на ограниченной территории сконцентрировано необыкновенное богатство Самарской природы: сосняки и разнотравно-типчаково-ковыльные песчаные степи, естественные осиновые и березовые колки, липовые и чернокленовые дубняки, несущие на себе печать почвенного засоления. С одной стороны, здесь можно наблюдать типичные для нашего края степные сообщества, которые в других местах навсегда уступили место пашне, с другой – представленные здесь лесные группировки служат убежищем для многих видов растений и животных, проникших в степную зону из широколиственных, смешанных и даже хвойных лесов, расположенных значительно севернее (Матвеев, Терентьев, 1990). Наиболее ценным лесом в Самарской области по праву считаются сосновые боры, но при этом они занимают всего десятую часть ее лесов. Последствия лесных пожаров и послепожарное восстановление соснового леса в нашем регионе изучены недостаточно, что особенно касается долинных лесов в зоне настоящих степей.

Лесная пирология в настоящее время – активно развивающаяся область знаний. Влияние низовых пожаров на структуру сосновых лесов уже было проанализировано для некоторых регионов России. Однако пирогенные процессы специфичны для каждого региона. В связи с этим большой интерес представляют изучение и анализ процессов послепожарного восстановления соснового леса в степной зоне. Впервые в Самарской области на территории Красносамарского лесного массива были проведены комплексные исследования последствий пожара в сосновых лесах.

Цель исследования – изучить последствия низового пожара в сосновом лесу, оценить скорость и направление процессов его самовосстановления.

Для реализации цели исследования были поставлены следующие задачи: выбор пробных площадей для сравнительного анализа, изучение состояния травянистой и древесной растительности на пробных площадях, оценка процессов их послепожарного восстановления, отбор и лабораторное исследование почвенных и растительных образцов, сравнительный анализ данных полевых и лабораторных исследований.

Наши исследования проводились в течении 3-х лет (2006–2008 гг.) в указанном лесном массиве на двух пробных площадях, представлявших собой искусственное сосновое насаждение возрастом около 70 лет после недавнего низового пожара и такой же лесной фитоценоз, не затронутый пожаром.

Пожары оказывают сильное влияние на такие компоненты лесного фитоценоза, как травостой, самосев и подрост древесных пород, древостой, лесную подстилку и почву. Поэтому при анализе последствий пожара необходимо учитывать состояние всех этих компонентов. Анализ должен предполагать визуальную оценку и лабораторные исследования. Именно такой комплексный подход помогает оценить ситуацию в полной мере.

Объектами исследований послужили образцы почвы, подстилки и хвои, взятые в сосняке, пострадавшем от пожара, а также в сосняке, не затронутом пожаром (на основании чего и проводился их сравнительный анализ по различным критериям, оценивались их состав и свойства). Кроме того, важными диагностическими признаками явились видовой состав и густота травостоя (Матвеев, 2006), жизненное состояние древостоя, диаметр столов деревьев, характер и размер подпалин, характер и скорость семенного и вегетативного возобновления, мощность слоев подстилки, длина хвои и годового прироста. Видовое разнообразие растительности выявлялось общепринятыми в геоботанике методами. Количественное содержание гумуса определялось по методу Никитина; показатели pH почв и подстилки, зольность растительного материала, содержание неорганических ионов в водной вытяжке почв – общепринятыми в агрохимии методами. Активность катализы почвы определялась газометрическим методом (Кавеленова, Прохорова, 2001). Аллелопатическая активность почвы оценивалась при помощи биотестирования на проростках кресс-салата. Содержание фенольных соединений в хвое и подстилке выявлялось по методу Свейна-Хиллиса с использованием реактива Фолина-Чокальтеу (Кавеленова, 2001).

Как показали проведенные исследования, в горевшем лесу повышается густота травостоя и увеличивается его разнообразие, активизируется развитие

ценопопуляций травянистых растений, идут процессы олуговения. Растения с горевшей площади несколько обгоняют в развитии растения с контрольной площади, что подтверждает сравнительный анализ их возрастных стадий. Очевидно, основными причинами этого являются лучшая освещенность в горевшем лесу и частичное или полное прогорание подстилки.

На горевшей площади был обследован древостой сосны обыкновенной. Деревья с диаметром ствола 9 см и менее не выжили после пожара. Полностью здоровых деревьев, не имеющих повреждений кроны и ствола, на горевшей площади не обнаружено. Оценка жизненного состояния по шкале Алексеева (Кавеленова, Прохорова, 2001) показала, что около 80% всех деревьев на горевшей площади зиму перенесло, но находится в различной степени угнетения. Около 20 % приходится на отмирающие деревья и сухостой.

Оценка семенного возобновления сосны показала, густой травостой на горевшей площади и, в частности, злаки крайне угнетающе действуют на всходы сосны. На участке с разреженным травостоем число проростков первого года почти в 8 раз превышает количество их на участке с густым травостоем. Всходы прошлого года также более успешно развились и перезимовали там, где травостой менее густой. Однако воздействие на всходы травянистых растений все же имеет дифференцированный характер. Подмечено, что особенно подавляет их густая глубоко проникающая корневая система пырея и других злаков. А в присутствии однолетних трав с поверхностной корневой системой всходы развиваются довольно успешно.

На учетных площадках контрольной площади практически нет растений 1–2 летнего возраста, хотя очень много проростков первого года жизни. Это говорит о том, что в естественных условиях в сосновом лесу семенное возобновление практически не идет. Ему препятствует подстилка. Даже при прорастании семян их корневая система не может достаточно развиться из-за слоя опавшей хвои. Такие растения, как правило, не могут перезимовать, поэтому сосен 1–2 года жизни в таком лесу почти нет.

Кустарниковый ярус на обеих пробных площадях состоит из бузины обыкновенной *Sambucus racemosa* L. Ее активное возобновление на горевшей площади происходит не семенным, как у сосны, а вегетативным способом через образование корневой поросли. Таким образом, возобновление древесных растений на опытном (горевшем) участке идет двумя путями: семенным у сосны и вегетативным у бузины.

В целом горевший лес отстает в своем развитии от контрольного насаждения. Годовые приросты сосен, пострадавших год назад от пожара, недоразвитые и искривленные, годичные побеги и хвоя на них короче контрольных значений почти в 2 раза.

Анализ полученных результатов показал, что почвы изученных пробных площадей отличаются по агрохимическим характеристикам (рН, содержанию органического углерода, относительной токсичности). В горевшем лесу снижена микробиологическая активность, что выражается в угнетении активности каталазы в почвах и снижении мощности гумификационного и ферментационного слоев подстилки.

Реакция почвенного раствора оказывает большое влияние на химические, физико-химические и биологические процессы, протекающие в почве. Весь период исследований на горевшей площади почва была более щелочной.

В широком плане гумус – один из основных компонентов, определяющих плодородие почвы (Кавеленова, 2001). О содержании гумуса в почве можно сказать следующее. На контрольной площади гумусированность почвы весь период исследований была выше, но на обеих пробных площадях наблюдали тенденцию к повышению содержания гумуса.

Каталаза является одним из самых распространенных почвенных ферментов, связанных с активностью микробоценоза. Поэтому активность каталазы почвы является своего рода индикатором ее биологической активности. В период исследований активность каталазы на горевшей площади была несколько ниже, чем в контроле. Это говорит о том, что биологическое равновесие в почве после пожара за 3 года не было восстановлено.

Биотестирование на проростках кресс-салата позволило нам сравнить относительную токсичность почвы на контрольной и горевшей пробных площадях. Относительная токсичность почвы на горях оказалась достоверно выше, чем в контроле.

Регенерация поврежденных тканей сопровождается резким усилением интенсивности биосинтеза фенолов в растительных тканях. Особенно наглядно эти процессы можно наблюдать при повреждении коры древесных растений (Запрометов, 1993). В данном случае это повреждение коры при пожаре. В 2007 году, через 2 сезона после пожара, нами были получены свидетельства послестрессовой активизации, проявившиеся в повышении содержания фенолов в растительном материале.

Использованные нами комплексные исследования способствовали более полной оценке ситуации в горевшем лесу и дали возможность прогнозировать скорость и направление процессов восстановления. Горевший сосняк по-прежнему находится в стрессовом состоянии. Однако процессы регенерации у деревьев также обнаружены. Биологическое равновесие в подстилке и почве восстанавливается достаточно медленно. Для всходов сосны существует угроза подавления травянистой растительностью, особенно злаками – доминирующим семейством в степной зоне.

Литература

Запрометов М. Н. Специализированные функции фенольных растений в растениях // Физиол. растений, 1993. Т. 40. № 6. С. 921–931.

Кавеленова Л. М. Лабораторные работы большого спецпрактикума: Учебное пособие. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2001. 50с.

Кавеленова Л. М., Прохорова Н. В. Науки о земле. Практикум по курсу «Почвоведение с основами геологии»: Учебное пособие. Самара, 2001. 64 с.

Матвеев Н. М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны): учебное пособие. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2006. 311 с.

Матвеев Н. М. Терентьев В. Г. Изучение лесных экосистем степного Поволжья: Учебное пособие / КГУ. Куйбышев, 1990.

СТРОЕНИЕ ДРЕВОСТОЕВ ЛЕНТОЧНЫХ И ОСТРОВНЫХ БОРОВ НА ГРАНИЦЕ ЛЕСНОЙ ЗОНЫ ПЕЧОРСКОГО ЗАПОЛЯРЬЯ

А. В. Манов, А. И. Патов

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

Объектом исследования явились сосновые боры-изоляты на северной границе лесной зоны, расположенные в междуречье Сула-Харьга в бассейне р. Печора. Для этой цели было проведено маршрутное обследование территории с закладкой пробной площади. Сбор данных и анализ материала проводили согласно классических методик лесоводства и лесной таксации. Исследуемые сосняки лишайниковые представлены вторичными фитоценозами. Они формируют смешанные по составу, простые по форме, условно одновозрастные древостои. Только отдельные экземпляры хвойных деревьев, не попавшие в рубку и не подвергшиеся пожару, достигают двухсотлетнего возраста. При доминировании сосны (*Pinus sylvestris* L.) всегда присутствует береза (*Betula tortuosa* Ledeb.), реже лиственница (*Larix sibirica* Ledeb.) и ель (*Picea obovata* Ledeb.).

Таблица 1

Лесоводственно-таксационная характеристика сосняка лишайникового

Состав древостоя	Порода	Возраст, лет	Число деревьев, экз. га ⁻¹		Сумма площадей сечения, м ² га ⁻¹	Запас древесины, м ³ га ⁻¹		Средние	
			растущих	сухих		растущих	сухих	диаметр, см	высота, м
8С2Б ед. Лц	Сосна	65–90	1625	58	17,3	94	1	11	9
	Береза	55–60	150	0	1,0	19	0	9	7
	Лиственница	65–200	17	0	0,3	2	0	14	8
	В с е г о		1792	58	18,6	115	1		

Лесоводственно-таксационная характеристика сосняка лишайникового приведена в табл. 1. Он располагается на относительно ровном участке. Древостой одноярусный, смешанный по составу, низкопродуктивный (V класс бонитета). Возраст деревьев колеблется от 55 до 90 лет. Отдельный экземпляр лиственницы, попавшей в перечет, достигает 200 лет. Абсолютная полнота древостоя равна 18,6 м² га⁻¹, запас древесины растущих деревьев – 115 м³ га⁻¹. Число деревьев сосны в древостое составляет 1625 экз. га⁻¹, остальные породы (береза, лиственница) не превышают 10% от всех живых деревьев. Сухостой сосновый, представлен в основном тонкомерными деревьями. Валеж из тонкомерных деревьев также состоит из сосны первой стадии гниения. Часто встречаются сохранившиеся пни деревьев (96 шт. га⁻¹) после рубки древостоя в 20–40-х гг. прошлого столетия. Подрост из сосны, березы, лиственницы и ели имеет состав 8С2Б ед. Лц, Е. Подлесочная порода отсутствует. Травяно-кустарничковый ярус с проективным покрытием 10–20% состоит из брусники и плауна годичного. Мохово-лишайниковый покров сплошной, сформирован пятнами зеленого

мха *Pleurozium schreberi* (Brid.), *Mnium* sp. и кустистыми лишайниками *Cladonia rangiferina* (L.) Web., *Cladonia sylvatica* (L.) Hoffm., *Cladonia alpestris* (L.) Rabenh. Согласно Забоевой (1975), почвы сосняков лишайниковых в подзоне крайне северной тайги представлены подзолами иллювиально-гумусово-железистыми.

Строение сосняка лишайникового. Из анализа распределения деревьев по толщине следует, что среднее значение диаметров сосны равно $10,9 \pm 0,3$ см, то есть от 10,6 до 11,2 см (при вероятности 0,68), а березы – $8,6 \pm 0,6$ см (при вероятности 0,94) (табл. 2). Коэффициент вариации для ели составляет 34,5%, для березы – 31,9%. Согласно А. В. Тюрину (1961), деревья сосны и березы в древостое имеют большую изменчивость. Высокая амплитуда колебания диаметров определяется наличием толстомерных деревьев, хотя количество их невелико. Согласно Б. А. Семенова с соавт. (1998), в условно одновозрастных древостоях сосняков Крайнего Севера, коэффициент вариации диаметра деревьев изменяется от 21,3 до 41,3%.

Асимметрия рядов распределения деревьев сосны по диаметру положительная (правая ветвь кривой, начиная от среднего диаметра, больше левой) и составляет $A=+0,64$. По И. И. Гусеву (2002) такое распределение деревьев имеет среднюю положительную косость. Береза также представлена положительной асимметрией равной $A=+1,06$, что по И. И. Гусеву означает большую положительную косость в распределении деревьев по диаметру.

Экссесс распределения деревьев сосны по диаметру отрицательный ($E=-0,20$), березы – положительный ($E=+0,65$). При отрицательном значении эксцесса кривая имеет низковоершинное приплюснутое строение. При положительном значении эксцесса кривая имеет высоковершинное строение, а деревья густо сгруппированы около среднего значения.

Таблица 2

**Статистика рядов распределения деревьев по ступеням толщины
в сосняке лишайниковом**

$M \pm m_M$	σ	<i>C.V.</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>p</i>	t_1
сосна						
$10,9 \pm 0,3$	3,8	34,5	0,64	-0,20	2,4	40,5
береза						
$8,6 \pm 0,6$	2,7	31,9	1,06	0,65	7,5	13,3

Примечание. *M* – средний диаметр, см; m_M – основная ошибка среднего диаметра, см; σ – среднее квадратичное отклонение от среднего диаметра, см; *C.V.* – коэффициент вариации, %; *A* – асимметрия (мера косости); *E* – эксцесс (мера крутости); *p* – точность опыта, %; t_1 – достоверность среднего значения.

Жизненное состояние деревьев в сосняке лишайниковом. На исследуемом участке деревья встречаются с искривленными стволами у основания, количество таких деревьев около 1%. В древостое двухвершинные сосны занимают 2%. Остолоп и валеж представлены сосной в одном экземпляре. Сухостойные деревья, состоящие только из сосны, составляют 3% от общего числа учтенных деревьев. На долю здоровых деревьев в древостое приходится 91%.

Количество средне и сильно поврежденных деревьев составляют соответственно 7 и 1%. Усыхающие и сухие деревья занимают менее 0,5%.

По данным поврежденности полученным по уравнению В. А. Алексеева (1989) и согласно категориям состояния деревьев (Санитарные правила..., 2006), исследуемый древостой является здоровым (поврежденность древостоя составляет 3%).

Возобновительный процесс под пологом сосняка лишайникового. Проведенный нами анализ естественного возобновления в сосняке лишайниковом показывает, что под пологом древостоя развивается подрост в количестве 2,0 тыс. шт. га⁻¹ (табл. 3). Из них на долю живого соснового подроста приходится 80 %. Высота его весьма вариабельна. Так, при среднем значении высоты сосны 1,40±0,04 м коэффициент вариации равен 112,5%, береза при средней высоте 1,61±0,05 м имеет вариацию 61,4%.

Таблица 3

Характеристика растущего подроста в сосняке лишайниковом

Подрост		Сосна					Береза				
густота, тыс. шт. га ⁻¹	состав	$M \pm m_M$	σ	<i>C.V.</i>	<i>p</i>	t_1	$M \pm m_M$	σ	<i>C.V.</i>	<i>p</i>	t_1
2,0	8С2Б ед. Е, Лц	1,40±0,04	1,57	112,5	2,8	35,6	1,61±0,05	2,7	61,4	3,0	32,9

Примечание. *M* – средняя высота, м; *m_M* – основная ошибка средней высоты, м; σ – среднее квадратичное отклонение от средней высоты, м; *C.V.* – коэффициент вариации, %; *p* – точность опыта, %; t_1 – достоверность среднего значения.

Доля участия здорового подроста в составе молодого поколения деревьев равна 61%, в том числе деревья сосны занимают 47%. Сомнительный и сухой подрост составляет 39% от общего количества. По данным табл. 4., среди сосны преобладает здоровый подрост мелкой категории крупности (0,76 тыс. шт. га⁻¹), березы – здоровый средней и крупной категорий крупности (0,14 тыс. и 0,15 тыс. шт. га⁻¹, соответственно). Сомнительный и сухой подрост представлен в основном сосной крупной категории высоты (0,34 тыс. и 0,28 тыс. шт. га⁻¹, соответственно), что видимо, определяется корневой конкуренцией за минеральное питание (Листов, 1986).

Изучаемые ленточные и островные боры подвержены антропогенной нагрузке. Они испещрены многочисленными лесными дорогами и тропами. По материалам маршрутного обследования территории выявлена рубка сосняков с оставлением фаутных деревьев на всей исследованной территории в 20–40-х гг. XX столетия. Это связано с основанием в 1931 г. поселка Харьга.

Особенностью сосняков лишайниковых является их высокая пожарная опасность и сравнительно слабая устойчивость к антропогенным нагрузкам, что в основном обусловлено спецификой данных фитоценозов. Охрана ленточных и островных боров, произрастающих на границе лесной зоны Печорского Заполярья, заслуживает особого внимания. Среди обширных тундровых территорий они создают очень ценные лесные «оазисы». Необходимо также иметь в виду

то, что сосна в таких условиях может произрастать только на прогреваемых песчаных почвах (Листов, 1986). В этих условиях древостои довольно продуктивны: в 65–90 лет сосна достигает запаса – 94 м³ га⁻¹ (табл. 1). Их экологическая роль необычайно велика. Крупные, изолированные участки насаждений представляют научный интерес для сохранения биоразнообразия растений на Крайнем Севере. В настоящее время противопожарная профилактика в этих насаждениях практически не проводится.

Таблица 4

Количество и качество подроста в сосняке лишайниковом

Категории крупности	Количество подроста, шт. га ⁻¹												Всего
	здоровый				сомнительный				сухой				
	С	Б	Лц	Е	С	Б	Лц	Е	С	Б	Лц	Е	
Мелкий (до 0,5 м)	758	25	0	0	50	0	0	0	33	0	0	0	866
Средний (0,6–1,5 м)	259	141	0	0	50	84	0	0	50	25	16	0	625
Крупный (выше 1,6 м)	142	151	8	8	341	8	0	0	283	8	8	0	957
Итого	1159	317	8	8	441	92	0	0	366	33	24	0	2448

Примечание. С – сосна; Б – береза; Лц – лиственница; Е – ель.

Работа выполнена по проекту ПРООН/ГЭФ 00059042.

Литература

- Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.
- Гусев И. И. Моделирование экосистем: учеб. пособие. Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2002. 112 с.
- Листов А. А. Боры-беломошники. М.: Агропромиздат, 1986. 181 с.
- Побединский А. В. Изучение лесовосстановительных процессов. М.: Наука, 1966. 64 с.
- Санитарные правила в лесах Российской Федерации. М: Всерос. науч.-исслед. и информ. центр по лесным ресурсам, 2006. 20 с.
- Семенов Б. А., Цветков В. Ф., Чибисов Г. А., Елизаров Ф. П. Притундровые леса европейской части России (природа и ведение хозяйства). Архангельск: СевНИИЛХ, 1998. 332 с.
- Тюрин А. В. Основы вариационной статистики в применении к лесоводству М. – Л.: Гослесбумиздат, 1961. 103 с.

ЕЩЕ РАЗ О ЛЕСАХ ТУЛАШОРА

Л. А. Зубарева

Вятский государственный гуманитарный университет

Территория под этим названием расположена в центре северной окраины Кировской области и входит в состав Нагорского района. Особое внимание, проявляемое к ней биологами и экологами, объясняется тем, что она переведена

в статус особо охраняемых территорий на положении филиала Нургушского заповедника. Поэтому необходима объективная научная оценка природных особенностей и, прежде всего, правильная оценка коренных экосистем этого участка.

Коренные экосистемы представлены здесь темнохвойными лесами с доминированием ели и примесью пихты. Значительно участие в древостое мелколиственных пород – березы и осины (до 2–3-х единиц), что характерно для северных территорий таежной зоны. Снижение позиций ели в этих условиях связано не с возрастом этой породы, а с ухудшением для нее климатических условий к северным границам ареала.

Возраст ельников не превышает 150 лет, признаков массового распада яруса главной породы не наблюдается (чего в естественных условиях и не происходит). В валежнике преобладают мощные стволы осины и березы. Доказательством естественного происхождения темнохвойных лесов этой территории является разновозрастный состав всех поколений ели – возобновления, полога и древостоя.

Усыхание спелых деревьев, проявившееся в основном в изреживании кроны, отражает общее неблагополучие лесов равнинной тайги европейской части России, обусловленное массовой вырубкой этих лесов, вследствие чего ухудшились условия произрастания ели на сохранившихся участках. Основным неблагоприятным показателем изменившихся условий стало повышение сухости воздуха – ГТК уже на 80-е годы прошедшего столетия стал равен 1,2 вместо прежнего 1,4 (Растительность..., 1980).

В результате собственных полевых исследований нами выявлено, что преобладающие по площади участки лесов Тулашора относятся к местообитаниям кислично-черничного типа. В напочвенном покрове, в разных соотношениях выделяются черника и виды кисличной группы – кислица, майник, седмичник, а также – голокучник Линнея. Неморальная группа представлена в основном звездчаткой жестколистной (наиболее северный вид этой географоценотической группы). Обилие ее здесь незначительно. Изредка, единичными экземплярами или очень небольшими группами встречаются ясенник душистый и сныть. Очень характерно высокое постоянство в темнохвойных лесах этого массива, в том числе и в кислично-черничных, бодяка разнолистного. Этот вид индицирует высокую переменность увлажнения торфянистых почв, что связано с повышенным увлажнением верхнего горизонта почвы, а с другой стороны – с пересыханием его в засушливый сезон. Все эти показатели – видовой состав растений напочвенного покрова и особенности почвы не позволяют относить леса подобного типа к кисличникам.

Кисличники – это южнотаежный тип леса с оптимальными для тайги почвенными условиями, что определяет высокую продуктивность древостоев. В напочвенном покрове преобладают (при хорошем жизненном состоянии) кислица и другие травы бореальной группы при значительном участии и видовом разнообразии дубравного широколиственного травяного покрова. Только лишь присутствие кислицы не позволяет считать этот вид определяющим для установления типа леса. К тому же в лесах Тулашора кислица явно не в лучшем жизненном состоянии –

экземпляры ее мелкие, и густого яруса она не образует. По продуктивности и запасам древесины леса Тулашора тоже никак «не тянут» на определение «кисличников».

Темнохвойные пихтово-еловые кислично-черничные леса Тулашора представляют вариант среднетаежных черничных лесов, произрастающих в условиях более благоприятного дренажа повышенных участков Северных Увалов. По положению в природных ландшафтных комплексах эти леса следует считать экстразональными, некими аналогами южнее расположенных зональных кисличников. Такие варианты леса – кислично-черничные и чернично-кисличные характерны также для пограничной территории между средней и южной тайгой (Растительность..., 1980). Плакорные среднетаежные ельники-черничники встречаются даже южнее с. Полом (южнее г. Нагорска). Поэтому нет никаких оснований относить гораздо дальше к северу расположенный Тулашор к южной подзоне тайги и искать здесь южнотаежные ельники-кисличники.

В связи с высказанными выше доводами следует снова подчеркнуть (высказывалось в прежних публикациях) то, что придание статуса особо охраняемой территории массиву естественных коренных лесов Тулашора не закрывает вопрос о необходимости поиска сохранившихся участков или восстановления и охраны наиболее продуктивных южнотаежных лесов, которые изначально занимали более половины всей территории нашей области. Леса именно этого типа являются наиболее оптимальным эталоном коренных экосистем на территории области.

Дополнительно к вопросу об установлении типологической принадлежности лесов Тулашора следует отметить также характер присутствия на этой территории травянистых видов неморальной группы. Вопреки представленной в печати информации (Леса..., 2008) эта группа здесь присутствует в значительном разнообразии (не уступающем таковому «Былины») и достигает абсолютного преобладания в некоторых экотопах. Здесь встречены следующие виды этой группы: сныть, медуница, сочевичник весенний, вороний глаз, фиалка удивительная и ф. волосистая, копытень, будра, горошек лесной, бор развесистый, а также отмеченные выше звездчатка жестколистная и ясменник душистый. Присутствуют виды сибирской «черневой» тайги – аконит, скерда сибирская. Возможная неполнота списка объясняется недостаточной изученностью территории.

Абсолютное господство сныти или медуницы в комплексе с другими видами этой группы отмечено в пределах рассматриваемой территории на незначительном участке по бровке достаточно крутого склона к руслу лесного ручья, а также в неглубокой ложбине в верхней части повышенного водораздела.

Сходство флористического состава Тулашора с «Былиной» проявляется также в обилии лобарии легочной, которая сплошным цилиндром укрывает основания могучих старых осин.

Наши экспедиционные наблюдения свидетельствуют о том, что территория Тулашора действительно представляет интересный природный комплекс, характеризующийся биоразнообразием на ценотическом и видовом уровне.

К сожалению, неполнота и неточность оценок специальных исследований этого участка (Корытин и др., 2005), некритически перенесенных позднее в солидное региональное издание (Леса..., 2008), могут обернуться неверными решениями управляющих органов. Главный вывод из полученных и представленных в настоящей публикации данных – ООПТ с наиболее ценными коренными лесами южнотаежного типа на территории Кировской области до настоящего времени нет.

Литература

Корытин Н. С., Морозова Л. М., Горячев В. М., Горячева Т. А., Головатин М. Г., Нифонтова М. Г., Погодин М. Л., Ипполитов В. В. Государственный природный заповедник «Тулашор» (проект). Екатеринбург, 2005. 175 с.

Леса Кировской области. / Под ред. А. И. Видякина, Т. Я. Ашихминой, С. Д. Новоселова. Киров, 2007. 400 с., илл.

Растительность европейской части СССР. / Под ред. С. А. Грибовой, Т. И. Исаченко, Е. М. Лавренко. Л.: Наука, 1980. 406 с.

К ИЗУЧЕНИЮ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ УЖОВНИКА ОБЫКНОВЕННОГО В КРАСНОСАМАРСКОМ ЛЕСНОМ МАССИВЕ (САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е. В. Татарников, Е. С. Корчиков

Самарский государственный университет, tev7@inbox.ru, evkor@inbox.ru

Красносамарский лесной массив располагается в Самарской области на рубеже лесостепной и степной зон в подзоне разнотравно-типчачкововыльных степей обыкновенного чернозёма. Его площадь составляет приблизительно 30 тыс. га. Он находится в долине среднего течения р. Самары – одного из притоков р. Волги. На востоке Красносамарский лесной массив связан узкой полосой леса (36 км длиной) с уходящим по правому берегу р. Самары Бузулукским бором. Климат здесь характеризуется континентальностью и засушливостью. Среднегодовая температура воздуха в январе $-13,8^{\circ}\text{C}$, в июле – от $+20,8$ до $21,0^{\circ}\text{C}$, среднегодовая сумма осадков – 560 мм, из них 330 приходятся на тёплый период года (Сидоренко, Орлова, Сурова, 1995).

Впервые ужовник обыкновенный (*Ophioglossum vulgatum* L.) был обнаружен в Самарской области Е.И. Исполатовым около ста лет назад в окрестностях с. Большое Микушкино Искалинского района Самарской области. С тех пор никто его не находил на территории области. Весной 2008 г. в районе озера Мохового экспедицией кафедры экологии, ботаники и охраны природы Самарского государственного университета была обнаружена одна ценопопуляция (Прохорова и др., 2008). Данный вид является крайне редким для Волго-Уральского региона. По литературным данным он был отмечен лишь в пойме р. Дёмы у с. Юматово в республике Башкортостан (Плаксина, 2001). Кроме того, широкое распространение ужовника осложнено особенностями его жизненного цикла. Гаметофит *Ophioglossum vulgatum* длительно развивается под землёй (10–20 лет), более того, созревание зародыша спорофита также длится не-

сколько лет (Филин, 1978). А ввиду своей низкой конкурентоспособности с вегетативно подвижными покрытосеменными растениями этот древний папоротник может обитать только в очень узком диапазоне условий окружающей среды. Поэтому этот крайне редкий вид требует применения особых охранных мер, в том числе и постоянного мониторинга численности и устойчивости его ценопопуляций. Это и стало причиной осуществления данной работы, в которой мы попытались оценить современное состояние выявленных ценопопуляций *Ophioglossum vulgatum* L.

Во время полевого изучения ценопопуляций ужовника нами было выполнено общее геоботаническое описание сообщества, в котором он произрастает. Здесь нами заложено 50 временных пробных площадей 1 x 1 м для оценки состояния покрытосеменных растений, также определены размеры и плотность ценопопуляций папоротника, в каждой из них измерены его высота и число генеративных особей (растений, имеющих спороносный колосок). Влажность воздуха измерялась при помощи психрометра Ассмана, а освещённость – люксометром «Ю–116». Кроме того, был выполнен комплексный анализ почвы по стандартным методикам (Прохорова, Кавеленова, 2008).

В результате полевых исследований нами было выявлено 9 ценопопуляций ужовника обыкновенного в Красносамарском лесном массиве (табл.).

Таблица

Некоторые характеристики выявленных ценопопуляций (ЦП) ужовника обыкновенного в Красносамарском лесном массиве (6 июня 2009 г.)

№ ЦП	Размер ЦП, м	Число особей, экз.	Число генеративных особей, экз.	Плотность ЦП, экз./м ²	Высота растений, см
1	1,4 x 0,8	6	0	5,35	12,3
2	6,3 x 3,9	129	5	5,25	16,7
3	7,9 x 1,0	49	3	6,20	18,0
4	2,8 x 0,8	22	1	9,82	17,0
5	1,3 x 0,8	8	3	7,69	18,0
6	2,4 x 1,7	31	11	7,59	18,0
7	0,4 x 2,9	19	3	16,30	18,3
8	1,2 x 1,3	32	2	20,51	13,6
9	6,1 x 2,3	107	5	7,60	15,6

Ценопопуляция № 2, в отличие от других, характеризовалась наибольшими размерами и максимальным числом особей. Ценопопуляция № 9 лишь немногим уступает №2 как по размерам, так и по числу особей. В ценопопуляции №1 выявлено наименьшее число особей ужовника, а № 5 имеет минимальную площадь. Высота растений варьировала в пределах от 12,3 до 18,3 см, при этом максимальная высота отмечалась у растений из ценопопуляции № 7. Число генеративных особей достигло своего максимума в ценопопуляции № 6 (11 экземпляров), несмотря на её незначительную площадь. Плотность также варьировала в широких пределах от 5,25 до 20,51 экземпляров на м², со средним значением 9,59 экз./м². Ценопопуляция №8 при её небольших размерах обладает максимальной плотностью – 20,51 экз./м² (табл.).

Выявленные ценопопуляции ужомника обыкновенного произрастают на суглинистой почве, со средним содержанием гумуса 9,91%, ионов Ca^{2+} 10–1 мг/100 мл вытяжки при незначительном содержании хлорид- и сульфат-ионов (1,0–0,1 и менее 0,5 мг/100 мл вытяжки соответственно). Следовательно, данный папоротник предпочитает в условиях степного Заволжья гумусированную суглинистую почву с повышенным содержанием в ней карбонатов.

Ужомник обыкновенный в Красносамарском лесном массиве произрастает в осиново-берёзовом насаждении полуосветлённой структуры в стадии самоизреживания. В травянистом покрове сообщества доминируют *Inula helenium* L. (18,7% проективного покрытия), *Eupatorium cannabinum* L. (24,2%), *Angelica archangelica* L. (12,2%), *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. (25,0%), *Molinia caerulea* (L.) Moench. (18,8%). В древостое представлены *Betula pendula* Roth и *Populus tremula* L. в соотношении 9:1. Средняя высота берёз – 14,0 м, а средний диаметр её стволов – 16,7 см. Кустарниковый ярус слагают *Frangula alnus* Mill., *Ribes nigrum* L., *Rhamnus cathartica* L., *Viburnum opulus* L., *Rosa majalis* Herrm., его сомкнутость составляет 0,21. Влажность воздуха по отношению к открытой местности составляет 112,66%, средняя освещенность здесь 8071 лк.

В целом, отмечается достаточно высокая плотность ценопопуляций редкого папоротника в зоне степи. Это стало возможным, на наш взгляд, благодаря стабильно повышенной влажности почвы в результате высокого уровня грунтовых вод в окрестностях Мохового озера, наличию особого микоризного гриба в березняках, характерному окружению травянистых растений, а также незначительной рекреационной нагрузки.

Таким образом, в Красносамарском лесном массиве ценопопуляции ужомника обыкновенного достигают генеративного возраста, имеют достаточно высокую плотность и численность, а также занимают существенную территорию, что свидетельствует об их древности и стабильности. Кроме того, следует отметить, что для дальнейшего распространения и увеличения численности *Ophioglossum vulgatum* в указанном местообитании необходимо сохранение соответствующего температурного режима, режима увлажнения, освещённости, состава почвы, экологической ниши в целом. С этой целью мы предложили выделить территорию озера Мохового с его окрестностями (площадью 495 га) как памятник природы регионального значения «Урочище Моховое» (Прохорова и др., 2008). В будущем планируется продолжить исследования ценопопуляций ужомника обыкновенного в степном Заволжье.

Литература

Плаксина Т. И. Конспект флоры Волго-Уральского региона. Самара: Самарский университет, 2001. 388 с.

Прохорова Н. В., Кавеленова Л. М. Науки о Земле. Практикум по общему почвоведению с основами геологии. Самара: Самарский университет, 2008. 98 с.

Прохорова Н. В., Корчиков Е. С., Плаксина Т. И., Макарова Ю. В., Козлов А. Н. Раритетные виды растений, лишайников и мхов Красносамарского лесничества // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Матер. Всеросс. научно-практич. конф. с междунар. участием. Вып. VI. Ч. 1. Киров: О-Краткое, 2008. С. 86–89.

Сидоренко М. В., Орлова М. В., Сулова Н. А. Экология ландшафтов Волжского бассейна в системе глобальных изменений климата (прогнозный Атлас-монография). Нижний Новгород, 1995. 163 с.

Филин В. Р. Семейство Ужовниковые (Ophioglossaceae) // Жизнь растений. М.: Просвещение, 1978. Т. 4. С. 171–175.

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ РАЧЕЙСКОГО БОРА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

О. В. Калашникова

Самарский государственный университет, *Kalashnikova.olj-lj@rambler.ru*

Рачейский бор располагается в Правобережье Самарской области и занимает площадь более 10 тыс. га. Основной древесной породой является сосна обыкновенная. Бор сохраняет в себе свойства уникальных северных лесных фитоценозов. Но за последние годы наблюдаются значительное потепление климата и активное антропогенное воздействие, в связи с чем местообитания северных видов растений подвергаются значительным изменениям. Популяции видов сокращаются.

Эколого-географический анализ позволит увидеть распределение растений в бору по экологической приуроченности видов к местам их произрастания. В основу анализа положены экологические особенности, ценоотические и географические связи растений, которые формировались на территории региона миллионы лет. При данном анализе флоры все виды растений были разделены на 14 групп (табл.) (Плаксина, 1985; Плаксина, 2001).

Лесистость Самарской области составляет 12%. Леса распределены по области неравномерно. Исследуемая территория располагается на правом берегу р. Волги, где лесистость превышает 30%. Здесь преобладает эколого-географическая группа, включающая 151 вид (23,3%). К ней относятся такие виды растений, как: *Matteuccia struthiopteris* (L.) Todor., *Dryopteris cristata* (L.) A.Gray, *Lycopodium annotinum* L., *Carex pilosa* Scop., *Convallaria majallis* L., *Chrysosplenium alternifolium* L., *Rubus saxatilis* L., *Viola epipsila* Ledeb., *Chimaphilla umbellate* (L.) W. Barton, *Vaccinium myrtillus* L., *Vaccinium vitis-idaea* L. и др.

Лесостепная группа занимает второе место и имеет в своем составе 143 вида (22,1%). Большое количество лесостепных растений объясняется расположением всей Самарской области в лесостепной зоне. Преобладающее число данных растений произрастает на черноземных почвах, в степях на лугах, в поймах рек. К ним относятся такие растения как *Dactylis glomerata* L., *Asparagus officinalis* L., *Silene viscosa* (L.) Pers., *Sedum acre* L., *Coronilla varia* L., *Geranium sanguineum* L., *Hypericum perforatum* L., *Stachys recta* L., *Achillea setacea* Waldst. et Kit. и др.

Эколого-географические группы во флоре Рачейского бора

№	Наименование группы	Число видов	
		абс.	% от общего числа видов
1	Лугово-степная	19	2,9
2	Лесостепная	143	22,1
3	Лесная	151	23,3
4	Луговая	88	13,6
5	Лугово-лесная	69	10,6
6	Пустынно-степная	1	0,2
7	Горно-степная	11	1,7
8	Прибрежно-водная	26	4,0
9	Степная	37	5,7
10	Водная	15	2,3
11	Болотная	33	5,1
12	Горно-лесная	5	0,8
13	Лугово-болотная	12	1,8
14	Сорная	37	5,7
15	Одичавшая	1	0,2
	Всего	648	100

Довольно большое количество видов принадлежит к луговой группе – 88 видов (13,6%), что объясняется наличием заболоченных участков и болот на изучаемой территории. Весной в Рачейском бору образуется большое количество заливных лугов. Растения данной группы преобладают на лугах, по берегам ручьев, болотах, на лесных опушках. К ним относятся: *Poa pratensis* L. s.l., *Carex hirta* L., *Polygonum hydropiper* L., *Lysimachia nummularia* L., *Trifolium pratense* L., *Galium aparine* L., *Bidens cernua* L. и другие.

Лугово-лесная группа представлена 69 видами растений (10,6%). Они растут в окружении леса и на лугах. Это *Molinia caerulea* (L.) Moench., *Veratrum lobelianum* Bernh., *Lysimachia vulgaris* L., *Dianthus superbis* L., *Genista tinctoria* L., *Gentiana pneumonanthe* L., *Campanula glomerata* L. и др.

Одинаковое количество видов принадлежит сорной и степной группам, которые насчитывают по 37 видов (5,7%). Такое большое количество сорных растений связано с антропогенным воздействием: наличием дороги, жилых массивов, вырубкой и подсочкой лесов, обильным сбором ягод в охраняемых природных уголках и т.д. К таким растениям относятся: *Urtica urens* L., *Raphanus raphanistrum* L., *Convolvulus arvensis* L., *Erigeron canadensis* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop. s. l., *Sonchus arvensis* L. и другие. Эта группа обильно представлена в семействе Compositae. Многие степные виды произрастают на холмах, возвышенностях и каменистых склонах, в местах, где скапливается меньше всего влаги. Они представлены 37 видами (5,7%). Это такие растения как *Stipa borysthena* Klok. ex Prokud., *Carex supina* Wahlenb., *Berteroa incana* (L.) DC, *Artemisia austriaca* Jacq., *Vincetoxicum stepposum* (Pobed.) A. et D.Löve и др.

Болотная группа насчитывает 33 вида (5,1%). В Рачейском бору для данных растений долгие годы были очень благоприятные условия произрастания, а именно торфяные, осоковые и травянистые болота, сырые и болотистые луга,

старицы, берега водоемов и ручьев. Но в 2009 многие болота сильно измельчали, а некоторые высохли полностью. Это может привести к полному исчезновению редких растений региона. К таким растениям относятся: *Thelypteris palustris* Schott, *Carex lasiocarpa* Ehrh., *Carex elongata* L., *Juncus alpinoarticulatus* Chaix ex Vill., *Salix lapponum* L., *Drosera rotundifolia* L., *Comarum palustre* L., *Oxycoccus palustris* Pers., *Menyanthes trifoliata* L., *Scheuchzeria palustris* L., *Geum rivale* L. и другие.

Прибрежно-водная группа содержит 26 видов растений (2,0%). Эти растения произрастают по берегам ручьев, рек, на заболоченных лугах, болоте и т.д. К ним относятся: *Typha angustifolia* L., *Alisma plantago-aquatica* L., *Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch., *Carex rostrata* Stokes, *Scirpus sylvaticus* L., *Polygonum amphibium* L., и другие.

В лугово-степную группу входит 19 видов (2,9%). Представителями её являются: *Medicago sativa* L. *Gypsophila muralis* L., *Galeopsis ladanum* L., *Myosotis arvensis* (L.) Hill, *Veronica serpyllifolia* L., *Matricaria perforata* Mérat, и другие.

Водную группу составляют 15 видов (2,3%). Это такие растения как *Sparganium erectum* L., *Potamogeton natans* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid., *Lemna minor* L., *Utricularia intermedia* Hayne и другие.

Лугово-болотная группа насчитывает 12 видов (1,81%). К ней относятся: *Equisetum palustre* L. *Alopecurus geniculatus* L., *Eleocharis mamillata* Lindb. fil., *Carex nigra* L., и другие виды произрастающие на заболоченных лугах и болотах.

Горно-степная группа содержит 11 видов (1,7%). Это такие растения как *Asplenium ruta-muraria* L., *Agropyron desertorum* (Fisch. ex Link) Schult., *Polygala sibirica* L. и другие. А в горно-лесную группу входят 5 видов растений (0,8%). Это *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh., *Gymnocarpium robertianum* (Hoffm.) Newm, *Asplenium septentrionale* (L.) Hoffm., *Polypodium vulgare* L. и *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. Эти растения были обнаружены под пологом сосняков на мшистых скалах и валунах, материнских породах и на сливных песчаниках.

Одновидовыми группами (0,2%) на данной территории являются пустынно-степная и одичавшая. Первая представлена *Bassia hyssopifolia* (Pall.) O. Kuntze, вторая – *Berberis vulgaris* L.

Таким образом, преобладающими группами являются: лесная, лесостепная, луговая и лугово-лесная. Рачейский бор сохраняет в себе все функции соснового леса, но сырых участков с каждым годом становится все меньше, а во флоре бора появляются лесостепные, степные и сорные виды растений. Если в ближайшие годы такая климатическая и антропогенная обстановка сохранится, то бор потеряет множество редчайших видов растений региона и свою уникальность.

Литература

Плаксина Т. И. Эколого-географические группы во флоре Волго-Уральского региона и вопросы их охраны // Региональные проблемы экологии: Тез. докл. конф. Казань, 1985. Ч. 2. С. 89–91.

Плаксина Т. И. Конспект флоры Волго-Уральского региона. Самара: Самарский университет, 2001. 388 с.

ЛИПА В ЛЕСАХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Л. А. Зубарева

Вятский государственный гуманитарный университет

Липа является главной коренной лесообразующей породой в широколиственных и смешанных (подтаежных) лесах европейской равнинной части России.

Широколиственные древесные породы, по сравнению с хвойными, имеют более высокий биосферный потенциал, обеспечивая больший вклад в «здоровье биосферы». Выше их устойчивость против техногенного загрязнения атмосферы, что крайне важно в условиях современной экологической ситуации.

Леса с участием липы – важный компонент ценотического биоразнообразия, обуславливающего богатство видового состава и генофонда организмов данной территории. Спутниками липы является большая флористическая группа травянистых (помимо древесных) видов растений почвенного покрова лесного сообщества. Это так называемое дубравное или неморальное широко-травье, куда относятся сныть, медуница, сочевичник весенний, вороний глаз, ясменник, копытень, звездчатка жестколистная и мн. др. Соответственно обогащен и фаунистический комплекс этих экосистем.

Благоприятное влияние липа оказывает на местообитание (экологическая роль). Листовой опад ее способствует образованию богато гумусированных плодородных почв. Помимо этого липа нейтрализует кислотность почвенного раствора, которая повышается под еловым лесом и становится неблагоприятной для произрастания самой ели. Такое влияние липы на почвообразование улучшает состояние и повышает продуктивность ели, произрастающей в совместных посадках с этой породой.

Липа находит разнообразнейшее применение в хозяйстве. Используется ее мягкая древесина, кора (лыко), мочало, листья, а с цветов пчелы собирают душистый мед. Липовые аллеи, рощи, смешанные посадки липы с хвойными породами оказывают благотворное эмоционально-эстетическое воздействие.

В природно-ландшафтных комплексах на территории Кировской области липа занимает разное положение. В южных районах области она является одной из лесообразующих пород зональных подтаежных лесов. Такова же ее ценотическая роль в поймах крупных рек – Вятки, Чепцы, Моломы, где она образует местами древостой однопородного состава или смешанные – с елью, сосной, березой и др. У северной границы области (р. Кобра в Нагорском районе) стволовая форма липы в древостое встречается в качестве примеси.

На водоразделах таежной зоны липа входит в состав чистых или смешанных древостоев по особо благоприятным местообитаниям. Это, прежде всего, хорошо дренированные возвышенности Вятского Увала, Чепецко-Кильмезского водораздела, где формируются более плодородные почвы дернового типа, обычно на карбонатных породах.

Обилие липы в лесах заказника «Былина» отмечает Е. М. Тарасова (2005). По словам автора, здесь липа произрастает в лесах «на островах», представляющих повышенные участки среди обширных массивов сфагновых болот и озер.

Очевидно, эти «острова» образованы отложениями рыхлого моренного материала, что обеспечивает хороший дренаж и благоприятные условия почвообразования.

По Государственному учету лесного фонда (данные Департамента лесного хозяйства на 2008 г.) доля лесопокрытых земель с липой по области в целом невелика и составляет примерно 1,5% от площади всех лесных земель. Наиболее значительны площади липняков в лесхозах южной части области – Уржумском (14141 га), Кильмезском (11836), Малмыжском (10645), Вятско-Полянском (4132). В Немском и Санчурском – немногим более 1000 га (в каждом), еще меньше – в Яранском и Нолинском. В основном лесопокрытые земли этого типа находятся в Федеральном Управлении лесами (бывший ГЛФ). В Кильмезском и Малмыжском лесхозах значительная доля этих лесов находится на землях сельскохозяйственного назначения. В Лебяжском лесхозе все леса с липой входят в состав земель сельскохозяйственного назначения.

В пределах таежной зоны больше всего лесов с липой имеется в составе Зуевского и Оричевского лесхозов (соответственно – 1413 и 742 га). Вероятно, эти леса приурочены здесь к поймам рек Вятки и Чепцы. Очевидно и в Фаленском лесхозе (398 га) липняки расположены в пойме р. Чепцы.

Особый интерес представляют леса с липой в составе Омутнинского (351 га) и Шабалинского (419) лесхозов, где они скорее всего занимают водораздельные участки. Чистые древостои с могучими липами автору довелось видеть лет 30 тому назад в Омутнинском районе.

В стволовой форме липа возобновляется на вырубках, окружающих Золотаревские «нефтепромыслы». В травостое здесь доминируют медуница, сныть, обилен аконит. Очевидно, водораздельные липняки в нашей области относятся к медуницевому типу, а пойменные – к снытевому.

По имеющимся в научной литературе данным (Разумовский), леса с липой могут произрастать на большей части территории Кировской области, а именно – в пределах всей южной подзоны тайги, что обусловлено, очевидно, особенностями рельефа и характером почвообразующих пород. Широкие возможности хозяйственного применения липы, а также более плодородные земли, занимаемые этими лесами, привели к их массовой вырубке на самых ранних этапах освоения нашего лесного края.

Восстановить потенциальный ареал лесов с участием липы можно по анализу растений напочвенного покрова на сохранившихся участках древесно-кустарниковой растительности.

Данные о потенциальном ареале лесов этого типа необходимо учитывать при восстановлении и реконструкции лесов Кировской области. Это отвечает не только хозяйственно-экономическим потребностям, но будет также способствовать увеличению общего биоразнообразия, без которого невозможно сохранить «здоровье биосферы».

РОЛЬ ВЫСОТНОГО ГРАДИЕНТА В ФОРМИРОВАНИИ РАЗНООБРАЗИЯ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ОХРАНЯЕМЫХ ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРНОГО УРАЛА

*Ю. А. Дубровский, А. А. Дымов, Е. В. Жангуров,
В. А. Канев, Т. Н. Пыстина, С. В. Дегтева
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

Заповедные территории России – уникальные полигоны для исследования естественного хода природных процессов. На территории Республики Коми в 1930 г. создан Печоро-Илычский государственный природный заповедник, который стал первым научно-исследовательским учреждением региона (Кадастр..., 1993; Таскаев, Дегтева, 1999). Растительный и почвенный покров резервата изучали несколько поколений ученых (Корчагин, 1940; Взаимосвязи..., 1980; Забоева, 1975; Флора и растительность..., 1997), однако сведения об их разнообразии до настоящего времени остаются неполными. Наиболее сложная организация экосистем характерна для предгорий и гор Северного Урала, что во многом обусловлено явлением высотной поясности. Сведения о роли высотного градиента в формировании структуры и состава растительных сообществ и разнообразия развивающихся под ними почв крайне скудны.

В 2009 г. специалистами Института биологии Коми НЦ УрО РАН выполнена инвентаризация почвенного и растительного покрова, флоры сосудистых растений, лишенобиоты ключевого участка, расположенного в северной части Печоро-Илычского заповедника в верхнем течении р. Илыч. В меридиональном направлении был заложен профиль, начальная точка которого располагалась на левом берегу реки Илыч напротив о-ва Клёнгыны-ди, конечная – на высшей точке хребта Кычиль-из. Долина р. Илыч в пределах исследованного участка пологая, с постепенным подъёмом по мере приближения к горным хребтам Северного Урала. Берега поднимаются над уровнем реки на 4–5 м. На мелководье развиты монодоминантные группировки *Petasites radiatus* с примесью *Caltha palustris* и *Equisetum fluviatile*. Первая аллювиальная терраса не широкая, сформирована песчаными и галечниковыми наносами. Вдоль уреза воды узкой полосой (ширина 1–2 м) располагаются фитоценозы с доминированием *Carex aquatilis*. В средней части бечевника создаются условия, благоприятные для формирования слабо сомкнутых растительных группировок, отличающихся высоким видовым разнообразием и отсутствием ярко выраженных доминантов. Наиболее постоянны и обильны *Alchemilla* sp., *Equisetum sylvaticum*, *Hypericum maculatum*, *Phleum pratense*. На более высоких уровнях поймы развиты луга с доминированием *Calamagrostis purpurea* и заросли кустарников (*Salix pyrolifolia*, *Duschekia fruticosa*). На надпойменной террасе формируются еловые леса травяной группы типов (асс. *Piceetum purpureae calamagrostidosum*).

В долине Илыча представлены разнообразные типы аллювиальных почв: от аллювиальных примитивных до аллювиальных дерновых и луговых. Под пологом хвойных лесов на надпойменной террасе формируются слабо диффе-

ренцированные на генетические горизонты аллювиальные дерновые лесные почвы.

Водораздельные пространства заняты сообществами темнохвойной тайги (ассоциации *Piceetum myrtilloso-hylocomiosum*, *Piceetum myrtilloso-gymnocarpioso-hylocomiosum*, *Piceetum equisetoso-caricoso-myrtilloso-hylocomiosum*). На слабо дренированных пологих склонах увалов под еловыми лесами зеленомошной группы типов на моренных суглинистых отложениях развиты торфянисто-подзолисто-глееватые почвы.

Наиболее увлажнённые экотопы занимают ельники, принадлежащие к двум ассоциациям сфагновой группы типов леса (ассоциации *Piceetum gymnocarpioso-myrtilloso-sphagnosum*, *P. globulari caricoso-myrtilloso-sphagnosum*). Водораздельные пространства, тянущиеся до подножья хребта Кычиль-из, в трёх местах пересекают долины ручьёв. Такие экотопы, характеризующиеся повышенным увлажнением проточного характера, занимают еловые леса травяно-сфагновой группы типов (асс. *Piceetum geranioso-sphagnosum* и асс. *Piceetum filipenduloso-equisetoso-sphagnosum*).

По мере приближения к подножию гор и увеличения высоты над уровнем моря происходит закономерное изменение таксационных характеристик древостоя и структуры травяно-кустарничкового яруса лесных сообществ. Высота деревьев снижается, в составе насаждений возрастает доля *Abies sibirica*, *Pinus sibirica*. В составе травяно-кустарничкового яруса увеличивается роль папоротников. На высотах 300–340 м над ур. м сообщества ельников сменяются пихтовыми лесами асс. *Abietetum myrtilloso-gymnocarpioso-hylocomiosum*. У подножия хребта Кычиль-из на высоте 340–350 м над ур. м. располагается облесённое сосной пушицево-сфагновое болото. Для болотного массива характерны участки, заросшие *Betula nana*. В травяно-кустарничковом ярусе доминирует *Eriophorum vaginatum*, заметным обилием характеризуются *Carex pauciflora*, *Vaccinium uliginosum*, *Rubus chamaemorus*. В напочвенном покрове господствуют сфагновые мхи.

В средней части горно-лесного пояса на профиле сообщества развиваются на почвах с избыточным увлажнением, которое обеспечивается близостью болота. В этих условиях под пологом пихтовых лесов формируется напочвенный покров со значительным участием сфагновых мхов. На высотах 350–400 м над ур. м. распространены сообщества ассоциации *Abietetum expansae dryopteridoso-sphagnosum*. В верхней части горно-лесного пояса (420–460 м над ур. м) преобладают пихтарники зеленомошной группы типов, относящиеся к ассоциации *Abietetum avenelloso-myrtilloso-hylocomiosum*.

Горно-лесной пояс характеризуется невысоким разнообразием почв. Основу почвенного покрова составляют почвы подзолистого типа. Основные различия прослеживаются в степени выраженности подзолистого процесса и глубине подстиления плотными породами, которая варьирует от 20 до 60 см. Как правило, на более легких почвообразующих породах подзолистый процесс выражен сильнее.

На отметках высот 500–520 м над ур. м. на западном склоне хребта Кычиль-из начинается подгольцовый пояс растительности, в котором преобладают горные лиственничные редколесья. На высотах 550–600 м над ур. м. описаны сообщества асс. *Montano-Laricetum lerchenfeldiosum*. Помимо лиственничных редколесий в верхней части подгольцового пояса (600 м над ур. м.) встречаются берёзовые редколесья и криволесья, сложенные *Betula pubescens*, отнесенные к асс. *Montano-Betuletum purpureae calamagrostidosum*. В зависимости от высоты местности, условий увлажнения и характера растительности в подгольцовом поясе выявлены горно-дерновые редколесные, горно-редколесные оподзоленные иллювиально-гумусово-железистые, горно-редколесные оподзоленные глееватые почвы.

На границе подгольцового и горно-тундрового поясов на высотах 620–650 м над ур. м. в ложбинах стока часто развиваются горные луга асс. *Filipenduloso-Calamagrostidosum* с развитым кустарниковым ярусом из *Salix lapponum*, *S. lanata*. Сообщества характеризуются значительным разнообразием сосудистых растений (29 видов на 400 м²). Развитие травянистой растительности обуславливает формирование здесь горных дерново-луговых примитивных почв (мощность профиля 15–20 см) с четко выраженным дерновым, гумусоаккумулятивным и пропитано-гумусовым горизонтами.

На высотах 750–830 м над ур. м. на склонах и плато хребта Кычиль-из представлена горно-тундровая растительность. Преобладают фитоценозы лишайниковой группы типов. Наиболее характерными видами лишайников являются *Cetraria islandica* и виды рода *Cladonia* (*Cladonia arbuscula*, *C. ectoecyna*, *C. phylophora* и др.). Отмечены сообщества осоково-цетрариевой, чернично-цетрариевой, луговиково-цетрариевой а также чернично- и луговиково-лишайниковой ассоциаций. Для горно-тундрового пояса характерна значительная пестрота почвенного покрова. Здесь можно встретить различные стадии почвообразования: от первичных – зарастание гольцов мхами и лишайниками, до относительно «мощных» (по меркам горных почв) профилей, расположенных на выположенных плоских вершинах. Под кустарничко-цетрариевыми сообществами развиты горно-тундровые поверхностно-глеевые почвы, на участках с высокой долей в фитоценозах *Avenella flexuosa* при неглубоком подстилании плотными породами (≈20 см) – горно-тундровые дерновые оподзоленные маломощные, под осоково- и луговиково-цетрариевыми сообществами – горные лугово-дерновые глеевые почвы. На пологих склонах с ерниково-лишайниковой растительностью формируются горно-тундровые пропитано-гумусовые почвы.

В результате флористических исследований в горной части хребта Кычиль-из, который относится к Среднепырьсинскому ботанико-географическому району (Лавренко и др, 1995) было выявлено, что флора высших сосудистых споровых, голосеменных и покрытосеменных растений включает 240 видов, относящихся к 135 родам и 50 семействам. К споровым растениям, которые представлены папоротниками, хвощами и плаунами, относится 18 видов (7.5%). Зарегистрировано шесть видов голосеменных. Остальные таксоны (222) относятся к покрытосеменным или цветковым растениям. Соотношение двудольных

и однодольных составляет 2.1 : 1. Наибольшим видовым разнообразием отличаются семейства *Superaceae* с 25 видами, *Poaceae* (24), *Asteraceae* (23), *Rosaceae* (13), *Ranunculaceae* и *Ericaceae* (по 12 видов). Замыкают десятку ведущих семейств *Scrophulariaceae*, *Salicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Juncaceae*. Десять наиболее крупных семейств включают 148 видов (61.6 % от общего числа). Среди родов наибольшим числом видов представлены *Carex* (18 видов) и *Salix* (10). Заметным разнообразием видов отличаются также роды *Equisetum*, *Poa*, *Hieracium*, *Ranunculus*, *Calamagrostis*, *Juncus*, *Luzula*, *Eriophorum*, *Stellaria*, *Rubus*.

Географический анализ флоры по составу широтных групп показал, что на фоне преобладания бореальных видов (50.2%), заметную роль в формировании растительного покрова играют представители северных фракций (арктической, гипоарктической, аркто-альпийской), доля которых в сумме составляет 42.4%. Участие видов южных широтных групп (неморально-бореальной и лесостепной), а также представителей полизональной группы невелико (по 3.3 %). Среди долготных групп преобладают виды с широкими гомарктическими и евразийскими ареалами (47.3 и 29.8% соответственно). Положение территории в предгорьях и горах Урала определяет примерно равное соотношение видов с преимущественно европейским и азиатским распространением (10.2 и 10.6% соответственно). Космополитных видов всего три (1.3%). Отмечен один эндемик Урала – *Anemonastrum biarmense*. Зафиксированы 8 видов сосудистых растений, которые включены в Красную Книгу Республики Коми: *Anemonastrum biarmense*, *Dactylorhiza fuchsii*, *Diapensia lapponica*, *Dryas octopetala*, *Dryopteris filix-mas*, *Loiseleuria procumbens*, *Pinus sibirica*, *Rhodiola rosea*.

Исследованный район характеризуется богатым видовым составом лишайников. Для многих редких в Республике Коми видов выявлены новые места находок, ряд видов (*Arthonia cinereopruinosa*, *Hypogymnia austerodes*, *Peltigera elisabethea*) для бассейна Илыча зарегистрирован впервые. Наибольшее разнообразие лишайников отмечено в долинных и приречных еловых лесах, пойменных древовидных ивняках и смешанных пихтово-еловых лесах, распространенных в нижней части горно-лесного пояса хребта Кычиль-из. В указанных сообществах отмечено и максимальное число таксонов, включенных в Красную книгу Республики Коми. Всего в районе исследования выявлено 24 вида, подлежащих охране в республике. Два из них: *Tuckneraria laureri*, *Lobaria pulmonaria* охраняются на федеральном уровне. Наиболее значимы находки *Usnea longissima* (в региональной Красной книге категория статуса охраны 1), *Hypogymnia austerodes*, *Heterodermia speciosa* и *Phaeophyscia kairamoi* (категория 2), произрастающих в еловых приречных и пойменных лесах, а также зарослях древовидных ив. Для этих, а также многих других редких видов в лесных сообществах района исследования выявлены многочисленные популяции. Набор видов лишайников, встречающихся в гольцовом и подгольцовом поясах, типичен для растительных сообществ верхних горных поясов Северного Урала, из числа редких зарегистрирован один вид – *Hypogymnia bitteri*, нуждающийся на территории Республики Коми в биологическом надзоре.

Полученные данные расширяют представления о видовом, ценотическом и экосистемном разнообразии Печоро-Илычского заповедника и могут быть использованы при мониторинге особо охраняемых природных комплексов.

Исследования выполнены в рамках междисциплинарного проекта УрО РАН «Разработка концепции создания Атласа природного наследия Урала».

Литература

Взаимосвязи компонентов лесных и болотных экосистем средней тайги Приуралья. Л., 1980. 254 с.

Забоева И. В. Почвы и земельные ресурсы Коми АССР. Сыктывкар, 1975. 344 с.

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

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

Корчагин А. А. Растительность северной половины Печоро-Илычского заповедника. М., 1940. 415 с. (Тр. Печоро-Илычского зап., вып. II).

Таскаев А. И., Дегтева С. В. Система особо охраняемых природных территорий Республики Коми: история формирования и перспективы развития // Урал: наука, экология. Екатеринбург, 1999. С. 78–98.

Флора и растительность Печоро-Илычского биосферного заповедника / С. В. Дегтева, Г. В. Железнова, Д. И. Кудрявцева, Н. И. Непомилуева, Я. Херманссон, Т. П. Шубина. Екатеринбург, 1997. 385 с.

ФЛОРА КОМПЛЕКСНОГО ЗАКАЗНИКА «БЕЛОЯРСКИЙ» И ЕГО СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ (ПОДЗОНА СРЕДНЕЙ ТАЙГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ, КОРТКЕРОССКИЙ РАЙОН)

В. А. Канев

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

Для сохранения эталона среднетаежных ландшафтов в Корткеросском районе, в подзоне средней тайги на правом берегу р. Вычегда, в районе Белоярского бора был создан комплексный заказник «Белоярский». На территории заказника представлены основные типы растительности среднетаежной зоны (сосновые, еловые и смешанные леса, болота, заливные луга), служащие местобитаниями для почти 400 видов растений, 250 видов позвоночных и около 450 видов беспозвоночных. Предложен для охраны и охраняется Сыктывкарским государственным университетом. Учрежден постановлением СМ Республики Коми № 110 от 1 марта 1993 г. (Кадастр охраняемых природных территорий Республики Коми, 1995).

Исследуемая территория находится в Кольско-Печорской подпровинции Северо-европейской таежной провинции Евразийской таежной области с преобладанием еловых лесов (Исаченко, Лавренко, 1980). По лесорастительному районированию исследуемая территория относится к Вычегодско-Сысольскому округу еловых, сосновых, березовых и осиновых лесов Восточно-Европейской равнинной провинции (Леса Республики Коми, 1999).

В результате флористических исследований в заказнике «Белоярский» и на прилегающей территории было выявлено, что флора высших сосудистых споровых, голосеменных и покрытосеменных растений составляет 424 вида относящихся к 224 родам и 79 семействам. Уровень видового разнообразия является относительно богатым для подзоны средней тайги, так как находящаяся недалеко флора поселка Усть-Локчим насчитывает 434 вида (Мартыненко, Груздев, Канев, 2008).

К споровым растениям относится 17 видов (4%), которые представлены папоротниками, хвощами, плаунами. Восемь видов относится к папоротникам – *Matteuccia struthiopteris*, *Dryopteris carthusiana*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Athyrium filix-femina*, *Diplazium sibiricum* и др. Пять видов относится к хвощам – хвощи полевой, речной, болотный, луговой, лесной, камышковый (*Equisetum arvense*, *E. fluviatile*, *E. palustre*, *E. pratense*, *E. sylvaticum*). Три вида относится к плауновидным – сплюснутый (*Diphasiastrum complanatum*), булавовидный (*Lycopodium clavatum*), годичный (*L. annotinum*). Пять видов принадлежат к голосеменным растениям, которые представлены хвойными растениями – пихта сибирская (*Abies sibirica*), ель сибирская (*Picea obovata*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*) и сосна сибирская или кедр (*Pinus sibirica*). *Picea obovata*, Сосна сибирская или кедр (*Pinus sibirica*) встречается только в культурных посадках в селе Пезмог и его окрестностях.

Остальные виды (402) из 424 относятся к покрытосеменным или цветковым растениям, из которых 108 – однодольные (семейства *Typhaceae*, *Sparganiaceae*, *Potamogetonaceae*, *Juncaginaceae*, *Scheuchzeriaceae*, *Vitaceae*, *Alismataceae*, *Hydrocharitaceae*, *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Araceae*, *Lemnaceae*, *Juncaceae*, *Melanthiaceae*, *Trilliaceae*, *Convallariaceae*, *Liliaceae*, *Orchidaceae*), а 294 вида растений двудольные (остальные семейства, кроме, выше перечисленных). Соотношение двудольных и однодольных составляет 2,7:1.

Наибольшим разнообразием отличаются семейства астровые (*Asteraceae*) с 49 видами, осоковые (*Cyperaceae*) с 34, мятликовые (*Poaceae*) с 31, розоцветные (*Rosaceae*) с 20, лютиковые (*Ranunculaceae*) и норичниковые (*Scrophulariaceae*) с 19 видами каждое. Замыкают десятку ведущих семейств гвоздичные (*Caryophyllaceae*) с 18 видами, бобовые (*Fabaceae*) и ивовые (*Salicaceae*) с 14 каждое и гречишные (*Polygonaceae*) с 12. Всего десятка ведущих семейств включают 54,2% видов флоры.

Среди ведущих родов наибольшим числом видов представлен род *Carex* (27 видов). Вторым родом по численности видов – *Salix* (13), все виды этого рода являются древесными породами (деревьями, кустарниками) и произрастают на болотах (*Salix hastata*, *Salix myrtilloides*), по берегам рек (*Salix viminalis*, *Salix triandra*), в лесах (*Salix caprea*). Относительным разнообразием видов также отличаются роды лютик (*Ranunculus*) – 8 видов, вероника (*Veronica*) – 7, рдест (*Potamogeton*) – 7, звездчатка (*Stellaria*) – 7, фиалка (*Viola*) – 7, ястребинка (*Hieracium*) и подмаренник (*Galium*) с 6 видами каждое, костяника (*Rubus*), мятлик (*Poa*), хвощ (*Equisetum*), вейник (*Calamagrostis*) с 5 видами каждое.

Наибольшее количество родов содержат семейства Asteraceae (34) и Poaceae (18), далее следуют Rosaceae (11), Caryophyllaceae (11), Ranunculaceae (10), Apiaceae (10), Brassicaceae (9), Lamiaceae (8), Scrophulariaceae (7), Fabaceae (7), Orchidaceae (7), Ericaceae (6), Polygonaceae (5).

Географический анализ флоры по составу широтных групп показал преобладание бореальных видов, к числу которых относится 68,6% выявленных сосудистых растений. Суммарное участие северных широтных групп составило 6,3%. Арктических видов нет. Из аркто-альпийских видов (0,9%), отмечены горец живородящий (*Bistorta vivipara*), соссурея альпийская (*Saussurea alpina*). Из гипоарктических видов (5,4%) – звездчатка толстолистная (*Stellaria crassifolia*), береза карликовая (*Betula nana*) и др.

Южные широтные группы включают неморальные, неморально-бореальные и лесостепные виды, в общей сложности их доля достигает 9%. Неморальных видов во флоре пять (1,2%) – фиалка удивительная (*Viola mirabilis*), звездчатка лесная и ланцетовидная (*Stellaria nemorum* и *S. holostea*). Неморально-бореальных больше (18 видов или 4,2%) – волчье лыко обыкновенное (*Daphne mezereum*), черемуха обыкновенная (*Rubus avium*). Лесостепных видов пятнадцать или 3,6% – смолевка татарская (*Silene tatarica*), лапчатка неблястящая (*Potentilla improita*). Виды с полизональным распространением составляют 16,1% флоры, что говорит о значительном антропогенном воздействии на флору, это связано с тем, что в районе заказника происходила и происходит активная хозяйственная деятельность – мелиорация и осушение болот, выпас скота, рыболовство, сенокошение, близкое расположение старинного коми села Пезмог и др. Часть из них являются сорными и произрастают около лесных избушек, на сорных местах, вдоль дорог (ромашка ромашковидная – *Lepidotheca suaveolens*, крапива двудомная – *Urtica dioica*, а другая часть водными и встречается в основном водоёме данного заказника – озеро Пезмогское (рдест стебелообнимающий – *Potamogeton perfoliatus*, уруть мутовчатая – *Myriophyllum verticillatum*).

В составе флоры среди долготных групп преобладают виды с широкими голарктическими и евразийскими ареалами (соответственно 32,5 и 42,7%). К азиатским видам (3,8%) относятся основные древесные породы – ель сибирская (*Picea obovata*), пихта сибирская (*Abies sibirica*). Кроме того, к этой группе относятся и другие виды – вейник тупоколосковый (*Calamagrostis obtusata*), звездчатка Бунга (*Stellaria bungeana*). Значительную долю составляют (17%) европейские виды – осока сближенная (*Carex appropinquata*), купальница европейская (*Trollius europaeus*). Космополитных видов немного, 4% – мятлик однолетний (*Poa annua*), горец птичий (*Polygonum aviculare*), тростник обыкновенный (*Phragmites australis*). Большинство видов этой группы являются сорными, которые произрастают, в основном, у по лесным дорогам, у кострищ, на месте бывших зарастающих полей, а другая часть – водными и прибрежноводными видами.

Основной жизненной формой комплексного заказника «Белоярский» являются травы, к которым относится свыше трех четвертей биоморфологического состава флоры (88%). Большая часть трав – 77,6% – многолетние (*Trollius eu-*

goraeus, *Ranunculus repens*). Одно-двулетних растений (*Fallopia convolvulus*, *Pedicularis palustris*, *Erysimum cheiranthoides*) на порядок меньше – 10,4%. Все древесные жизненные формы насчитывают 12% видов, из них деревьев всего 3,8%, кустарников чуть больше – 5,2% (*Daphne mezereum*, *Salix myrsinifolia*, *Salix phylicifolia*, *Juniperus communis*). Большинство древесных растений (*Picea obovata*, *Abies sibirica*, *Pinus sylvestris*, *Betula pubescens*, *Populus tremula*) являются лесообразующими породами и образуют первый ярус, и образуют соответственно еловые, сосновые, березовые и осиновые леса, другая часть деревьев образуют второй древесный ярус (*Salix caprea*, *Salix pyrolifolia*, *Sorbus aucuparia*). Кустарники играют важную роль в растительном покрове лесов и лугов и не редко являются доминантами в сообществах, особенно виды рода ива (*Salix* sp.) образуют монодоминантные сообщества в поймах рек. Разнообразие кустарничков и полукустарничков относительно стандартно для подзоны средней тайги – 3% (*Oxycoccus microcarpus*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Andromeda polifolia*, *Linnaea borealis*, *Vaccinium myrtillus*), некоторые из них играют существенную роль в растительном покрове лесов, болот, при образовании травяно-кустарничкового яруса.

В комплексном заказнике «Белоярский» отмечено 9 охраняемых в Республике Коми видов сосудистых растений, включенных в региональную Красную книгу (Красная книга Республики Коми, 1998). Видов категорий 0(Ex) вероятно исчезнувшие на данной территории и 1(E) находящиеся в республике под угрозой исчезновения в нашей флоре, отсутствуют. Видов второй категории 2(V), относящихся к особо охраняемым растениям, как редкие уязвимые виды с сокращающейся численностью, один. Таковыми является сосна сибирская или кедр (*Pinus sibirica*). Виды третьей 3(R) и четвертой категории 4(I) во флоре отсутствуют. Остальные восемь видов растений (пальчатокоренник Траунштейнера и Фукса (*Dactylorhiza traunsteineri* и *Dactylorhiza fuchsi*), любка двулистная (*Platanthera bifolia*), кувшинка чисто-белая (*Nymphaea candida*) и др.) представлено в дополнительной, пятой – 5(Cd) категории охраны. Куда включаются виды, довольно обычные, но резко сокращающие свою численность в условиях антропогенного воздействия (лекарственные, декоративные) являющиеся индикаторами данного процесса и требующие биологического надзора.

Данный заказник испытывает сильную антропогенную нагрузку, в связи с хорошей транспортной доступностью, близким нахождением населенных пунктов (с. Пезмог, Корткерос, пос. Приозерный) и большими рекреационными возможностями (сбор грибов и ягод, охота, рыболовство и пр.). В связи с этим в заказнике наблюдается следующие воздействия на ландшафты заказника: сбор грибов и ягод и происходящие при этом вытаптывания участков леса, низовые пожары, выпас скота (коров, коз), наличие мусорных мест бытовых отходов в различных растительных сообществах (луга, леса); вырубка и подсочка как отдельных деревьев (по берегу озера Пезмог), так и отдельных участков леса (например, по дороге на старую паромную переправу), активное рыболовство на реке Вычегда и озере, эвтрофикация (обогащение органическими веществами) водоемов и лугов.

Флора высших сосудистых растений заказника «Белоярский» составляет 424 вида относящихся к 224 родам и 79 семействам. Уровень видового разнообразия является относительно богатым для подзоны средней тайги, флора является типично бореальной. Показатели систематической, географической, ценотической, экологической и биологической структуры являются характерными для флор подзоны средней тайги. В ценотическом анализе преобладают виды лесных и луговых сообществ, сорных видов относительно много, поэтому антропогенные изменения растительности на данной территории значительны. В комплексном заказнике «Белоярский» отмечено 9 охраняемых в Республике Коми видов сосудистых растений, включенных в региональную Красную книгу (Красная книга Республики Коми, 1998).

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, 1995. Ч. II. 190 с.
- Красная книга Республики Коми. М., 1998. 527 с.
- Леса Республики Коми. М.: ДИК, 1999. 322 с.
- Мартыненко В. А., Груздев Б. И., Канев В. А. Локальные флоры таежной зоны Республики Коми. Сыктывкар, 2008. 76 с.

МАТЕРИАЛЫ К ФЛОРЕ ВЫСШИХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ БОЛОТНОГО ЗАКАЗНИКА «ДОН-ТЫ» (ПОДЗОНА СРЕДНЕЙ ТАЙГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ, КОРТКЕРОССКИЙ РАЙОН)

В. А. Канев

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

В течение последних восьми лет специалисты отдела флоры и растительности Севера проводят работы, направленные на выявление фитоценотического и флористического разнообразия особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Республики Коми. Летом 2008 г. состоялась экспедиция в болотный заказник «Дон-ты». Данная ООПТ – эталон типичного переходного болота средней тайги, находится в восточной части Республики Коми, в Усть-Куломском районе (Усть-Куломский лесхоз, Керчемское и Усть-Куломское лесничества), на водоразделе рек Кулом-Ю и Вычегда, на ЮВ от с. Дон, площадь заказника 7941 га. Массив древесно-кустарничково-сфагновый переходного типа. Торфяная залежь переходная, сложена осоково-сфагновыми, осоково-сфагново-гипновыми торфами со средней мощностью 2,19 м, максимальная ее величина – 7,5 м. Вокруг болота выделена буферная зона шириной 300 м. Предложен для охраны Институтом Биологии КНЦ УрО РАН (Алексеева). Утвержден постановлением СМ Коми АССР от 30 ноября 1978 г., № 484. Охраняется Усть-Куломским лесхозом (Кадастр охраняемых природных территорий Республики Коми, 1993).

Согласно геоботаническому районированию, принятому в России (Исаченко, Лавренко, 1980), изученная территория относится к Камско-Печорско-Западноуральской подпровинции Урало-Западносибирской таежной провинции Евразийской таежной области и располагается в подзоне средней тайги. По лесорастительному районированию, принятому в Республике Коми (Леса Республики Коми, 1999), территория относится к округу еловых, сосновых и березовых лесов на возвышенностях и увалистых равнинах в бассейнах верхней Вычегды и верхней Печоры. Рельеф низменно-равнинный, высота над уровнем моря от 102 до 159 м. Растительность в приозерной депрессии представлена в основном сфагновыми переходными болотами, а на хорошо дренированных пространствах «Донского всхолмления» широко распространены смешанные хвойно-лиственные, еловые и сосновые леса преимущественно зеленомошного типа.

На территории болотного заказника «Дон-ты» широко распространены массивы олиготрофных и олигомезотрофных болот. Поверхность олиготрофных сфагновых болот слабовыпуклая, расположены они, в основном, около озер Малый Кадом и Шер Кадом. Микрорельеф таких болот средне- и крупнокочковатый, переходящий в центре болота в грядово-мочажинный. Гряды кустарничково-сфагновые и кочки (диаметр до 1 м) хорошо выражены, высота их до 40–50 см, ширина 1–2 м (до 5 м), длина 5–7 м, отдельные гряды до 15–20 м длиной. Эти гряды могут быть облесены сосной (*Pinus sylvestris*), высота которой 2–3 м. Моховой покров таких гряд образован исключительно сфагнумом бурым (*Sphagnum fuscum*) и политрихумом сжатым (*Polytrichum strictum*). Мочажины трудно относительно проходимы, некоторые с водой на поверхности и участками голого (деградированного) торфа. Растительность мочажин представлена шейхцерево-сфагновыми, очеретниково (*Rhynchospora alba*) -сфагновые и осоково (*Carex limosa*) -сфагновыми сообществами. Из мхов в мочажинах распространен сфагнум обманчивый (*Sphagnum fallax*); в условиях большой обводненности, где сфагны образуют плавающий ковёр, – сфагнумы большой и Йенсена (*S. majus* и *S. jensenii*). Кустарничково-сфагновые и кустарничково-пушицево-сфагновые сообщества приурочены исключительно к повышению микрорельефа. В травяно-кустарничковом ярусе чаще всего преобладают хамедафне болотная и пушица влагилищная, реже – подбел узколистный. Шейхцерево-осоково (*Carex limosa*)-сфагновые и пушицево (*Eriophorum vaginatum*, *E. russeolum*)-сфагновые сообщества приурочены к обводненным мочажинам.

По размерам мезотрофные болота обычно уступают олиготрофным. Поверхность их ровная. Микрорельеф таких болот средне- и крупнокочковатый, переходящий в центре болота в грядово-мочажинный. Такие болота чаще всего облесены сосной (*Pinus sylvestris*) высотой деревьев 6–7 м (максимальной до 10 м). Береза (*Betula pubescens*) и ель (*Picea obovata*) встречаются единично только в прибрежной части болот. Много сухостойных деревьев. Основная часть болот занята сосново-кустарничково-сфагновыми сообществами. Из кустарничков наиболее обильны карликовая береза, хамедафне болотная. Из травянистых растений на мезотрофных болотах обычны пушица влагилищная

(*Eriophorum vaginatum*), многоколосковая (*E. polystachion*), осока бутылчатая (*Carex rostrata*), малоцветковая (*C. pauciflora*), вахта трехлистная (*Menyanthes trifoliata*), росянка круглолистная (*Drosera rotundifolia*). Моховой покров образован сфагновыми мхами, наиболее обильны сфагнумы магелланский (*Sphagnum magellanicum*), узколистный (*S. angustifolium*), менее распространены сфагнум бурый (*S. fuscum*) и др.

В результате флористических исследований в заказнике «Дон-ты» и на прилегающей территории было выявлено: флора высших сосудистых споровых, голосеменных и покрытосеменных растений составляет 379 видов относящихся к 212 родам и 74 семействам. Уровень видового богатства является не высоким для подзоны средней тайги, так как находящиеся недалеко флоры сел Усть-Кулом и Помоздино насчитывает 506 и 486 видов соответственно.

К споровым растениям относится 17 видов (4,5%), которые представлены папоротниками, хвощами, плаунами. Восемь видов относится к папоротникам – *Matteuccia struthiopteris*, *Dryopteris carthusiana*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Athyrium filix-femina*, *Diplazium sibiricum* и др. Пять видов относится к хвощам – хвощи полевой, речной, болотный, луговой, лесной, камышковый (*Equisetum arvense*, *E. fluviatile*, *E. palustre*, *E. pratense*, *E. sylvaticum*). Четыре вида относится к плауновидным – сплюснутый (*Diphasiastrum complanatum*), булавовидный (*Lycopodium clavatum*), годичный (*L. annotinum*) и полушник щетинистый (*Isoetes setacea*). Четыре вида принадлежат к голосеменным растениям, которые представлены хвойными растениями – пихта сибирская (*Abies sibirica*), ель сибирская (*Picea obovata*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*). *Picea obovata*, *Pinus sylvestris*, *Abies sibirica* являются основными породами в лесных сообществах и которые образуют здесь основные еловые и сосновые леса.

Остальные виды (358) относятся к покрытосеменным или цветковым растениям, из которых 91 – однодольные (семейства *Sparganiaceae*, *Potamogetonaceae*, *Scheuchzeriaceae*, *Alismataceae*, *Hydrocharitaceae*, *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Araceae*, *Lemnaceae*, *Juncaceae*, *Melanthiaceae*, *Trilliaceae*, *Convallariaceae*, *Orchidaceae*), а 267 видов растений двудольные (остальные семейства, кроме, выше перечисленных). Соотношение двудольных и однодольных составляет 2,9:1.

Наибольшим разнообразием отличаются семейства астровые (*Asteraceae*) с 45 видами, мятликовые (*Poaceae*) с 32, осоковые (*Cyperaceae*) с 26, розоцветные (*Rosaceae*) с 23, лютиковые (*Ranunculaceae*) и гвоздичные (*Caryophyllaceae*) с 18 видами каждое. Замыкают десятку ведущих семейств норичниковые (*Scrophulariaceae*) с 16 видами, бобовые, гречишные, ивовые с 12 видами каждое. Всего десятка ведущих семейств включают 56,5% видов флоры.

Среди ведущих родов наибольшим числом видов представлен род *Carex* (20 видов). Вторым родом по численности видов – *Salix* (11). Относительным разнообразием видов также отличаются роды *Ranunculus*, *Hieracium*, *Stellaria*, *Poa*, *Equisetum*, *Calamagrostis*, *Viola*, *Galium*, *Veronica*, *Rubus*.

Наибольшее количество родов содержат семейства *Asteraceae* (28) и *Poaceae* (19), далее следуют *Rosaceae* (11), *Caryophyllaceae* (10), *Ranunculaceae* (9), *Brassicaceae* (8), *Apiaceae* (8), *Scrophulariaceae* (7), *Lamiaceae* (7), *Ericaceae* (6), *Orchidaceae* (6), *Fabaceae* (5), *Polygonaceae* (5).

Географический анализ флоры по составу широтных групп показал преобладание бореальных видов, к числу которых относится 72,3% выявленных сосудистых растений. Суммарное участие северных широтных групп составило 6,8%. Арктических видов нет. Из аркто-альпийских видов (1%) отмечены горец живородящий (*Bistorta vivipara*), белокопытник гладкий (*Petasites radiatus*). Из гипоарктических видов (5,8%) – звездчатка толстолистная (*Stellaria crassifolia*), щучка извилистая (*Avenella flexuosa*).

Южные широтные группы включают неморальные, неморально-бореальные и лесостепные виды, в общей сложности их доля достигает 6,9%. Неморальных видов во флоре три (0,8%) – фиалка удивительная (*Viola mirabilis*), звездчатка лесная и ланцетовидная (*Stellaria nemorum* и *S. holostea*). Неморально-бореальных больше (16 видов или 4,2%) – перловник поникший (*Melica nutans*), подмаренник вздутоплодный (*Galium physocarpum*). Лесостепных видов семь или 1,9% – смолевка татарская (*Silene tatarica*), белокопытник ложный (*Petasites spurius*). Виды с полизональным распространением составляют 14% флоры.

В составе флоры среди долготных групп преобладают виды с широкими голарктическими и евразийскими ареалами (соответственно 33 и 41,7%). К азиатским видам (3,9%) относятся основные древесные породы – ель сибирская (*Picea obovata*), пихта сибирская (*Abies sibirica*). Кроме того, к этой группе относятся и другие виды – вейник тупоколосковый (*Calamagrostis obtusata*), звездчатка Бунга (*Stellaria bungeana*), трищетинник сибирский (*Trisetum sibiricum*). 16,9% составляют европейские виды – душистый колосок обыкновенный (*Anthoxanthum odoratum*), купальница европейская (*Trollius europaeus*). Космополитных видов немного, 4,5% – рдест плавающий (*Potamogeton natans*), болотник гермафродитный (*Callitriche hermaphroditica*). Большинство видов этой группы являются сорными, которые произрастают, в основном, у лесных избышек, на месте бывших полей, а другая часть – водными видами.

В заказнике отмечено 9 охраняемых в Республике Коми видов сосудистых растений, включенных в региональную Красную книгу (Красная книга Республики Коми, 1998). Видов категорий 0(Ex) – вероятно исчезнувшие на данной территории и 1(E) – находящиеся в республике под угрозой исчезновения в нашей флоре отсутствуют. Видов второй категории 2(V), относящихся к особо охраняемым растениям, как редкие уязвимые виды с сокращающейся численностью, три. Таковыми являются полушник щетинистый (*Isoetes setacea*), тростянка овсяницева (*Scolochloa festucea*), лютик длиннолистный (*Ranunculus lingua*). Два вида – очеретник белый (*Rhynchospora alba*) и пальчатокоренник Траунштейнера (*Dactylorhiza traunsteineri*) относятся к редким (категория охраны 3(R)). Виды четвертой категории 4(I) во флоре отсутствуют. Четыре вида растений пальчатокоренник Фукса (*Dactylorhiza fuchsi*), пальчатокоренник пятнистый (*Dactylorhiza maculata*), любка двулистная (*Platanthera bif-*

lia), кувшинка чисто-белая (*Nymphaea candida*) представлено в дополнительной, пятой – 5(Cd) категории охраны.

Болотные системы заказника «Дон-ты» представляют собой малонарушенные системы, которые играют огромную гидрологическую роль, влияя на прилегающие к болоту участки. Но в результате активного рыболовства, сбора ягод и грибов на озере Дон-ты и на прилегающей территории (система Кадамских озер) происходят антропогенные изменения в лесной растительности данного заказника, и выражается это в следующем: строительство изб и базы отдыха, наличие мусорных мест по берегам озер, вырубка и подсочка деревьев в лесных сообществах по окраинам болот для дров. Показатели систематической, географической, ценотической, экологической и биологической структуры являются характерными для флор подзоны средней тайги. В ценотическом анализе преобладают виды лесных и луговых сообществ, сорных видов относительно много, поэтому антропогенные изменения растительности на данной территории значительны.

Литература

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

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

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

Красная книга Республики Коми. М. 1998. 527 с.

НЕКОТОРЫЕ АДАПТАЦИИ ЛЕСНЫХ ЛИШАЙНИКОВ К УСЛОВИЯМ СТЕПИ

Е. С. Корчиков

Самарский государственный университет, evkor@inbox.ru

Известно, что лишайники являются чрезвычайно пластичными организмами, существенно приспособляющиеся к воздействию различных факторов окружающей среды как на морфологическом, так и на биохимическом уровнях (Моисеева, 1961; Голубкова, Трасс, 1977; Шапиро, 1991). Особенно чётко адаптивные стратегии лишайников как пойкилогидрических организмов прослеживаются в засушливых условиях степной зоны. В Самарской области очень удобными объектами для данного исследования являются Красносамарский лесной массив и Самарская Лука, которые, располагаясь в степной зоне, представляют собой рефугиум, преимущественно, экстразональной лесной растительности, элементы которой испытывают существенное влияние степных суховея.

Сложная орография Самарской Луки заметно влияет на микроклиматическую дифференцировку отдельных биотопов. При этом микроклимат каменистых степей в сочетании с крайне слабым развитием в них почвенного покрова и острым дефицитом влаги можно охарактеризовать как сильно аридный (Саксонов, 2006). Лишайники, обитающие в данных сообществах на вершинах гор,

вынуждены приспособляться к экстремальным условиям. Напротив, на покрытой лесом территории средняя годовая относительная влажность воздуха составляет 74% (Миклашевский, 1991), а в оврагах (долах) она выше и менее подвержена колебаниям. Это и обуславливает хорошее развитие здесь сосудистых растений, что в сочетании с горным рельефом создаёт оптимальные условия освещённости для лишайников только у верхних границ лесных сообществ.

В условиях степного Заволжья в Красносамарском лесном массиве аридный климат предотвращает промыв почвы, в результате чего в корнеобитаемых слоях сохраняется вполне достаточное для сосудистых растений количество биогенных питательных элементов, запасы которых ежегодно пополняются за счёт быстрой минерализации обильного органического опада древесных и травянистых растений (Матвеев, 1995; Козлов, 2007). Произрастая на данных почвах, древесные растения накапливают в своих тканях большое количество микро- и макроэлементов, которые в значительных количествах вымываются с осадками (Мина, 1965). Это обеспечивает, в частности, усиленное минеральное питание эпифитных лишайников.

Кроме того, в лесонасаждениях Красносамарского лесного массива из-за низкой сомкнутости древостоев, в среднем 0,6, но иногда до 0,4 (Матвеев и др., 1976, 1980, 1990), для развития лишайников в целом формируются необходимые условия освещённости по всей высоте лесных биогеоценозов, но недостаточное увлажнение. Недостаток атмосферных осадков на изолированной открытыми безлесными пахотными пространствами территории Красносамарского лесного массива частично компенсируется испаряющимися грунтовыми водами, близко подходящими к поверхности в пойменной части и в котловинах на арене.

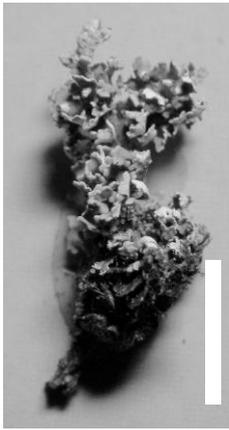
В целом, для развития лишайников в Красносамарском лесном массиве благоприятные экологические условия складываются там, где есть свободный для поселения субстрат: в степях, особенно, каменистых, кустарниковых и различных вариантов лесных сообществах, а резко колеблющееся в условиях разнотравно-типчачково-ковыльной степи атмосферное увлажнение приводит к отбору соответствующих форм экологически пластичных групп лишайников. Здесь некоторые пластичные виды лишайников формируют такие формы, подвиды и разновидности, которые позволяют переживать неблагоприятные для пойкилогидрических лишайников грибов воздействия степных суховея.

В качестве иллюстрации выявленной закономерности приведём некоторые примеры морфологической адаптации лишайников к контрастным степным условиям. Только в Красносамарском лесном массиве мы обнаружили форму *Cladonia botrytes* (K. G. Hagen) Willd. f. *squamulosa* Stuck., имеющую многочисленные филлокладии на подециях. Здесь же такой экологически пластичный вид как *Cladonia cariosa* (Ach.) Spreng. формирует в степных биотопах исключительно чешуйчатую форму, а в лесных – форму *komarovii* Elenkin с нормально развитыми подециями. Таким образом, в зависимости, прежде всего, от условий увлажнения в конкретном местообитании формируется противоречие между стремлением лишайника к увеличению отношения площади поверхности к объёму с целью максимального использования водных ресурсов и стаби-

лизирующим отбором внешней среды, так как рассматриваемая тенденция приводит к ослаблению способности удерживать влагу. Результатом этого и является соответствующая жизненная форма. Чешуйчатая форма *Cladonia botrytes* в искусственном сосняке на суховатой супеси в подзоне обыкновенного чернозёма способна поглощать больше атмосферной влаги за счёт увеличенной (по сравнению с типовой формой) площади поверхности. *Cladonia cariosa* в разнотравно-типчаковой ассоциации на иссушающем солнце способна образовывать только чешуйчатый таллом, по высоте не превышающий дернинки степного мха (*Syntrichia* sp.), а при чуть большем атмосферном увлажнении на опушке сосняка формирует чешуйчато-кустистую биоморфу. Эпифитный лишайник *Physconia distorta* (With.) J. R. Laundon в Красносамарском лесном массиве значительно чаще, чем на Самарской Луке, представлен разновидностью *turgida* (Schaer.) Mong., имеющей многочисленные короткие, черепитчато налегающие друг на друга боковые лопасти, что также в засушливых условиях степи повышает отношение площади поверхности к объёму.

Нами выявлена также физиолого-биохимическая адаптация некоторых таксонов к условиям Красносамарского лесного массива. Значительно чаще, чем на Самарской Луке, а иногда только здесь произрастают формы лишайников, имеющие налёт на верхней поверхности: *Melanelixia subargentifera* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. et Lumbsch f. *pruinosa* Hilitz., *Parmelia sulcata* Tayl. f. *pruinosa* Harm., f. *coerulescens* Zahlbr., *Parmelina tiliacea* (Hoffm.) Hale f. *coerulescens* Harm., *Physconia distorta* (With.) J. R. Laundon var. *superfusa* A. Zahlbr. В контрастных условиях увлажнения с чередующимися моментами интенсивного смачивания дождевой влагой и довольно продолжительными засушливыми периодами с высокой солнечной инсоляцией налёт, во-первых, непосредственно предотвращает талломы от действия падающих капель, препятствуя механическому вымыванию водорастворимых углеводов, а во-вторых, – рассеивает прямой солнечный свет, защищая клетки фотобионта. Кроме того, в засушливые периоды налёт, представляющий собой у видов из рода *Parmelia* кристаллы дигидрата или гидрата оксалата кальция (Hale, 1987), скорее всего, принимает участие в стабилизации нативной структуры белков поверхности таллома, непосредственно взаимодействующей с факторами внешней среды, причём, как структурных, так и внеклеточных белков-ферментов (Моисеева, 1961; Рябкова, 1981), поддерживая их гидратную оболочку во время засухи.

Особенно выражена адаптация к сообществам Самарской Луки омнибореального лишайника *Cladonia phyllophora* Hoffm. (рис.). Этот вид был найден нами на территории Жигулёвского государственного заповедника им. И. И. Спрыгина в песчаной степи на россыпях битуминозного песчаника в районе урочища Гудронного и в дубово-сосново-липовом лесонасаждении на вершине гряды между оврагами Холодный и Ломовой на гниющей древесине.



*Рис. Cladonia
phyllophora* Hoffm.
f. squamosa f. nov.
Маркер: 1 см

Особь лишайника здесь характеризуются очень узкими деформированными цельными сцифами, иногда с пролификациями по краям. Подеции не более 4 см высотой с обильными, очень густо расположенными по всей длине, отдельными до рассечённых филлокладиями 1–3 мм длиной. Мы предлагаем неуказанную в литературе эту экологическую модификацию данного вида рассматривать как новую форму *f. squamosa* (название дано по чешуйчатому облику подециев), так как в Жигулёвских горах произрастают исключительно описанные выше особи. Никаких переходов в морфологическом строении от типичных к форме *squamosa* на Самарской Луке зафиксировано не было. В Красносамарском лесном массиве произрастает *f. phyllophora*. В Гербарии БИН РАН (LE) к описываемой форме *squamosa*

по внешнему облику приближаются японские образцы, собранные на острове Хонсю S. Kurokawa 4 августа 1958 г. (2200 м над ур. м.). Они также имеют филлокладии по всей длине подециев, которые располагаются, однако, не столь часто и не такие крупные, как у волжских особей. Кроме того, общая высота японских подециев (до 10 см) почти в 3 раза превышает жигулёвские. К выделяемой форме *squamosa* можно отнести образцы из заповедника «Белогорье», из участка «Лес-на-Ворскле», собранные Паес и Сладковой 25. 07. 1973 г. в сосняке (Гербарий LE). Видимо, лишайник *Cladonia phyllophora* Hoffm. представлен *f. squamosa*, по крайней мере, в пределах Прибалто-Волго-Днепровского флористического округа (Фёдоров, 1979) в лесных массивах на карбонатных почвах. Дальнейшие исследования позволят детализировать ареал и уточнить статус указанной формы.

Таким образом, в условиях изоляции лесного массива безлесными степными пространствами под влиянием зональных факторов при контрастной, колеблющейся влажности воздуха и достаточном световом режиме, с одной стороны, и в изоляции водным пространством на карбонатных почвообразующих породах в лесостепи, с другой стороны, лишайники существенно изменены на морфологическом и физиолого-биохимическом уровнях. Новая форма *f. squamosa* омнибореального лишайника *Cladonia phyllophora* Hoffm. является адаптацией к экотонным сообществам Самарской Луки.

Литература

Голубкова Н. С., Трасс Х. Х. Лишайники // Жизнь растений. М.: Просвещение, 1977. Т. 3. С. 379–470.

Козлов А. Н. Влияние флористического и биоэкоморфного состава растительных сообществ степного Заволжья на физико-химические свойства почв (на примере Красносамарского лесного массива): Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Самара, 2007. 20 с.

Матвеев Н. М. Об основных типах ценотической структуры эталонных для степного Заволжья естественных лесов // Вопросы экологии и охраны природы в лесостепной и степной зонах: Межвед. сб. науч. тр. Самара: Самарский ун-т, 1995. С. 29–41.

Матвеев Н. М., Терентьев В. Г., Журавлев Ю. Н., Аксенова Е. Н., Улюкина С. Л. К вопросу о типологической характеристике естественных аренных лесных биогеоценозов степного Поволжья // Вопросы лесной биогеоценологии, экологии и охраны природы в степной зоне: Межвуз. сб. научн. тр. Куйбышев: Куйбыш. ун-т, 1980. Вып. 5. С. 9–28.

Матвеев Н. М., Терентьев В. Г., Мозговой Д. П. О биогеоценологических принципах исследования лесных сообществ в степном Заволжье // Вопросы лесной биогеоценологии, экологии и охраны природы в степной зоне: Межвуз. сб. науч. тр. Куйбышев: Куйбыш. гос. ун-т, 1976. Вып. 1. С. 3–16.

Матвеев Н. М., Терентьев В. Г., Филиппова К. Н., Дёмина О. Е. Изучение лесных экосистем степного Поволжья: Учебное пособие. Куйбышев: Изд-во Куйбышевского университета, 1990. 48 с.

Миклашевский В. М. Физико-географическое описание Куйбышевского заповедника (климатический обзор) // Самарская Лука: Бюлл. 1991. № 1. С. 208–222.

Мина В. Н. Выщелачивание некоторых веществ атмосферными осадками из древесных растений и его значение в биологическом круговороте // Почвоведение. 1965. № 6. С. 7–17.

Моисеева Е. Н. Биохимические свойства лишайников и их практическое значение. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1961. 82 с.

Рябкова К. А. Лишайники Урала. Свердловск: Изд-во СГПУ, 1981. 52 с.

Саксонов С. В. Самаролукский флористический феномен. М.: Наука, 2006. 263 с.

Фёдоров Ан. А. Фитохории европейской части СССР // Флора европейской части СССР. Т. 4. Л.: Наука, 1979. С. 10–27.

Шапиро И. А. Загадки растения-сфинкса: Лишайники и экологический мониторинг. Л.: Гидрометиздат, 1991. 80 с.

Hale M. E. A monograph of the lichen genus *Parmelia* Acharius sensu stricto (Ascomycotina: Parmeliaceae) // Smithsonian contributions to botany. Washington: Smithsonian institution press, 1987. № 66. 55 p.

АФИЛЛОФОРОИДНЫЕ ГРИБЫ БАССЕЙНА Р. КОЖИМ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК ЮГЫД ВА)

Д. А. Косолапов

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

В настоящее время приоритетными направлениями в биологии являются выявление биологического разнообразия отдельных групп организмов и изучение их приуроченности к различным типам местообитания. Лесной биоценоз – это сообщество деревьев, кустарников, травянистой растительности, почвы, животных и других организмов, которые находятся в постоянной взаимосвязи. Одним из важнейших компонентов лесных биоценозов являются дереворазрушающие грибы, которые способствуют усилению круговорота минеральных веществ, энергии, разлагая естественный отпад, превращая органические вещества в минеральные, которые затем используются зелеными растениями. Существенный интерес представляет изучение микобиоты особо охраняемых природных территорий. На многих объектах природно-заповедного фонда сосредоточены массивы девственных или слабо нарушенных таежных лесов. В таких экосистемах, развивающихся в режиме спонтанной динамики, всегда присутствует значительное количество мертвой древесины, являющейся основным субстратом, необходимым для большого числа представителей царства грибов.

Все выше сказанное в достаточной мере говорит, что дереворазрушающие грибы являются в значительной степени важным элементом биоценоза с экологической точки зрения, и на их изучение должно быть обращено особое внимание.

Материалом для настоящей работы послужил гербарий афиллофороидных грибов, собранный автором на территории Национального парка «Югыд ва» среднем течении р. Кожим. Сбор грибов осуществлялся маршрутным методом.

В результате проведенных исследований на данной территории нами было выявлено 66 видов афиллофороидных грибов, которые относятся к 17 порядкам, 25 семействам и 40 родам. Все названия грибов даны в соответствии со сводкой «Nordic Macromycetes» (Hansen, Knudsen, 1997). Таксономический анализ биоты афиллофороидных макромицетов выявил, что наиболее крупными порядками на исследованной территории являются *Hymenochaetales* (14 видов), *Huiphodermatales* (13), *Fomitopsidales* (8), *Coriariales* и *Schizophyllales* (6 видов). Ведущие семейства – *Phellinaceae* (10 видов), *Fomitopsidaceae* (7) и *Schizophyllaceae* (6 видов). Средняя видовая насыщенность семейств видами составляет 2,6, родовая насыщенность – 1,6. Наибольшее число видов насчитывают такие роды как *Phellinus* (10 видов), *Antrodia*, *Trichaptum* и *Trametes* (по 3 вида).

Одной из важнейших задач является выявление особенностей географического распространения видов, которые составляют биоту, ее позиции в ряду зональных и региональных биот. При географическом анализе мы использовали метод, основанный на совмещении зонального и регионального принципов анализа. В составе биоты афиллофороидных макромицетов изученной территории большую роль играют виды мультizonального географического элемента – 45 видов (*Antrodia xantha*, *Chondrostereum purpureum*, *Inonotus radiatus*, *Trametes ochracea* и др.). Представители бореальной группы (*Antrodia serialis*, *Diplomitoporus lindbladii*, *Trichaptum abietinum* и др.) насчитывают 20 видов. К видам неморального географического элемента относятся только один вид – *Ceriporiopsis aneirina*. Распределение по долготно-региональному признаку показало, что большинство видов имеют обширные типы ареалов. Так, в пределах Голарктического флористического царства встречается 27 видов: *Antrodia sinuosa*, *Fomitopsis rosea*, *Phellinus chrysoloma*, *Skeletocutis amorpha*, *Veluticeps abietina* и др. Мультирегиональных видов, распространенных и за пределами Голарктики, насчитывается 35 (*Antrodia serialis*, *Bjerkandera adusta*, *Hymenochaete tabacina*, *Phellinus nigrolimitatus* и др.). Виды с европейским, амфиатлантическим и евроазиатским распространением представлены незначительным числом и в сумме составляют 6%. Таким образом, преобладающими в биоте афиллофороидных макромицетов в лесах среднего течения р. Кожим являются виды мультizonального географического элемента с мультирегиональным типом ареала и бореальные виды с голарктическим типом ареала.

На территории бассейна р. Кожим из 63 видов, для которых по литературным данным удалось установить тип гнили, 53 (84%) вызывают белую гниль, а 10 (16%) – относятся к грибам бурой гнили. Полученные результаты

практически совпадают с данными, полученными ранее для заказников, находящихся на территории Республики Коми (рис. 3) в Ухтинском (комплексные заказники «Чутынский» и «Гажаягский») и Троицко-Печорском районах (комплексный заказник «Уньинский» и ботанический заказник «Сойвинский») (Косолапов, 2008). Это также подтверждает, что по процентному соотношению афиллофороидных грибов, вызывающих различные типы гнили, исследованная биота типична для таежной зоны.

По отношению к влажности в исследованных лесах преобладают мезофилы – 34 вида (52% от общего числа видов, отмеченных для исследованной территории). Виды, являющиеся гигрофилами составляют – 10 (15%), а на долю ксерофилов приходится 22 видов (33%). При этом на территории заказника наиболее распространены афиллофоровые грибы с мономитической и димитической гифальной системой – 29 (58%) и 26 видов (30%) соответственно, что также характерно для таежных лесов, в которых наблюдается большое количество крупномерного валежа на различных стадиях разложения (Бондарцева и др., 1992; Мухин, 1993; Змитрович, 1997). Таким образом, можно предположить, что исследованные нами лесные экотопы являются оптимальными для существования мезофильных видов афиллофороидных грибов с димитической и мономитической гифальными системами, к которым относится подавляющее большинство видов, хотя следует отметить, что происходит увеличение доли ксерофильных видов.

В последнее время при исследовании состояния ландшафтов много внимания уделяют индикаторным видам лишайников, грибов, насекомых и других организмов, которые показывают степень нарушенности лесных экосистем (Kotiranta, Niemelä, 1996). Особенно это касается видов, которые существуют только в девственных и старовозрастных лесах или являются характерными для них. Среди афиллофороидных макромицетов, которые были найдены на исследованной территории, присутствуют такие виды-индикаторы. Нами были исследованы ненарушенные старовозрастные массивы еловых лесов бассейна р. Кожим, в которых были найдены индикаторы девственных лесов (*Laurilia sulcata* и *Phlebia centrifuga*). Кроме того, были выявлены и наиболее значимые виды старовозрастных лесов (*Fomitopsis rosea*, *Gloeoporus taxicola*, *Leptoporus mollis*, *Perenniporia subacida*, *Phellinus chrysoloma*, *Phellinus ferrugineofuscus*, *Phellinus lundellii*, *Phellinus nigrolimitatus*, и *Skeletocutis odora*), которые существенно страдают от практики ведения лесного хозяйства. При этом следует отметить, что некоторые из выше перечисленных видов встречались довольно часто и массово, как например: *Phlebia centrifuga*, или *Phellinus chrysoloma*, *Phellinus ferrugineofuscus*. Таким образом, это подтверждает, что все исследованные массивы относятся к старовозрастным лесам, не испытывающим влияние антропогенного фактора и заслуживают определенного режима охраны.

Анализ полученных данных и сравнения с биотами других бореальных регионов позволяет сделать вывод, что биота афиллофороидных макромицетов исследованной территории является типичной для таежной зоны.

Исследования выполнены в рамках проекта «Биологическое разнообразие наземных и водных экосистем Приполярного Урала: механизмы формирования,

современное состояние, прогноз естественной и антропогенной динамики» Программы Президиума РАН № 23 «Биологическое разнообразие».

Литература

Бондарцева М. А., Свищ Л. Г., Балтаева Г. М. Некоторые закономерности распространения трутовых дереворазрушающих грибов // Микология и фитопатология, 1992. Т. 26, вып. 6. С. 442–447.

Змитрович И. В. Распространение афиллофоровых грибов по территории Санкт-Петербурга // Микология и фитопатология, 1997. Т. 31, вып. 1. С. 19–27.

Косолапов Д. А. Афиллофоровые грибы заказника «Уньинский» (Республика Коми) // Новости систематики низших растений. СПб, 2008. Т. 42. С. 65–77.

Мухин В. А. Биота ксилотрофных базидиомицетов западносибирской равнины. Екатеринбург: Наука, 1993. 232 с.

Hansen L., Knudsen H. eds. Nordic Macromycetes. Vol. 3: heterobasidioid, aphyllorphoroid and gastromycetoid Basidiomycetes. Copenhagen: Nordsvamp, 1997. 445 p.

Kotiranta H., Niemelä T. Uhanalaiset kädjvdt Suomessa. Tonien, uudistettu painos. Helsinki: S. Y. E., 1996. 184 p.

ЛИХЕНОБИОТА ГОРНО-ТУНДРОВОГО РЕФУГИУМА НА ЮЖНОМ УРАЛЕ (ХРЕБЕТ МАЛЫЙ ИРЕМЕЛЬ)

С. Н. Плюснин

*Стерлитамакская государственная педагогическая академия
им. Зайнаб Бишиевой, plusserge@mail.ru*

Природный территориальный комплекс хребта Малый Иремель представляет значительный научный интерес для проведения геоботанических и экологических исследований. В его состав входит горно-тундровый пояс, занимающий верхние участки гор, начиная с высот около 1300 м над уровнем моря. Подобные ландшафты на Южном Урале имеют значение мест, где находят себе убежище аркто-монтанные виды, придающие специфику местной биоте. Многие из этих видов являются редкими для Башкортостана и находятся под охраной. В связи с глобальным потеплением климата горно-тундровые территории на Южном Урале уменьшаются по площади. Происходит наступление таежной растительности на тундровые фитоценозы. Дополнительный пресс на местную биоту создает рекреационная нагрузка, поскольку эти места пользуются популярностью у туристов. За счет действия как природных, так и антропогенных факторов, происходит постепенное изменение ценотической среды, ведущее к трансформации горно-тундровых сообществ, их замещению редколесьями и лугоподобными фитоценозами. Популяции аркто-монтанных видов сокращают свою численность и ареал, тогда как лесные, луговые и синантропные виды, напротив, внедряются в состав тундровых экосистем. Популяции видов, имеющих широкую экологическую амплитуду и способных выдержать происходящие изменения, претерпевают трансформацию своей структуры, будучи вынужденными приспособляться к новым условиям. Указанные процессы касаются и лишенобиоты, причем лишайники могут служить очень чувствительными индикаторами происходящих изменений, поскольку их жизнь определя-

ется преимущественно условиями микроклимата и субстрата, а эти параметры среды в первую очередь меняются в ходе экологических сукцессий.

Целью нашей работы было выявление видového и фитоценотического разнообразия лишайников горных тундр и предтундровых редколесий хребта Малый Иремель для дальнейшего сравнения с лишайнобиотой горных тундр Северного и Приполярного Урала, где аркто-монтанные виды находятся в основной части своего ареала. Проведение такого сравнительного анализа позволит уточнить систему экологических групп лишайников, оценить индикационные способности видов, проследить изменения, которые претерпевает горно-тундровая лишайнобиота в условиях наступления леса на тундру. Для достижения поставленной цели поставлены следующие задачи:

- выявить видовое разнообразие лишайников горных тундр и предтундровых редколесий хребта Малый Иремель;
- провести анализ таксономической, географической и экологической структуры местной лишайнофлоры;
- сопоставить лишайнофлору горно-тундрового рефугиума с лишайнобиотой, характерной для горных тундр Северного и Приполярного Урала;
- описать основные типы лишайносинузий горно-тундрового пояса;
- провести сравнительный анализ структуры лишайниковых сообществ в сопоставлении с лишайниковым покровом горных тундр Северного и Приполярного Урала.

Видовое разнообразие лишайников определяли методом локальных флор, совершая радиальные маршруты от лагеря и обследуя все встречающиеся типы местообитаний. Сведения о структуре лишайносинузий получены при проведении геоботанических описаний на пробных площадках размером 5×5 м².

Предварительный список лишайников, обнаруженных в горно-тундровом поясе хр. Малый Иремель, насчитывает 106 видов. В таксономической структуре лишайнофлоры ведущее положение по видовому разнообразию занимают семейства Cladoniaceae (43) и Parmeliaceae (35). Несколько видов насчитывают семейства Umbilicariaceae (8) и Alectoriaceae (6). Лишайнофлора хребта отличается от таковой в горных тундрах Северного и Приполярного Урала существенно меньшим разнообразием лишайников семейств Peltigeraceae и Stereocaulaceae.

В горных тундрах богат набор субстратов: это разнообразные горные породы, пятна мелкозема, щебнистые участки, галечники, торфянистые участки; мертвая древесина, живые деревья и кустарники (ель сибирская, лиственница сибирская, сосна обыкновенная, пихта, можжевельник, березы пушистая и приземистая, ивы); разнообразные типы лишайниково-мохового покрова. В обследованной лишайнофлоре эпигейные лишайники преобладают (59 видов), но их доля (56%) существенно меньше, чем в горных тундрах Северного и Приполярного Урала. Доли эпифитных и эпилитных лишайников равны и составляют около 22%. Обращает на себя внимание высокий процент эпифитных видов в сравнении с северными территориями.

В спектре жизненных форм преобладают чешуйчато-кустистые (42 вида) и листоватые (36) лишайники, несколько меньше кустистых лишайников (24). Сходное соотношение жизненных форм отмечается и в других горно-

тундровых районах. Соотношение групп видов, выделенных по преобладающему способу размножения, примерно равномерно: 38 видов – это лишайники размножающиеся преимущественно аскоспорами, 35 – с помощью соредием и изидиев, 33 – путем фрагментации таллома. В изученной лишайнофлоре доля лишайников, репродуцирующихся с помощью мелких вегетативных пропагул и аксоспор, выше чем на северных территориях, где большинство видов размножается путем фрагментации таллома.

Гидрологический режим в горных тундрах варьирует от крайне нестабильного (поверхности скал, курумники) до застойного (торфяники). Наряду с этим, Урал – более влажная область по сравнению с прилежащими равнинными территориями. В лишайнофлоре представлены все группы лишайников по отношению к условиям увлажнения – от ксерофитов до гигрофитов. Соотношение групп по отношению к условиям увлажнения примерно однообразно на разных участках Уральского хребта. Гигрофиты составляют около 10% от всего богатства лишайнофлоры. Доли мезофитов и ксерофитов примерно равны. Для горных тундр характерны значительные диапазоны варьирования высоты снежного покрова, поэтому здесь значительным разнообразием характеризуются как хионофильные, так и хионофобные лишайники. Причем во всех обследованных районах доля хионофилов составляет около 40%.

Южный Урал является местом контакта сразу нескольких природных зон. Здесь также происходит смешение западно-сибирских и европейских элементов флоры. Поэтому спектр географических групп лишайников здесь довольно богат. В изученной лишайнофлоре из широтных групп ведущей является бореальная (48 видов), существенно превосходящая по числу видов, идущие вслед за ней монтанную (19), аркто-монтанную (17), и плюризональную (13) фракции. Также в лишайнофлоре представлены гипоаркто-монтанный (5) и неморальный (4) географические элементы флоры. В сравнении с лишайнофлорами горных тундр Северного и Приполярного Урала на хребте Ирмель значительно большее участие принимают бореальные виды, и существенно падает процент аркто-монтанных видов.

Состав лишайниковых группировок определяется в первую очередь субстратными условиями. Лишениозиты по субстратной приуроченности распадаются на три типа: эпилитные, эпигейные и эпифитные. На скалах и каменистых россыпях формируются пионерные группировки, в которых ключевую роль играют именно лишайники. Первоначально каменистые субстраты занимают накипные лишайники, среди которых наибольшим разнообразием, обилием и встречаемостью характеризуются рода *Pertusaria*, *Lecanora*, *Lecidea*, *Porpidia* и *Rhizocarpon*. На более поздних стадиях сукцессии ведущую роль играют листоватые лишайники семейств пармелиевые и умбиликариевые. Из пармелиевых наиболее характерные виды – *Arctoparmelia centrifuga* (L.) Hale, *Brodoa intestiniformis* (Vill.) Goward, *Melanelia hepaticum* (Ach.) Thell, *M. stygia* (L.) Essl., *Parmelia omphalodes* (L.) Ach. и *P. saxatilis* (L.) Ach.. Умбиликариевые преимущественно представлены *Lasallia rossica* Domb. и четырьмя видами рода *Umbilicaria* – *U. cylindrica* (L.) Delise ex Duby, *U. deusta* (L.) Baumg., *U. hyperborea* (Ach.) Hoffm. и *U. proboscidea* (L.) Schrad. Стереокаулоновые эпилитные груп-

пировки, очень характерные для горных тундр Северного и Приполярного Урала, на хр. Малый Ирмель, встречаются крайне редко.

В эпигейных лишеносинузиях также прослеживается постепенная смена группировок. На начальных стадиях сукцессий обнаженный минеральный грунт зарастает криптогамными корочками, в которых немаловажная роль принадлежит накипным лишайникам – *Baeomyces carneus* Flörke, *B. placophyllus* Ach., *B. rufus* (Huds.) Rebert., *Dibaeis baeomyces* (L. fil.) Rambold & Hertel, *Lecidoma demissum* (Rutstr.) Gotth. Schneid. & Hertel, *Toninia cumulata* (Sommerf.) Th. Fr., *Trapeliopsis granulosa* (Hoffm.) Lumbsch. Затем в состав лишеносинузий включаются чешучатые, бокальчатые и палочковидные кладонии – *Cladonia borealis* S. Stenroos, *Cl. cariosa* (Ach.) Spreng., *Cl. cervicornis* (Ach.) Flot., *Cl. chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Spreng., *Cl. coccifera* (L.) Willd., *Cl. luteoalba* Wheldon & A. Wilson, *Cl. macrophylla* (Schaer.) Stenh., *Cl. pleurota* (Flörke) Schaer., *Cl. ruxidata* (L.) Hoffm., *Cl. squamosa* Hoffm., *Cl. subulata* (L.) Weber ex F. H. Wigg. На стадии формирования сплошного лишайникового покрова доминирующая роль переходит к кустистым кладониям (*Cladonia amaurocraea* (Flörke) Schaer., *Cl. arbuscula* (Wallr.) Flot., *Cl. mitis* Sandst., *Cl. rangiferina* (L.) Weber ex F. H. Wigg., *Cl. stellaris* (Opiz) Pouzar & Vězda, *Cl. subfurcata* (Nyl.) Arnold, *Cl. uncialis* (L.) Weber ex F. H. Wigg.) и цетрариям (*Cetraria islandica* (L.) Ach., *C. laevigata* Räsänen, *Flavocetraria cucullata* (Bellardi) Kärnefelt). В сравнении с горными тундрами Приполярного и Северного Урала на хр. Малый Ирмель значительно реже встречаются *Cetraria nigricans* Nyl., *Cetrariella delisei* (Bory ex Schaer.) Kärnefelt & Thell, *Flavocetraria nivalis* (L.) Kärnefelt, и отсутствуют лишайники родов *Nephroma*, *Peltigera*, *Stereocaulon*, *Sphaerophorus*.

Эпифитные лишайниковые группировки хр. Малый Ирмель несколько богаче, чем на Приполярном и северном Урале. В их состав входят не только характерные для северных территорий *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Parmelia sulcata* Taylor, *Melanelia septentrionalis* (Lynge) Essl., *Parmeliopsis ambigua* (Wulfen) Nyl., *Parmeliopsis hyperopta* (Ach.) Arnold, *Vulpicida pinastri* (Scop.) J.-E. Mattsson & M. J. Lai, *Bryoria fuscescens* (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw., *Usnea lapponica* Vain., но и *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Hav., *Physcia stellaris* (L.) Nyl., *Evernia mesomorpha* Nyl., *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf, несколько видов бриорий и усней.

Таким образом, сравнительный анализ изученной лишенобиоты горно-тундрового рефугиума показал выраженные признаки ее обеднения аркто-монтанными видами и активного внедрения в ее состав лесных видов. Чувствительными к трансформации ценологических условий оказались представители родов *Nephroma*, *Peltigera*, *Stereocaulon*, *Sphaerophorus*. В то же время, многие виды сохраняют свое присутствие в составе лишайниковых группировок, несмотря на происходящие изменения окружающей среды. К их числу относятся виды родов *Cladonia* и *Cetraria*. Стабильный видовой состав на протяжении всего Уральского хребта показывают комплексы эпилитных видов и эпигейных лишайников, заселяющих обнаженные минеральные субстраты. Эпифитные лишеносинузии обогащаются внедрением в их состав многих бореальных и даже неморальных видов.

КОЛЛЕКЦИЯ РЕДКИХ И ИСЧЕЗАЮЩИХ РАСТЕНИЙ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ВЯТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГУМАНИТАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Е. Н. Зимирева, Е. М. Тарасова, О. Н. Вострикова
Вятский государственный гуманитарный университет,
Государственный природный заповедник «Нургуш»

Одним из путей сохранения редких и исчезающих растений является введение их в коллекции ботанических садов.

С целью решения проблемы сохранения редких видов растений местной флоры с сентября 2005 по 2009 гг. в ботаническом саду Вятского государственного гуманитарного университета ведутся работы по выращиванию растений, занесенных в Красную книгу Кировской области. Эта работа осуществляется с участием сотрудников ботанического сада.

В результате трехлетних работ по введению в культуру редких и уязвимых видов был создан коллекционный фонд из 27 видов растений, в том числе – 1 вид включен в Красную книгу России: *Stipa pennata* L. S. str., 23 вида из Красной книги Кировской области: *Gentiana pneumonanthe* L., *Trifolium lupinaster* L., *Laser trilobum* (L.) Borkh., *Primula macrocalyx* Bunge, *Schivereckia podolica* (Bess) Andiz.ex.DC.(S. Hyperborea L Berkut), *Paeonia anomala* L., *Agrostemma githago* L., *Lilium martagon* L., *Adonis vernalis* L., *Cortusa matthioli* L., *Geranium sanguineum* L., *Anemone sylvestris* L., *Koeleria glauca* (Spreng.) DC. s. l, *Eryngium planum* L., *Carex flava* L., *Astragalus falcatus* Lam., *Cerasus fruticosa* L., *Stipa pennata* L. S. str., *Thalictrum aquilegifolium* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hull, *Eupatorium cannabinum* L., *Digitalis grandiflora* Mill, *Filipendula vulgaris* Moench, 4 вида из Приложения 2 к Красной книге Кировской области: *Pyrethrum corymbosum* L., *Betonica officinalis* L., *Pulsatilla patens* (L.) Mills., *Delphinium elatum* L.

Анализ интродукционной устойчивости 18 видов (табл. 1), показал, что, для 12 культивируемых видов новые условия благоприятны. Устойчивыми оказались *Betonica officinalis* L., *Gentiana pneumonanthe* L., *Primula macrocalyx* Bunge, *Eupatorium cannabinum* L., *Schivereckia podolica* (Bess) Andiz.ex.DC.(S. Hyperborea L Berkut); *Geranium sanguineum* L., *Adonis vernalis* L., *Digitalis grandiflora* Mill; высокоустойчивыми – *Pyrethrum corymbosum* (L.), *Paeonia anomala* L., *Agrostemma githago* L., *Lilium martagon* L.

Таблица 1

Устойчивость в культуре интродуцированных видов

Интродукционная устойчивость	Количество видов	Доля, %
Неустойчивые	1	5,56
Слабоустойчивые	5	27,78
Устойчивые	8	44,44
Высокоустойчивые	4	22,22
Всего	18	100,00

Неблагоприятными оказались условия для 6 видов, что проявляется, прежде всего, в снижении их репродукционной активности – самом важном показателе успешной интродукции. Неустойчивым оказался – *Gypsophila paniculata* L.; слабоустойчивыми оказались – *Laser trilobum* (L.) Borkh., *Cortusa matthioli* L., *Trifolium lupinaster* L., *Stipa pennata* L. S. str., *Filipendula vulgaris* Moench. Через два года культивирования в генеративную стадию не вступили 2 вида: *Stipa pennata* L. S. str. и *Laser trilobum* (L.) Borkh.. Не всходят семена у *Filipendula vulgaris* Moench; регулярно цветет, но не плодоносит *Trifolium lupinaster* L., до 2009 г. не плодоносила и *Cortusa matthioli* L. Один вид - *Campanula bononiensis* L. был украден из коллекции.

Данные об устойчивости еще 9 видов могут быть получены лишь при дальнейших наблюдениях, обусловлено это тем, что имеются молодые растения, не достигшие генеративного состояния или время интродукционного испытания вида составляет менее чем один год.

В результате трехлетних работ была создана демонстрационная коллекция, выявлены перспективные для культивирования виды, отработаны методы культивирования, создан резервный фонд диаспор.

В перспективе планируется: увеличение числа культивируемых образцов; привлечение в коллекционный фонд для интродукционного испытания новые виды редких и исчезающих растений природной флоры.

НОВЫЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ *PLANTAGO* L. В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Т. А. Кудашкина

Самарский государственный университет, listohek5@yandex.ru

Plantago cornuti Gouan (*P. asiatica* auct.) и *Plantago maxima* Juss. ex Jacq. внесены в список охраняемых растений Самарской области (2007, рис. 1–2). В Кинель-Черкасском и Кинельском районах Самарской области обнаружены новые места произрастания этих видов, не указанные в литературных источниках. *Plantago cornuti* – в Красной книге Самарской области показан как редкий вид со стабильной численностью, а в списке охраняемых растений республики Татарстан как сокращающий численность вид. Лимитирующим фактором является ограниченное число подходящих мест обитания – солонцовые луга в Самарской области встречаются не часто. *Plantago maxima* в Самарской области считается весьма редким видом, резко снижающим численность, а в Ульяновской области, по-видимому, исчез. Занесён в Красную книгу Республики Татарстан (2006) как редкий вид. Этот вид страдает от затопления лугов и хозяйственного освоения степной зоны.

Эти два крупных подорожника отличаются друг от друга следующими признаками.

Plantago cornuti – многолетнее травянистое растение с мочковатыми корнями. Листья 5–20 см длиной и 3–9 см шириной, яйцевидные, эллиптические, цельнокрайние, иногда в нижней части с неясными зубцами, с 5–7 обычно тём-

но окрашенными жилками, сверху голые или рассеянно-опушённые. Листья хрящеватые, ломкие при сушке, как правило, чернеющие. Цветочные стрелки прямостоячие, опушенные. Колосья рыхлые. Прицветники бурые, на спинке более менее волосистые. Прицветники более чем в два раза короче чашелистиков. Лепестки буро-плёнчатые. Тычинки с буроватыми пыльниками, тычиночные нити короче столбика с рыльцем. Семян в коробочке четыре. Цветёт в июле, плодоносит в августе. Произрастает на засоленных лугах, галофит (Красная книга ..., 2007; Маевский, 2006; Плаксина, 2001).

Plantago maxima – многолетнее травянистое растение со стержневым корнем. Листья 6–25 см длиной и 3–22 см шириной, широкояйцевидные, реже – эллиптические, с 7–11 жилками, по краю иногда с мелкими редкими зубцами, опушённые с обеих сторон, реже – только снизу, при сушке чернеющие. Узкокрылатые черешки почти равны пластинке или длиннее её. Цветочные стрелки 25–90 см длиной, прямостоячие, опушённые. Колосья очень плотные, 0,8–1 см в диаметре. Прицветники немного короче чашечки. Лепестки белоплёнчатые. Тычинки с белыми или розоватыми пыльниками, тычиночные нити длиннее столбика с рыльцем. Цветёт в мае – июне. Встречается в долинах рек, на влажных слегка засоленных лугах, в степных западинах (Красная книга ..., 2007; Маевский, 2006; Плаксина, 2001).

Из литературы известны следующие характеристики этих подорожников.

***Plantago cornuti* Gouan (*P. asiatica* auct.) - Подорожник Корнута.**

Стержнекорневой. Древнесредиземноморский луговой. Гемикриптофит. Гигромезофит. Галофитный. Перганосное (Куликов, 2005; Плаксина, 2001; Флора..., 2007).

***Plantago maxima* Juss. ex Jacq. - Подорожник наибольший.**

Кистекорневой. Древнесредиземноморский луговой. Гемикриптофит. Пыльценозное, перганосное, дубильное. Галомегатроф. Мезогигрофит. (Матвеев, 2007; Плаксина, 2001; Флора..., 2007).

Новое местонахождение *Plantago cornuti* в Кинель-Черкасском районе Самарской области обнаружено в 0,5 км на северо-восток от с. Кротовка (рис. 1). Популяция размером примерно 10 x 50 м тянется полосой вдоль микропонижения с пересыхающим водоёмом. В данном сообществе доминируют *Plantago cornuti* и *Triglochin maritimum*, а также встречаются *Carex* sp., *Elytrigia repens* и другие. В популяции *Plantago cornuti* доминируют молодые и средневозрастные генеративные особи, характеризующиеся формированием одного-трёх цветоносов. Популяция редкого подорожника находится вблизи автомобильной трассы.

Второе новое местонахождение *Plantago cornuti* обнаружено в Кинельском районе в 1 км на запад от с. Веретяевка (рис. 1). В травостое солонцового луга доминируют *Calamagrostis epigeios*, *Poa angustifolia* с участием *Cirsium esculentum*, *Achillea millefolium* и так далее. Выявлена популяция *Plantago cornuti*, состоящая преимущественно из старовозрастных генеративных особей, которые образуют от 4 до 25 цветоносов. Автомобильная трасса находится на расстоянии один километр.

В первом местообитании в условиях большей увлажнённости, несмотря на присутствие антропогенного фактора, *Plantago cornuti* представлен лучше, так как относится к гигромезофитам.

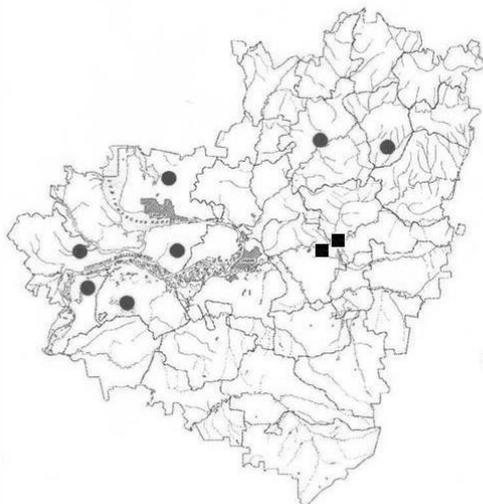


Рис. 1. Распространение *Plantago cornuti* в Самарской области
● – местонахождения, указанные в Красной книге Самарской области;
■ – новые местонахождения, выявленные автором

На территории памятника природы Самаро-Кинельская стрела Кинельского района (рис. 2) осенью 2009 г. выявлено новое местонахождение *Plantago maxima*. В сообществе доминирует *Poa angustifolia* с участием *Galatella biflora*, *Filipendula vulgaris*, *Limonium gmelinii* и так далее. Популяция редкого подорожника имеет размеры примерно 1 x 1 м. Листья растений повреждены насекомыми. Рядом находится железнодорожная линия. Таким образом, мезогигрофит *Plantago maxima* находится здесь не в самых благоприятных для него экологических условиях.

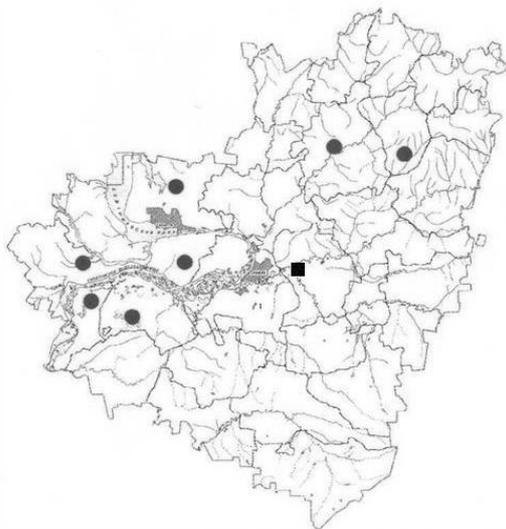


Рис. 2. Распространение *Plantago maxima* в Самарской области
● – местонахождения, указанные в Красной книге Самарской области;
■ – новые местонахождения, выявленные автором

Таким образом, в течение полевого сезона 2009 г. нами выявлено три новых местонахождения редких подорожников *Plantago cornuti* и *Plantago maxima*, которые охраняются на региональном уровне. Их популяции приурочены, в основном, к засоленным лугам, поэтому такие местообитания необходимо выявлять и сохранять.

Литература

Красная книга Республики Татарстан. Животные, растения, грибы. Казань: Идел-Пресс, 2006. 832 с.

Красная книга Самарской области. Редкие виды растений, лишайников и грибов. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2007. Т. 1. 372 с.

Красная книга Ульяновской области (растения). Ульяновск: УлГУ. 2005. Т. 2. 220 с.

Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 600 с.

Плаксина Т. И. Конспект флоры Волго-Уральского региона. Самара: Самарский университет, 2001. 388 с.

Куликов П. В. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения). Екатеринбург – Миасс: Геотур, 2005. 537 с.

Флора Самарской области: Учебное пособие / Под общей редакцией А. А. Устиновой и Н. С. Ильиной. Самара: СГПУ, 2007. 321 с.

Матвеев Н. М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны): учебное пособие. Самара: Самарский университет, 2006. 311 с.

К ВОПРОСУ ОБ ЭКОМОРФНОМ СОСТАВЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ ОСИННИКОВ НА АРЕНЕ РЕКИ САМАРЫ КАК МЕСТООБИТАНИЙ *CONVALLARIA MAJALIS* L.

Е. В. Кацовец

Самарский государственный университет, *evka_85@mail.ru*

Проблема сохранения и рационального использования лекарственных растений на лесных территориях является актуальной. Общеизвестно, что существенное влияние на рост и развитие растений оказывают экологические факторы, особенно – лимитирующие, к которым в степных лесах относятся сухость климата и почвы (Матвеев, 2006). При этом важное значение имеет оценка состояния ценопопуляций лекарственных видов, в частности, ландыша майского (*Convallaria majalis* L.) – объекта наших исследований.

Наши исследования осуществлялись в Красносамарском лесном массиве, расположенном в долине среднего течения р. Самары в подзоне разнотравно-типчаковых-ковыльных степей обыкновенного чернозема. На каждой из 10 пробных площадей осуществляли таксационный пересчет древостоя, видовой состав травостоя анализировался путем случайно-регулярной закладки 50 учетных площадок (1x1 м) с выявлением проективного покрытия отдельных видов. Для определения продуктивности *Convallaria majalis* L. его надземную фитомассу (с 15 учетных площадок 1x1 м) срезали и взвешивали на электронных весах с точностью до 1 г.

Естественные осинники формируются, главным образом, в котловинах на арене р. Самары (Матвеев, Терентьев, 1988). В древостое, кроме осины (*Populus tremula* L.), встречаются, в зависимости от градации увлажнения почвы, дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), липа сердцевидная (*Tilia cordata* Mill.), ольха клейкая (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) в кустарниковом подлеске – клен татарский (*Acer tataricum* L.), крушина (*Frangula alnus* Mill.), бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosa* Scop.), шиповник (*Rosa majalis* Herrm.), вишня степная (*Cerasus fruticosa* Pall.), раkitник русский (*Chamaecytisus ruthenicus* Fisch. ex Woloszczak).

Нами обследованы осинники на супесчаной почве на надпойменной песчаной (арене) террас р. Самары.

Из выявленных видов по проективному покрытию повсеместно доминирует ландыш (*Convallaria majalis* L.). На арене р. Самары ценопопуляции ландыша майского произрастают в разнотравных и злаково-разнотравных, хорошо сформировавшихся, многовидовых травостоях. *Convallaria majalis* L. распространен в аренных колковых осинниках, где образует чистые синузии и достигает 48 см высоты. Его фитомасса достигает $3102,2 \pm 504,5$ кг/га.

В изученных нами осинниках отмечаются и очень редкие для степной зоны виды: хвощ зимующий (*Equisetum hyemale* L.), орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn), дремлик широколистный (*Epipactis helleborine* (L.) Crantz).

В общей сложности в изученных осинниках с ландышем нами было выявлено 56 видов сосудистых растений (табл.), что составляет 9,3% от общего числа (603) вида, зарегистрированных в Красносамарском лесном массиве к настоящему времени (Прохорова и др., 2008). Преобладают среди них (по числу видов) представители семейств *Fabaceae* (10,7%), *Rosaceae* (9%), *Poaceae* (7,2%), *Ranunculaceae*, *Asteraceae*, *Apiaceae* (по 5,4%), *Cyperaceae*, *Convallariaceae*, *Caryophyllaceae* (по 3,6%).

Установлено, что основу флористического состава обследованных нами осинников образуют лесные виды (сильванты) (41%) и луговики (пратанты) (25%). К ним примешиваются степняки (степанты) – 12,5%. Немногочисленны рудеранты, пратанты-рудеранты (по 5,4%), сильванты-рудеранты (7%), степанты-рудеранты (3,6%).

Анализ флористического состава осинников по системе экоморф А. Л. Бельгарда показал, что из трофоморф в них преобладают мезотрофы (60,7%) и мегатрофы (32%) (Бельгард, 1971). Это свидетельствует о формировании в осинниках среднеплодородных и плодородных (богатых) почв. В составе гигроморф доминируют мезофиты (37,5%), ксеромезофиты (32,1%), мезоксерофиты (12,5%). Превалирование мезофитов отражает то, что осинники предпочитают свежие позиции (Матвеев, 2003).

Незначительная доля участия сциофитов, гелиосциофитов (по 10,7%), доминирование сциогелиофитов (25%) и, особенно, гелиофитов (53,6%) (таблица) соответствует полуосветленной структуре лесонасаждений, образуемых осинной, а также об изреженности древостоя.

Таким образом, использование принципов оценки флоры при изучении конкретных типов фитоценозов позволяет более полно выявлять особенности слагающих их биологических и экологических групп растений.

Таблица

**Биоэкологическая характеристика видов растений в составе осинника
(на примере Красносамарского лесничества)**

№ п/п	Вид	Цено-морфа	Трофоморфа	Гигроморфа	Гелиоморфа
1	2	3	4	5	6
1	<i>Acer tataricum</i> L. (Aceraceae)	Sil	HMgTr (4)	KsMs (1,5)	ScHe (3)
2	<i>Anemone sylvestris</i> L. (Ranunculaceae)	Sil	MsTr (2)	KsMs (1,5)	ScHe (3)
3	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn. (Betulaceae)	Sil	MgTr (3)	Hgr (4)	He (4)
4	<i>Asparagus officinalis</i> L. (Asparagaceae)	Pr	MsTr (2)	KsMs (1,5)	He (4)
5	<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) Beauv. (Poaceae)	Sil	MsTr (2)	Ms (2)	Sc (1)
6	<i>Bromopsis inermis</i> (Leys). Holub. (Poaceae)	Pr	MsTr (2)	KsMs (1,5)	He (4)
7	<i>Campanula persicifolia</i> L. (Campanula)	Sil	MsTr (2)	Ms (2)	HeSc (2)
8	<i>Carex praecox</i> Schreb. (Cyperaceae)	St	MsTr (2)	KsMs (1,5)	He (4)
9	<i>Carex supina</i> Wahlenb. (Cyperaceae)	St	OgTr (1)	KsMs (1,5)	He (4)
10	<i>Cerasus fructicosa</i> Pall. (Rosaceae)	St	MgTr (3)	MsKs (1)	He (4)
11	<i>Chamaecytisus ruthenicus</i> Fisch. ex Woloszcz. (Fabaceae)	Sil	OgTr (1)	Ks (0,5)	ScHe (3)
12	<i>Chelidonium majus</i> L. (Papaveraceae)	SilRu	MgTr (3)	Ms (2)	ScHe (3)
13	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. (Asteraceae)	Ru	MgTr (3)	KsMs (1,5)	He (4)
14	<i>Convallaria majalis</i> L. (Convallariaceae)	Sil	MsTr (2)	KsMs (1,5)	ScHe (3)
15	<i>Convolvulus arvensis</i> L. (Convolvulaceae)	Ru	MgTr (3)	MsKs(1)	He (4)
16	<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz. (Orhidaceae)	Sil	MsTr (2)	MsHgr (3)	Sc (1)
17	<i>Equisetum hyemale</i> L. (Equisetaceae)	Sil	MsTr (2)	Ms (2)	HeSc (2)
18	<i>Euonymus verrucosa</i> Scop. (Celastraceae)	Sil	MsTr (2)	Ms (2)	ScHe (3)
19	<i>Euphorbia semivillosa</i> Prokh. (Euphorbiaceae)	St	MsTr (2)	MsKs (1)	He (4)

1	2	3	4	5	6
20	<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim. (Rosaceae)	Pr	MsTr (2)	Hgr (4)	He (4)
21	<i>Fragaria vesca</i> L. (Rosaceae)	Sil	MsTr (2)	Ms (2)	ScHe (3)
22	<i>Frangula alnus</i> Mill. (Rhamnaceae)	Sil	MsTr (2)	MsHgr (3)	HeSc (2)
23	<i>Galium aparine</i> L. (Rubiaceae)	SilRu	MgTr (3)	Ms (2)	HeSc (2)
24	<i>Galium verum</i> L. (Rubiaceae)	St	MsTr (2)	MsKs (1)	He (4)
25	<i>Geranium sanguineum</i> L. (Geraniaceae)	Sil	MsTr (2)	Ms (2)	HeSc (2)
26	<i>Geum urbanum</i> L. (Rosaceae)	Pr	MsTr (2)	MsHgr (3)	He (4)
27	<i>Glechoma hederacea</i> L. (Lamiaceae)	Sil	MsTr (2)	Ms (2)	Sc (1)
28	<i>Heracleum sibiricum</i> L. (Apiacea)	PrRu	MgTr (3)	Ms (2)	He (4)
29	<i>Inula hirta</i> L. (Asteraceae)	St	MsTr (2)	MsKs(1)	He (4)
30	<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coul. (Dipsacaceae)	Pr	MgTr (3)	Ms (2)	He (4)
31	<i>Lathyrus pisiformis</i> L. (Fabaceae)	Sil	MsTr (2)	Ms (2)	ScHe (3)
32	<i>Lysimachia vulgaris</i> L. (Primulaceae)	Pr	MsTr (2)	Hgr (4)	He (4)
33	<i>Melandrium album</i> (Mill.) Garcke (Caryophyllaceae)	StRu	MsTr (2)	Ks (0,5)	He (4)
34	<i>Menta arvensis</i> L. (Lami- aceae)	Pr	MgTr (3)	HgrMs (2,5)	He (4)
35	<i>Nepeta cataria</i> L. (Lami- aceae)	Ru	MsTr (2)	MsKs(3)	He (4)
36	<i>Origanum vulgare</i> L. (Lamiaceae)	Sil	MgTr (3)	KsMs (1,5)	ScHe (3)
37	<i>Phlomis tuberosa</i> (L.) Moench (Lamiaceae)	St	MgTr (3)	MsKs (1)	He (4)
38	<i>Pimpinella saxifraga</i> L. (Apiaceae)	Pr	MsTr (2)	KsMs (1,5)	He (4)
39	<i>Poa nemoralis</i> L. (Poaceae)	Sil	MgTr (3)	Ms (2)	Sc (1)
40	<i>Poa pratensis</i> L. (Poaceae)	Pr	MsTr (2)	Ms (2)	He (4)
41	<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill). Druce (Convallaria- ceae)	Sil	MsTr (2)	KsMs (1,5)	Sc (1)
42	<i>Populus tremula</i> L. (Sali- aceae)	Sil	MsTr (2)	MsHgr (3)	He(4)
43	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn (Hypolepidaceae)	Sil	MgTr (3)	Ms (2)	HeSc (2)
44	<i>Quercus robur</i> L. (Faga- ceae)	Sil	MsTr (2)	KsMs (1,5)	ScHe (3)

1	2	3	4	5	6
45	<i>Rosa majalis</i> Herrm. (Rosaceae)	Sil	MgTr (3)	KsMs (1,5)	ScHe (3)
46	<i>Coronilla varia</i> L. (Fabaceae)	Pr	MsTr (2)	Ms (2)	He (4)
47	<i>Seseli libanotis</i> (L.) Koch (Apiaceae)	PrRu	MsTr (2)	KsMs (1,5)	He (4)
48	<i>Solidago virgaurea</i> L. (Asteraceae)	Sil	MsTr (2)	Ms (2)	ScHe (3)
49	<i>Thalictrum simplex</i> L. (Ranunculaceae)	Pr	MsTr (2)	Ms (2)	He (4)
50	<i>Thalictrum minus</i> L. (Ranunculaceae)	Pr	MgTr (3)	KsMs (1,5)	He (4)
51	<i>Tilia cordata</i> Mill. (Tiliaceae)	Sil	MsTr (2)	Ms (2)	ScHe (3)
52	<i>Tripholium alpestre</i> L. (Fabaceae)	Pr	MsTr (2)	KsMs (1,5)	He (4)
53	<i>Veronica teucrium</i> L. (Scrophulariaceae)	Pr	MgTr (3)	KsMs (1,5)	He (4)
54	<i>Vicia cracca</i> L. (Fabaceae)	PrRu	MgTr (3)	Ms (2)	He (4)
55	<i>Vicia sepium</i> L. (Fabaceae)	SilRu	MgTr (3)	Ms (2)	ScHe (3)
56	<i>Viola hirta</i> L. (Violaceae)	Sil	MsTr (2)	KsMs (1,5)	Sc (1)

Примечание. St – степант, StRu – рудерант, Pr – пратант, PrRu – пратант – рудерант, Sil – сильвант, SilRu – сильвант – рудерант, Ru – рудерант, Pal – палюдант, OgTr – олиготроф, MsTr – мезотроф, MgTr – мегатроф, HMgTr – гало-мегатроф, Ks – ксерофит, MsKs – мезоксерофит, KsMs – ксеромезофит, Ms – мезофит, HgrMs – гигромезофит, MsHgr – мезогигрофит, Hgr – гигрофит, UHgr – ультрагигрофит, He – гелиофит, ScHe – сциогелиофит, HeSc – гелиосциофит, Sc сциофит, цифры в скобках () – баллы.

Литература

- Бельгард А. Л. Степное лесоведение. М.: Лесн пром-ть, 1971.
- Матвеев Н. М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны): учебное пособие. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2006. 311 с.
- Матвеев Н. М., Терентьев В. Г. Лесные биогеоценозы как важнейшие природоохраняющие и средозащитные экосистемы степной зоны // Рациональное использование, охрана, воспроизводство биологических ресурсов и экологическое воспитание. Запорожье: Изд-во Запорож. ун-та, 1988.
- Прохорова Н. В., Корчиков Е. С., Плаксина Т. И., Макарова Ю. В., Козлов А. Н. Раритетные виды растений, лишайников и мхов Красносамарского лесничества // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Сб. материалов VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием в 2 частях. Часть 1 (г. Киров, 25–27 ноября 2008 г.). Киров: Изд-во «О-Краткое», 2008. С. 86–89.

ЭКОЛОГИЯ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ *PTRIDIUM AQUILINUM* (L.) KUHN В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Д. К. Наймушина, О. Н. Пересторонина

Вятский государственный гуманитарный университет, botany@vshu.kirov.ru

В последние годы среди ботаников усилилось внимание к птеридофлоре. Особый интерес у зарубежных и российских ученых вызывает папоротник орляк *Pteridium aquilinum* как широко распространенный космополит. Значительная протяженность ареала орляка влечет его морфологическую изменчивость и различную фитоценотическую приуроченность.

Обычно род *Pteridium* рассматривают как монотипный – *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, хотя и допускают его полиморфизм (Тахтаджян, 1956). Монограф рода R. M. Tryon (1941) выделила внутри него два подвида: subsp. *typicum* Tryon (=subsp. *aquilinum*) и subsp. *caudatum* (L.) Wopar. и значительное число географических рас. Внутри *P. aquilinum* subsp. *typicum* для территории России Tryon отмечает две разновидности: в европейской части var. *typicum* Tryon (= var. *aquilinum*), в азиатской части, а также на севере и в центре Европейской России – var. *latiusculum* (Desv.) Underw. ex Heller.

В настоящее время известно, что на территории Европейской России произрастает *P. aquilinum* subsp. *aquilinum* (Пересторонина, 1999).

Территория Кировской области находится на северо-востоке европейской части России, расположена в трех природных подзонах, где орляк является естественным компонентом растительного покрова. Область протянулась с севера на юг на 570 км, поэтому изучение распространения и изменчивости орляка на территории Кировской области является актуальным.

Исследования проводили в течение полевых сезонов 2006–2008 гг. с июня по август. Морфологические признаки орляка изучали в природных популяциях различных точек Кировской области: в Котельничском районе (заповедник «Нургуш»), окрестностях г. Кирова (район н.п. Порошино и Боровица), в Кильмезском и Уржумском районах. Популяции исследовали в различных фитоценозах: по возможности, на разных элементах рельефа в пределах двух природных подзон: южной тайги и подтаежных лесов. Было исследовано и обработано 5 ценопопуляций (ЦП).

ЦП № 1 – на опушке соснового леса, около лесной дороги. Возобновление древостоя из сосны (*Pinus silvestris*), ели (*Picea abies*), берез (*Betula pendula*) и липы (*Tilia cordata*), при сомкнутости крон – 0,2. Высота молодых деревьев до 6 м. Проективное покрытие травяного яруса – 70–80%.

ЦП № 2 – вблизи опушки соснового леса, при сомкнутости крон 0,3–0,4. Высота сосен 25–27 м. В травяном ярусе преобладает орляк – 85%.

ЦП № 3 – вблизи опушки елово-соснового леса с примесью березы. Возобновление древостоя из *Picea abies*, *Betula pendula*, *Pinus silvestris*, при сомкнутости крон 0,4. Высота деревьев 28 м. Проективное покрытие травяного яруса – 75%.

ЦП № 4 – на опушке соснового леса, при сомкнутости крон – 0,3. Высота сосен 28 м. Проективное покрытие травяного яруса 65–70%.

ЦП № 5 – суходольный луг. Проективное покрытие травяного яруса 90%.

На территории Кировской области орляк произрастает чаще в светлых хвойных (преимущественно в сосновых) лесах. Гораздо реже орляк растет в смешанных и темнохвойных сообществах. В области орляк приурочен к открытым местообитаниям: опушкам леса и суходольным лугам.

Орляк характеризуется относительным светолюбием и оптимального развития достигает при сомкнутости крон деревьев 0,4–0,5. В более густых насаждениях он приурочен к «окнам древостоя»: лесным полянам, прогалинам. Полутень и мягкий микроклимат леса благоприятствуют орляку, его относят к полутеневым растениям.

Pteridium – многолетний длиннокорневищный папоротник. Корневища орляка шнуровидные до 1–1,5 см толщиной, располагаются в зависимости от типа почвы на глубине 5–35, иногда до 60 см. Корневища двух типов: длинные, безлистные и короткие, несущие вайи (Шорина, 1981). Вайи орляка расположены поодиночке на коротких корневищах и имеют длинные черешки. Нижняя часть вай, их филлоподий и базальная часть черешка скрыты в почве. Высота надземной части вайи (от основания почвы до верхушки листовой пластинки) в среднем колеблется от 70 до 170 см.

При исследовании закономерностей изменчивости вегетативных органов из ЦП были взяты массовые выборки, в количестве 30–50 учетных единиц. Учетной единицей считали сформированные вайи. Изучали 19 морфологических и биологических признаков: высота вай, длина черешка, длина рахиса, ширина листовой пластинки, число пар перьев первого и второго порядков, длина рахиса нижнего пера первого порядка, форма нижних перьев первого порядка, форма перышек, угол отхождения пера от рахиса, опушение листовой пластинки.

Для того чтобы выяснить, насколько метрические данные *Pteridium* зависят от экологической обстановки, мы измеряли их у растений разных биотопов (табл.). В результате исследований выявили, что высота вай в изученных ЦП примерно одинаковая и варьирует от 60 см до 140 см. Размеры вай относятся к модификационным признакам, в пределах популяций они сильно варьируют в зависимости от биотопов и находятся в прямой зависимости от количества света, чем сильнее затенение и больше сомкнутость крон, тем меньше размеры вай. Такая же закономерность, а именно: большая величина в условиях хорошего освещения, наблюдается в размерах частей вай, их черешков и рахисов.

Длина же и ширина листовой пластинки в первую очередь, зависят от степени освещенности, то есть на рост листовой пластинки (рахиса) в большей степени влияют экзогенные факторы. Следовательно, рост листовой пластинки зависит от внешних условий. В этом отношении рост черешка более стабилен.

**Линейные размеры вай в зависимости от экологических условий
(среднее из 50 промеров)**

Признак	ЦП 1	ЦП 2	ЦП 3	ЦП 4	ЦП 5
1. Общая высота вай (см)	108	73	108,3	106	91
2. Длина черешка (см)	50	32	46,7	47	45,5
3. Длина рахиса (см)	58	41	61,6	59	45,5
4. Ширина листовой пластинки (см)	74	63	75,2	57,2	48,1
5. Число пар перьев первого порядка	12	10	11	11	12
6. Число пар перьев второго порядка	10	10	9	10	10
7. Сомкнутость крон	0,2	0,3–0,4	0,4	0,3	–
8. Индекс = общая длина вайи/ длина черешка	2,2	2,4	2,3	2,25	2
9. Индекс = общая длина вайи/ ширина листовой пластинки	1,54	1,17	1,44	1,85	1,89

Кроме линейных размеров, мы вычислили коэффициенты отношения общей высоты вайи к длине черешка и к ширине листовой пластинки (Пересторонина, 1999). Было выявлено, что данные коэффициенты тоже являются показателями жизненного состояния орляка.

Таким образом, линейные размеры (общая высота вай, длина черешка, рахиса), коэффициенты отношения общей высоты вайи к длине черешка и ширине листовой пластинки зависят от экологических условий.

Полученные результаты показали, что форма листовой пластинки и угол отхождения пера от главного рахиса зависят от условий местообитания, и, в первую очередь, от освещения. На открытых безлесных участках вайи – треугольно-вытянутые, угол отхождения пера от главного рахиса острый; на затененных местообитаниях вайи – широкотреугольные, и угол приближается к прямому. Подавляющее большинство вай имеет от 10 до 12 пар перьев, причем число пар перьев первого порядка соответствует числу пар перьев второго порядка. Амплитуда изменчивости исследованных ценопопуляции на территории Кировской области укладывается в границы изменчивости данных признаков на территории Центральной России (Пересторонина, 1999).

Таким образом, *P. aquilinum* (L) Kuhn – вид встречающийся на территории Кировской области во многих типах местообитаний от хвойных лесов до луговых сообществ. Метрические признаки, характеризующие размеры вай и их частей, сильно варьируют по местообитаниям. Константными оказались диагностические значимые признаки: число пар перьев I и II порядков.

Литература

Ершова Э. А., К экологии папоротника – орляка в Средней Сибири // Экология. 1975. № 3. С. 85–87.

Пересторонина О. Н., Экологическая морфология и таксономия *Pteridium aquilinum* на территории Европейской России, Крыма и Кавказа. М., 1999. 16 с.

Шорина Н. И. Строение зарослей папоротника – орляка в связи с его экологией // Жизненные формы: Структура, спектры и эволюция. М., 1981. С. 213–232.

Watt A. C., Contributions in the ecology of bracken (*Pteridium*). The rhizome // New phytologist, 1940. Vol. 30.
<http://www/jcabi.ru>.

ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТРАВЯНИСТЫХ ВИДОВ Г. ПЕТРОЗАВОДСКА ИЗ СЕМЕЙСТВА ASTERACEAE

К. В. Морозова, А. С. Изосина

Петрозаводский государственный университет, mkv25@bk.ru

Природные условия территории Карелии характеризуется большим разнообразием, что определяет многообразие экологических условий местообитаний сосудистых растений в регионе. Ареал вида прежде всего зависит от его устойчивости к факторам окружающей среды. Каждый вид произрастает в определенном диапазоне экологических условий. Исследование диапазонов позволит составить экологические шкалы, в которых будут представлены все условия произрастания видов во флоре Карелии.

Впервые экологические шкалы были разработаны Л. Г. Раменским (1929) для определения типологии сенокосов и пастбищ. В 1983 г. Д. Н. Цыгановым опубликованы шкалы для подзоны хвойно-широколиственных лесов европейской части России. Л. Г. Раменский и Д. Н. Цыганов в своих обобщенных экологических шкалах приводят диапазоны экологических факторов, которые охватывают все возможные режимы. Эти шкалы нашли самое широкое применение в практике геоботанических и флористических исследований, как достаточно точный и удобный метод оценки условий обитания видов и растительных сообществ.

Ряд исследователей (Ниценко, 1957; Ипатов, 1964; Королюк, 2007 и др.) считают, что экологические шкалы должны быть региональными, т. к. шкалы, составленные для больших территорий, из-за изменений комплекса факторов среды и межвидовой конкуренции могут искаженно отражать синэкологические амплитуды видов в части их ареалов. Кроме того, следует отметить, что в экологических шкалах Л. Г. Раменского и Д. Н. Цыганова не учитывались условия местообитаний видов на урбанизированных территориях. В связи с этим для составления региональных шкал для флоры Карелии необходимо определить полный диапазон условий произрастания отдельных видов в регионе.

Цель – изучить эколого-фитоценотические особенности травянистых видов из семейства Астровые (*Asteraceae*), произрастающих на территории г. Петрозаводска.

Объектами исследования являются широко распространенные на территории города травянистые виды - одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Web ex Wigg.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.), мать-мачеха обыкновенная (*Tussilago farfara* L.).

Для выявления растительных сообществ с участием изучаемых видов использовали маршрутный метод. Геоботанические описания выполнены в соот-

ветствии с общепринятой методикой (Лайдинен и др., 2001). В каждом растительном сообществе были заложены пробные площади 5×5 м, внутри которых описывались учетные площадки 1×1 м.

Для химического анализа почв на пробных площадях были сделаны почвенные прикопки. Определение кислотности почв проводили потенциометрическим методом, гигроскопической влажности – методом высушивания до постоянной массы, содержание азота – фотоколориметрическим методом, фосфора – по методу Кирсанова, калия – ионометрическим методом (Агрохимические методы ..., 1975).

Проведенное исследование показало, что изучаемые виды произрастают в злаково-разнотравных растительных сообществах на территории г. Петрозаводска. Наибольшее проективное покрытие в сообществах занимает пижма обыкновенная (20±1,56%). По обочинам городских дорог этот вид образует сплошные заросли. Проективное покрытие мать-и-мачехи обыкновенной (10±0,81%), одуванчика лекарственного (10±0,39) и тысячелистника обыкновенного (8±0,57) ниже.

По данным химического анализа почв тысячелистник обыкновенный и одуванчик лекарственный растут на почвах, реакция среды которых изменяется от кислой (рН 4,6) до слабокислой (6,1). Установлено значительное варьирование содержания азота в почвенных образцах 0,01 до 0,60% (табл.). Количество подвижных форм фосфора (P₂O₅) и калия (K₂O) колеблется от 16,3 до 388,1 мг/100 г и от 39,0 до 390,0 мг/100 г почвы. В широком диапазоне изменяется влажность почв (от очень сухих (0,1%) до умеренно увлажненных (0,6%)) в растительных сообществах с участием одуванчика лекарственного. Вид тысячелистник обыкновенный растет на почвах, влажность которых варьирует от 0,3 до 0,6%.

Таблица

Химические показатели почв в злаково-разнотравных сообществах с участием травянистых видов из семейства *Asteraceae*

Вид	Гигроскопическая влажность, %	рН сол.	Содержание основных элементов минерального питания		
			N, %	P ₂ O ₅ , мг/100 г	K ₂ O, мг/100 г
Тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i>)	0,3–6,0	4,6–6,1	0,01–0,60	16,3–388,1	39,0–390,0
Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i>)	0,1–6,0	4,6–6,1	0,01–0,60	16,3–388,1	39,0–390,0
Мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i>)	0,8–1,5	5,0–5,3	0,12–0,36	19,0–31,6	39,0–187,2
Пижма обыкновенная (<i>Tanacetum vulgare</i>)	0,7–4,0	4,9–5,3	0,19–0,37	48,0–137,0	39,0–149,5

Рудеральные растительных сообщества с участием мать-и-мачехи обыкновенной формируются на кислых почвах (рН 5,0–5,3) с низким содержанием

фосфора (от 19,0 до 31,6 мг/100 г). Количество азота изменяется от 0,12 до 0,36%, калия – от 39,0 до 187,2 мг/100 г.

Почвы в растительных сообществах с участием пижмы обыкновенной отличаются небольшим количеством азота (0,19–0,37%). Содержание фосфора определено от 48,0 до 137,0 мг/100 г, калия – от 39,0 до 149,5 мг/100 г. Диапазон варьирования кислотности почв от 4,9 до 5,3. Виды мать-и-мачеха обыкновенная и пижма обыкновенная селятся на сухих почвах, влажность которых 0,8–1,5% и 0,7–4,0% соответственно.

Экологические шкалы Д. Н. Цыганова широко применяются в геоботанических и флористических исследованиях в Карелии. В связи с этим нами проведен сравнительный анализ условий обитания видов по данным полевого исследования и по шкалам кислотности и богатства почв азотом Д. Н. Цыганова.

Виды тысячелистник обыкновенный и одуванчик лекарственный произрастают в рудеральных растительных сообществах на кислых и слабо кислых почвах. По данным экологической шкалы кислотности почв Д. Н. Цыганова (1983) эти виды расселяются и на щелочных почвах.

Широкий диапазон кислотности почв приводится Д. Н. Цыгановым и для пижмы обыкновенной (от очень кислых до щелочных почв). По результатам проведенного исследования пижма обыкновенная растет на кислых почвах в растительных сообществах г. Петрозаводска.

Для мать-и-мачехи обыкновенной Д. Н. Цыганов определил более узкий диапазон кислотности – от слабо кислых до щелочных почв. В ходе проведения исследования установлено, что этот вид произрастает на кислых почвах в злаково-разнотравных сообществах на территории города.

Согласно шкале богатства почв азотом Д. Н. Цыганова, тысячелистник обыкновенный и пижма обыкновенная имеют диапазон от очень бедных до богатых почв азотом, что подтверждается полученными нами данными для тысячелистника обыкновенного. Пижма обыкновенная не выявлена в растительных сообществах с высоким содержанием этого элемента минерального питания. Одуванчик лекарственный (по Д. Н. Цыганову) распространен и на избыточно богатых почвах азотом, а мать-и-мачеха обыкновенная – на безазотных почвах. По результатам проведенного исследования одуванчик лекарственный, как и тысячелистник обыкновенный, растет на почвах от очень бедных до небогатых азотом. Растительные сообщества с участием мать-и-мачехи обыкновенной встречаются на бедных азотом почвах.

Следовательно, диапазон кислотности почв у тысячелистника обыкновенного, одуванчика лекарственного и пижмы обыкновенной более узкий, чем указан Д.Н. Цыгановым. У мать-и-мачехи обыкновенной диапазон сдвинут в сторону кислых почв. Аналогичное сужение диапазона условий произрастания изучаемых видов по результатам исследования установлено и по содержанию азота в почвах. У тысячелистника обыкновенного диапазоны по экспериментальным данным и по шкале богатства почв азотом Д. Н. Цыганова совпадают.

Таким образом, по данным исследования тысячелистник обыкновенный и одуванчик лекарственный растут в рудеральных сообществах на территории г. Петрозаводска на почвах от очень сухих до умеренно увлажненных, от особо

бедных до небогатых. Виды мать-и-мачеха обыкновенная и пижма обыкновенная распространены на сухих особо бедных и небогатых почвах.

Литература

Агрохимические методы исследования почв. М., 1975. 656 с.

Ипатов В. С. О применении экологических таблиц для оценки типов леса // Вестн. ЛГУ. Сер. Биол. 1964. № 21. С. 150–152.

Королюк А. Ю. Использование экологических шкал в геоботанических исследованиях // Актуальные проблемы геоботаники. Материалы III Всероссийской школы-конференции. Петрозаводск: КНЦ РАН, 2007. С. 176–197.

Лайдинен Г. Ф., Ларионова Н. П., Лантратова А. С. Геоботаническое изучение луговой растительности // Методы полевых и лабораторных исследований растений и растительного покрова. Петрозаводск, 2001. С. 243–257.

Ниценко А. А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову // Бот. журн. 1957. Т. 42. № 7. С. 1110–1114.

Раменский Л. Г. К методике сравнительной обработки и систематизации списков растительности и других объектов, определяемых несколькими несходно действующими факторами // Тр. Совещ. геобот.-луговедов. Л., 1929. С. 11–36.

Цыганов Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 197 с.

ОСОБЕННОСТИ РИТМА СЕЗОННОГО РАЗВИТИЯ *GYMNOCARPIMUM DRYOPTERIS* (L.) NEWM.

М. А. Куришаква, О. Н. Пересторонина

Вятский государственный гуманитарный университет, botany@vshu.kirov.ru

В современной ботанике накоплен большой фактический материал о ритмах сезонного развития цветковых растений. В России выделены и описаны феноритмотипы растений большинства природных зон. Этот материал представляет интерес как в прикладных аспектах, так и для теоретической морфологии растений.

Однако исследованиям ритмов роста и развития споровых растений, в том числе папоротников, уделяется мало внимания (Храпко, 1989; Державина, 1991; Гуреева, 1997 и др. по Фадеевой, 1999). На территории Кировской области подобные исследования проводили впервые.

Объектом исследований является длиннокорневищный безрозеточный папоротник голокучник обыкновенный – *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm. Это растение высотой 15–30 см с сильно разрастающимся длинным разветвлённым корневищем, поэтому один клон может занимать значительную площадь. Листья ярко-зеленые, голые, мягкие. Пластинки треугольные, трехраздельные, расположены горизонтально, почти перпендикулярно черешку. Листовая пластинка яйцевидно-треугольная, коротко или тупозаостренная, дважды – или трижды-перистая, светло-зеленая, голая, горизонтально распростертая, с 5–9 парами супротивных листовых долей. Две самые нижние пары черешковые, как правило, намного крупнее остальных. Кверху листовые доли уменьшаются, черешки становятся короче, а самые верхние пальчато соединя-

ются. Черешок тонкий, желтовато-зеленый, на большом протяжении голый, длиннее пластинки в 1,5–2,5 раза.

У *G. dryopteris* сорус не имеет индузиума. Спорангии располагаются по обе стороны жилок второго порядка перышка. Они развиваются центробежно. Роль индузиума замещается различным расположением спорангиев по отношению к листовой пластинке и друг к другу. С началом созревания соруса центральные спорангии благодаря интенсивному росту ножек приподнимаются над остальными, тем самым оказываются в более сухом воздухе и ускоряют свое созревание. Морфологически сорус лишен индузиума, но молодые спорангии в нем защищены биологически, благодаря большой плотности и разной высоте более зрелых спорангиев. Такая форма биологической защиты спорангиев в сорусе наиболее эффективна при горизонтальном расположении пластинок вай в припочвенном влажном слое воздуха, что свойственно голокучнику. Споры почковидные, с редкими бугорками и двумя крылатыми выростами. Споры созревают в июне-июле (Фадеева, 1999).

G. dryopteris распространен в северном полушарии. Растёт преимущественно в темнохвойных (еловых) и смешанных лесах, на небогатой и умеренно влажной, известковой почве, часто разрастаясь в просветах крон. Он произрастает на европейской территории России (северные, центральные и западные области), на западе Украины, в Прибалтике, на Кавказе, в Западной и Восточной Сибири, Средней Азии, Скандинавии, Средиземноморье, на севере Индии, в Монголии, Тибете, Гималаях, Японии, Китае, Северной Америке (Бобров, 1974). В Кировской области вид произрастает повсеместно, но особенно характерен для подзоны южной тайги и подзоны подтаежных лесов (Определитель растений ..., 1975).

Экологический ареал вида достаточно широкий. Графическая модель экологического ареала *G. dryopteris* построена на рис.

Согласно Д. Н. Цыганову (1983), *G. dryopteris* по термоклиматической шкале (Тм) – 3–11 – общий терморегим климата для вида соответствует режимам от субарктического до субсредиземноморского. В этот промежуток входят также бореальный, суббореальный, неморальный, режимы и промежуточные между ними.

По шкале континентальности климата (Кн) – 3–13 – *G. dryopteris* обитает в условиях океанического, морского, субматерикового, материкового, субконтинентального, континентального режимов и промежуточных между ними.

По омброклиматической шкале аридности-гумидности (Ом) (влажность климата) – 5–12 – *G. dryopteris* обитает в условиях мезоаридного, субаридного, субгумидного, гумидного, перегумидного режимов и промежуточных между ними.

По криоклиматической шкале (Ср) (морозность климата) – 5–11 – *G. dryopteris* способен обитать в условиях довольно суровых, умеренных, мягких и теплых зим.

Согласно шкале увлажнения почвы (Нд) – 11–17 – *G. dryopteris* произрастает в условиях сухо-, влажно-, сыро- и болотно-лесолуговой зоны.

По шкале кислотности почвы (Rc) – 3–7 – *G. dryopteris* приурочен к почвам от сильнокислых до слабокислых.

Что касается требовательности к азотообеспеченности почвы, то по шкале богатства почвы азотом (Nt) – 3–9 – *G. dryopteris* характеризуется как вид, способный произрастать как на очень бедных азотом почвах, так и на богатых азотом.

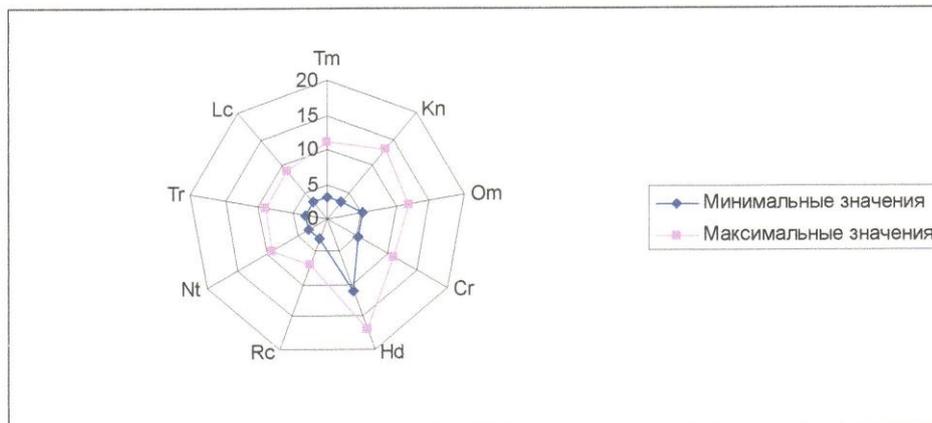


Рис. Графическая модель экологического ареала *G. dryopteris* (L.) Newm.

К солевому режиму почв (Tr) – 3–9 – *G. dryopteris* не очень требователен. Это говорит о произрастании на почвах от бедных до богатых.

Согласно шкале освещенности-затенения (Lc) – 3–9, данный вид способен произрастать как на полуоткрытых пространствах, так и в условиях особо тенистых лесов ([http:// www/ jcbi. ru](http://www/jcbi.ru)).

Наблюдения за ритмом роста вай голокучника Линнея, спороношением, их старением и отмиранием проводили на постоянных пробных площадках в окрестностях г. Кирова. В целом, за весь период вегетации наблюдения вели за 50 вайями.

Фенологические наблюдения проводили по стандартной методике (Фадеева, 1999).

В годичном цикле роста и развития папоротников выделяют следующие периоды и фазы:

1 период – период активный рост (фазы: начало роста, интенсивный рост, завершение роста),

2 – спороношение (фазы: заложение сорусов, рост сорусов, созревание сорусов, рассеивание спор),

3 – подготовка к зиме (фазы: старение вай, отмирание вай),

4 – покой.

1, 2, 3 периоды составляют полную вегетацию вида. Отрезок годичного цикла с момента окончания роста вай и до начала их отмирания называется эффективной вегетацией. Во время нее эффективность фотосинтеза максимальна, активно созревают и рассеиваются споры (Фадеева, 1999).

Весной и в начале лета наблюдения проводили с интервалом 3–5 дней, в середине и конце лета интервал увеличивали до 10–15 дней, а осенью до 15–

20 дней. Наступление фенофаз отмечали, когда приблизительно 80–90% особей имеют признаки данной фенофазы.

В результате наблюдений сезонов 2007–2008 г.г. полная вегетация *G. dryopteris* составила 4,5 месяца (с 30 апреля по 15 сентября), эффективная вегетация – 3 месяца. Период активного роста вида в Кировской области продолжается 21–22 дня (с 30 апреля по 31 мая), период спороношения 73–74 (с 7 июня по 19 августа), период подготовки к зиме 45 (с 28 июня по 15 сентября), период покоя 7,5 месяцев.

Таким образом, в результате проведения фенологических наблюдений были определены сроки наступления периодов и фаз развития *G. dryopteris* в подзоне южной тайги Кировской области. Выявлено, что ритм роста и развития *G. dryopteris* очень скоротечен. Он характеризуется коротким периодом активного роста, сдвинутым на благоприятный отрезок вегетации рассеиванием спор и быстрым отмиранием вай.

Литература

Бобров А. Е., Папоротникообразные // Флора европейской части СССР. Л., 1974. Т. 1. С. 68–99.

Фадеева И. А., Ритмы сезонного развития у разных биоморф папоротников в условиях средней России. М., 1999. 16 с.

Определитель растений Кировской области. Составители: Ф. А. Александров, В. П. Клирсова и др. Киров, 1975. Т. 1. 256с., Т. 2. 303 с.

<http://www/jcbi.ru>

РАЗНООБРАЗИЕ И ПИГМЕНТНЫЙ КОМПЛЕКС ГИДРОФИЛЬНОЙ ФЛОРЫ ВОДОЕМОВ ОКРЕСТНОСТЕЙ СЫКТЫВКАРА

О. В. Дымова¹, Е. А. Лашманова², З. В. Русанова²

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

² Сыктывкарский государственный университет

В условиях существенного роста антропогенных нагрузок в последние десятилетия резко возросло загрязнение гидросферы. Для гидрофильной флоры вода – необходимый экологический фактор и среда обитания, приспособление к которой привело к появлению у растений своеобразных анатомо-морфологических и эколого-биологических свойств (Садчиков, Кудряшов, 2004). Некоторые виды гидрофильной флоры (*Potamogeton*, *Alisma*, *Lemna*, *Ceratophyllum*, др.) относятся к лимнофильному комплексу, т.е. тяготеют к водоемам стоячим или слабопроточным. Гидрологический режим в таких водоемах, в отличие от водотоков и рек, в значительной степени зависит от климатических факторов, содержания биогенных микро- и макроэлементов, величины рН и др.

Исследования фотосинтетических пигментов, их качественного состава и количественных соотношений в растениях, произрастающих в различных экологических условиях, могут дать информацию о роли пигментной системы в адаптивных процессах. Абсолютное количество пигментов – величина наследственно обусловленная, связанная со структурно-анатомическими особенно-

стями листьев конкретных видов. Условия произрастания, в первую очередь, сказываются на функционально значимых показателях пигментного аппарата (доля хлорофиллов в светособирающем комплексе (ССК), соотношение хлорофиллов *a* и *b*, сумма зеленых и желтых пигментов). Данные параметры являются важными биоиндикаторами на изменяющиеся условия и диагностическими показателями фотосинтетических реакций листьев (Мэннинг, Федер, 1985).

Целью работы было изучение видового разнообразия и оценка состояния пигментного комплекса представителей гидрофильной флоры водоемов окрестностей г. Сыктывкара.

В период 2008–2009 гг. обследованы три водоема (1 – водоем на территории Ботанического сада СыктГУ, 2 – озеро Выльты, 3 – сточный водоем вблизи птицефабрики), изучены флористический и пигментный состав водных и прибрежно-водных растений.

Водоемы различались по степени минерализации и трофности воды (табл.). Показатель рН, близкий к 8, и высокое содержание HCO_3^- указывают на подщелачивание воды в сточном водоеме 3, который также был обогащен фосфатами. Высокая степень жесткости воды в водоеме 3 была обусловлена значительными количествами катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} . Водоем 1 характеризовался предельно допустимой концентрацией нитритов (NO_2^-) и более высокими концентрациями ионов металлов (Al, Cr, Cu, Ni). Высокий показатель химического потребления кислорода (ХПК) свидетельствует о быстром расходовании O_2 в воде и указывает на большую трофность водоема 1.

Установлены различия в видовом составе водных и прибрежно-водных растений. Всего исследовано 39 видов высших сосудистых растений. Географический анализ показал, что основу флоры составляют бореальная (53,8%) и плюризональная широтные группы (43,6%). Обилие видов, относящихся к плюризональной группе, связано с тем, что водная среда сглаживает колебания внешних факторов и создает условия для широкого распространения растений. По отношению к фактору увлажнения большинство видов (35,9%) относятся к гигрофитам – растениям сырых местообитаний. Гелофиты – растениям береговых и прибрежных местообитаний с избыточным или переменным увлажнением, составили 30,8% флоры. Плейстофиты – растения с плавающими листьями, представлены пятью видами. Также встречаются мезогигрофиты (4 вида) и гидатофиты (полностью погруженные растения) – всего 2 вида. Один из них, *Elodea canadensis* – американский вид, распространившийся по всей планете благодаря быстрому росту и физиологической пластичности.

Наряду с *E. canadensis*, присутствие *Alisma plantago-aquatica* свидетельствует о наличии антропогенного воздействия на все исследованные водоемы. Массовое развитие рясковых говорит о неблагополучии в экосистеме. Наличие *Lemna trisulca* в водоеме 1 указывает на поступление биогенных веществ в воду (эвтрофировании), развитие *L. minor* в сточном водоеме 3 свидетельствует о сельскохозяйственном загрязнении.

Гидрохимические показатели воды в водоемах г. Сыктывкара

Показатели	Участок		
	водоем Бот. сада СГУ	озеро Выльты	водоем у птицефабрики
pH	6.82±0.10	7.01±0.10	7.84±0.10
HCO ₃ , мг/дм ³	27.1±2.4	46.8±2.5	211±3
N-NH ₄ , мг/дм ³	0.004*	0.088±0.019	0.006*
N-NO ₃ , мг/дм ³	0.14±0.04	0.027±0.01	0.023±0.009
N-NO ₂ , мг/дм ³	0.036±0.009	0.011±0.005	0.0027*
P-PO ₄ , мг/дм ³	0.036±0.005	0.0048*	0.123±0.013
P _{tot} , мг/дм ³	0.078±0.025	0.022±0.009	0.14±0.04
ОЖ, ммоль/дм ³	0.58±0.06	0.57±0.06	3.13±0.16
Ca, мг/дм ³	11.5±1.8	11.3±1.8	63±10
Mg, мг/дм ³	1.86±0.28	2.3±0.3	11.9±1.8
Na, мг/дм ³	1.30±0.19	3.1±0.5	9.8±1.5
K, мг/дм ³	0.99±0.24	0.84±0.20	1.19±0.19
Fe, мг/дм ³	0.90±0.13	0.83±0.12	0.18±0.04
Mn, мкг/дм ³	5.6±1.8	8.0±2.6	34±11
Al, мкг/дм ³	290±70	0.20*	н/о
Cr, мкг/дм ³	1.3±0.3	0.08*	0.05*
Cd, мкг/дм ³	0.10*	н/о	н/о
Cu, мкг/дм ³	1.6 ± 0.7	0.47*	0.80*
Ni, мкг/дм ³	4.2 ± 1.8	1.3±0.5	1.4±0.6
Pb, мкг/дм ³	0.98*	0.56*	0.62*
Zn, мкг/дм ³	4.5*	2.7±0.9	1.2*
ХПК, мг/дм ³	108±22	24±7	55±11

Примечание: P_{tot} – доступный фосфор, ОЖ – общая жесткость, ХПК – химическое потребление кислорода, звездочка * означает, что $C_n \leq C_{min}$; н/о – не обнаружено.

Получены данные о пигментном комплексе листьев 6 видов высших водных и 24 видов прибрежно-водных растений. Установлено, что содержание зеленых пигментов в листьях исследованных видов варьировало в широких пределах, от 2,9 мг/г до 15,9 мг/г сухой массы. Содержание желтых пигментов было в 4–6 раз ниже, чем зеленых. Наибольшее содержание зеленых пигментов (в расчете на сухую массу листьев) среди водных видов выявлено у *E. canadensis* (до 9,5 мг/г), прибрежно-водных – у *A. plantago-aquatica* (16 мг/г), наименьшее – у *L. minor* (2,8 мг/г) и *Equisetum fluviatile* (3,2 мг/г) соответственно. В целом, листья прибрежно-водных растений накапливали существенно больше зеленых и желтых пигментов, имели более высокие величины соотношения хл *a/b* (3–4), но мало различались от водных по доле хлорофиллов, принадлежащих светособирающему комплексу (ССК). В листьях водных растений пониженное соотношение хл *a/b* (2,1–2,9) означает, что значительная часть хлорофиллов принадлежит ССК фотосистем. Как показали наши данные, доля хлорофиллов, локализованных в ССК, у исследованных водных видов превышала 55% от общего фонда зеленых пигментов. Согласно (Maslova, Popova, 1993) повышенное

содержание антенного хлорофилла компенсирует низкий уровень накопления зеленых пигментов.

Сравнение одних и тех же видов из разных водоемов показало (рис.), что листья растений *E. canadensis* и *A. plantago-aquatica*, произрастающих в более эвтрофированном водоеме 1, отличались большим накоплением зеленых пигментов, чем в остальных водоемах. При этом, в водоеме 2 исследованные виды характеризовались меньшей величиной хлорофиллы/каротиноиды (3,3–3,8), что свидетельствует об относительно высоком уровне желтых пигментов в листьях. По-видимому, это связано с адаптацией фотосинтетического аппарата к световым условиям водоема.

Таким образом, нами выявлено видовое разнообразие, проведен эколого-географический анализ и впервые дана характеристика пигментного комплекса представителей гидрофильной флоры водоемов окрестностей г.Сыктывкара. Полученные данные показали, что содержание и соотношение фотосинтетических пигментов в листьях водных и прибрежно-водных растений зависело от состояния водной среды. Повышение содержания металлов в воде приводило к накоплению зеленых пигментов в листьях *E. canadensis* и *A. plantago-aquatica*. В целом, виды гидрофильной флоры могут использоваться в целях биоиндикации загрязненных водных объектов.

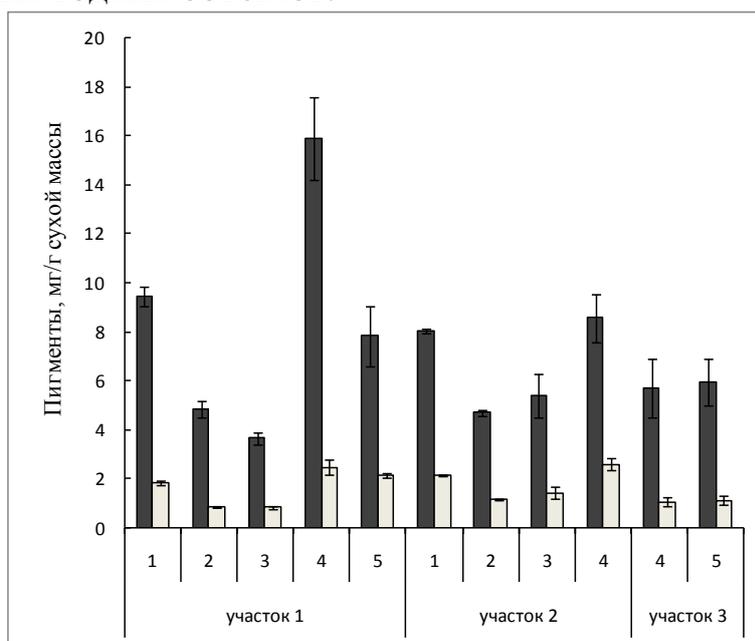


Рис. Содержание хлорофиллов (темные столбцы) и каротиноидов (светлые столбцы) в листьях растений: 1 – *Elodea canadensis*, 2 – *Hydrocharis morsus-ranae*, 3 – *Nymphae lutea*, 4 – *Alisma plantago-aquatica*, 5 – *Carex пепельно-серая*. Участок 1 – водоем Ботанического сада СГУ; участок 2 – озеро Выльты, участок 3 – водоем у птицефабрики

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 07-04-00436.

Благодарим сотрудников экоаналитической лаборатории Института биологии Коми НЦ УрО РАН за выполнение химического анализа поверхностных вод.

Литература

Мэннинг У. Д., Федер У. Биомониторинг загрязнений атмосферы с помощью растений. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 143 с.

Садчиков А. П., Кудряшов М. А. Экология прибрежно-водной растительности. М.: НИА-Природа, РЭФИА, 2004. 220 с.

Maslova T. G., Popova I. A. Adaptive Properties of the Pigment Systems // *Photosynthetica*. 1993. V. 29. P. 195–203

САПРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПО ФИТОПЛАНКТОНУ РАЗНОТИПНЫХ ВОДОЕМОВ ЗАМЕДЛЕННОГО СТОКА ЮЖНОГО УРАЛА

Л. В. Снитко

Ильменский Государственный заповедник УрО РАН, snitkol@ilmeny.ac.ru

Величины индекса сапробности и характеристика зон сапробности исследовалась нами в разных типах водоемов замедленного стока – озерах и водохранилищах Южного Урала в период 1998–2008 гг.

Применимость метода сапробиологического анализа в условиях глобального изменения окружающей среды, намного отличающихся от изначальных для индикаторных организмов, остается нерешенной проблемой. Большинство водоемов большую часть периода относилось к бета-мезосапробной зоне. Вопрос о том, является ли это естественным состоянием природных водоемов на наших широтах – остается открытым. Для южных широт увеличение сапробности является естественным фактором – развивается большое количество организмов с высокой численностью в благоприятных температурных и световых условиях. Для более северных широт наиболее характерной является олигосапробная зона водоемов, определяемая ограниченными температурными диапазонами для развития организмов.

Использовались общепринятые сводки индикаторных организмов (Водоросли, 1989, Макрушин, 1974; Унифицированные..., 1975; Унифицированные..., 1997), применялась методика расчета величины индекса сапробности по Пантле и Букку в модификации Зелинки и Марвана (Шитиков и др., 2003). Данные об отношении к органическому загрязнению обнаружены для 266 таксонов фитопланктона. Виды-индикаторы составляют от 32% до 73% видового состава фитопланктона обследованных разнотипных озер и водохранилищ, а в целом – 43% видового состава выявленного фитопланктона.

Анализ видового состава фитопланктона на присутствие видов-индикаторов различных сапробиологических зон показал, что около половины видов 42,5% относятся к β - мезосапробной зоне (табл.).

**Спектр видов-индикаторов различных зон сапробности
в фитопланктоне исследованных водоемов Южного Урала**

№	Зона сапробности	Количество видов-индикаторов зоны	Процент от видов-индикаторов
1	χ	5	1,9%
2	$\chi - o, o - \chi$	6	2,3%
3	$\chi - \alpha$	5	1,9%
4	$\chi - \beta$	2	0,7%
5	o	39	14,7%
6	$o - \beta, \beta - o$	45	1%
7	β	113	42,5%
8	$\alpha - \beta, \beta - \alpha$	25	9,4%
9	α	16	6,0%
10	$\alpha - p$	7	2,6%
11	p	3	1,1%
Всего		266	

Встречено 5 **ксеносапробных** видов: в малом горном озере Малый Еланчик единично встречен диатомовый вид-индикатор *Eunotia pectinales* (сапробная валентность 0,2); в прудах верховьев реки Сим часто встречалась с заметной численностью диатомея *Didymosphenia geminata* (0,1); в морфометрически олиготрофном озере Тургояк встречены два ксеносапробных вида диатомовых водорослей *Diatoma hiemale* var. *mesodon*, *Pinnularia gibba*. Достаточно необычным является развитие во многих исследованных водоемах вида-индикатора *Fragilariforma virescens* (сапробная валентность 0,2), отмечаемое многими исследователями в разное время (Ярушина, 2004). Вид обычен в обрастаниях в литоральной части как глубоких, так и мелководных горных озер. Из олигоксеносапробных видов нередко встречается в горных озерах вид *Tabellaria flocculosa* в малом количестве или единично. В озере Тургояк в октябре было обнаружено массовое развитие кальцефильного вида *Calothrix fusca* (Cyanophyta), виды рода являются олигосапробами. В целом обнаружено достаточно большое количество олигосапробных и бэта-олигосапробных видов – 39 и 45, что составляет 14,6% и 16,9% от числа выявленных видов-индикаторов сапробности.

Из высокосапробных видов: β - α -мезосапробных часто встречается сине-зеленая водоросль *Oscillatoria limosa* с небольшой численностью, очень часто наблюдается массовое развитие *Aphanizomenon flos-aquae* (сапробная валентность 2,25) особенно в водохранилищах, часто встречается в горных озерах эвглена *Phacus longicauda* (2,6), повсеместно распространен бентосный вид *Cumatopleura solea* (2,35).

Виды с более высокой сапробностью, свойственные загрязненным водам – $\alpha - p$ альфаполисапробные, встречены единично и редко в обследованных водоемах: наиболее встречаемый вид – *Euglena proxima* ($p-a$, сапробная валентность 3,45), обнаружена *Euglena viridis* (3,55). Обращает на себя внимание большое число видов эвгленовых водорослей в составе фитопланктона обсле-

дованных водоемов, в большинстве своем являющихся высокосапробными видами.

Полисапробные виды составляют чуть более 1%, встречены единично: эвглена *Euglena deses* (4,65) – индикатор наличия в водоеме сероводородных зон. Вид встречен в озере Смолино в весенний период, когда наиболее сильно влияние поверхностного стока с урбанизированной территории (глава 5, раздел 5.2.1.1), единично обнаружен вид *Polytoma uvella* в начальный период подтопления берегов озер. Полисапробный вид *Anabaena constricta* (4.0) изредка встречался в небольших количествах в озере Большой Кисегач, мы связываем появление высокосапробного вида в глубоком горном озере с поступлением сточных вод с верхних водоемов проточной озерной системы.

Наши исследования сапробности разнотипных водоемов региона показывают, что среди малых горных озер Восточно-предгорного лимнологического района еще встречаются озера с чистой водой, соответствующей α -олигосапробной зоне. Но большая часть малых мелководных озер испытывает антропогенное загрязнение и соответствует β -мезосапробной зоне, 3 классу качества – умеренно загрязненная на всем протяжении периода открытой воды. Наблюдалась изменчивость индекса сапробности в сезоне – наибольшая величина, как правило была во второй половине периода открытой воды (рис., треугольный значок – средние осенние значения индекса сапробности). Это связано с высокой степенью антропогенной нарушенности водосборов обследованных водоемов и значительной летней рекреационной нагрузкой. На рис. показаны средние величины и диапазон колебаний величины индекса сапробности в разных типах обследованных водоемов.

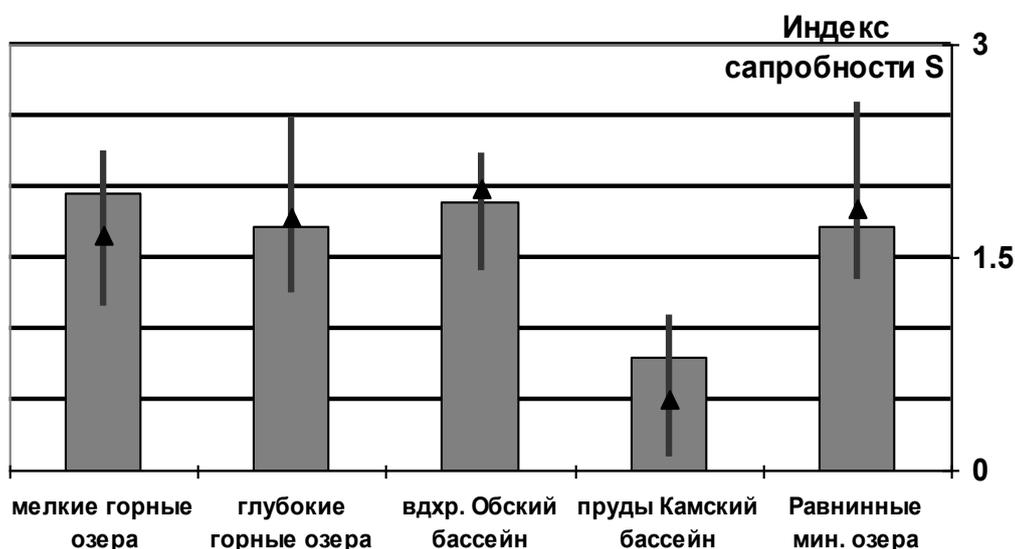


Рис. Средние величины и диапазон колебаний величины индекса сапробности в разных типах обследованных водоемов Южного Урала в период 1998–2008 гг. Величина 1,5 – граница α -олигосапробной и β -мезосапробной зон, 0,5 – граница олигосапробной и ксеносапробной зон

Сапробиологическая характеристика глубоких горных озер восточного склона показывает переходный характер водоемов – водные экосистемы данно-

го типа водоемов испытывают сильнейший антропогенный пресс в регионе, вызывающий усиление темпов эвтрофикации. Наши исследования в многоводный гидрологический цикл – в период резкого поднятия уровня воды в озерах, зафиксировал состояние, когда в результате усиления поверхностного стока с водосбора в озерах наблюдалось повышение продукционных процессов. Величина индекса сапробности в глубоких озерах менялась в сезоне и по акватории в пределах, соответствующих от α -олигосапробной до β -мезосапробной зоны, и показывала неустойчивый, переходный характер состояния водных экосистем.

Подобная картина наблюдалась и на крупных водохранилищах реки Миасс – Шершневском – переходная сапробиологическая зона от α -олигосапробной до β -мезосапробной зоны. Ирмельское водохранилище вследствие малых размеров и поступление органики с верховьев реки находится в более худшем положении по загрязнению органическим веществом – соответствовало умеренно загрязненным водам β -мезосапробной зоны. Аргазинское водохранилище испытывает многолетнее сильнейшее загрязняющее воздействие как неорганических токсических поллютантов, так и сильное органическое загрязнение – соответствует β -мезосапробной зоне.

Более высокая минерализация равнинных озер Зауральского пенеплена, обследованных нами, в условиях сильнейшего антропогенного воздействия – все три водоема лежат в пределах пригородов промышленного центра города Челябинска – сдерживала процессы эвтрофикации. Общая минерализация исследованных солоноватоводных и карстового озер была не слишком высокого уровня до 800–900 мг/л величин, немного превышающих 1000 мг/л (для сравнения минерализация пресных озер колебалась в пределах 100–300 мг/л), но все же сдерживала развитие водоемов по эвтрофному пути. Сапробиологическая характеристика показала соответствие равнинных озер пенеплена переходной зоне: от α -олигосапробной к β -мезосапробной, класс качества 2–3 от чистой до умеренно-загрязненной. В озере Смолино, подверженном влиянию городской ливневой канализации, где обнаруживаются высокосапробные виды, в весенний период вода соответствовала α - мезосапробной зоне 4 класса качества по видам-индикаторам фитопланктона.

Отличались по сапробиологической характеристике пруды западного склона верховьев реки Сим. Вода в прудах соответствовала β -олигосапробной зоне, 1 классу качества – очень чистая, встречались ксеносапробные виды. В раннелетний период отмечались значения индекса, соответствующие ксеносапробной зоне (рис. 1).

Таким образом, большинство исследованных разнотипных озер и водохранилищ восточной части Южного Урала можно считать умеренно загрязненными. В верховьях рек на границе водоразделов крупнейших водных бассейнов – Волго-Камского, Обского, еще сохранились условия для сохранения очень чистых поверхностных вод, которые необходимо всемерно охранять вместе с уникальными сообществами фитопланктона, сохранившимися только в водоемах замедленного стока в верховьях рек.

Литература

Водоросли. Справочник. / Под ред. С. П. Вассера, Н. В. Кондратьевой, Н. П. Масюк и др., Киев: Наукова думка. 1989. 608 с.

Макрушин А. В. Биологический анализ качества вод с приложением списка организмов-индикаторов загрязнения. М.-Л.: Изд-во АН СССР, ЗИН РАН 1974. С. 21–52.

Унифицированные методы исследования качества вод: Часть III. Методы биологического анализа вод. М., 1975. 176 с.

Унифицированные методы исследования качества вод. Часть III. Методы биологического анализа вод. Приложение 2. Атлас сапробных организмов. Москва: Секретариат СЭВ, 1997. 227 с.

Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.

ЩУЧКОВЫЕ ЛУГА ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С. Ю. Маракулина

*Вятский государственный гуманитарный университет,
sveta_marakulina@mail.ru*

Луговые сообщества Кировской области остаются относительно слабо изученными. С целью выявления типологического разнообразия суходольных лугов Кировской области в июне – августе 2005–2007 гг. выполнена их инвентаризация. Исследования проведены в подзонах средней (Подосиновский, Опаринский, Нагорский районы) и южной (Оричевский, Слободской, Кирово-Чепецкий районы) тайги. Всего за период исследований было сделано 331 геоботаническое описание с использованием стандартной методики маршрутных геоботанических описаний (Миркин и др., 2001) на пробных площадях размером по 100 м². Регистрировали видовой состав сосудистых растений и мхов, общее проективное покрытие, удельное обилие каждого вида по шкале В. С. Ипатова (1998), высоту и фенофазу растений.

При выполнении типологических построений нами использованы подходы эколого-фитоценотической классификации луговой растительности, разработанные А. П. Шенниковым (1938). Суходольные луга подзон южной и средней тайги Кировской области отнесены к 21 ассоциации, включающей 9 субассоциаций и 21 вариант, из 14 формаций, четырех групп формаций и одного класса формаций. При выделении ассоциаций помимо доминантов принимали во внимание участие в формировании сообществ видов разных эколого-ценотических групп, а также особенности структуры сообществ, связанные с условиями экотопов. Синтаксоны внутри ассоциаций – субассоциации и варианты – выделены в тех случаях, когда при сохранении доминирования какого-либо вида (содоминирования группы видов) отчетливо проявляются закономерные изменения видового состава сообществ и обилия отдельных видов, отражающие варьирование экотопических условий, характер использования или сукцессионный статус сообществ.

В данной работе мы ограничимся характеристикой формации щучковых лугов (*Deschampsia cespitosae*), сообщества которых являются одними из

наиболее широко распространенных в регионе исследований. Они располагались на участках настоящих суходолов. Низинные щучники нами не рассматривались.

Класс формаций: Настоящие луга – *Prata genuina*

Группа формаций: Мелкозлаковые луга – *Parvogramineta*

Формация: Щучковые луга – *Deschampsietum cespitosae*

Ассоциация: *Agrostio tenuis-Deschampsietum cespitosae*

Вариант: *typica*

Вариант: *Herbae ruderatae*

Ассоциация: *Agrostio gigantea-Festuceto pratensis-Deschampsietum cespitosae*

Щучники (*Deschampsietum cespitosae*) представлены 38 геоботаническими описаниями, из них 18 – в подзоне средней и 20 – в подзоне южной тайги. Щучковые луга встречаются на значительных по площади территориях вблизи населенных пунктов. Приурочены к плоским понижениям на водораздельных плато либо подножиям пологих (5–10°) склонов. Они характеризуются наличием крупных (10–25 см) кочек, создающих расчлененный микрорельеф. Дернина прочная, мощностью 10–14 см. Увлажнение местообитаний, определенное по шкалам Л. Г. Раменского (Экологическая оценка..., 1956), – влажнолуговое, почвы – довольно богатые.

Общее проективное покрытие (ОПП) растений в обследованных сообществах формации *Deschampsietum cespitosae* составляло 95–98%. Неоднородность экотопических условий и микрорельефа обуславливает широкий количественный диапазон видовой насыщенности сообществ – от 23 до 42 видов на 100 м². Видовое богатство формации составляет 144 вида растений. Только на щучковых лугах зарегистрированы *Odontites vulgaris*, *Veronica scutellata*, *Epilobium hirsutum*. Среди видов, которые встречаются в составе щучников с более высоким классом постоянства по сравнению с сообществами других формаций, можно отметить *Alchemilla hirsuticaulis*, *Carex leporina*. К V классу постоянства с высоким обилием относится только *Deschampsia cespitosa*. К числу наиболее константных (V класс постоянства), но малообильных (1–3 балла) видов относятся *Cerastium holosteoides*, *Galium mollugo*, *Leontodon autumnalis*, *Stellaria graminea*, *Vicia cracca*. Такие виды растений, как *Achillea millefolium*, *Carex leporina*, *Festuca pratensis*, *Hypericum maculatum*, *Lathyrus pratensis*, *Leucanthemum vulgare*, *Phleum pratense*, *Prunella vulgaris*, *Ranunculus acris*, *Taraxacum officinale*, *Veronica chamaedrys* имели высокое постоянство (IV и V классы), но заметного удельного обилия (4, в единичных случаях 5 баллов) достигали только в единичных случаях. В напочвенном покрове почти всегда имеются мхи: *Calliergonella lindbergii*, *Brachythecium campestre*, *B. salerbrosum*. Их ОПП иногда достигает 40–50%.

Ранее для подзон южной тайги и смешанных хвойно-широколиственных лесов Кировской области сообщества формации щучников были отмечены в поймах рр. Чепца (Зарубин, 1970), Вятка (Василевич, 1954) и малых рек (Качалов, 2006) бассейна р. Вятка в южной части региона. Всего ими было выделено 11 ассоциаций.

На основе собранного материала мы выделели в формации *Deschampsieta cespitosae* две ассоциации: *Agrostio tenuis-Deschampsietum cespitosae*, *Agrostio gigantea-Festuceto pratensis-Deschampsietum cespitosae*. В ассоциации *Agrostio tenuis-Deschampsietum caespitosae* выделены варианты *typica*, *Herbae ruderatae*.

В.И. Василевич и Т.В. Бибилова (2007) для пойм и водоразделов северо-запада России выделяют по одной ассоциации щучников: *Lysimachio-Deschampsietum* и *Cerastio-Deschampsietum* соответственно. Сравнение с полученными нами данными показало, что и среди общих видов, характерных для этих ассоциаций, и среди характерных видов каждой из них оказалось значительное число видов, не зарегистрированных в сообществах суходольных щучников Кировской области. Приводим характеристику выделенных синтаксонов.

Фитоценозы ассоциации *Agrostio tenuis-Deschampsietum cespitosae* произрастают в основном на почвах легкосуглинистого механического состава. Сообщества рассматриваемой ассоциации, по сравнению с ценозами ассоциации *Agrostio gigantea-Festuceto pratensis-Deschampsietum cespitosae*, характеризуются более выраженной ценотической ролью *Deschampsia cespitosa*, а также большим числом нитрофильных видов (*Alopecurus pratensis*, *Arctium tomentosum*, *Artemisia vulgaris*, *Elytrigia repens*, *Geranium pratense*, *Myosotis palustris*).

В рассматриваемой ассоциации нами выделены два варианта: *typica*, *Herbae ruderatae*. Сообщества варианта *typica*, встречающегося в подзонах средней и южной тайги, в сравнении с фитоценозами других вариантов ассоциации *Agrostio tenuis-Deschampsietum cespitosae*, отличаются меньшей ценотической ролью *Deschampsia cespitosa*. Из специфичных видов зарегистрирован только *Plantago lanceolata*.

Фитоценозы варианта *Herbae ruderatae* отмечены в подзоне южной тайги. Они приурочены в основном к окраинам населенных пунктов, что определяет значительное разнообразие сорно-рудеральных видов (*Arctium tomentosum*, *Artemisia vulgaris*, *Bunias orientalis*, *Convolvulus arvensis*, *Medicago lupulina*, *Melilotus albus*, *Pastinaca silvestris*, *Tussilago farfara*). Сообщества рассматриваемого варианта встречаются в экотопах с менее влажными почвами, что индицирует присутствие в травостоях существенного числа ксеромезофитов и мезоксерофитов: *Bunias orientalis*, *Convolvulus arvensis*, *Hieracium umbellatum*, *Knautia arvensis*, *Lathyrus tuberosus*, *Medicago lupulina*, *Melilotus albus*. Еще одна отличительная особенность рассматриваемого варианта – меньшая ценотическая роль *Agrostis tenuis*.

Анализ литературы показал, что ранее А.В. Стром (1995) для относительно сухих лугов северо-запада европейской части России выделил ассоциацию *Agrostis tenuis-Deschampsietum*. Все виды, дифференцирующие данный синтаксон, за исключением *Potentilla erecta*, присутствуют и в сообществах выделенной нами для Кировской области асс. *Agrostio tenuis-Deschampsietum cespitosae*. При этом проявляется региональная специфика, из числа высококонстантных видов сравниваемых ассоциаций общими оказались лишь четыре: *Achillea millefolium*, *Carex leporina*, *Ranunculus acris*, *Stellaria graminea*.

К выделенной нами асс. *Agrostio tenuis-Deschampsietum cespitosae* близка по составу травостоев манжетково-щучковая ассоциация, отмеченная М.А. Макаровой (2007) для суходольных лугов территории северо-западного Приладожья. Однако последний из упомянутых синтаксонов отличается достаточно низким обилием *Agrostis tenuis*.

Фитоценозы ассоциации *Agrostio gigantea-Festuceto pratensis-Deschampsietum cespitosae* приурочены к экотопам с легко- и среднесуглинистыми почвами. От сообществ ассоциации *Agrostio tenuis-Deschampsietum cespitosae* ценозы данного синтаксона хорошо отличаются физиономически по составу содоминантов – происходит смена *Agrostis tenuis* на *Agrostis gigantea*. Одновременно резко возрастает ценотическая роль *Festuca pratensis*. На состав наиболее ценотически значимых видов, вероятно, оказали воздействие и выпас, и подсев семян овсяницы луговой с целью улучшения качества травостоев. К низкостоящим видам (I класс), имеющим достаточно высокое обилие (4 балла) относятся *Alchemilla acutiloba*, *Bromopsis inermis*, *Carex contigua*, *Euphrasia parviflora*.

Средняя продуктивность надземной травянистой биомассы суходольных щучников таежной зоны Кировской области составляет 52 ц/га. На основе полученных данных сообщества щучников могут быть отнесены к группе среднепродуктивных. Анализ агроботанических групп показывает преобладание группы злаков, при этом доминант – *Deschampsia cespitosa*, составляет около 50% от всей фитомассы. Щучники дают грубое малопитательное сено, имеющее среднюю кормовую ценность. В связи с этим обстоятельством в Кировской области щучники активно используют как пастбища.

Щучники, используемые в качестве выпаса скота, в сукцессионных рядах луговых сообществ таежной зоны Кировской области являются конечной стадией их деградации. При утрате травостоями крупнотравных сеяных лугов (формации тимopheечников, ежевников, луговоовсянников, кострецовых лугов) высокой продуктивности их нередко начинают использовать как пастбища. Выпас способствует разрастанию дерновинного злака *Deschampsia caespitosa*. При таком сценарии использования лугов с преобладанием *Phleum pratense*, *Festuca pratensis*, *Dactylis glomerata* и *Bromopsis inermis* происходит их смена фитоценозами формации *Deschampsietum cespitosae*. При условии пастбищного использования на месте мелко- (формации *Poa angustifoliae*, *Agrostideta tenuis*, *Agrostideta giganteae*) и низкозлаковых (формации *Festuceta rubrae*, *Anthoxantheta odorati*), а также мелкоразнотравных (формация *Parvograminetum-Parvoherbeta*) лугов могут сформироваться ценозы щучников.

Литература

- Василевич И. П. Пойменные луга окрестностей г. Кирова и пути их улучшения: автореферат дис. ... канд. биол. наук. Киров. 1954. 18 с.
- Василевич В. И., Бибикина Т. В. Щучковые и лисохвостные луга северо-запада европейской России // Ботан. журн., 2007. Т. 92, № 1, С. 29–40.
- Зарубин С. И. Флора и травянистая растительность поймы р. Чепцы: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 1970. 17 с.
- Ипатов В. С. Описание фитоценоза. СПб, 1998. 151 с.

- Качалов И. Ю. Ландшафтно-экологические закономерности фиторазнообразия лугов в бассейне нижнего течения р. Вятка: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 2006. 24 с.
- Макарова М. А. Луговые сообщества озерных террас северо-западного Приладожья // Ботан. журн., 2007. Т. 92, № 12. С. 1895–1910.
- Миркин Б. М. Современная наука о растительности. М., 2001. 264 с.
- Стром А. В. Классификация остроосоковых и дернистошучковых лугов северо-запада Европейской части России // Ботан. журн., 1995. Т. 80, № 4. С. 77–83.
- Шенников А. П. Луговая растительность СССР // Растительность СССР. М.;Л.: АН СССР, 1938. Т. 1. С. 429–647.
- Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову / Л. Г. Раменский, И. А. Цаценкин, О. Н. Чижиков, Н. А. Антипин. М., 1956. 472 с.

ФЛОРА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ПРОМПЛОЩАДОК ОАО «СОДА»

Д. Н. Карпов, С. Д. Карпов

*Стерлитамакская государственная педагогическая академия
им. Зайнаб Бишиевой, dnkarпов2009@yandex.ru*

Одним из крупнейших химических предприятий Республики Башкортостан является ОАО «Сода», выбрасывающее в атмосферу вредных веществ более чем 40 наименований, в том числе пыль сульфата бария – 279,350; пыль известняка – 432,310; пыль сульфата натрия – 129,330; пыль СМС – 176,318; бария углекислого – 155,384; пыль хлорида бария 0,385; сероводород – 72,743; аммиак – 7131,671 тонн в год (Зейферд и др., 2000). Предприятие расположено в северной промышленной зоне г. Стерлитамака. В почвенном районировании город находится в степной зоне в левобережье реки Белой и охватывает узкую часть предгорий на ее побережье. Сложенная в основном синантропной растительностью промплощадки привлекали внимание башкирских геоботаников (Рудаков, Миркин, 1986; Рудаков и др., 1991; Зейферт и др., 2000). Фитоценозы территорий промышленных предприятий они типизировали в соответствии с принципами эколого-флористической классификации. Ими выделено пять наиболее характерных для промплощадок (занимающих более 50% не застроенной и не покрытой асфальтом территории) типов растительных сообществ (Зейферт и др., 2000): 1. Базальное сообщество (Б.с.) *Kochia scoriaria*. Входит в класс *Chenopodietea Br.-Bl. 1951*, который объединяет сообщества начальных стадий сукцессий на пустырях и залежах; 2. Б.с. *Elytrigia repens*. Входит в класс *Agropyretea repentis Oberd., Th. Muller et Gors 1967*. Объединяет фитоценозы продвинутых стадий сукцессий на пустырях и залежах; 3. Б.с. *Echinochloa crusgalli*. Входит в класс *Videntetea tripartiti Br.-Bl. R. Tx., Loch. Et Pragg. 1950*, который объединяет синантропные сообщества на переувлажненных местообитаниях; 4. Б.с. *Volboschoenus maritimus*. Входит в класс *Volboschoenetetea maritimi Tx. Et Hilb. 1971*. Объединяет сообщества переувлажненных засоленных почв и берегов водоемов с солоноватой водой; 5. Сообщества с доминированием *Ruscinella distans* на засоленных местообитаниях.

Однако в указанных работах, наряду с выделением некоторых синтаксонов, анализу флоры не уделялось достаточного внимания.

Целью настоящей работы явилось выявление флористического состава техногенно-нарушенной территории с ОАО «Сода».

Материалом послужили маршрутные исследования, проведенные авторами в 2007–2008 гг. на территории промплощадок.

Результаты исследований. На исследованной территории отмечено 97 видов сосудистых растений, которые принадлежат 78 родам и 25 семействам. Лидирующими семействами оказались: Asteraceae Dumort. (21/21,6%), Poaceae Barnhart (14/14,4%), Fabaceae Lindl. (10/10,3%), Brassicaceae Burnett (9/9,3%). Наименее представлены следующие семейства: Amaranthaceae Juss. (1/1,03%), Convolvulaceae Dumort. (1/1,03%), Rosaceae Juss. (1/1,03%), Equisetaceae L.C.Richard ex DC. (1/1,03%), Geraniaceae Juss. (1/1,03%), Hypericaceae Juss. (1/1,03%), Malvaceae Juss. (1/1,03%), Violaceae Batsch (1/1,03%).

При анализе систематического состава флор особо большое значение имеют первые 10 семейств. Разные семейства имеют разные географические ареалы и разный экологический диапазон распространения видов. По этой причине список первых десяти семейств обобщенно отражает географические условия формирования флоры. Для сравнения полученных данных приводим спектр систематического состава флоры Республики Башкортостан, где ведущими семействами являются Asteraceae Dumort. (204 вида), Poaceae Barnhart (149), Rosaceae (100), Cyperaceae Juss. (98), Brassicaceae L. (97), Fabaceae Lindl. (97), Caryophyllaceae Juss. (73), Lamiaceae Lindl. (57), Scrophyllariaceae Juss. (55), Apiaceae Lindl. (54).

При анализе жизненных форм были использованы классификация И. Г. Серебрякова и К. Раункиера. Выявленные жизненные формы (экобиоморфы, или биологические типы) относятся преимущественно к гемикриптофитам – 46/47,4%, терофитам – 35/36,1%, криптофитам и гидрофитам – 8/8,2%. Значительное количество терофитов свидетельствует о сильной степени синантропизации промплощадок ОАО «Сода».

Большинство видов относятся к средиземноморско-бореальным (45/46,4%), средиземноморско-умеренным (21/21,6%) и частично пустынным (8/8,2%) географическим элементам. Остальные геоэлементы – средиземноморско-арктическая, субсредиземноморско-бореальная по 6 видов (6,2%), степные 3(3,1%), понтические, южносибирские, неморальные по 2 вида (2,1%), суббореальные, субсредиземноморско-температные (умеренные) по 1 виду (1,03%) занимают промежуточное положение.

Анализ распределения по типам ареала показал, что большинство видов относятся к евро-западноазиатским (35/36,1%), евроазиатским (26/26,8%), циркумбореальным (20/20,6%), в меньшей мере – евро-западносибирским (11/11,3%), европейским (4/4,1%) и западноевропейским (1/1,03%) типам ареала.

Наиболее выраженными являются следующие виды экобиоморф: мезоморфные (70/72,2%), ксеромезоморфные (10/10,3%), ксероморфные (5/5,2%), мезоксероморфные (4/4,1%), что свидетельствует о достаточно хорошей прогреваемости промплощадок. В меньшей мере представлены геломезоморфные

(3/3,1%), геломорфные (2/2,1%), гидрогеломорфные (1/1,03%), гигроморфные (1/1,03%) и гидроморфные (1/1,03%) виды.

Распределение видов по градиенту влажности выглядит следующим образом: индикаторы сухих и средневлажных почв, оптимум на средневлажных почвах (28/28,7%); индикаторы средневлажных (сухих) почв, оптимум на средневлажных почвах, или часто высыхающих почвах отсутствуют (27/27,8%); индикаторы средневлажных и влажных почв, оптимум на хорошо увлажненных, но не на сырых почвах (16/16,5%); индикаторы сухих почв, изредка на свежих почвах; на влажных почвах отсутствуют (11/11,3%); индикаторы влажных почв, оптимум на хорошо увлажненных, но не на сырых почвах (2/2,1%); индикаторы переменного увлажнения. Водные растения, которые долгое время могут переносить отсутствие воды на поверхности почвы (2/2,1%); преимущественно на сухих местообитаниях (1/1,03%); индикаторы сырых не просыхающих и часто плохоаэрируемых почв (1/1,03%).

Очевидно, что большинство видов обитают на средневлажных и влажных почвах, ибо почвы на данной территории обладают удовлетворительной водопроницаемостью. Богатство почв органическим веществом в сочетании с механическим составом обуславливает сравнительно высокую максимальную гигроскопичность и влажность завядания растений (Хазиев и др., 1985).

Фитоценотический статус флоры промплощадок территории ОАО «Сода»:

1. CHENOPODIETEA Br.-Bl. 1951 em. Lohm., J. et R. Tх. 1961 ex Matusz. 1962 сообщества однолетников, представляющие начальные стадии восстановительных сукцессий после нарушений и сорнополевые сообщества пропашных культур (21/21,6%).

2. ARTEMISIETEA VULGARIS Lohm., Prsg. et Tх. in Tх. 1950 рудеральные сообщества высокорослых дву-, многолетних видов (15/15,5%).

3. MOLINIO-ARRHENATHERETEA Tх. 1937 em R.Tх. 1970 луга Евразий, чаще послелесные. (15/15,5%).

4. PLANTAGINETEA MAJORIS R.Tх. et Prsg. In R. Tх. 1950 сообщества низкорослых, устойчивых к вытаптыванию и выпасу мезофитов и гигрофитов на пастбищах, спортивных площадках, во дворах, вдоль дорог (12/12,3%).

5. SECALIETEA Br.-Bl. 1951 сегетальные (сорнополевые) сообщества зерновых культур (6/6,2%).

6. ONOPORDETALIA ACANTHII Br.-Bl. et Tх. 1943 (On.) – рудеральные сообщества ксерофитов и мезоксерофитов (5/5,2%).

7. GALIETALIA VERI Mirkin et Naumova 1986 остепененные луга Восточной Европы и Сибири (4/4,1%).

8. TRIFOLIO-GERANIETEA SANGUINEI Th. Muller 1961 луговые сообщества лесных опушек и редколесий (3/3,1%).

9. FESTUCO-BROMETEA Br.-Bl. et Tх. 1943 ксеротермные и полуксеротермные травяные сообщества (2/2,1%).

10. AGROPYRETEA REPENTIS Oberd., Th. Muller et Gors in Oberd. et al. 1967 рудеральные сообщества с преобладанием многолетних злаков, представляющие продвинутую стадию восстановительных сукцессий (2/2,1%).

11. ROBINIETEA Jurko ex Hadac et Sofron 1980 городская спонтанная древесная растительность и сообщества искусственных древесных насаждений (2/2,1%)

12. EPILOBIETEA ANGUSTIFOLII R. Tx. et Prsg. in R. Tx. 1950 сообщества вырубок и гарей (2/2,1%).

13. PHRAGMITI – MAGNOCARICETEA Klika in Klika et Novak 1941 водные и околоводные сообщества прикрепленных ко дну возвышающихся над водой растений – гелофитов (2/2,1%).

14. QUERCO-FAGETEA Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937 мезофильные и мезо-ксерофильные широколиственные листопадные леса на богатых почвах в зоне умеренного климата (2/2,1%).

15. GALIO-URTICETEA Passarge 1967 естественные и антропогенные нитрофильные сообщества при ограниченном освещении в лесопарках, скверах, в поймах рек и ручьев (1/1,03%).

16. BIDENTETEA TRIPARTITAE R. Tx., Lohm et Prsg. in R. Tx. 1950 синатропные сообщества с преобладанием однолетних видов нарушаемых переувлажненных местообитаний (1/1,03%).

17. SISYMBRIETALIA. J. Tx. ex Matusz. 1962 em. Gors 1966 рудеральные сообщества богатых гумусом субстратов пустырей, залежей, промышленных отвалов (1/1,03%).

18. QUERCETALIA PUBESCENTIS Klika 1933 европейские термофильные флористически-богатые светлые дубовые леса на богатых почвах (1/1,03%).

Из приведенного списка видно, что большинство видов, зарегистрированных на промплощадке по фитоценологическому статусу, относятся к высшим синтаксономическим рангам, характеризующим синантропную растительность, индицирующих различные стадии сукцессий.

Литература

Зейферт Д. В., Бикбулатов И. Х., Рудаков К. М., Григорьева И. Н. Растительные сообщества и почвенная мезофауна территорий химических предприятий в степной зоне Башкирского Предуралья / Под ред. Б. М. Миркина. Уфа: УГНТУ. 2000. 166 с.

Рудаков К. М., Миркин Б. М. Градиентный анализ сегетальной растительности Башкирского Зауралья // Ботанический журнал. 1986. № 6. С. 173–180.

Рудаков К. М., Зейферт Д. В., Карпов Д. Н. Координация фитоценозов в системе синтаксонов эколого-флористической классификации для оценки влияния на растительность промышленного загрязнения атмосферы // Биологические науки. 1991. № 1. С. 86–92.

Хазиев Ф. Х., Герасимов Ю. В., Мукатанов А. Х. и др. Морфогенетическая и агропроизводственная характеристика почв Башкирской АССР. Уфа: БФАН СССР, 1985. 136 с.

РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ВОДОЁМОВ И ВОДОТОКОВ РАЙОНА УСТЬЯ Р. НЫРОС (БАССЕЙН Р. ПЕЧОРА)

Б. Ю. Тетерюк

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

Река Нырос – приток р. Себысь. Гидрографическая сеть района исследования относится к бассейну средней Печоры, водоёмы которого относительно богаты видами высших водных растений (Самбук, 1930; Зверева, 1969, 1971; Флора ..., 1974–1977). Обследованный район площадью около 25 км² территориально входит в подзону северной тайги таёжной зоны (Юдин, 1954).

Материал и методы. Основой для флористического и ценотического анализа явились более 100 полных геоботанических описаний водной растительности, выполненных автором в период 2001 г. Описания выполнены с учётом методических рекомендаций, разработанных для изучения растительности водоёмов и водотоков (Катанская, 1981; Бобров, Чемерис, 2003).

Флора. Флора водных объектов района насчитывает в своем составе 74 вида сосудистых растений и 6 видов мохообразных. Водное ядро флоры (Щербаков, 1999), т.е. виды, онтогенез которых непосредственно связан с водной средой и виды переувлажненных местообитаний, насчитывает 63 вида, относящихся к 43 родам, 32 семействам. Однодольные представлены 22 видами, двудольные – 33 видами. Соотношение этих групп соответственно 1 : 1.6, что является характерной чертой гидрофильных флор умеренных широт (Кузьмичев, Краснова, 1989). Преобладают семейства *Potamogetonaceae* (9 видов), *Superaceae* (7 видов), *Poaceae* (5 видов) и *Ranunculaceae* (4 вида). Остальные 28 семейств представлены 1–2 видами: *Lemnaceae* (2 вида), *Equisetaceae* (2 вида), *Lentibulariaceae* (2 вида), *Alismataceae* (1 вид), *Vitaceae* (1 вид), *Nymphaeaceae* (1 вид) и др. Систематический состав гидрофильного ядра района отражает основные черты флоры водоемов северной половины европейской части России (Кузьмичев, Краснова, 1989).

Эколого-ценотически водное ядро флоры представлено следующим образом. Группа гидатофитов (виды полностью погруженные в водную толщу) насчитывает 19 видов, из них 4 – ценообразователи (*Batrachium kauffmannii* (Clerc.) V.Krecz., *Potamogeton gramineus* L., *Potamogeton alpinus* Balb., *Calliergon giganteum*). Группа плейстофитов – свободноплавающих и укореняющихся растений с плавающими на поверхности воды листьями, объединяет 4 вида (*Nuphar lutea* (L.) Smith, *Sparganium emersum* Rehm., *Potamogeton natans* L., *Lemna minor* L.). Первые три из них являются ценозообразующими видами. Наиболее многочисленная группа гелофитов – 40 видов, связанных с избыточно увлажненными экотопами.

Географическая структура флоры в общих чертах отражает ботанико-географические закономерности района исследований. Преобладают виды северного тяготения: бореальные - 37 видов (*Cicuta virosa* L., *Carex aquatilis* Wahlenb., *Utricularia vulgaris* L., *Menyanthes trifoliata* L., *Batrachium*

trichophyllum (Chaix) Bosch., *Fontinalis antipyretica* Hedw.) и гипоарктические – 4 вида (*Petasites radiatus* (J.F.Gmel.) Holub, *Petasites frigidus* (L.) Fries, *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult., *Ranunculus gmelinii* L.). Значительна по представленности плюризональная группа – 23 вида (*Butomus umbellatus* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Nuphar lutea* (L.) Smith, *Potamogeton gramineus* L., *Potamogeton natans* L.).

Своеобразие водной флоры района подчеркивают *Petasites radiatus* (J.F.Gmel.) Holub – растение каменистых, песчаных берегов рек, *Fontinalis antipyretica* Hedw. – горный водный мох, *Butomus umbellatus* L. и *Sparganium emersum* Rehm. – образующие плавающую форму.

Растительность. В сложении растительного покрова водоёмов и водотоков района исследований отмечено 14 ассоциаций, из которых 6 – плавающей и погруженной растительности, 8 – воздушно-водной растительности. В сообществах водных растений обычно четко определяются доминирующие (они же эдификаторные) виды. Выделение ассоциаций проведено по физиономическому принципу (Александрова, 1969; Миркин, Розенберг, 1978; Распопов, 1985). Эдификаторная роль в сообществах макрофитов принадлежит 13 видам цветковых растений и одному виду высших споровых растений – (*Equisetum fluviatile* L.). Эдификаторная роль разных видов не равнозначна. Наиболее ценотически значимыми видами в растительном покрове водоемов района исследований являются кубышка желтая (*Nuphar lutea* (L.) Smith.) и осока острая (*Carex acuta* L.).

Плавающая и погруженная растительность. Асс. ***Nupharetum lutei***. Сообщества ассоциации распространены в старицах поймы р. Сэбысь. Ценозообразующий вид – *Nuphar lutea*. Сообщества имеют общее проективное покрытие от 30 до 70%, преимущественно 60–70%. Участие доминанта колеблется от 25 до 60%. Видовая насыщенность сообществ составляет от 2 до 10 видов. Постоянными видами в составе ценозов являются *Sparganium emersum* Rehm., *Lemna minor* L., *Lemna trisulca* L., *Potamogeton compressus* L. Нередко с большим обилием (до 10%) в сообществах встречается водный мох *Warnstorfia exannulata* (Guemb. in B.S.G.) Loeske. Сообщества приурочены к глубинам от 0.5 до 1.5 м. Преобладающие грунты – ил.

Асс. ***Potamogetonetum graminei***. Сообщества с доминированием *Potamogeton gramineus* L. в районе исследований отмечены в русле р. Нырос на участках с глубинами от 0.3 до 0.9 м и песчаными, песчано-каменистыми грунтами. Проективное покрытие сообществ составляет 40 до 100%, доминирующего вида – 25–80%. Сообщества маловидовые, видовая насыщенность составляет 1–5 видов. Наиболее часто встречаются *Sparganium emersum*.

Асс. ***Batrachietum kauffmannii***. Сообщества ассоциации достигают проективного покрытия 40–100%. Это, как правило, одно-двух видовые сообщества. Редко в их составе присутствует *Sparganium emersum*. Проективное покрытие доминанта *Batrachium kauffmannii* составляет 40–100%. Ценозы формируются на участках каменистых перекатов с глубинами 0.2–0.4 м. Ассоциация характерна для р. Нырос.

Асс. *Potamogetonetum alpini*. Ценозообразующий вид – *Potamogeton alpinus* Balb. Ассоциация редкая для водоемов района исследований. Отдельные ее сообщества отмечены в старице близ устья р. Нырос. Общее проективное покрытие составляет 30–40%, доминанта – 25–30%. Сообщества формируются на мелководных (0.4 м) с илистыми, реже песчано-илистыми грунтами. Видовая насыщенность – 3–4 вида.

Асс. *Sparganietum emersi* является одной из наиболее распространенных в исследованных водоемах. Ее сообщества встречаются в реках и озерах, на песчаных, каменистых и илистых грунтах. Глубины распространения сообществ составляют в основном 0.5–0.7, реже 0.1–0.4 м. Общее проективное покрытие сообществ составляет от 25 до 100%, участие доминанта составляет 20–70%. Сообщества составлены 2–4, иногда 6 видами. Наиболее постоянны в сообществах ассоциации сформированных в озерных водоемах наиболее постоянны *Utricularia vulgaris* L., *Potamogeton alpinus* Balb. и *Calliargon giganteum*. В речных экотопах – *Potamogeton gramineus* L.

Асс. *Hippuretum vulgaris*. Редкая для водоемов района ассоциация. Сообщества с доминированием *Hippuris vulgaris* L. развиваются на мелководных с медленным течением участкам рек с песчаными, песчано-каменистыми грунтами. Сообщества малоразмерные. Их площадь составляет 5–7 м². Как правило это моновидовые ценозы. Проективное покрытие составляет 15–20%.

Воздушно-водная растительность. Асс. *Scirpetum lacustris* представлена сообществами образованными экобиоморфой *Scirpus lacustris* L. с плавающими листьями (f. natantis). Сообщества формируются на мелководных (0.2–0.4 м) участках рек с обогащенными органикой грунтами. Общее проективное покрытие сообществ составляет от 15 до 80%, доминанта – 10–60%. Сообщества маловидовые. Постоянен в ценозах ассоциации *Potamogeton gramineus* L.

Травостой ассоциации *Petasitetum radiati* типично речные сообщества. Они приурочены к экотопам с каменистыми и песчано-каменистыми грунтами. Травостой довольно плотные их общее проективное покрытие составляет 35–90%. Сообщества ассоциации образуют один ярус в случае их формирования на обсыхающих участках прибрежных мелководий и двуярусные при формировании ценозов на мелководьях. В первом ярусе вместе с доминирующим видом (*Petasites radiatus* (J.F.Gmel.) Holub) иногда со значительным обилием (до 15%) может встречаться *Caltha palustris* L. Нижний ярус образуют плавающие растения и погруженные растения такие как *Sparganium emersum* (f. natantis), *Calliargon giganteum*, *Callitriche palustris* L.

Асс. *Equisetetum fluviatile* имеет травостой высотой 70–90 см с общим проективным покрытием от 20 до 70%, доминанта – 15–65%. Видовая насыщенность сообществ составляет 2–6 видов. Спутниками *Equisetum fluviatile* L. в его ценозах чаще других выступают *Scirpus lacustris*, *Carex acuta* L. Сообщества приурочены к участкам плессов с обогащенными органикой грунтами. Ассоциация является одной из распространенных для растительного покрова водоемов района. Наиболее характерна для прибрежий р. Сэбысь.

Асс. *Carecetum acutae* образует слабо дифференцированные на подъярус травостой с общим проективным покрытием от 40 до 95%. Участие доминанта в зависимости от обилия других видов колеблется от 20–35 до 65–80%. Характерными компонентами травостоев ассоциации выступают *Veronica longifolia* L., *Equisetum pratense* Ehrh. Всего в травостоях формации отмечено от 3 до 12 видов. Травостой ассоциации занимают местообитания над урезом воды до границы ивняка (*Salix dasyclados* Wimm.).

Асс. *Calamagrostetum purpurea* образована сообществами с доминированием *Calamagrostis purpurea* (Trin.) Trin. Ценозы приурочены к местообитаниям выше полосы осочника на легкосуглинистых и супесчаных субстратах. Высота травостоев в ценозах ассоциации составляет 1.0–1.4 м. Общее проективное покрытие сообществ 35–60%. Ценозообразующего вида – 35–60%. Видовая насыщенность ценозов – 2–3 вида. Наиболее постоянен *Equisetum pratense* Ehrh.

Асс. *Caricetum rostratae* формирует травостой высотой 70–90 см. Общее проективное сообществ составляет 60–80%, доминанта (*Carex rostrata* Stokes) – 40–60%. Сообщества формируются на заболоченных заиленных богатых органикой участках берегов водоемов поймы р. Себысь. Видовая насыщенность сообществ 8–10 видов. Наиболее часто встречаются *Carex vesicaria* L., *Naumburgia thyrsoflora* (L.) Reichenb., *Scutellaria galericulata* L., *Cicuta virosa* L.

На заболачивающихся участках берегов стариц формируются сообщества ассоциаций *Menyanthetum trifoliati* и *Comaretum palustri*. Сформированные в однотипных экотопических условиях они имеют в своем составе много общих видов. При видовой насыщенности ценозов каждой ассоциации от 5 до 11 видов, 4 вида (*Carex acuta* L., *Carex aquatilis* Wahlenb., *Galium palustre* L., *Naumburgia thyrsoflora* (L.) Reichenb.) являются общими. Общее проективное покрытие сообществ 60–90%, доминирующих видов – 20–30%. Сообщества вахты трехлистной приурочены к топким со сфагновыми мхами участкам. Сабельниковые ценозы образуют обширные распростертые на несколько десятков метров сплавины.

Заключение. Выявленные нами ассоциации макрофитов являются характерными видовыми комбинациями для водоемов севера европейской части России (Распопов, 1985; Кузмичев, Краснова, 1989). Региональную специфичность растительному покрову обследованных водоемов придают ассоциации *Petasitetum radiati* и *Batrachium kauffmannii* и ассоциация *Scirpetum lacustris*, образованная экобиоморфой *Scirpus lacustris* L. с плавающими листьями (f. natantis).

Литература

- Александрова В. Д. Классификация растительности. Л. 1969. 275 с.
- Бобров А. А., Чемерис Е. В. Описание растительных сообществ в водоемах и водотоках и подходы к их классификации методом Браун-Бланке // Гидробиотаника: Методология и методы: Материалы Школы по гидробиотанике. Рыбинск. 2003. С. 105–117.
- Зверева О. С. Особенности биологии главных рек Коми АССР. Л.: Наука, 1969. 279 с.
- Зверева О. С. Состав и распространение высших водных растений в бассейне средней Печоры // Биология северных рек на древнеозерных низинах. Сыктывкар, 1971. С. 27–34.
- Катанская В. Д. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Методы изучения. Л. 1981. 187 с.

- Кузьмичев А. И., Краснова А. Н. Флора и растительность озер Северо-Двинской водной системы // Бот. журн. 1989. т. 74, № 3. С. 358–367.
- Миркин Б. М., Розенберг Г. С. Фитоценология. Принципы и методы. М., 1978. 212 с.
- Юдин Ю. П. Геоботаническое районирование // Производительные силы Коми АССР. М.: Изд.-во АН СССР, 1955. Т. III, Ч. I. С. 323–359.
- Распопов И. М. Высшая водная растительность больших озер Северо-Запада СССР. Л.: Наука, 1985. 200 с.
- Самбук Ф. В. Ботанико-географический очерк долины р. Печоры // Тр. ботан. музея АН СССР. 1930. Вып. 22. С. 40–145.
- Флора Северо-Востока европейской части СССР. Л., 1974. Т. 1, 275 с.; 1976. Т. 2, 316 с.; 1976 Т. 3, 293 с.; 1977. Т. 4, 312 с.
- Щербаков А. В. Атлас флоры водоемов Тульской области. М.: Рус. Университет, 1999. 45 с.

СИНТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СВОБОДНОПЛАВАЮЩЕЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ (КЛАСС *LEMNETEA*) БАССЕЙНА Р. ВЫЧЕГДЫ

Б. Ю. Тетерюк
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

В результате экстенсивных гидробиологических исследований, произведенных на северо-востоке европейской части России в середине прошлого столетия, получены начальные сведения о растительном покрове водоёмов и водотоков бассейна р. Вычегды (Алабышев, 1928; Болотова, 1954; Зверева, 1965, 1969; Постовалова, 1969). Однако эти данные не позволяют составить сколько-нибудь целостное представление о его водной и прибрежно-водной растительности. Наши работы в бассейне Вычегды положили начало планомерному изучению состава и структуры растительного покрова водоёмов и водотоков Северо-Востока Европейской России (Тетерюк, 2000, 2003а, 2003б, 2007а, 2007б, 2007в, 2008; Тетерюк, Соломещ, 2003).

Цель настоящей статьи – показать синтаксономическое разнообразие свободноплавающей растительности (класс *Lemnetea*) бассейна р. Вычегды.

Краткая характеристика бассейна р. Вычегды. Река Вычегда – правый, главный приток р. Северная Двина. В Северную Двину Вычегда впадает у г. Котлас. Её общая длина – 1130 км, площадь водосбора – 121 тыс. км². Главные притоки – реки Сысола (левый приток, длина – 487 км, площадь водосбора – 17,2 тыс. км²) и Вымь (правый приток, длина – 499 км, площадь водосбора – 25,6 тыс. км²). Средняя густота речной сети – 0,62 км/км². В пойме Вычегды насчитывается ~ 2000 озер, суммарная площадь водного зеркала которых составляет более 8,5 тыс. га. (Зверева, 1969, Атлас по климату и гидрологии..., 1997). Территория бассейна лежит в широтных пределах 59°55' – 64°30' с.ш., долготных 46°30' – 56°10' в.д.

Материал и методы. Основой для анализа ценотической структуры явились более 250 полных геоботанических описаний водной растительности, выполненных автором в период с 1999 по 2009 гг.

Описания выполнены с учётом методических рекомендаций, разработанных для изучения растительности водоёмов и водотоков (Катанская, 1981; Бобров, Чемерис, 2003).

Синтаксономия класса *Lemnetea* растительного покрова бассейна р. Вычегда разработана на основе принципов эколого-флористической классификации в соответствии с общими установками направления Браун-Бланке (Braun-Blanquet, 1964; Westhoff, Maarel, 1978).

Классификационная схема выполнена в соответствии с «Международным кодексом фитосоциологической номенклатуры» (Weber et al., 2000).

Принятые сокращения: кл. – класс, пор. – порядок, с. – союз, асс. – ассоциация, сооб. – безранговое сообщество, д.в. – диагностический вид(ы), к.в. – константный вид(ы).

Классификационная схема

растительности класса *Lemnetea* бассейна р. Вычегды

Кл. *Lemnetea* R.Тх. ex de Bolós et Masclans 1955

(син.: *Lemnetea (minoris)* auct.)

Сообщества свободно плавающих на поверхности воды или в её толще растений (плейстофитов).

Пор. *Lemnetalia* R.Тх. ex de Bolós et Masclans 1955

Сообщества мелких плейстофитов.

С. *Lemnion minoris* R.Тх. ex de Bolós et Masclans 1955

Сообщества плейстофитов, плавающих по поверхности воды.

Асс. *Lemnetum minoris* Soó 1927

(син.: *Lemnetum minoris* Oberd. 1957, *Lemnetum minoris* Th.Müller et Görs 1960)

д. в.: *Lemna minor* L.

Сообщества *L. minor*.

Асс. *Lemno-Spirodeletum polyrhizae* W. Koch 1954

д. в.: *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid

Сообщества *S. polyrhiza*.

С. *Lemnion trisulcae* den Hartog et Segal 1964

(син.: *Lemnion trisulcae* R.Тх. et in R. Тх. 1974, *Riccio-Lemnion trisulcae* Schwabe-Braun et R.Тх. 1981)

Сообщества плейстофитов, плавающих в толще воды.

Асс. *Lemnetum trisulcae* Kelh. ex Knapp et Stoffers 1962

(син.: *Lemnetum trisulcae* Soó 1927 nom. nud., *Lemnetum trisulcae* Segal 1963)

д. в.: *Lemna trisulca* L.

Сообщества *L. trisulca*.

Пор. *Hydrocharitetalia* Rübél 1933

Сообщества крупных плейстофитов.

С. *Hydrocharition* Rübél 1933

Сообщества столонно-розеточных плейстофитов.

Асс. *Lemno-Hydrochritetum morsus-ranae* (Oberd.1957) Pass. 1978

д. в.: *Hydrocharis morsus-ranae* L.

Сообщества *H. morsus-ranae* с *Lemna minor*.

Асс. *Hydrocharito–Stratiotetum aloides* (Van Langeendonck 1935) Westh. (1942) 1946

д. в.: *Stratiotes aloides* L.

Сообщества *S. aloides*.

Асс. *Lemno–Ceratophylletum demersi* (Hilbig 1971) Pass. 1995

(син.: *Ceratophylletum demersi* (Soó 1928) Eggler 1933 nom. nud. p. p.)

д. в.: *Ceratophyllum demersum* L. (дом.).

к. в.: *Lemna minor*, *L. trisulca*.

Сообщества *Ceratophyllum demersum* с блоком свободно плавающих видов.

Заключение. Синтаксономическая структура класса *Lemnetea* представлена шестью ассоциациями, среди которых ассоциации *Lemnetum minoris*, *Lemno–Spirodeletum polyrchizae* широко распространены по всей таёжной зоне Европейского Северо-Востока России.

Сообщества класса преимущественно тяготеют к хорошо прогреваемым слабопроточным водоёмам, где они достигают оптимального развития. Наиболее благоприятны для плейстофитных ценозов водоёмы небольших размеров с высоким содержанием в воде биогенных элементов. Благодаря этому свойству сообщества асс. *Lemnetum minoris* служат индикатором антропогенного воздействия на водоёмы.

На Европейском Северо-Востоке России для сообществ ассоциаций *Lemno–Hydrocharitetum morsus-ranae* и *Hydrocharito–Stratiotetum aloides* в пределах бассейна проходит северная граница их распространения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 06-04-49109-а).

Литература

Алабышев В. В. Реликтовое оз. Донты // Изв. ГосРГО. 1928. Т. 60. вып. 1. С. 109–115.

Атлас по климату и гидрологии Республики Коми. 1997. М. 116 с.

Бобров А. А, Чемерис Е. В. Описание растительных сообществ в водоемах и водотоках и подходы к их классификации методом Браун-Бланке // Гидробиотаника: Методология и методы: Материалы Школы по гидробиотанике. Рыбинск. 2003. С. 105–117.

Болотова В. М. Флора и растительность водоемов // Производительные силы Коми АССР. Растительный мир. М.: Изд.-во АН СССР. Т. III, Ч. 1. 1954. С. 263–321.

Зверева О. С. Древнее озеро Донты в долине Вычегды // Изв. Коми фил. ВГО. 1965. Вып.10. С. 80–92.

Зверева О. С. Особенности биологии главных рек Коми АССР. Л.: Наука, 1969. 279 с.

Катанская В. Д. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Методы изучения. Л. 1981. 187 с.

Постовалова Г. Г. О распространении высших водных растений в пределах Северо-Востока европейской части СССР // Ареалы растений флоры СССР. Л. 1969. С. 84–119.

Тетерюк Б. Ю. Высшие водные растения и их сообщества реликтового озера Донты // V Всероссийская конференция по водным растениям «Гидробиотаника 2000»: Тез. докл. Борок, 2000. С. 222–223.

Тетерюк Б. Ю. Синтаксономия водной растительности бассейна реки Вычегда // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов европейского Севера: Тез. докл. Международн. конф. Сыктывкар, 2003а. С. 88.

Тетерюк Б. Ю. Флора и растительность макрофитов озера Синдор. – Сыктывкар, 2003б, Научные докл. / Коми науч. Центр УрО РАН; Вып. 454. 32 с.

Тетерюк Б. Ю. Водная и прибрежно-водная растительность крупных озёр бассейна р. Вычегда // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Сборник материалов научно-практической конференции. Ч. 2. Киров, 2007а. С. 43–46.

Тетерюк Б. Ю. Гидрофильная растительность рек Тимана // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Сборник материалов научно-практической конференции. Ч. 2. Киров, 2007б. С. 58–62.

Тетерюк Б. Ю. Растительность водоемов бассейна верхнего течения р. Вычегда // Биоразнообразие, охрана и рациональное использование растительных ресурсов Севера: материалы XI Перфильевских научных чтений. Ч. 1. Архангельск, 2007в. С. 275–278.

Тетерюк Б. Ю. Водная и прибрежно-водная растительность озера Донты (Республика Коми) // Растительность России. СПб, 2008. № 12. С. 53–73.

Тетерюк Б. Ю., Соломещ А. И. Синтаксономия водной и прибрежно-водной растительности озера Синдор (Республика Коми) // Растительность России. СПб., 2003. № 4. С. 78–89.

Braun-Blanquet J. Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätians (III) // Vegetatio 1949. № 1 (fasc. 4–5). S. 283–316.

Weber H. E., Moravec J., Theurillat J.-P. International code of phytosociological nomenclature. 3rd ed. // J.Veg. Sci. Vol. 11. № 5. 2000. P. 739–768.

Westhoff V., van den Maarel E. The Braun-Blanquet approach// Classification of plant communities. Ed. R.H.Whittaker. The Hague. 1978. P. 287–399.

СЕКЦИЯ 4 ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЖИВОТНОГО МИРА

К ПРОБЛЕМЕ ОБЪЕКТИВИЗАЦИИ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ И ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИЙ В ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

И. П. Дьяченко

Башкирский государственный университет, dip40@mail.ru

Количественный аспект по праву занимает место приоритетных направлений в процессе исследования естественных экосистем. Достоверные сведения в этой области являются залогом успеха в кадастровой, мониторинговой, ресурсоведческой и природоохранительной областях. Только при наличии точных данных можно избежать конфликтов между запросами общества в сфере использования природных ресурсов и интересами популяций организмов, входящих в биоценозы местных экосистем.

Степень разработанности методов количественных исследований неодинакова по группам организмов, и это имеет как объективные, так и субъективные причины. Проблема продвинута дальше в тех областях, где издавна главенствовали хозяйственные и иные утилитарные интересы. Прежде всего, это относится к гидробионтам – рыбам и основным объектам их кормовой базы: зоопланктону, фитопланктону, зообентосу. Успеху здесь способствовали четко отработанные способы отбора количественно дозированных проб специально изобретенными орудиями и приборами (планктонные сети, батометры, дночерпатели разнообразных конструкций).

Достоверные результаты обеспечивает метод мечения, который с успехом используется в рыбохозяйственных исследованиях, при учетах численности амфибий, рептилий, мелких млекопитающих в изолированных популяциях. К сожалению, при всех преимуществах данный метод имеет ряд ограничений, к тому же он лимитируется причинами технического характера.

Хорошо зарекомендовал себя и с 80-х годов XX столетия получил широкое распространение в рыбохозяйственных и мониторинговых исследованиях метод количественного учета рыб по данным уловов пассивными орудиями. Так, облов определенной акватории ставными сетями способен обеспечить количественно фиксированные материалы по численности рыб в любом водоеме или отдельном его участке. Преимуществом данного способа отбора проб является отсутствие фактора помех, создаваемых движущимися активными орудиями (тралы, неводы) и средствами их буксировки. К тому же расчеты численности по уловам, добытым таким образом, сопряжены с рисками допуска ошибок, связанных с определением коэффициентов уловистости орудий.

При отборе проб стационарным способом необходимо лишь следовать ряду легко выполнимых технических условий: использование полного (стандартного) комплекта сетей, обеспечивающего учет всего размерно-возрастного ряда рыб; соблюдение интервалов между линиями выставляемых сетей, не превышающих радиуса индивидуальной активности рыб.

Численность рыб в пробе относят к облавливаемой зоне водоема, определяемой по формуле (Трещев, 1983), с последующей экстраполяцией данных на весь водоем:

$$W_c = \pi l_c^2 * H_c / 4 * \Delta t,$$

в которой: W_c – объем воды в зоне действия сети; l_c – высота сети; H_c – длина сети; π – экспозиция; Δt – константа.

В области прогнозирования численности популяций рыб исследования, начатые еще в 20-е годы XX в., с успехом продолжают и в настоящее время. В качестве одного из удачных примеров можно назвать создание статистической модели, позволяющей прогнозировать среднюю по водоему численность пополнения рыб в текущем году по известному значению уровня воды и сумме тепла за период нереста. Модель построена на основе метода группового учета аргументов, который является развитием многофакторного регрессионного анализа, и имеет следующий вид (Шашуловский с соавт., 2003):

$$M = 3,26 * 10^{-23} * B^{20,645} \exp(-2,604 * 10^{-3} T),$$

в которой: M – численность пополнения рыб текущего вегетационного сезона (тыс. экз. / га); B – средний уровень воды в водохранилище во время нереста (м); T – сумма тепла за нерестовый период (градусо-дни).

Следует отметить, что существуют и другие факторы, влияющие на динамику пополнения рыб. Вместе с тем, по коэффициенту детерминации представленной модели выяснено, что уровневый и температурный режимы водоема определяют колебания урожайности молоди рыб на 73%. Важно также заметить, что сопоставление показателей расчетов по приведенной модели с фактическими данными, полученными путем непосредственного учета численности молоди традиционными методами в Волгоградском водохранилище, показало их сходство. Средняя относительная ошибка реставрационного прогноза составляет около 26%. При этом включение в модель данных независимой проверочной выборки не привело к существенному улучшению её прогностических свойств, что свидетельствует об её адекватности.

Расчеты динамики численности популяции, т.е. фактически - определение скорости её роста, представляют собой достаточно сложную задачу, но и она сегодня решаема. Конечно, требуется собрать немало сведений по ряду биологических параметров, но эта задача вполне осуществима и, как правило, не представляет собой непреодолимую проблему. Это – данные по возрасту полового созревания; по средней плодовитости, дифференцированной по возрастам самок; по уровню возрастной смертности (выживаемости); по средней продолжительности жизни. На основании этих материалов, сведенных в ряды (для удобства расчетов и наглядности), легко получить (рассчитать) величину «чистой скорости воспроизводства» по схеме (Гиляров, 1990):

$$R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x, \text{ в которой:}$$

R – чистая скорость воспроизводства популяции; l_x – выживаемость (доля особей, доживших до обозначенного возраста); m_x – средняя индивидуальная плодовитость самок соответствующего возраста; x – возраст.

Данная величина демонстрирует прогностические показатели изменения численности популяции в течение одного или нескольких репродукционных сезонов. Закладывая в приведенную модель воздействие различных факторов (естественных, антропогенных) через фактор выживаемости, мы получаем универсальный инструмент для прогнозирования изменений численности группы в любых условиях.

Актуальной остается проблема методологии количественных исследований в орнитологической проблематике. Здесь издавна применяются методы прямого пешеходного и автомобильного маршрутных учетов численности птиц в гнездовой период; наблюдения на стационарных пунктах, главным образом, в период весенне-осенних пролетов на миграционных путях. Отработаны, апробированы и используются в практике полевых исследований методики количественных учетов на пробных площадях, в колониальных поселениях, путем подсчета гнезд и т.д.

Реализация этих методик, как правило, требует больших затрат времени, сил и средств, причем точность результатов обычно прямо пропорциональна приложенным усилиям. В связи с этим предпринимаются попытки формализации методических подходов, особенно в тех случаях, когда требуется получить экспресс-информацию по уровню численности того или иного вида на больших пространствах.

Одним из прецедентов подобного рода является методика определения численности птиц по дальности обнаружения, предложенная Ю. С. Равкиным (1967) и остающаяся всеобщепотребительной по настоящее время. Считается, что эта методика позволяет оперативно определять обилие и общую численность птиц в однотипных экотопах, а полученные данные допускается экстраполировать на всё пространство (Валуев, 2004). Однако, в данной модели вызывает недоумение принцип, в соответствии с которым численность птиц, зарегистрированных в соответствующей учетной зоне путем прямого учета (0–25 м; 25–100 м; 100–300 м; 300–1000 м), уравнивается с фактической численностью находящихся там птиц.

В последнее время предпринимаются попытки создания механизмов объективизации расчетов численности редких видов.

Примером здесь является подход В. А. Валуева (2007) к определению плотности населения хищных птиц. В качестве базового критерия принимается численность кормовых объектов на определенной территории. Например, указывается, что одна особь сапсана за гнездовой период пребывания в гнездовом ареале съедает около 100 птиц, так что в категорию «обычный» сапсана можно включать тогда, когда его обилие на данном пространстве в 100 раз меньше обилия его жертвы. Предлагается применить такую пропорцию ко всем хищным птицам.

Данный принцип можно бы было признать идеальным, если бы существовали возможности достоверной оценки кормовой базы хищников. Ведь рацион этих птиц, вскармливающих потомство, должен сильно варьировать в зависимости от целого ряда обстоятельств. Это не только уровень полифагии хищника и обилие тех или иных жертв в его охотничьих угодьях. Это также количество птенцов в выводке, продолжительность времени их кормления, наконец – интенсивность процессов метаболизма, определяющая уровень трат на собственный энергетический обмен. Только перечисление этого ряда вводных указывает на почти невозможность создания удовлетворительной формулы, в основе которой лежал бы метод экстраполяции численности потенциальных кормовых объектов на этот показатель хищных птиц. Очевидно, что в качестве общего оценочного средства такой метод имеет право на употребление, однако закладывать его в основу шкалы балльных оценок обилия редких видов и – на её основе – определять статус редкости и стратегию охраны этих животных было бы ошибочным.

Литература

Валуев В. А. Экстраполяционный коэффициент как дополнение к учету численности птиц по методике Ю. С. Равкина (1967) для территорий со значительной ландшафтной дифференциацией // Вестник охотоведения. 2004. Т. 1. № 3. С. 291–293.

Валуев В. А. Подход к оценке обилия хищных птиц // Сохранение разнообразия животных и охотничье хозяйство России. Материалы 2-й Международной научно-практической конференции. М., МСХА им. К.А.Тимирязева. 2007. С. 350–351.

Гиляров А. М. Популяционная экология. М.: Изд-во МГУ, 1990. 191с.

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

Трещев А. И. Интенсивность рыболовства. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 236 с.

Шашуловский В. А., Мосияш С. С., Черепанов К. М. Особенности естественного воспроизводства промысловых рыб в Волгоградском водохранилище // Современное состояние рыбоводства на Урале и перспективы его развития. Материалы конференции. Екатеринбург. 2003. С. 97–100.

МАТЕРИАЛЫ ПО ФАУНЕ СОСУЩИХ НАСЕКОМЫХ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ РЕСПУБЛИКИ КОМИ.

Е. В. Юркина, Е. Г. Стрекалова
Сыктывкарский лесной институт,
evjur@yandex.ru, Strekalova9867@mail.ru

Выбор объектов исследований обусловлен высокой экологической и хозяйственной значимостью сосновых лесов и слабой степенью изученности энтомофауны этих ассоциаций. Цель исследования заключалась в изучении состава, структуры сосущих насекомых и установлении их биоценотической значимости в сосняках различных типов. При выполнении эколого-фаунистических изысканий использованы методики, являющиеся общеприня-

тыми в лесной энтомологии. Изучаемыми объектами среди животных были насекомые, хотя собирали и других представителей беспозвоночных.

В ходе исследований сборы проведены в лесах, культурах хвойных и на лесосеменных плантациях Княжпогостского, Корткеросского, Койгородского, Сыктывдинского, Сысольского, Прилузского, Усть-Вымского, Усть-Куломского, Ухтинского административных районов Республики Коми и в четырех постоянных питомниках: Сыктывкарском, Усинском (расположен на территории Сыктывкарского лесничества), Койгородском, Сысольском.

На настоящее время видовой состав сосущих членистоногих животных в различных хвойных формациях региона включает 97 видов, относящихся к двум классам – Arachnida, Insecta (Юркина, 2007а, б). Значительную долю среди видов, повреждающих листья древесных и кустарниковых пород, составляют клещи отряда Acariformes.

Сосущие насекомые являются представителями трех отрядов: клопы (Hemiptera) с 48 видами, равнокрылые (Homoptera) – 38, трипсы (Thysanoptera), с единственным видом (*Haplothrips subtilissimus*), повреждающим хвою сосны. Больше половины сосущих представителей насекомых в своем составе содержат виды, собранные в единичном числе экземпляров. Самая большая доля единичных и редких видов в отряде Hemiptera (43). Разнообразны в видовом отношении, но немногочисленны по численности цикады. Из насекомых впервые выявлен ряд видов тлей – *Cinara pinea*, *C. pini*, *Protolachnus agilis* (Homoptera, Lachnidae), *Aphis viburni* (Homoptera, Aphididae), хермесов – *Adelges laricis* (Homoptera, Adelgidae), щитовок – *Quadraspidiotus ostreaeformis* (Homoptera, Diaspididae), бодушек – *Centrotus cornutus*, (Homoptera, Membracidae), клопов *Aradus sp. prop. brevicollis*, *A. crenaticollis* (Hemiptera, Aradidae), трипсов – *Haplothrips subtilissimus* (Thysanoptera, Phloeothripidae).

Массовые представители относятся к отряду Homoptera (8). Для молодых растений именно они являются достаточно опасными, т.к. способны повреждать все органы и ткани растений. При массовом поселении сосущих насекомых на стволах или корнях растения нередко засыхают.

Видовой состав насекомых уточняется, но уже сейчас можно сказать, что в лесах всех выделенных типов на сосне обыкновенной встречаются тли (*Cinara pinea*, *Cinara pini*). В питомниках на всходах хвойных типичны растительноядные клопы и цикады. На лесосеменных плантациях видовое разнообразие сосущих видов высокое, хотя численность возрастала только в первые годы их создания. На побегах кедра, растущих вблизи сельскохозяйственных земель с посадками моркови, укропа, много листовлошек (*Trioza viridula*).

Большая часть установленных растительноядных представителей повреждает листья. Часть – обитает на стволах (пять видов ксилофагов). На плодах встречено три вида карпофагов. Помимо фитофагов отмечено четыре вида хищных клопов (зоофагов).

Все насекомые по трофическим особенностям делятся на три группы: полифаги, олигофаги, монофаги. Ряд сосущих представителей практически не имеют пищевой специализации. Они способны питаться древесными, травянистыми растениями, а иногда – мхами. Всеядными являются клопы сем. Miridae,

Pentatomidae, Tingidae (*Lygus* sp., *Picromerus bidens*, *Acalypta* sp. Из насекомых монофагов – консументов сосны обыкновенной в первую очередь можно назвать такие виды как – *Aradus cinnamomeus*, *A. crenaticollis* (Hemiptera, Aradidae), *Nauplothrips subtilissimus* (Thysanoptera, Phloeothripidae), на калине обыкновенной – *Aphis viburni* (Homoptera, Aphididae), рябине обыкновенной – *Dysaphis sorbi* (Homoptera, Aphididae).

В Республике Коми в целях сохранения хвойных посадок и молодняков искусственного происхождения необходима отлаженная система лесопатологического и популяционного мониторинга.

Литература

Юркина Е. В. Состав и функционально-биоценотическая структура энтомофауны в сосняках естественного и искусственного происхождения при разной степени их антропогенной нарушенности // Лесной ж. Архангельск. 2007а. № 4. С. 25–30.

Юркина Е. В. Фауна сосущих членистоногих животных подзоны средней тайги Республики Коми и оценка их роли в усыхании сосны на восстанавливаемых территориях. Освоение Севера и проблемы природовосстановления: доклады VI межд. науч. конф., 10–14 октября 2006 г. Сыктывкар. 2007б. С. 152–161. (Коми науч. центр Уральского отделения Российской академии наук).

НОВЫЕ МЕСТА ОБИТАНИЯ НАСЕКОМЫХ, ЗАНЕСЕННЫХ В КРАСНУЮ КНИГУ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Л. Г. Целищева

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

В 2006–2009 гг. в ходе инвентаризации фауны насекомых особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Кировской области были выявлены новые места обитания 11 видов, занесенных в Красную книгу Кировской области (2001), 2 вида из них – жужелица Менетрие и мнемозина включены также в Красную книгу РФ (2001). Все факты находок подтверждены фотосъемкой или сборами.

Цикада горная – *Cicadetta montana* (Scop.).

Были зарегистрированы две популяции данного вида. В окрестностях г. Уржума на левом берегу р. Уржумки 4.06. и 11.06.2006 г. на территории ООПТ «Урочище «Серые камни» встречены 3 экз. имаго и найдено более 20 экз. личинок (личиночных шкур).

В Котельничском районе в окр. с. Боровка в охранной зоне заповедника «Нургуш» (71 кв.) на поляне в сосняке беломошном 16.06.2009 г. были обнаружены 12 экз. личинок горных цикад.

Жужелица Менетрие – *Carabus menetriesi* (Fald.).

В Лузском районе в окр. п. Христофорово на Русиновском верховом болоте найден 1 экз. имаго 8.08.2007 г.

В Тужинском районе в окр. д. Мари-Кугалки на берегу р. Пижмы собран 1 экз. имаго 15.07.2009 г.

В Подосиновском районе в окр. д. Головино в заказнике «Былина» на Роговском болоте с 30.06 по 4.08.2009 г. в почвенные ловушки поймано 24 экз. жуков.

Бомбардир черноусый – *Brachinus nigricornis* Gebl.

В Котельничском районе в окр. с. Боровка в заповеднике «Нургуш» данный вид населяет луговые биоценозы на берегу оз. Нургуш (кв. 102), и на берегу р. Прость (кв. 100). В почвенные ловушки собрано на берегу оз. Нургуш 4 экз. 20.08–27.08.2008 г., 2 экз. 10.09–23.09.2008 г.; а на берегу р. Прость – 2 экз. 20.08–27.08.2008 г. В 2009 году жуки данного вида были отмечены в этих же биотопах. Точные данные по численности будут известны после разбора проб.

Бронзовка мраморная – *Potosia lugubris* (Herbst).

В Котельничском районе в окр. с. Боровка в охранной зоне заповедника «Нургуш» (кв. 60) были обнаружены 2 экз. 26.06.2004 г. и 4 экз. в земле на месте старого костра 29.06.2006 г.; в охранной зоне (кв. 34) в окр. с. Вишкиль, на цветах зонтичных 2 экз. 18.07.2007 г., а также в заповеднике на кордоне на оз. Нургуш (кв. 103) 2 экз. 17.07.2008 г.

В Вятско-Полянском районе на территории ООПТ «Заросли орешника у д. Средняя Тойма» встречен 1 экз. 12.06.2006 г.

В Малмыжском районе на территории ООПТ «Осокоревая роща у с. Гоньба» найдены 2 экз. 9.06. и 3.08. 2006 г.

В Уржумском районе в окр. д. Индыгойка на берегу озера Шайтан на зонтичных собран 1 экз. 3.08.2006 г.

В Опаринском районе на территории заказника «Былина» на берегу р. Ертач на зонтичных найден 1 экз. 22.08.2008 г.

Лептура красногрудая – *Leptura thoracica* (Creut.).

В Котельничском районе в окр. с. Боровка в охранной зоне (кв. 60) заповедника «Нургуш» был обнаружен 1 экз. 1.07.2006 г., в окр. с. Вишкиль в охранной зоне (кв. 33, 34) – 1 экз. 19.07.2007 г. и 1 экз. 20.07.2008 г., а также в заповеднике на кордоне на оз. Нургуш (кв. 103) 1 жук залетел в беседку 9.07.2009 г.

Толстяк ивовый – *Lamia textor* (L.).

В Котельничском районе в окр. с. Вишкиль в охранной зоне заповедника «Нургуш» (кв. 34) найден 1 экз. 18.07.2007 г.; в окр. с. Боровка в заповеднике «Нургуш» (кв. 119) в ивняке был обнаружен 1 экз. 11.7.2008 г.

По литературным данным выявлено новое место обитания данного вида в Советском районе на берегу р. Немда в заказнике «Пижемский» (Шернин, 1974).

Пчела шерстобит – *Anthidium strigatum* (Pz.) (определение Г. И. Юферева).

В Котельничском районе в окр. с. Вишкиль в охранной зоне заповедника «Нургуш» (кв. 34) найден 1 экз. 18.07.2006 г.

В г. Кирове 1 экз отмечен в окр. сл. Сошени в дендропарке 4.07.2001 г. и в окр. сл. Чижи на берегу р. Вятки 29.06.2007 г.

Галикт четырехполосый – *Halictus quadricinctus* (F.) (определение Г.И. Юферева).

В Нолинском районе на опушке леса около быв. д. Камень (ООПТ «Белавский бор») собран 1 экз. 6.09.2008 г.

Шмель окаймленный – *Bombus patagiatus* (Nyl.) (определение Г. И. Юферева).

В Кильмезском районе в окр. д. Большой Порек отмечен 1 экз. на лугу с дерно-карбонатными почвами 2.08.2006 г.

В Котельничском районе на лугу у с. Вишкиль собран 1 экз. 16.7.2007 г.

В Подосиновском районе в заказнике «Былина» на лугу южнее р. Пелеговы отмечен 1 экз. 22.07.2008 г. Г. И. Юфевым.

В Верхнекамском районе в окр. г. Кирс на берегу Большого Кирсинского пруда собран 1 экз. 14.08.2008; в с. Лойно на берегу р. Камы на территории ООПТ «Обнажение верхнеюрских пород у с. Лойно» найден 1 экз. 15.08.2008 г.

Парусник мнемозина, черный аполлон – *Parnassius mnemosyne* (L.).

В Котельничском районе в окр. с. Боровка в охранной зоне заповедника «Нургуш» (кв. 80) на берегу р. Прость наблюдали 2 экз. 7.07.2009 г. Бабочки опыляли цветы горлицы кукушкина.

Павлиний глаз малый ночной – *Eudia pavonia* (L.).

В Подосиновском районе в окр. д. Головино в заказнике «Былина» на Роговском болоте с 2.07 по 4.08.2009 г. в почвенные ловушки поймано 4 экз. гусениц.

Литература

Красная книга Российской Федерации. Т. 1. Животные / Под ред. В. Н. Данилова-Данильяна. М.: Астрель, 2001. 862 с.

Красная книга Кировской области: Животные. Растения. Грибы / Под ред. Л. А. Добринского, Н. С. Корытина. Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2001. 288 с.

НАСЕЛЕНИЕ МЕРТВОЕДОВ (COLEOPTERA, SILPHIDAE) НЕКОТОРЫХ БИОЦЕНОЗОВ ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ»

Л. Г. Целищева, Г. И. Юфев

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

Семейство Мертвоедов широко распространено по всему Земному шару, большинство видов известны из Голарктики (Николаев, Козьминых, 2002). Жуки и личинки обычно питаются падалью, некоторые хищны или питаются разлагающимися растительными веществами или свежими растениями.

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

Исследований по структуре населения мертвоедов заповедника «Нургуш» ранее не проводилось.

Материал был собран в мае – сентябре 2008 г. в 6 биоценозах, характеризующих различные почвенно-растительные условия поймы на территории заповедника: (1) лес липово-дубовый клеверо-снытево-костровый (*Aegopodium podagraria*, *Trifolium medium*, *Bromopsis inermis*) на берегу протоки на оз. Кривое; (2) лес дубовый чино-подмаренниково-снытево-клеверный (*Lathyrus vernus*, *Galium boreale*, *A. podagraria*, *T. medium*) на берегу оз. Нургуш; (3) ивняк горцево-двуклещиково-осоковый (*Persicaria hydropiper*, *Phalaroides arundinacea*, *Carex acuta*) на берегу р. Вятка; (4) пойменный злаково-разнотравный луг таволгово-мятликово-костровый (*Filipendula ulmaria*, *Poa pratensis*, *Bromopsis inermis*) у оз. Нургуш; (5) лес осиново-липовый хвощево-будрово-снытевый (*Equisetum pratense*, *Glechoma hederacea*, *A. podagraria*); (6) пойменный злаково-разнотравный луг кострово-осоково-таволговый (*B. inermis*, *C. acuta*, *F. ulmaria*) на берегу р. Прость.

В качестве почвенных ловушек Барбера 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. Время экспозиции – декада. Жуков-мертвоедов привлекали в ловушки попадавшие и погибавшие в них мелкие грызуны, землеройки, земноводные и наземные моллюски. Всего отработано 4676 ловушко-суток. Определено 1285 экземпляров имаго мертвоедов, личинки не идентифицировались. Видовые названия даны по О. Л. Крыжановскому (1965). При описании населения мертвоедов мы используем термин «попадаемость» (экз./100 лов.сут.). Оценка роли видов в сообществе осуществлена с использованием пятибальной шкалы, предложенной Ю. П. Песенко (1982). Виды, имеющие балл обилия 4 и 5, рассматривались как доминантные.

В результате наших исследований для заповедника «Нургуш» выявлено 11 видов мертвоедов, относящихся к 6 родам (табл.). Преобладают представители рода *Nicrophorus* (4 вида), являющиеся специализированными некрофагами. Наибольшее число видов отмечено на лугах (8 видов), наименьшее – в ивняке (3 вида).

Таблица

**Экологическая характеристика населения мертвоедов
исследованных биотопов в заповеднике «Нургуш» в 2008 г.**

Вид	Экологическая группа по способу питания ¹	Количество экземпляров по биоценозам ²						Итого, экз.	Численное обилие (%)
		лесные			луговые		ивняк		
		1	2	5	4	6	3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Oiceoptoma thoracicum</i> (L.)	полифаг	1	2	1		1		5	0,4
<i>Thanatophilus sinuatus</i> (F.)	некрофаг, сапрофаг				1			1	0,1
<i>T. dispar</i> (Hbst.)	некрофаг, сапрофаг					1	8	9	0,7
<i>Silpha carinata</i> Hbst.	полифаг	7	2	4	110	233		356	27,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>S. tristis</i> Ill.	полифаг				9	21		30	2,3
<i>Phosphuga atrata</i> (L.)	хищник	6	2	1	4	2		15	1,2
<i>Aclypea opaca</i> (L.)	фитофаг				2			2	0,2
<i>Nicrophorus humator</i> Ol.	некрофаг	1						1	0,1
<i>N. vespillo</i> (L.)	некрофаг	5			27	58	5	95	7,40
<i>N. vespilloides</i> Hbst.	некрофаг	304	112	195	44	47	50	752	58,5
<i>N. investigator</i> Zett.	некрофаг	3	3	2	3	8		19	1,4
Итого видов		7	5	5	8	8	3		
Итого имаго (экз.)		327	120	203	200	371	63	1285	100
Общая попадаемость (экз./100 л.с.)		29,2	10,5	20,1	25,3	39,1	7,0	21,2	
Итого личинок (экз.)		17	12	7	31	78	–	145	

Примечания к таблице:

¹ Экологическая группа по способу питания приводится по Николаеву, Козьминых (2002); ² Цифровые обозначения биоценозов даны выше в тексте.

Для пойменных биоценозов заповедника выявлено 3 массовых вида. Во всех биоценозах доминантным видом был *Nicrophorus vespilloides*, причем в лесных биоценозах он был единственным массовым видом. На лугах в число доминантов входили еще 2 вида *Silpha carinata* и *N. vespillo*.

Анализ видового состава и попадаемости позволил условно разделить население мертвоедов на три группы: лесная, луговая и кустарниковая (включающая только один биотоп – ивняк).

В **лесных** биоценозах зарегистрировано 7 видов. Видовой состав мертвоедов дубового и осиново-липового лесов полностью совпадают (5 видов). Доминировал некрофаг *N. vespilloides* (93–96 % численного обилия, 5 баллов). Во всех лесах единично встречались некрофаг *N. investigator*, хищный вид *Phosphuga atrata*, полифаги *S. carinata* и *Oiceoptoma thoracicum*, последний вид отмечен преимущественно в лесах. В липово-дубовом лесу видовое богатство выше (7 видов), кроме указанных выше 5 видов, отмечался *N. vespillo*. Только в данном биотопе встречен 1 экземпляр *N. humator*, вида большей частью встречающегося на трупах птиц. Среди всех лесных комплексов попадаемость мертвоедов в липово-дубовом лесу была самой высокой (29,2 экз./100 лов.сут.).

В **луговых** биотопах отмечено 10 видов мертвоедов. Население лугов характеризуется наибольшим видовым богатством (по 8 видов), комплексом из 3 доминантных, разнообразным спектром экологических групп по способу питания и высокой попадаемостью. Самым массовым был вид-полифаг *S. carinata* (55 и 63 % численного обилия, 5 баллов), также доминировали виды-некрофаги

N. vespilloides и *N. vespillo* (по 4 балла обилия). Только на лугах был обнаружен полифаг *Silpha tristis*. Уникальность видового состава мертвоедов луга на берегу оз. Нургуш – 25 %, только на нем встречались фитофаг *Asclurea ораса* и некрофаг *Thanatophilus sinuatus*. Среди всех изученных биоценозов максимальная попадаемость зарегистрирована на лугу на берегу р. Прость (39,1 экз./100 лов.сут.).

Население **ивняка** характеризуется самым низким видовым обилием (3 вида) и низкой попадаемостью мертвоедов (7,0 экз./100 лов.сут.). Отличительной особенностью его было субдоминирование *T. sinuatus*, единственный экземпляр которого был встречен также на лугу на берегу р. Прость.

Во всех изученных биотопах сезонная динамика общей попадаемости мертвоедов характеризуется одинаковыми тенденциями: в мае в ловушках отмечены единичные экземпляры, в июне наблюдается медленное нарастание попадаемости, максимум приходится на середину июля, в августе попадаемость равномерно снижается. Личинки регистрировались с 10 июня по 8 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 10 видов позвоночных животных: лягушка остромордая, чесночница, тритон обыкновенный, бурозубка средняя, бурозубка обыкновенная, лесная мышь, полевка рыжая, полевка красная, полевка-экономка, мышовка лесная (Летопись природы..., 2009).

Таким образом, в течение одного сезона с помощью почвенных ловушек в заповеднике «Нургуш» было обнаружено 11 видов мертвоедов.

Литература

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

Летопись природы заповедника «Нургуш» за 2008 г. Книга 13. с. Боровка, 2009. 327 с. Рукопись. Хранится в ГПЗ «Нургуш».

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.

Шаврин А. В. Список жуков-мертвоедов (Silphidae) фауны России, 2007. (оригинал работы доступен на сайте 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.

МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФАУНЫ БУЛАВОУСЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (LEPIDOPTERA, RHOPALOCERA) НА ПОЛЯРНОМ УРАЛЕ (РАЙОН Ж/Д ВЕТКИ СЕЙДА – ЛАБЫТНАНГИ)

О. И. Кулакова, А. Г. Татаринов

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

Собь-Елецкий перевал на Полярном Урале является одним из наиболее исследованных в энтомологическом отношении районов Восточноевропейской Субарктики. Этому в немалой степени способствовала проложенная в середине 50-х гг. железнодорожная ветка Сейда – Лабытнанги, благодаря которой доступ исследователям в рассматриваемую географическую точку стал легкодоступным.

Первые сведения о булавоусых чешуекрылых Собь-Елецкого перевала появились благодаря работам К. Ф. Седых (1970, 1974, 1977). Позже исследования здесь проводили многие специалисты (Коршунов и др., 1985; Горбунов, Ольшванг, 1993; Татаринов, Долгин, 1995, 2001 и др.), что позволило выявить состав локальной фауны практически полностью.

В последние два десятилетия вдоль ж/д ветки Сейда – Лабытнанги авторами проводится целенаправленное изучение структуры населения булавоусых чешуекрылых в природных сообществах. Это позволило проследить многолетние изменения, произошедшие в структуре фауны, ландшафтно-биотопическом распределении и в численности видов в природных сообществах.

Из табл. видно, что численность многих видов булавоусых чешуекрылых за прошедшие 15 лет подверглась значительным изменениям. Прежде всего, это может быть связано с так называемым оборотом и псевдооборотом видов (Бархатов, Ольшванг, 1997). Первое явление обусловлено естественными колебаниями границ видовых ареалов и сезонной миграцией бабочек. В районе исследований резидентными видами являются *Gonepteryx rhamni*, *Colias hyale*, *Vanessa atalanta*, *V. cardui*, *Argynnis aglaja* и некоторые др.

Под псевдооборотом понимается многолетнее изменение численности аборигенных видов. В результате т.н. «волн жизни» в течение нескольких лет чешуекрылые могут значительно снизить численность или вообще не регистрироваться в составе локальной фауны. Наиболее яркими примерами подобных видов на Полярном Урале являются *Papilio machaon*, *Parnassius phoebus*, *Colias hecla*, *Issoria eugenia* и др. К сожалению, достоверно проследить псевдооборот вида пока невозможно из-за недостаточности наблюдений.

Совершенно очевидно, что на изменение численности булавоусых чешуекрылых влияют колебания климатических факторов. Рост температурных показателей в последние два десятилетия на европейском Северо-Востоке России оказал определенное воздействие и на лепидоптерофауну. Этими причинами мы склонны объяснять появление и заметное увеличение численности в районе исследований таких температурных видов как *Aporia crataegi*, *Nymphalis antiopa*, *Celastrina argiolus*, *Brenthis ino*, *Erebia ligea*, *Carterocephalus palaemon*, *C. silvicola*.

**Многолетние изменения в составе и обилии булавоусых чешуекрылых
в районе ж/д ветки Сейда – Лабытнанги***

Названия видов	1993	1994	1999	2001	2008
<i>Parnassius phoebus</i> (Fabricius, 1793)	2	2	–	2	3
<i>Papilio machaon</i> Linnaeus, 1758	1	2	1	2	2
<i>Leptidea sinapis</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	1	1	–
<i>Anthocharis cardamines</i> (Linnaeus, 1758)	2	2	2	2	3
<i>Aporia crataegi</i> (Linnaeus, 1758)	–	2	2	2	–
<i>Pieris napi</i> (Linnaeus, 1758)	3	5	4	4	4
<i>P. rapae</i> (Linnaeus, 1758)	1	2	1	1	1
<i>P. callidice</i> (Hübner, [1800])	2	2	2	2	2
<i>Colias hecla</i> Lefebvre, 1836	2	2	1	2	4
<i>C. hyale</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	–	1	–
<i>C. palaeno</i> (Linnaeus, 1761)	3	4	3	3	3
<i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus, 1758)	–	1	–	1	–
<i>Callophrys rubi</i> (Linnaeus, 1758)	2	2	2	2	2
<i>Lycaena phlaeas</i> (Linnaeus, 1761)	2	2	2	2	1
<i>L. helle</i> ([Denis et Schiffermüller], 1775)	–	–	1	1	2
<i>L. hippothoe</i> (Linnaeus, 1761)	2	2	2	2	3
<i>Cupido minimus</i> (Fuessly, 1775)	2	2	2	1	–
<i>Celastrina argiolus</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	–	2	2
<i>Plebeius optilete</i> (Knoch, 1781)	3	4	3	3	3
<i>Agriades glandon</i> (Prunner, 1789)	2	2	2	2	3
<i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg, 1775)	–	1	1	1	2
<i>P. kamtshadalis</i> (Sheljuzhko, 1933)	3	3	1	2	1
<i>P. semiargus</i> (Rottemburg, 1775)	–	1	1	2	4
<i>Neptis rivularis</i> (Scopoli, 1763)	–	1	–	–	–
<i>Nymphalis antiopa</i> (Linnaeus, 1758)	–	1	2	2	2
<i>N. xanthomelas</i> (Esper, [1781])	2	2	2	2	2
<i>N. urticae</i> (Linnaeus, 1758)	–	1	1	2	2
<i>Polygonia c-album</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	2	2	1
<i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	1	–	–
<i>V. cardui</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	2	2	3
<i>Araschnia levana</i> (Linnaeus, 1758)	–	1	–	–	1
<i>Euphydryas maturna</i> (Linnaeus, 1758)	–	1	1	1	1
<i>A. aglaja</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	–	–	1
<i>Issoria eugenia</i> (Eversmann, 1847)	2	2	1	3	2
<i>Brenthis ino</i> (Rottemburg, 1775)	–	–	–	2	3
<i>Boloria aquilonaris</i> (Stichel, 1908)	2	2	2	2	2
<i>B. alaskensis</i> (Holland, 1900)	3	3	3	3	3
<i>Clossiana eunomia</i> (Esper, [1799])	3	4	3	4	4
<i>C. angarensis</i> (Ershoff, 1870)	2	3	2	2	3
<i>C. chariclea</i> (Schneider, 1792)	1	1	1	1	1
<i>C. thore</i> (Hübner, ([1803])	3	3	3	3	3
<i>C. euphrosyne</i> (Linnaeus, 1758)	1	2	1	1	2
<i>C. selene</i> ([Denis et Schiffermüller], 1775)	2	3	3	3	3
<i>C. freija</i> (Thunberg, 1791)	4	5	4	4	4
<i>C. frigga</i> (Thunberg, 1791)	4	4	4	4	4
<i>C. improba</i> (Butler, 1977)	1	1	–	1	2

<i>C. polaris</i> (Boisduval, 1829)	2	2	2	2	2
<i>C. distincta</i> (Gibson, 1920)	1	1	1	1	–
<i>Coenonympha tullia</i> (Müller, 1764)	3	3	2	2	2
<i>Oeneis jutta</i> (Hübner, [1806])	3	3	3	3	3
<i>Oe. magna</i> Graeser, 1888	1	2	2	1	1
<i>Oe. melissa</i> (Fabricius, 1775)	3	4	2	2	2
<i>Oe. bore</i> (Schneider, 1792)	4	4	4	4	4
<i>Oe. norna</i> (Thunberg, 1791)	3	4	3	3	3
<i>Oe. patrushevae</i> Korshunov, 1985	2	3	3	2	2
<i>Oe. polixenes</i> (Fabricius, 1775)	–	1	–	–	–
<i>Erebia ligea</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	1	1	2
<i>E. euryale</i> (Esper, [1805])	3	3	3	3	4
<i>E. rossii</i> (Curtis, 1834)	4	5	3	4	4
<i>E. disa</i> (Thunberg, 1791)	4	5	4	4	4
<i>E. embla</i> (Thunberg, 1791)	3	4	4	4	4
<i>E. discoidalis</i> (Kirby, 1837)	3	3	3	3	3
<i>E. fasciata</i> (Butler, 1868)	3	3	3	3	2
<i>E. dabanensis</i> Erschoff, 1872	1	3	2	1	1
<i>Pyrgus andromedae</i> (Wallengren, 1853)	1	1	–	1	–
<i>P. centaureae</i> (Rambur, [1839])	2	2	2	2	2
<i>Carterocephalus palaemon</i> (Pallas, 1771)	1	2	2	2	3
<i>C. silvicola</i> (Meigen, 1830)	1	2	1	2	3
<i>Hesperia comma</i> (Linnaeus, 1758)	1	2	2	3	2

* На основании сборов авторов, литературных сведений и персональных сообщений коллег.

Показатели обилия видов: 5 – массовый; 4 – многочисленный; 3 – обычный; 2 – малочисленный; 1 – единичный (Песенко, 1982).

Большое влияние на состав фауны и состояние численности булавоусых чешуекрылых на Полярном Урале в последние годы оказывает антропогенный фактор. Численность аборигенных видов страдает, прежде всего, из-за нарушения их местообитаний при строительстве коммуникаций, добывающих и перерабатывающих предприятий, проведении изыскательских работ. Напротив, за счет этого фактора некоторые виды лесной зоны проникают в Заполярье. Так, например, на ст. Сейда единичные особи *Polyommatus semiargus* впервые были отмечены в 1993 г. К 2008 г. здесь сформировалась многочисленная локальная (до 10 экз./м²) популяция вида, местами обитания которой являются бобовые фитоценозы вдоль железной дороги.

В последние годы на Полярном Урале на природные популяции дневных бабочек усиливается негативное влияние рекреационного фактора. Наконец, многие чешуекрылые местной фауны, особенно арктические и сибирские виды, высоко ценятся коллекционерами. Так, бесконтрольный вылов в сочетании с антропогенным преобразованием природных сообществ может стать реальной угрозой состоянию численности таких видов как *Parnassius phoebus*, *Colias hecla*, *Agriades glandon*, *Clossiana polaris*, *C. distincta*, *Oeneis melissa*, *Erebia dabanensis*, *Pyrgus andromedae* и многим др.

Литература

- Бархатов В. Г., Ольшванг В. Н. Опыт мониторинга булавоусых чешуекрылых в Челябинской области // Успехи энтомологии на Урале. Екатеринбург, 1997. С. 122–125.
- Горбунов П. Ю., Ольшванг В. Н. Фауна дневных бабочек Уральского Заполярья // Фауна и экология насекомых Урала. Пермь, 1993. С. 19–34.
- Коршунов Ю. П., Ельшин С. В., Золотаренко Г. С. Булавоусые чешуекрылые Полярного Урала, Ямала, Таймыра // Членистоногие Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1985. С. 93–105.
- Седых К. Ф. Происхождение и видовой состав дневных чешуекрылых Полярного Урала и прилегающих к нему областей // Биологические основы использования природы Севера. Сыктывкар, 1970. С. 132–136.
- Седых К. Ф. Животный мир Коми АССР. Беспозвоночные. Сыктывкар: Коми книжн. изд-во, 1974. 192 с.
- Татаринов А. Г., Долгин М. М. Экологические группировки булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera, Rhopalocera) на Полярном Урале // Актуальные проблемы химии и биологии Европейского севера России. Сыктывкар, 1995. Вып. 4. С. 53–60.
- Татаринов А. Г., Долгин М. М. Видовое разнообразие булавоусых чешуекрылых на европейском Северо-Востоке России. СПб: Наука, 2001. 244 с.

ЗООГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФАУНЫ СЛЕПНЕЙ (DIPTERA, TABANIDAE) ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

С. В. Пестов

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

Слепни являются важным компонентом экосистем Севера, оказывающим большое влияние на хозяйственную деятельность человека. Изучение слепней на европейском Северо-Востоке России имеет длительную историю. Начиная с 50-х годов XX века по настоящее время, было проведено изучение фауны слепней в различных точках региона. На основании критического анализа литературы и наших исследований список видов слепней включает 39 видов относящихся к семи родам: *Chrysops* (7 видов), *Silvius* (1), *Atylotus* (4), *Tabanus* (6), *Hybomitra* (16), *Haematopota* (4), *Heptatoma* (1). Проанализированы широтные изменения видового состава слепней. Третья часть (13) видов региональной фауны распространены во всех ландшафтных зонах и подзонах региона. По всей таежной зоне встречаются 5 видов. При продвижении на север видовое разнообразие слепней уменьшается. В южной тайге отмечено 36 видов, в средней – 35, в северной и крайнесеверной по 26, в лесотундре 21 и в тундровой зоне – 13. Однако границы распространения в регионе не всегда совпадают с границами ландшафтных зон, поэтому на основе сопряженности границ видовых ареалов слепней выделено 5 районов характеризующихся особенностями видового состава фауны (Пестов, 2005).

Известны несколько принципов (подходов) к классификации ареалов. Первый основан на выяснении приуроченности ареала и (обилия) того или иного вида к той или иной ландшафтной зоне (Олсуфьев, 1977). Исходя из этого, выделяются виды «лесные», «горно-лесные», «таежные», «тундровые» и т. д.

Второй подход за основу принимает схемы биогеографические районирования (Емельянов, 1974; Кривохатский, 1998). Строится таблица присутствия-отсутствия (или с оценкой обилия) видов в отдельных провинциях. Для объединения видов в зоогеографические группы используется кластерный анализ. Названия зоогеографических групп дается по названиям провинций. Недостатком этого подхода является неоднозначность выделения биогеографических выделов (хорионов) различными исследователями. Согласно третьему подходу (Городков, 1984) ареал вида описывается на основе общепринятой физико-географической топонимии. Ареал характеризуется тремя составляющими: долготной, высотной и широтной. Этот подход позволяет разделить установление границ ареала вида (ареалографическая информация) от интерпретации причин, обусловивших такое распространение (эколого-генетическая информация). После установления границ ареала уже выясняется, как изменяется его численность вида в его пределах.

На основании анализа ареалов с использованием схемы К. Б. Городкова (1984) выделено два зоогеографических комплекса и 19 групп (табл. 1). Несмотря на относительно небольшое число видов, фауна слепней региона характеризуется большим разнообразием ареалогической структуры. Характерной особенностью фауны региона является отсутствием видов, выходящих за пределы Голарктики. Восемь видов региональной фауны встречаются в Северной Америке. Виды этого комплекса, как правило, увеличивают свою численность к северу. Согласно Н. Г. Олсуфьеву (1977), вид *Hybomitra lapponica* отнесен к голарктическим, однако он не указан в более поздней работе Н. J. Teskey (1990), поэтому мы относим этот вид к палеарктическому комплексу.

Таблица 1

Распределение видов по зоогеографическим комплексам и группам

Зоогеографические комплексы и группы	Виды
1	2
Голарктический комплекс	
Голарктический аркто-бореальный	<i>Hybomitra aequincta</i> (Beck), <i>H. sexfasciata</i> (Hine)
Голарктический аркто-бореомонтанный	<i>Hybomitra lurida</i> (Fl.)
Голарктический аркто-монтанный	<i>Hybomitra astuta</i> (O-S)
Голарктический бореальный	<i>Atylotus sublunulaticornis</i> (Ztt.), <i>Hybomitra nitidifrons</i> (Szliady)
Голарктический темперантный	<i>Chrysops nigripes</i> Ztt., <i>Hybomitra arpadi</i> (Szliady)
Палеарктический комплекс	
Транспалеарктический полизональный	<i>Hybomitra montana</i> (Mg.)
Трансевразийский бореальный	<i>Hybomitra lapponica</i> (Wahl.), <i>H. nigricornis</i> (Ztt.)
Трансевразийский борео-монтанный	<i>Hybomitra distinguenda</i> (Verrall), <i>H. muehlfeldi</i> (Brauer)
Трансевразийский темперантный	<i>Atylotus plebejus</i> (Fl.), <i>Haematopota pluvialis</i> (L.), <i>Hybomitra bimaculata</i> (Mq), <i>H. lundbecki</i> Lyneborg, <i>H. tarandina</i> (L.)
Западно-центральнопалеарктический полизональный	<i>Tabanus bovinus</i> L., <i>T. bromius</i> L.
Западнопалеарктический полизональный	<i>Haematopota italica</i> Mg., <i>Tabanus cordiger</i> Mg.

1	2
Западнопалеарктический суббореальный	<i>Silvius vituli</i> (F.)
Евро-ленский бореальный	<i>Chrysops divaricatus</i> Lw.
Евро-ленский темперантный	<i>Chrysops caecutiens</i> (L.), <i>Ch. relictus</i> Mg., <i>Hybomitra ciureai</i> (Seguy)
Евро-байкальский бореальный	<i>Heptatoma pellucens</i> (F.)
Евро-байкальский борео-монтанный	<i>Hybomitra kaurii</i> Chvala et Lyneborg
Евро-байкальский темперантный	<i>Atylotus fulvus</i> (Mg.), <i>Chrysops concavus</i> Lw., <i>T. miki</i> Brauer, <i>Tabanus glaucopis</i> Mg.
Евро-обский бореальный	<i>Chrysops sepulcralis</i> (F.)
Евро-обский темперантный	<i>Atylotus rusticus</i> (L.), <i>Chrysops pictus</i> Mg., <i>Haematopota crassicornis</i> Wahl., <i>H. subcylindrica</i> Pand., <i>Tabanus maculicornis</i> Ztt.

В табл. 2 отражены особенности структуры ареалогических групп в различных природных зонах региона. Распространение большинства евро-сибирских видов ограничено в южной и средней тайгой. Разнообразие видов трансевразийской группы резко уменьшается в тундровой зоне. Число видов голарктической группы к северу незначительно увеличивается, а доля резко возрастает за счет общего обеднения фауны. Около половины видов региональной фауны отнесены к температным. Они широко распространены в пределах умеренного климатического пояса. Ареалы бореальных видов ограничены таежно-лесной зоны. К полизональной группе относятся виды, проникающие на юг за пределы умеренного пояса. Например, *Tabanus cordiger* отмечен в Судовской Аравии и Марокко (Leclercq, 2000). Число видов бореальной группы плавно снижается к северу. Отмечено две границы резкого падения разнообразия темперных видов средняя/северная тайга и лесотундра/тундра. Видовое разнообразие аркто-бореальной группы закономерно возрастает к северу.

По ландшафтной приуроченности 18 видов региональной фауна относится к лесной группе. По широтной составляющей ареала эти виды относятся к температным (10 видов), бореальным (5), полизональным (2) и суббореальным. Это показывает, что между широтой распространения вида и его приуроченностью к определенной природной зоне нет прямого соответствия.

Таблица 2

Широтное изменение структуры зоогеографических и ландшафтных групп

Ареалогическая группа	Тайга				ЛТ	Т	Всего
	Ю	Ср	С	КС			
1	2	3	4	5	6	7	8
Долготная составляющая ареала							
транспалеарктическая	1	1	1	1	1	1	1
западнопалеарктическая	3	2	1	1	1	–	3
западно-центральнопалеарктическая	2	2	1	1	–	–	2
евро-ленская	4	4	3	3	2	1	4
евро-байкальская	6	6	3	3	2	1	6
евро-обская	6	6	2	2	2	2	6
голарктическая	5	5	7	7	7	5	8

1	2	3	4	5	6	7	8
трансевразийская	9	9	8	8	6	3	9
Широтная составляющая ареала							
аркто-бореальная	1	1	2	3	3	3	3
арктический	–	–	1	1	1	1	1
бореальная	10	10	9	8	6	4	10
полизональная	5	5	3	3	2	1	5
суббореальная	1	–	–	–	–	–	1
темперантная	19	19	11	11	9	4	19
Высотная составляющая ареала							
монтанная	4	4	5	5	3	3	5
равнинная	32	31	21	21	18	10	33
Ландшафтные группы (по Олсуфьеву, 1977)							
тундровый	–	–	1	2	2	2	2
тундрово-таежный	–	–	1	1	1	1	1
таежный	6	6	5	5	5	1	6
таежно-лесной	6	6	6	6	5	4	6
лесной	18	17	10	9	6	4	18
лесостепной	6	6	3	3	2	1	6
Всего:	36	35	26	26	21	13	39

Литература

- Городков К. Б. Типы ареалов насекомых тундры и лесных зон европейской части СССР // Ареалы насекомых европейской части СССР. Л., 1984. С. 3–20.
- Емельянов А. Ф. Предложения по классификации и номенклатуре ареалов // Энтомол. обозр. Т. 64, вып. 3, С. 497–522.
- Кривоухатский В. А. Зоогеография муравьиных львов Палеарктики (Neuroptera, Mymaroptera). С-Пб., 1998. 90 с.
- Пестов С. В. Районирование территории европейского Северо-Востока России на основании распространения слепней (Diptera, Tabanidae) // Материалы I Всероссийского совещания по кровососущим насекомым. СПб., 2006. С. 163–166.
- Олсуфьев Н. Г. Слепни (Tabanidae) // Фауна СССР. Насекомые двукрылые. Т. 7. вып. 2. 1977. 434 с.
- Teskey. H. J. The horse flies and deer flies of Canada and Alaska // The Insects and arachnids of Canada, pt. 16. 381 p
- Leclercq M. A faunistic account of Tabanidae (Diptera) of Saudi Arabia and Oman // Fauna of Arabia, 2000, Vol. 18, P. 285–292.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАСПРОСТРАНЕНИИ ДРОВОСЕКА-КОЖЕВНИКА (*PRIONUS CORIARIUS*) В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Н. Ляпунов
owls_bats@mail.ru

В настоящее время жук дровосек-кожевник находится в Красной книге Кировской области как редкий вид у северной границы распространения (3 категория). В связи с этим новые находки этого вида, особенно севернее ранее известных, имеют большое практическое и научное значение.

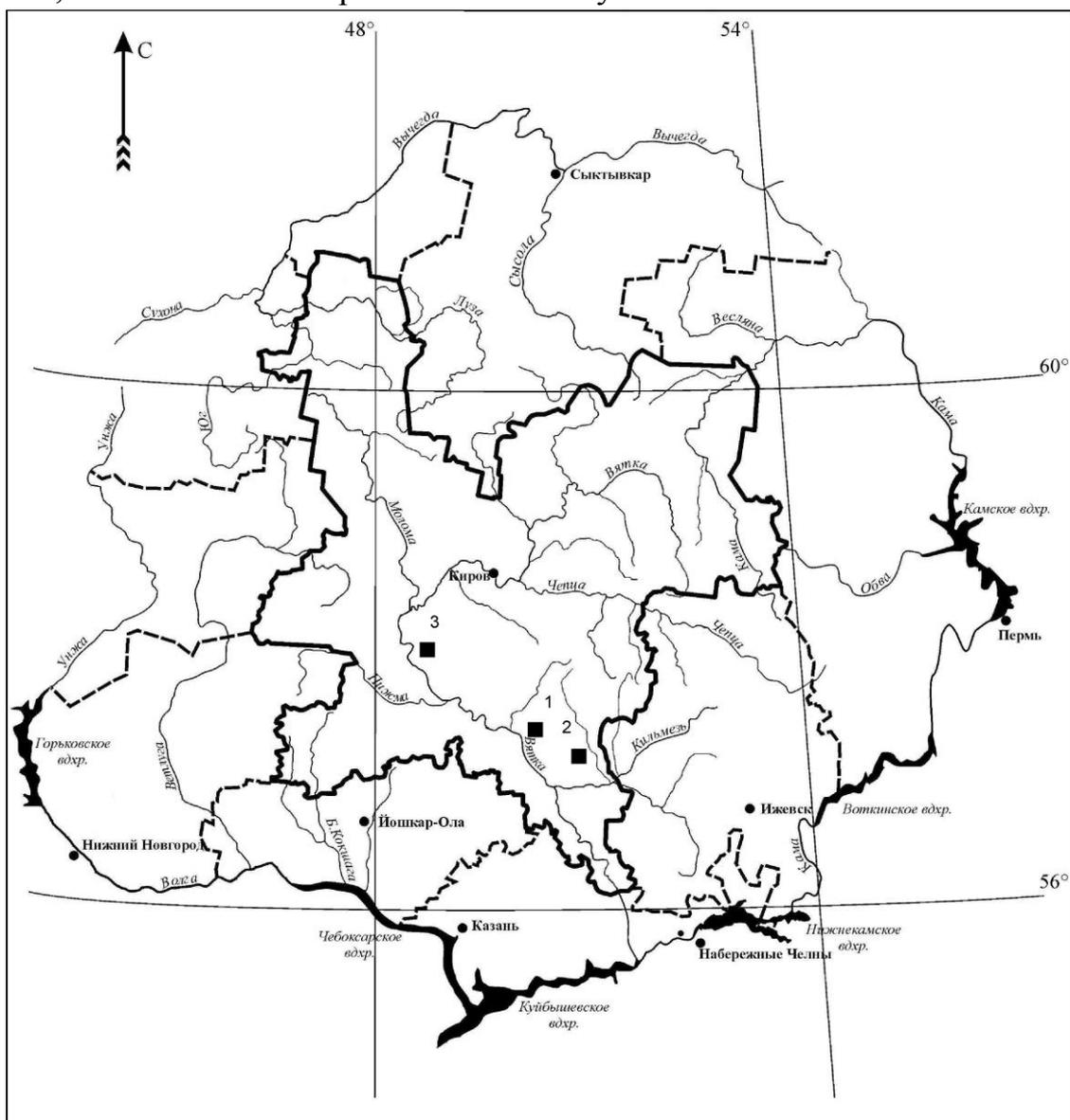


Рис. Места находок дровосека-кожевника в Кировской области

1 – Красная Книга, 2001 («Медведский бор»)

2 – данные С. П. Решетникова (урочище «Песчанка» Кильмезский р-н)

3 – август 2009, данные автора (п. Разбойный Бор, Оричевский р-н)

По литературным данным дровосек-кожевник на исследуемой территории отмечался лишь однажды на территории памятника природы «Медведский бор» (Красная..., 2001). По сообщениям энтомолога С. П. Решетникова, этот вид отмечен в Кильмезском районе в урочище «Песчанка» (рис.).

В начале августа 2009 г. мёртвый, хорошо сохранившийся экземпляр этого вида был обнаружен автором в спелом сосняке в окрестностях посёлка Разбойный бор Оричевского района (рис.), что на сегодняшний день является наиболее северной точкой его находки на территории области. Правильность видовой идентификации удостоверена С. П. Решетниковым, за что автор выражает ему глубокую признательность. Найденный экземпляр храниться в личной коллекции С. П. Решетникова.

Литература

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

ТРОФИЧЕСКИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ЖУКОВ НА ГАРЯХ

Л. Ю. Савельева

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, luc_s@mail.ru

Изучение трофических связей и выделение трофических групп является одним из важнейших вопросов при исследовании экологических особенностей жесткокрылых, поскольку трофические взаимодействия в системе лесного биогеоценоза определяют состав и структуру природных сообществ, их устойчивость, характер обратных связей и особенностей динамики. В целом, роль насекомых в лесу определяется их трофическими взаимодействиями с фитоценозом и друг с другом.

Цель нашего исследования – выявить трофические взаимосвязи жесткокрылых, обитающих на сосновых гарях и в сосняках лишайниковых в Печоро-Илычском заповеднике. В связи с целью поставлены следующие задачи: определить трофическую структуру жесткокрылых-обитателей горевших и не горевших сосновых древостоев, выявить закономерности изменения трофической структуры населения жуков на исследованных гарях и сосняках.

Исследования проводились в период с 2004 по 2009 гг. Печоро-Илычском заповеднике (Республика Коми, Троицко-Печорский район, подзона средней тайги). Название и краткое описание исследованных участков представлено в табл. 1.

В нашей работе в основе классификации трофических взаимосвязей жесткокрылых лежит схема А. Л. Лобанова в соавторстве с С. С. Ижевским, А. Г. Кирейчуком и Д. Тельновым (<http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/biol3.htm>), по которой выделяется четыре основные трофических групп среди жесткокрылых: фитофаги, зоофаги, сапрофаги и мицетофаги. Для более подробной классификации ксилобионтных жесткокрылых использовались работы Н. Б. Никитского (1980, 1994, 1996). Для описания трофической специализации

почвообитающих жесткокрылых использовались литературные данные об их пищевых предпочтениях, на основе которых жуки объединялись в те или иные трофические группы и подгруппы.

Среди жесткокрылых, обнаруженных нами на разновозрастных сосновых гарях и контрольных участках, выделено 5 основных трофических групп и 20 подгрупп (табл. 2). Из перечисленных в таблице подгрупп три (ксилофаги, сапро-ксилофаги и сапро-ксило-мицетофаги) связаны непосредственно с древесной породой. Другие (мицетофаги, миксо-мицетофаги, хищники, сапрофаги и пантофаги) связаны с древесиной косвенно – через грибы, жертв, органические остатки, которые находят под корой дерева. Часть трофических групп жесткокрылых, обитающих на гарях, не связана с древесиной. Это детритофаги, филофаги, хортофаги, карпофаги, некрофаги, копрофаги, а также некоторые пантофаги и хищники. Кроме того, некоторые жуки совмещают две трофические специализации, как, например, факультативное хищничество и сапро-ксило-мицетофагию или сапро-мицетофагию, или хортофагию и ксилофагию, расширяя и усложняя тем самым нашу схему трофических взаимосвязей жесткокрылых на гарях и в сосняках (табл. 2).

Таблица 1

Характеристика исследованных участков

Год исследования	Название участка		Тип леса / возраст древостоя
2004	Г-99-5	Пятилетняя гарь 1999 г.	Сосняк лишайниковый / приспевающий
2005	Г-04-1	Однолетняя гарь 2004 г.	Сосняк лишайниковый / приспевающий
2006	Г-04-2	Двухлетняя гарь 2004 г.	Сосняк лишайниковый / приспе- вающий
2007	Г-04-3	Трехлетняя гарь 2004 г.	Сосняк лишайниковый / приспевающий
2007	К-1	Контрольный участок	Сосняк лишайниковый / приспевающий
2007	Г-06-1	Однолетняя гарь 2006 г.	Сосново-березовый древостой / молодняк
2008	Г-04-4	Четырехлетняя гарь 2004 г.	Сосняк лишайниковый / приспевающий
2008	К-2	Контрольный участок	Сосняк лишайниковый / приспе- вающий
2008	Г-06-2	Двухлетняя гарь 2006 г.	Сосново-березовый древостой / молодняк
2009	Г-04-5	Пятилетняя гарь 2004 г.	Сосняк лишайниковый / приспевающий
2009	К-3	Контрольный участок	Сосняк лишайниковый / приспевающий
2009	Г-06-3	Трехлетняя гарь 2006 г.	Сосново-березовый древостой / молодняк

Условия, сложившиеся на каждой гари и в каждом контрольном древостое, определяют качество и количество кормовых ресурсов, что в свою оче-

редь формирует ту или иную трофическую структуру. На рис. 1 показано соотношение трофических групп жуков на сосновой гари 2004 г. пяти возрастов, сосново-березовой гари 2006 г. трех возрастов и пятилетней гари 1999 г., на рисунке 2 – на контрольном участке в сосняке лишайниковом за три года исследования.

С увеличением возраста гари наблюдается тенденция к обеднению видового состава трофических групп и сокращению числа трофических подгрупп. На гарях старших возрастов часть трофических подгрупп не представлена вообще. Наиболее ярко эта закономерность представлена среди жуков, обитающих под корой деревьев и мало зависящих от погодных условий. Насекомые-ксилофаги, обитающие в древесине и под корой, более тесно связаны с деревом как со средой обитания. Регулирующее действие естественных врагов не оказывает решающего влияния на динамику численности ксилофагов, поскольку успешное развитие последних в первую очередь зависит от наличия благоприятных кормовых объектов (Исаев и др., 1984). Среди остальных также наблюдается общее снижение числа видов с развитием сукцессии.

Таблица 2

Трофические группы жесткокрылых, обитающих на гарях и в сосняках лишайниковых

Трофическая группа	Трофическая подгруппа	Число видов	Всего
1. Зоофаги	1. Хищники	45	45
2. Фитофаги	2.1. Ксилофаги	33	43
	2.2. Филлофаги	4	
	2.3. Хортофаги	4	
	2.4. Хорто-ксилофаги	1	
	2.5. Карпофаги	1	
3. Полифаги	3.1. Факультативные сапро-мицетофаги и хищники	13	40
	3.2. Сапро-ксило-мицетофаги	9	
	3.3. Пантофаги	9	
	3.4. Факультативные сапро-ксило-мицетофаги и хищники	6	
	3.5. Хищники и сапрофаги	1	
	3.6. Хищники и некрофаги	1	
	3.7. Полифаги	2	
4. Сапрофаги	4.1. Сапро-ксилофаги	4	8
	4.2. Сапрофаги	1	
	4.3. Некрофаги	1	
	4.4. Детритофаги	1	
	4.5. Копрофаги	1	
5. Мицетофаги	5.1. Мицетофаги	9	10
	5.2. Миксо-мицетофаги	1	

Кроме того, некоторые авторы (Мелехов, 1948; Вакуров, 1975) отмечают, что для пожарниц большой площади пик развития насекомых приходится на третий-четвертый год, в то время как на небольших гарях наибольшее обилие насекомых отмечается в первые два года развития сукцессии. Поскольку все

исследованные нами гари не являются большими по площади, максимальное разнообразие жесткокрылых пришлось на первый год после пожара.

Трофическая структура населения жесткокрылых в сосняках лишайниковых более стабильна, а различия по видовому составу и трофическим специализациям (трофические подгруппы) обусловлены естественными популяционными процессами тех или иных видов жуков различных трофических специальностей, погодными условиями, благоприятствующими или препятствующими активности жуков (рис. 2).

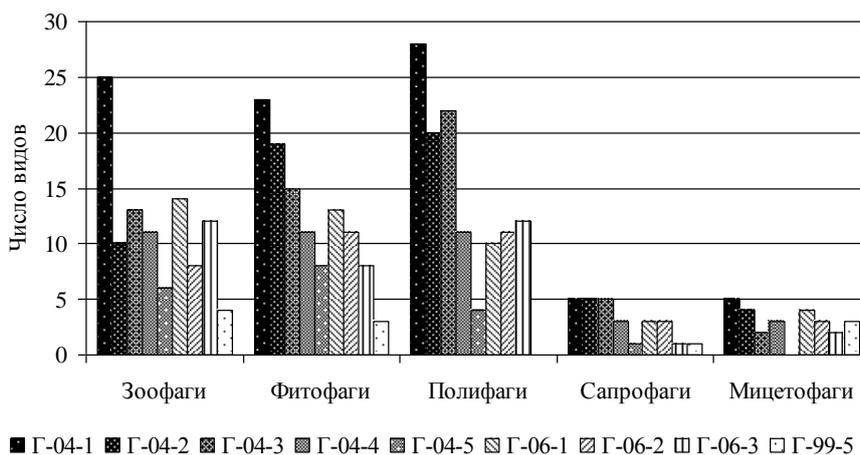


Рис. 1. Соотношение трофических групп жесткокрылых сосновой гари 2004 г. пяти возрастов, сосново-березовой гари 2006 г. и пятилетней гари 1999 г.

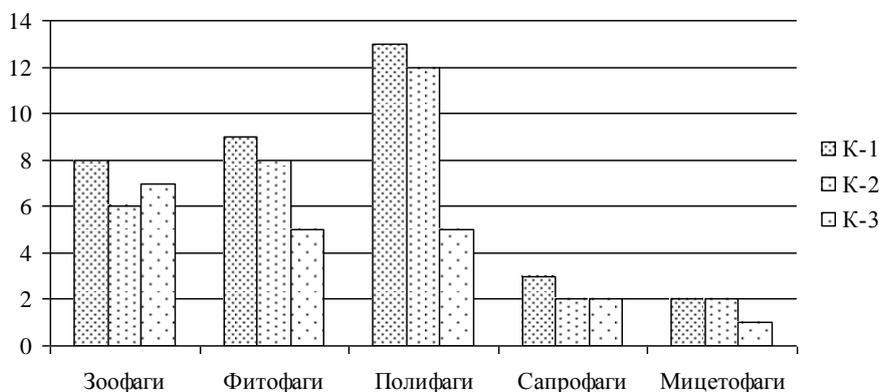


Рис. 2. Соотношение трофических групп жесткокрылых на контрольном участке в сосняке лишайниковом за три года исследования

Литература

- Вакуров А. Д. Лесные пожары на Севере. М., 1975. 100 с.
 Исаев А. С., Хлебопрос Р. Г., Недорезов Л. В. Динамика численности лесных насекомых, Новосибирск. 1984. 223 с.
 Мелехов И. С. Влияние пожаров на лес. М.-Л., 1948. 125 с.
 Никитский Н. Б. Насекомые-хищники короедов и их экология. М., 1980. 237 с.
 Никитский Н. Б. Основные комплексы жесткокрылых-ксилобионтов и их региональная специфика: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 1994. 56 с.

Никитский Н. Б., Осипов И. Н., Чемерис М. В., Семенов В. Б., Гусаков А. А. Жесткокрылые-ксилобионты, мицетобионты и пластинчатоусые Приокско-террасного биосферного заповедника // Сб. тр. Зоол. муз. МГУ. М., 1996. Т. XXXVI. 197 с.
<http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/biol3.htm>

НАСЕЛЕНИЕ ЖУЖЕЛИЦ КАРТОФЕЛЬНОГО ПОЛЯ

О. В. Семенова

*Нишнетагильская государственная социально-педагогическая академия,
hbfmt@rambler.ru*

Жужелицы – одна из преобладающих по численности и видовому богатству группа беспозвоночных животных. Представители этого семейства достаточно многочисленны не только в естественных сообществах, но и на территориях, испытывающих значительное антропогенное воздействие. К таким территориям возможно отнести агроценозы, карабидофауна которых на Среднем Урале изучена пока недостаточно (Козырев, Козьминых, 1998; Бельская, Зиновьев, 2002). Поэтому цель данной работы – дать характеристику населения жужелиц агроценоза картофельного поля.

Отловы проводились в июне – августе 2008 г. на приусадебном участке с посадками картофеля, находящимся в окрестностях поселка Уралец. Поселок располагается в 36 км от достаточно крупного промышленного центра – г. Нижний Тагил и относится к его пригородной зоне. Для сбора жуков использовались почвенные ловушки Барбера, выемка материала производилась 1 раз в неделю.

За изученный период нами было отловлено 259 особей имаго жужелиц, относящихся к 12 видам. В сравнении с данными других авторов (Бельская – 53 вида, Душенков – 32 на полях пшеницы), видовое разнообразие невелико, что, вероятно, обусловлено небольшой площадью изучаемого участка. Наблюдается значительное доминирование ограниченного количества видов: степень доминирования эвритопного *Pterostichus melanarius* Ill. – 53%, а луго-полевого *Poecilus versicolor* Sturm. – 19%. Интересно, что подобная тенденция супердоминирования *Pt. melanarius* Ill прослеживается и в городских парках (Семенова, 2008).

Анализ спектра жизненных форм, выделяемых по системе Шаровой (1981), показал, что на исследуемой территории доминируют представители класса зоофагов (66,6 %). Меньшее количество видов – миксофитофагов можно связать с однородностью состава продуцентов в агроценозах, что уже отмечалось ранее рядом авторов (Душенков, 1984). Среди зоофагов преобладают стратобионты поверхносто-подстилочные (6 видов), достаточно легко находящие убежище в рыхлой почве поля.

По биотопическому преферендуму (по Воронину (1999)) на участке преобладают виды лесо-луговой (50%) и луго-полевой (33,3%) групп. Равным количеством видов представлены лесо-болотная и лесная группы (рис.). Преобла-

дание видов, связанных в своем развитии с лесом, можно объяснить близостью лесной территории к агроценозу.

Таким образом, население жужелиц небольших по площади сельскохозяйственно-используемых территорий, характеризуется невысоким видовым разнообразием при значительном численном доминировании ограниченного количества видов. Пищевая специализация и экологическая характеристика видов сообщества формируется под влиянием агротехнических особенностей участка и его естественного природного окружения.

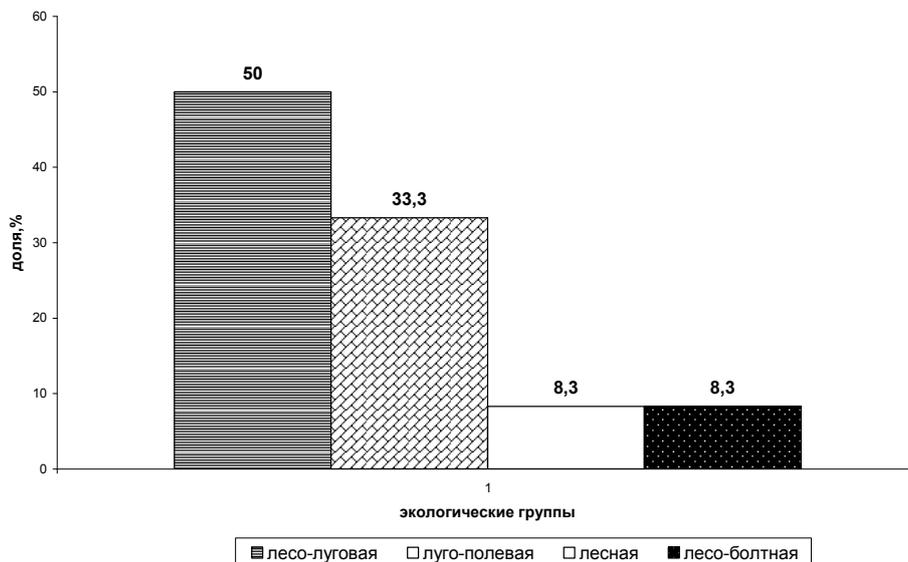


Рис. Экологические группы население жужелиц картофельного поля

Литература

Бельская Е. А., Зиновьев Е. В., Козырев М. А. Жужелицы в агроценозе яровой пшеницы на юге Свердловской области и влияние некоторых средств химизации на их популяции // Экология. 2002. № 1. С.42–49.

Воронин А. Г. Фауна и комплексы жужелиц (Coleoptera, Trachypachidae, Carabidae) лесной зоны Среднего Урала (эколого-зоогеографический анализ). Пермь: Перм. ун-т, 1999. 244 с.

Душенков В. М. Особенности структуры населения жужелиц (Coleoptera, Carabidae) пахотных земель Подмосквья // Зоологический журнал. 1984. Т. 63. Вып. 12. С. 1814–1820.

Козырев А. В., Козьминых В. О. Сравнительный состав полевых комплексов жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в агроценозах западных и восточных склонов Среднего Урала // 80 лет фармацевтическому образованию и науке на Урале: итоги и перспективы. Пермь. 1998. С. 173–175.

Семенова О. В. Экология жужелиц в промышленном городе // Экология. 2008. № 6. С. 468–474.

Шарова И. Х. Жизненные формы жужелиц. М.: Наука, 1981. 359 с.

НАСЕКОМЫЕ АГРОЦЕНОЗА ОЗИМОЙ РЖИ

В. А. Чиркова, М. В. Бушмелева, О. П. Пушкарева

Вятский государственный гуманитарный университет, vachgor@inbox.ru

В России важнейшей после пшеницы хлебной культурой, используемой для продовольственных, кормовых и технических целей, является озимая рожь. Её высевают во всех агроклиматических зонах. А наибольшие площади посевов этой культуры сосредоточены в Волго-Вятском, Центральном, Поволжском, Северо-Западном, Уральском, Западно-Сибирском и ряде других регионов. В Кировской области рожь, несмотря на значительное сокращение посевных площадей, до сих пор занимает главенствующее место среди зерновых культур как наиболее приспособленная к неблагоприятным условиям обитания (Кедрова, 1996; Гончаренко, 2003).

Особенность современной ситуации возделывания ржи состоит в том, что более чем двукратное сокращение площадей посева с начала 1990-х годов не сопровождается ростом урожайности. Наоборот, урожайность этой культуры снизилась во всех регионах, а валовые сборы зерна нестабильны (Гончаренко, 2003).

Проблема повышения урожайности озимой ржи решается в двух направлениях. Во-первых, перед селекционными учреждениями стоит задача создания высокопродуктивных сортов. Во-вторых, актуализируются задачи разработки региональных технологий возделывания. На повестку дня выдвинуто также решение проблемы долгосрочной агроэкологической регуляции численности биоты для обеспечения эффективной биологической защиты культурных растений.

В связи с этим особую важность представляет выявление фауны посевов ржи, в том числе многочисленных групп насекомых и установление реакции сортов на комплекс абиотических и биотических факторов, под влиянием которых осуществляется формирование урожайности.

Нами предприняты работы по изучению фаунистического состава насекомых в агроценозах озимой ржи. Исследования проведены в 2007–2009 гг. на посевах сортов Вятка 2 и Фаленская 4 НИИСХ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого. Оба сорта созданы вятскими селекционерами, Вятка 2 – Н. В. Рудницким и К. А. Глухих в 1950 г., Фаленская 4 – Ю. П. Савельевым, Л. И. Кедровой и др. в 1999 г. Одно из основных отличий сортов – высокостебельность Вятки 2 (170–190 см) и короткостебельность Фаленской 4 (98–125 см). Сборы по каждому сорту проводили в период осеннего кущения ржи и в весенне-летний период в фазы выхода растений в трубку, цветения и созревания.

Полевые и лабораторные исследования насекомых осуществляли стандартными методами: «кошение» энтомологическим сачком, ручной сбор, использование почвенных ловушек, работа с определителями и др. Число продуктивных стеблей основной культуры и сорных растений определяли на площадках в 1 м², было сделано 10 проб по каждому сорту.

Установлено, что посеы сортов различались по густоте продуктивного стеблестоя (штук / 1 м²), у Фаленской 4 она оказалась выше на 12%. Однако плотность стеблестоя озимой ржи в общей массе травостоя была одинаково высокой у обоих сортов, у Вятки 2 составляла 99%, у Фаленской 4–98%. Засоренность агроценоза была минимальной – всего 1–2% стеблей сорняков среди основной культуры. Способность ржи к самостоятельному подавлению ценотического значения сорняков до безопасного для культурных растений уровня отмечается многими исследователями.

По составу доминирующих таксонов насекомых в посевах сортов наблюдалась высокая общность.

Так, в 2007–2008 гг., в период осеннего кушения озимой ржи, в посевах сорта Вятка 2 преобладали представители отряда двукрылых (66,8%) и полужесткокрылых (27,0%). Подобные данные зарегистрированы по сорту Фаленская 4: количество двукрылых среди других насекомых на единице площади в среднем составило 68,3%, полужесткокрылых – 26,8%. В этот же период выявлены в небольших количествах особи отряда жесткокрылых.

В весенний период 2008–2009 гг. наблюдалось усиление таксономического разнообразия, увеличивался количественный состав разных групп насекомых, вышедших с повышением температуры из мест зимовки. На посевах обоих сортов в фазу выхода растений в трубку наиболее часто встречались двукрылые (33,4% – на Вятке 2; 28,6% – на Фаленской 4), перепончатокрылые (35,3% – на Вятке 2; 25,0% – на Фаленской 4), жесткокрылые (16,6% – на Вятке 2; 30,4% – на Фаленской 4). Зафиксированы также представители отрядов прямокрылые (сорт Фаленская 4–9,0%) и трипсы (сорт Вятка 2–7,4%). Среди общего количества насекомых преобладали фитофаги.

К периоду колошения и цветения ржи увеличилось количество основного природного энтомофага нашей области, жуков семейства Божьи коровки (до 22% от общего числа выявленных имаго).

По мере созревания озимой ржи происходит постепенный отток насекомых на соседние поля севооборота, в том числе яровых зерновых культур. В период молочной спелости зерна ржи по количеству доминируют жесткокрылые (Вятка 2–48,1%; Фаленская 4–34,5%), наблюдаются перепончатокрылые, полужесткокрылые, двукрылые, прямокрылые.

Таким образом, в ходе наших исследований установлены преобладающие и относительно малочисленные отряды насекомых посевов озимой ржи и определенные закономерности в изменении их численности в разные периоды вегетации растений озимой ржи, основной зерновой культуры Кировской области.

Литература

Гончаренко А. А. Производство и селекция озимой ржи в Российской Федерации. Озимая рожь: Селекция, семеноводство, технология и переработка: Мат. Междунар. науч.-практ. конф. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2003. С. 16–25.

Душенков, В. М. Летняя полевая практика по зоологии беспозвоночных. [Текст] / В. М. Душенков, К. В. Макаров. М.: Академия, 2000. 256 с.

Иванов А. П. Рожь. М.-Л.: Колос, 1961. 328 с.

Кедрова Л. И. Итоги и перспективы научных исследований по озимой ржи на Северо-Востоке России. Озимая рожь: Селекция, семеноводство, технология и переработка: Мат. Междунар. науч.-практ. конф. / Л. И. Кедрова, Ю. П. Савельев, Т. К. Шешегова, Н. К. Лаптева Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2003. С. 35–42.

Кожанчиков И. В. Методы исследования экологии насекомых М.: Высшая школа, 1961. 284 с.

Мамаев Б. М. Определитель насекомых европейской части СССР / Б.М. Мамаев, Ф. Н. Правдин. М.: Просвещение, 1976. 304 с.

Плавильщиков Н. Н. Определитель культурных растений / Под ред. В. Н. Щеглова. М.: Сельхозгиз, 1960. 607 с.

Плавильщиков Н. Н. Определитель насекомых. М.: Топикал, 1994. 544 с.

Сорта селекции Научно-исследовательского института сельского хозяйства Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого. Киров, 2006.

Тиунов А. Н. Озимая рожь / А. Н. Тиунов, К. А. Глухих, О. А. Хорькова. М., 1969. 275 с.

Фасулати К. К. Полевое изучение наземных беспозвоночных М.: Высшая школа, 1971. 423 с.

МЕТОДЫ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Т. И. Кочурова

РЦГЭКиМ по Кировской области

Хозяйственная деятельность человека нередко ведет к загрязнению водоемов, поступлению в них биогенов и подогретых вод. В результате происходящей при этом эвтрофикации первичная продукция начинает резко превалировать над деструкцией, аэробные процессы все больше заменяются анаэробными, ухудшается санитарное состояние водоема. Еще более резкие изменения водных экосистем происходят под влиянием токсификации – поступления в них ядовитых веществ. При этом изменяется хороводная структура сообществ, цепи разложения начинают преобладать над пастбищными. В конечном счете, происходит деградация экосистем. Изменяясь, они уже не обеспечивают того вклада в биосферу, который обуславливал ее становление и эволюцию (Константинов, 1986).

В природе существуют механизмы гомеостаза, которые дают экологическим системам способность к самоподдержанию. Гомеостаз создается и определяется круговоротом веществ и потоком энергии, носителями которых являются определенные группы организмов. Гидробиоценозы представляют собой систему биологического самоочищения, направление и мощность работы которой в значительной мере определяет качество воды, ее биологическую полноценность (Кожова, 1987). Чем больше в водоеме обитает гидробионтов-гетеротрофов, и чем выше уровень их метаболизма, тем больше органического вещества подвергается биологическому окислению и, следовательно, энергичнее, идет процесс самоочищения (Константинов, 1986). Освобождение воды от загрязняющих веществ часто происходит в результате их биологического перемещения на дно, главным образом в ходе работы фильтраторов и седиментато-

ров. Велика роль в фильтрации двустворчатых моллюсков, а также планктонных ракообразных.

Однако, самоочистительные способности водоемов не безграничны. Для предотвращения опасных последствий стихийного природопользования необходимо улавливать тенденции в развитии гидробиоценозов. Широко используемые в экологическом мониторинге физико-химические характеристики не дают ответа на вопрос о возможной реакции экосистемы на те или иные загрязнения, тогда как животный и растительный мир является надежным индикатором долговременных процессов трансформации водных экосистем под влиянием загрязнения. Это обуславливает необходимость проведения гидробиологического мониторинга, который позволяет: оценивать качество поверхностных вод и донных отложений как среды обитания организмов; определять совокупный эффект комбинированного воздействия загрязняющих веществ; определять трофические свойства воды; устанавливать направление изменения водных биоценозов в условиях загрязнения природной среды; определять экологическое состояние водных объектов и экологические последствия их загрязнения (Руководство..., 1983).

В гидробиологическом мониторинге применяются разнообразные биоиндикационные методы, позволяющие производить оценку на организменном, популяционном и биоценотическом уровнях.

На организменном уровне загрязнение водоемов устанавливают, прежде всего, по морфологическим и физиологическим критериям. Резкое ухудшение среды часто хорошо выявляется по измененному поведению особей. При токсических воздействиях бентонты проявляют тенденцию к всплыванию к поверхности, меняя знак фототаксиса с отрицательного на положительный. В условиях хронической интоксикации часто наблюдается рождение уродливых форм. При остром отравлении гидробионтов характерно изменение их позы, способа плавания. В среде с токсикантами ветвистоусые рачки движутся вокруг своей оси или по спирали, самки абортируют яйца и эмбрионы. Гаммариды и водяные ослики становятся малоподвижными, личинки хирономид судорожно вытягиваются, неподвижно лежат на дне, из красных становятся зелеными. Двустворчатые моллюски смыкают или широко раскрывают створки, вытягивают сифоны, брюхоногие втягивают тело в раковину, покрываются слоем слизи (Брагинский и др., 1979).

Оценка степени загрязнения водоема по состоянию популяций сводится к выявлению аномалий в их структуре и внутривидовых взаимодействиях. Поскольку молодые особи чувствительнее взрослых к интоксикации, их относительное значение в популяциях с нарастанием загрязнения снижается. Изменения возрастной структуры служат хорошим индикатором состояния среды. Снижение рождаемости и повышение смертности под влиянием токсикологического стресса сопровождается снижением численности и биомассы популяции.

На биоценотическом уровне индикация загрязнения основывается, прежде всего, на анализе видовой и трофической структуры сообществ. Токсикологический стресс ведет к выпадению из сообщества менее толерантных форм,

снижается разнообразие биоценоза, упрощается трофическая структура (Константинов, 1986). Определение видового состава гидробионтов является одним из обязательных условий изучения водных экосистем, без которого, по мнению многих авторов (Винберг, 1977), экологические наблюдения любого характера малоэффективны.

Для гидробиологического анализа качества вод могут быть использованы практически все группы водных организмов, однако, по мнению большинства специалистов, в преобладающем числе водоемов наиболее четко отражают степень загрязнения организмы зообентоса и их сообщества (Абакумов, 1977, Абакумов и др., 1981).

Под зообентосом понимают сообщество водных беспозвоночных, обитающих на дне водоема и в придонном слое воды. В функциональном отношении зообентос является важной частью гетеротрофного компонента водных биоценозов и позволяет оценить состояние экосистемы в целом (Руководство..., 1983, 1992).

Организмы зообентоса полностью или часть жизненного цикла проводят в воде и участвуют практически во всех пищевых цепях внутри водоема. Данный компонент водной экосистемы встречается повсеместно в водоемах всех типов и климатических зон и имеет ряд преимуществ при биологической оценке состояния среды (Яковлев, 1988). Большинство донных макробеспозвоночных имеет продолжительный жизненный цикл – несколько месяцев и лет, поэтому их сообщества отражают изменения условий существования в течение достаточно длительных периодов (Щербина, 1997). В связи с тем, что значительная часть отходов промышленного производства в водной среде не разрушается из-за своей устойчивости и накапливается в донных отложениях, бентофауна определенного участка водоема подвергается длительному воздействию одних и тех же загрязняющих веществ. Поэтому изменения, которые происходят в донных биоценозах, отражают характер и степень загрязнения, как водных масс, так и грунта (Яковлев, 1988).

В достаточно чистых водах донные сообщества характеризуются высоким видовым разнообразием, что свидетельствует о нормальном состоянии водной экосистемы (Абакумов, 1977). В загрязненных водоемах выпадают группы животных, наиболее чувствительные к отдельным загрязняющим веществам (Руководство..., 1983). Так, количество видов поденок, и особенно веснянок, сокращается с увеличением содержания в воде биогенных элементов ($N_{\text{общ.}}$ и $P_{\text{общ.}}$) и растворенных органических веществ (Яковлев, 2006). Резкое сокращение видового состава водных беспозвоночных ведет к обеднению кормовой базы рыб, ухудшению возможностей самоочищения, массовому развитию устойчивых к загрязнению видов (Лешко, 2005). Происходит видоизменение состава биоценозов, иногда катастрофическое, приводящее к замене его другим сообществом. Все вышесказанное позволяет рассматривать макрозообентос как универсальный объект мониторинга (Яковлев, 1988). Показатели зообентоса входят в качестве основных элементов в программу гидробиологических наблюдений, проведение которых определено ГОСТом 17.1.3.07–82 «Правила контроля качества воды водоемов и водотоков».

При контроле качества поверхностных вод проводится структурный анализ биоценозов донных организмов. Основным результатом его являются три показателя: плотность видов S – оценка числа видов, характерная для данной точки экосистемы; плотность организмов N – численность особей каждого вида, приходящаяся на единицу размера экосистемы (m , m^2 , m^3); плотность биомассы B – масса особей каждого вида, приходящаяся на пространственную единицу экосистемы (Шитиков, 2003).

В настоящее время разработано большое количество комбинированных и комплексных показателей оценки состояния природных вод, которые принято называть «индексами».

Биотический индекс Вудивисса (Woodiwiss, 1964, Вудивисс, 1977) учитывает как особенности сапробного состояния водоемов, так и таксономическое разнообразие биоты. Определение его основано на объединении принципа индикаторного значения отдельных таксонов и уменьшения видового разнообразия бентофауны водоема в условиях загрязнения. Индекс Вудивисса позволяет с достаточной надежностью оценивать степень загрязнения различных участков рек, дает высокую воспроизводимость результатов, не требует обязательного видового определения донных животных (Руководство..., 1983).

К одним из наиболее распространенных относятся индексы загрязнения воды на основе видового состава и численности малощетинковых червей (*Oligochaeta*). Гуднайт и Уилтей (Goodnight and Whitley, 1961) предложили судить о состоянии водоемов по соотношению олигохет и других обитателей дна, включая олигохет. Ими использовались следующие оценки: река в хорошем состоянии – олигохет менее 60% от общей численности зообентоса, в сомнительном состоянии – 60-80%, тяжелое загрязнение – более 80%.

Е. В. Балушкина предложила проводить оценку качества воды по соотношению численности подсемейств хирономид (Балушкина, 1976). Разработанный ею индекс (1) учитывает индикаторную значимость отдельных подсемейств и изменение их количественного соотношения под влиянием антропогенного воздействия.

$$K = \frac{a_t + 0.5a_{ch}}{a_{or}}, \quad (1)$$

где a_t , a_{ch} , a_{or} – индикаторное значение представителей каждого из подсемейств: *Tanypodinae*, *Chironominae*, *Orthocladinae*; величина $a=N+10$, при этом N – относительная численность особей каждого из подсемейств в процентах от общей численности личинок хирономид, число 10 ограничивает пределы изменения значений индекса K . Значения индекса: 0.136–1.08 – чистые воды; 1.08–6.5 – умеренно загрязнённые; 6.5–9.0 – загрязнённые; 9.0–11.5 – грязные.

Значительная часть индексов и способов их использования представлена в руководствах Госкомгидромета (Руководство..., 1983; Руководство..., 1992). Новый квалифицированный обзор сделан А. И. Бакановым (2000), в котором цитируется свыше 60 методов мониторинга, включающих различные характеристики зообентоса.

Интерпретация значений оценочных индексов часто бывает очень сложна и может привести к существенным ошибкам. Однако, применение индексов в

практике гидробиологических исследований представляется обоснованным, т. к. позволяют учесть при математическом анализе данных новые информационные аспекты, не содержащиеся в явном виде в исходном пространстве признаков (Шитиков и др., 2003).

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЗООБЕНТОСА ПРИ НЕФТЯНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ

О. А. Лоскутова

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

Биологические последствия крупных аварий на добывающих и транспортных объектах нефтяной промышленности не укладываются в единую закономерность по ряду причин. Различия в климато-географических особенностях и рельефе пострадавших регионов, гидрологической и гидрохимической специфике водотоков, разница в компонентном составе нефти и весьма быстрая трансформация нефти, попадающей в естественную среду (Баренбойм и др., 1998), создают затруднения при попытке вывести единые тенденции для оценки воздействия аварий на биологические сообщества. Кроме того, экосистемы различных регионов обладают разной степенью устойчивости. Все это затрудняет выбор конкретных приемов очистки территорий, пострадавших от воздействия поллютантов и создает определенные трудности при разработке стратегии долгосрочной программы реабилитации. Таким образом, исследования каждого инцидента, связанного с попаданием нефти в окружающую среду, становятся особенно актуальными.

Устойчивость донных организмов к воздействию нефти зависит от их таксономической принадлежности, стадии развития, концентрации углеводородов, продолжительности воздействия и многих других факторов (Попков, 2001; Воробьев, 2006; Bass et al, 1987). Однако при аварийных сбросах нефти и при хроническом нефтяном загрязнении отмечается снижение общей численности и биомассы бентоса и его биоразнообразия (Холмогорова, 2007; Лоскутова, 2008).

В результате аварий на нефтепроводе в 1994 г. произошел выброс нефтесодержащей жидкости в бассейн р. Колва. Масштабному загрязнению подверглись водосборы многочисленных малых притоков Колвы, впадающих в нее на протяжении 80 км от устья. Как следствие среда обитания водных беспозвоночных и рыб претерпела серьезные изменения. Водные экосистемы потеряли свою природную первозданность, а факторы техногенного загрязнения стали доминирующими.

В период открытой воды 1995–2007 гг. осуществлен сбор гидробиологического материала в бассейне р. Колва. Для изучения структуры, видового разнообразия и количественных показателей развития гидробионтов было отобрано и обработано 247 проб зообентоса. Обследован участок реки Колва на протяжении 150 км от устья, а также участки загрязненных нефтью и чистых ручьев. На каждой станции отбирали пробы по створу реки: по берегам и на стрежне.

Сборы зообентоса на плотных грунтах в русле реки производили гидробиологическим скребком с длиной лезвия 30 см и размером ячеек капронового сита 0,23 мм, на заиленных участках русла – облегченным дночерпателем Петерсена. Пробы фиксировали 4 % раствором формальдегида и обрабатывали в камеральных условиях по обычной методике (Шубина, 1986).

Данные исследований до 2005 г. были опубликованы ранее (Лоскутова, 2008), поэтому более подробно остановимся на результатах, полученных в 2007 г., через 13 лет после аварии на нефтепроводе. К 2007 г. средние численность и биомасса зообентоса были низкими и незначительно отличались на протяжении всего 150-километрового участка реки (рис. 1). Более высокими были показатели развития зообентоса на 80 км (за счет олигохет, низших раков и хирономид) и устьевом участке русла, где в массе обитали олигохеты и мошки.

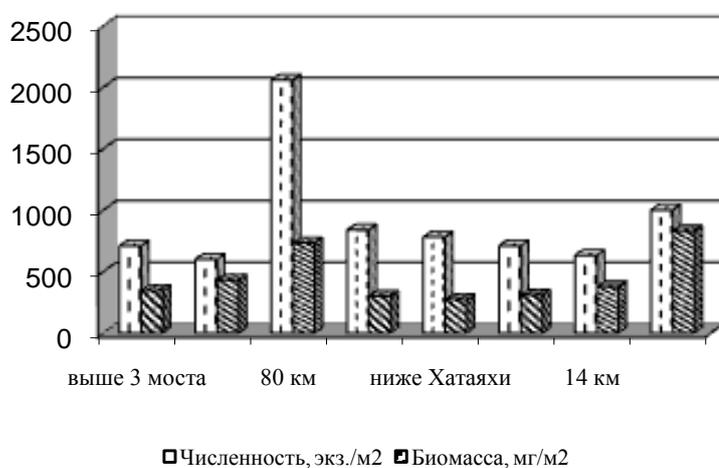


Рис. 1. Средние показатели количественного развития зообентоса по створам вдоль исследованного участка реки (со 150 км до устья)

Основную долю численности бентоса исследованных участков русла составляют олигохеты, хирономиды и нематоды; лишь в устьевом участке высока численность личинок мошек. По биомассе доминировали моллюски (11–59% общего бентоса), олигохеты (6–37%) и хирономиды (3–40%). В устье основу биомассы определили пиявки, составившие 59% общей биомассы бентоса.

Зообентос загрязненных ручьев состоит преимущественно из червей, низших ракообразных, хирономид и личинок других двукрылых, ближе не определенных. Разнообразным донным населением отличается лишь р. Хатаяха, где встречены все обитающие в притоках Колвы группы гидробионтов. За исключением ручья на 80 км и ручья Пальник-шор, где преобладают хирономиды (преимущественно виды *Tanytarsus medius* и *Orthocladius saxicola*), во всех остальных притоках доминирующей группой как по численности, так и по

биомассе, являются олигохеты. Численность зообентоса в ручьях колеблется от 1,2 (в ручье на 80 км) до 3,9 тыс.экз./м² (в ручье Пальник-шор). Значения биомассы имеют меньший разброс, составляя от 0,3 до 0,6 г/м², лишь в р. Хатаяха и руч. Бол. Кенью они незначительно превышают 1 г/м².

Наиболее бедно донное население сильно загрязненных нефтью ручьев Безымянный 1 и 2. В момент отбора проб на ручье Безымянный-2, текущего через «Головные сооружения», на воде наблюдалась нефтяная пленка, донные грунты были сильно замазучены. Бентос ручьев Безымянных представлен 3–5 группами при доминировании личинок двукрылых и отличался крайне низкими показателями численности и биомассы. Бентос р. Колва ниже впадения ручья Безымянный-2 более чем на 95% состоит из малощетинковых червей *Limnodrillus hoffmeisteri* (сем. Tubificidae). Известно, что этот вид наряду с *Tubifex tubifex* в массе развивается в полисапробных условиях. В годы после аварии наблюдалось уменьшение видового разнообразия олигохет, качественный состав фауны меняется со временем, при этом снижаются показатели количественного развития червей (Батурина, 2001).

При хроническом нефтяном загрязнении для зообентоса характерно низкое количественное развитие и бедность видового состава. В структуре зообентоса р. Колва и ее притоков на современном этапе малощетинковые черви составляют существенную долю как по численности, так и по биомассе. Олигохеты – одна из наиболее выносливых к нефтяному загрязнению групп, активно участвующая в преобразовании токсичных нефтепродуктов в донных осадках (Воробьев, 2006). Если в составе зообентоса в 2005 г. по численности доминировали хирономиды и нематоды, а по биомассе – моллюски и хирономиды, то теперь наряду с этими группами в число доминантов вновь, как и после аварии на нефтепроводе, вошли олигохеты. Количественное развитие зообентоса в 2007 г. также было существенно ниже, чем в 2000 и 2005 гг. (рис. 2).

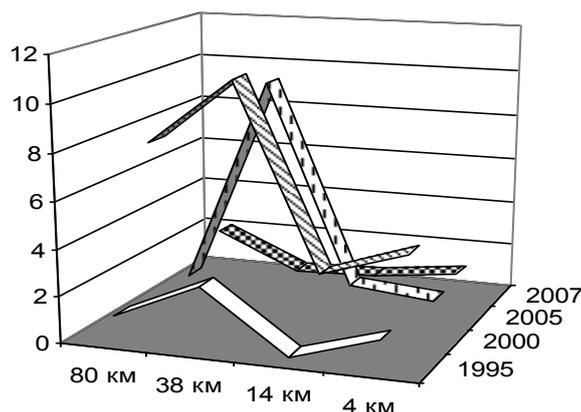


Рис. 2. Межгодовые изменения средней численности зообентоса (тыс. экз./м²) в зоне аварии по створам р. Колва

На большинстве створов численность в 2007 г. составляла 0,6–0,8 тыс.экз./м², в 2005 г. – 0,8–4,8 тыс.экз./м²; биомасса в 2007 г. чаще была 0,3–0,4 г/м², а в 2005 г. – 0,3–1,3 г/м².

Выводы. При нефтяном загрязнении в основном русле реки происходит снижение количественных показателей развития бентоса, в донных сообществах наблюдается доминирование олигохет. При экстремальном загрязнении нефтепродуктами малых рек (притоков р. Колва) происходит сокращение числа таксонов зообентоса, наблюдается аномально высокое развитие личинок хирономид (Лоскутова, 2008), либо в составе донных сообществ преобладают устойчивые к загрязнениям виды олигохет с невысокой численностью и биомассой.

Литература

Баренбойм Г. М., Ерцев Г. Н., Таскаев А. И., Уляшев А. И., Шубин Ю. П. Мониторинг окружающей среды в зоне аварии // Опыт ликвидации аварийных разливов нефти в Усинском районе Республики Коми (Материалы реализации проекта). Сыктывкар. 2000. С. 83–146.

Батурина М. А. Малощетинковые черви (Oligochaeta) в условиях трансформации водных экосистем бассейна р. Печора (на примере рек Ухта и Колва): дис. ...канд. биол. наук. Сыктывкар. 2001. 206 с.

Воробьев Д. С. Влияние нефти и нефтепродуктов на макрозообентос // Известия Томского политехнического университета. Томск. 2006. Т. 309. № 3. С. 42–45.

Лоскутова О. А. Состояние зообентоса реки Колва спустя 10 лет после аварии на нефтепроводе // Разнообразие и пространственно-экологическая организация животного населения европейского Северо-Востока. Сыктывкар. 2008. С. 118–128 (Тр. Коми НЦ УрО РАН, № 184).

Попков В. К. Методические подходы к оценке загрязнения рек в нефтепромысловых районах Западной Сибири // Тез. докл. VIII съезда ГБО РАН. Калининград. 2001. Т. 2. С. 162–164.

Холмогорова Н.В. Динамика структуры макрозообентоса в условиях нефтяного загрязнения донных отложений малых рек Удмуртии // Вестник Томского государственного университета, 2007. № 304. С. 187–190.

Bass M. R. L., Voshell J. R., Young R. W. Assessment of damage to aquatic communities resulting from a refined oil products spill // Oil Freshwater: Chem., Biol., Countermeas: Technol. Proc. Symp. Oil Pollut. Freshwater. Edmonton–New York, 1987. P. 353–378.

ВЛИЯНИЕ ЗАЛПОВОГО СБРОСА ВОДЫ ИЗ ВОДОХРАНИЛИЩА НА ЗООБЕНТОС

Т. Г. Шихова

*ВНИИ охотничьего хозяйства и звероводства
им. проф. Б. М. Житкова, г. Киров,
shikhova@vaytkasi.kirov.ru*

Специфика режима рекреационного использования прудов предусматривает после плановых спусков рекультивацию ложа водоема и береговой полосы реки ниже дамбы для предотвращения негативного влияния донных отложений на качество воды. Если эти мероприятия не проводятся, биоразрушение органики приводит к возникновению дефицита кислорода, заморным явлениям, «цветению» воды и уменьшению видового разнообразия фауны и флоры, т. е. рекреационный потенциал водоема значительно снижается. В задачу наших ис-

следований входило проанализировать влияние аварийного сброса воды осенью 2006 г. из Ивановского пруда (рис.), расположенного в нижнем течении р. Уртма (правый приток Вятки третьего порядка), на состояние сообществ донных беспозвоночных животных, учитывая взаимосвязь различных экологических и метеорологических факторов.

Санитарное состояние водохранилища площадью зеркала 150 га на момент аварийного сброса было удовлетворительно. В результате залпового сброса воды (6 октября) большая часть ложа водохранилища оголилась, верховье пруда и его прибрежная часть около двух месяцев испытывали действие отрицательных температур и осушения.

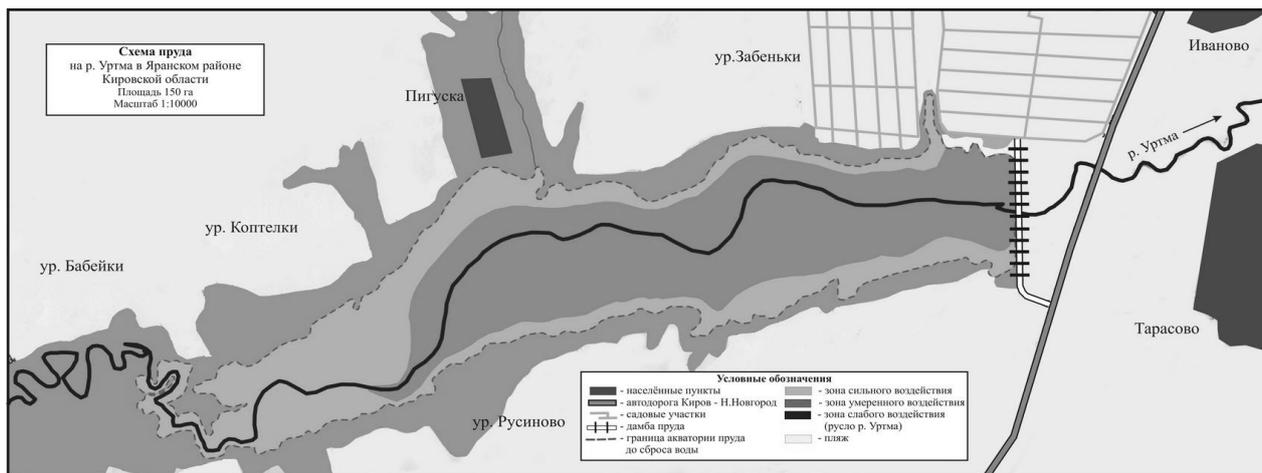


Рис. Схема Ивановского пруда на р. Уртма Яранского района Кировской области

Для оценки воздействия осушения водоема на зообентос использовались показатели плотности и биомассы фоновых видов донных животных (олигохеты, моллюски, пиявки, ракообразные, насекомые, в т. ч. личинки комаров, ручейников, стрекоз, поденок) в пруду и в нижнем течении р. Уртмы. В составе макрозообентоса по численности доминировали олигохеты (*Tubifex tubifex*) и хирономиды (*Chironomus plumosus*), по биомассе – двустворчатые моллюски (*Unio pictorum*, *Anodonta cygnea*) (табл.). Отмечалось большое видовое разнообразие моллюсков: 15 – двустворчатых, 5 – гребнежаберных, 12 – легочных видов (сборы автора; Бедова, 2001).

Расчет средней биомассы кормовых видов бентоса (трубочник, мотыль) проводился по стандартным методикам (Методические..., 1984). Максимальная плотность и биомасса мотыля и трубочника свойственна участкам активного илонакопления. Такие участки обычно занимают около 8% площади водохранилища (пруда) (Буторин, Поддубный, 1979), в нашем случае – 12 га.

К началу сброса воды из водохранилища большинство бентосных беспозвоночных животных находились в стадии подготовки к зиме: моллюски, трубочники, личинки комаров, личинки насекомых перемещались вглубь водоема, зарывались в ил, сбивались в зимние коконы и т. д. Эти процессы, как правило, начинаются при понижении температуры воды ниже +8 °С. За 10 дней до сброса воды среднесуточная температура воздуха составляла +3, +6 °С, наблюдалось

постепенное понижение и температуры воды. После оголения ложа пруда похолодало до $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ночью), но среднесуточные температуры оставались положительными. Значительное и продолжительное похолодание (до $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$) началось спустя месяц и длилось около трех недель, к этому времени заполнение водоема составляло $3/4$ его первоначального объема, поэтому сильнее пострадали животные мелководной части водохранилища.

Таблица

Плотность (биомасса) фоновых таксонов зообентоса на Ивановском пруду

№ п/п	Виды родов	Плотность, экз./м ²		
		Биомасса, г/м ²	2006	2007
1	<i>Unio</i>	562	46	0,3
2	<i>Anodonta</i> – у дамбы	820	80	0,5
		1310	139	–
3	<i>Chironomus</i>	0,04	570	–
4	<i>Tubifex</i>	0,08	680	–

Примечание: участок мощного скопления беззубок у дамбы выделен отдельной строкой, т. к. здесь отмечена максимально высокая плотность моллюсков.

Постепенное понижение температуры воздуха позволило многим беспозвоночным животным подготовиться к холоду, что частично нивелировало негативное действие промерзания и обсыхания. Одни животные впали в оцепенение (насекомые, ракообразные). Другие (моллюски родов *Aplexa*, *Physa*) к этому времени находились на стадии яйцекладок. Из брюхоногих моллюсков значительная часть видов (родов *Bithynia*, *Contectiana*, *Viviparus*, *Cincinna*, *Sphaerium*, *Pisidium*, *Lymnaea* и др.) приспособлена к переживанию временного отсутствия воды (до 1,5 месяцев) и промерзания водоемов: они закрывают устье крышечкой или слизистой пленкой, впадают в состояние временного оцепенения и т. д.

Лимитирующее влияние морозов сказалось, прежде всего, на крупных двустворчатых моллюсках (*Unio*, *Anodonta*). Перловицы относительно теплолюбивы и не закапываются глубоко в ил. Беззубки легче переносят похолодание, но, учитывая, что в октябре они содержат созревшие личинки (глохидии), гибель взрослых животных влечет и массовую гибель личинок, что очевидно отразится на их продуктивности в последующие годы.

Влияние залпового сброса воды из Ивановского пруда на позвоночных животных (в частности, рыб) неоднозначно. В первый год возможно даже некоторое улучшение кормовой емкости пруда для планктоноядных рыб, за счет разложения органики и обогащения планктона. В последующие годы возможна активизация процессов гниения с характерными явлениями «цветения» воды, понижения содержания кислорода и замора рыбы не только в пруду, но и в реке ниже дамбы.

Повторное исследование бентоса водохранилища спустя год после аварийного сброса показало уменьшение разнообразия и обилия пресноводных моллюсков. В литоральной зоне водоема отмечались в основном гребнежаберные (*Bithynia*, *Contectiana*, *Valvata*, *Cincinna*) и мелкие двустворчатые

(*Sphaerium*) виды, численность перловиц и беззубок упала до 0,5 экз./м². Однако, аномально теплая погода зимнего сезона 2006–2007 гг. (реки в декабре-январе оставались открытыми) и обилие осадков летом способствовали обогащению воды кислородом и частичному нивелированию развития заморных явлений и «цветения» воды.

Отрицательные последствия спуска водохранилища и его наполнение без рекультивации ложа проявились в снижении биологического разнообразия, ухудшении качества воды, уменьшении его кормовой ценности для околородных зверей и птиц, а также в снижении рекреационной значимости водоема. Особо следует отметить, что вследствие массовой гибели двустворчатых моллюсков, являющихся биологическими фильтраторами и основными очистителями природных вод, естественная система самоочистки данного водоема оказалась существенно подорванной. Падение интенсивности фильтрации воды приводит к деформации планктонно-бентосного сопряжения в сторону накопления сестона. Возникает опасность снижения самоочистительного потенциала водоема и его способности к восстановлению экологического баланса.

Литература

Бедова П. В. Содержание каротиноидных пигментов в моллюсках р. Ярань // Современные проблемы биоиндикации и биомониторинга: тез. докл. XI Междун. симп. по биоиндикаторам. Сыктывкар, 2001. С. 14.

Буторин Н. В., Поддубный А. Г. Биология внутренних вод. М.: Знание, 1979.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидро-биологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. Л., 1984.

ЗООБЕНТОС НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. КОБРА ДАРОВСКОГО РАЙОНА КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. Н. Ходырев

Государственный природный заповедник «Нургуш»

Материалом настоящего сообщения послужили многолетние исследования зообентоса р. Кобра, проведенные на кафедре зоологии ВятГГУ с участием студентки естественно-географического факультета О. А. Поникаровских. Местом исследований было выбрано нижнее течение р. Кобра в окрестностях села Кобра Даровского района Кировской области. На участке реки протяженностью 2 км были выбраны пять станций для отбора проб грунта. Дно реки на этом участке представлено, главным образом, мелко- и среднезернистыми грунтами - песок с примесью небольшого количества гравия, глины и ила. Сбор материала осуществлялся стандартным в гидробиологии методом ежегодно, в августе, в течение четырех лет с 2003 по 2006 гг. Всего за период исследования было отобрано и обработано 20 общих проб. Пробы фиксировали 4% формалином.

В результате определения зообентоса нижнего течения реки Кобры, было выявлено 37 видов, относящихся к 33 родам, 25 семействам, 11 отрядам. Видовой состав макрозообентоса нижнего течения р. Кобра по отрядам распреде-

лился следующим образом: отряд Актинодонтиды (Actinodontida) *Anodonta cygnea*; отряд Астарида (Astartida) *Pisidium amnicum*; отряд Эктобранхия (*Ectobranchia*) *Cincinna piscinalis*; отряд Лимнеформис (Lymnaeiformes) *Lymnaea glutinosa*, *Anisus contortus*; отряд Паразитиформные клещи (Parasitiformes) *Hydrachna geographica*; отряд Одоната (Odonata) *Agrion virgo*, *A. splendens*, *Platycnemis pennipes*, *Gomphus vulgatissimus*, *Ophiogomphus cecilia*, *Onychogomphus forcipatus*; отряд Поденки (Ephemeroptera) *Ephemera vulgate*, *Ephemerella ignita*, *Brachycercus europaeus*, *Brachycercus harrisella*, *Baëtopus wartensis*, *Siphonurus lacustris*; отряд Полужесткокрылые (Heteroptera) *Gerris lacustris*, *Gerris argentatys*, *Corixa sahlbergi*, *Gumatia coleoprata*, *Notonecta glauca*, *Aphelocheirus aestivalis*, *Nepa cinerea*; отряд Двукрылые (Diptera) *Athrix ibis*; отряд Жуки (Coleoptera), *Haliphus fluviatilis*, *Dytiscus marginalis*, *Ilybius ater*, отряд Ручейники (Trichoptera) *Hydropsyche sitalai*, *Hydropsyche pellucidula*, *Phryganea grandis*, *Brachycentrus subnubilis*, *Micrasema setiferum*, *Limnephilus flavicornis*, *L. politus*, *Anobolia soror*, *Glyphotaelius sp.*

Наибольшим видовым разнообразием характеризуются отряды Trichoptera – 9 видов (28%), Heteroptera – 7 (21%), Ephemeroptera – 6 (18%), Odonata – 6 (18%).

Всего за период исследования на выбранных участках реки было зарегистрировано: № 1 – 18 видов, № 2 – 20, № 3 – 19, № 4 – 24 № 5 – 21 вид. На всем протяжении изученного участка р. Кобра к доминирующим видам следует отнести (*Anodonta cygnea*, *Pisidium amnicum*, *Agrion virgo*, *Gomphus vulgatissimus*, *Gerris lacustris*, *Gerris argentatys*); к редко встречающимся – (*Hydrachna geographica*, *Ephemerella ignita*, *Brachycercus harrisella*, *Siphonurus lacustris*, *Gumatia coleoprata*, *Nepa cinerea*, *Brachycentrus subnubilis*).

По показателям обилия население зообентоса было ранжировано на три группы: 1 – виды многочисленные (*Pisidium amnicum*, *Lymnaea glutinosa*, *Agrion virgo*, *Gomphus vulgatissimus*, *Ophiogomphus cecilia*, *Gerris lacustris*, *Gerris argentatys*, *Haliphus fluviatilis*, *Hydropsychinae pellucidula*); 2 – виды малочисленные (*Anodonta cygnea*, *Valvata piscinalis*, *Agrion splendens*, *Platycnemis pennipes*, *Onychogomphus forcipatus*, *Ephemera vulgata*, *Brachycercus harrisella*, *Baëtopus wartensis*, *Corixa sahlbergi*, *Aphelocheirus aestivalis*, *Notonecta glauca*, *Nepa cinerea*, *Dytiscus marginalis*, *Hydropsychinae sitalai*, *Atherix ibis*, *Limnophilis flavicornis*); 3 – виды с единичным присутствием (*Hydrachna geographica*, *Anisus contortus*, *Ephemerella ignita*, *Brachycercus europaeus*, *Siphonurus lacustris*, *Ilybius ater* (larvae), *Phryganea grandis*, *Brachycentrus subnubilis*, *Limnephilus politus*, *Glyphotaelius sp.* *Micrasema setiferum*). Динамика видового состава по годам менялась в незначительных пределах, так в 2003 г. было зарегистрировано 28 видов, в 2004 – 17, в 2005 – 25, в 2006 – 24.

К основным экологическим характеристикам населения биоценозов относятся показатели численности и биомассы, мониторинг динамики их соотношений на уровне крупных таксонов позволяет выявлять экологическую валентность или напряженность в естественных экосистемах, что часто используется в биоиндикации гидроценозов.

Количественные характеристики зообентоса, выявленные на станциях изученного участка р. Кобра по годам, сведены в табл.

Таблица

Численность и биомасса зообентоса нижнего течения р. Кобра

Станции	экз./м ² г/м ²	Количественная характеристика зообентоса по годам исследования			
		2003	2004	2005	2006
1	численность	14,3	47,6	30,5	32,4
	биомасса	1,366	2,806	1,71	3,26
2	численность	20,9	52,4	27,6	32,4
	биомасса	2,419	4,114	1,561	1,952
3	численность	35,24	19,05	29,52	23,79
	биомасса	1,96	1,21	2,173	2,67
4	численность	63,8	20,9	64,8	33,3
	биомасса	3,144	1,437	7,013	1,892
5	численность	52,4	41,8	40	23,8
	биомасса	2,77	2,115	21,454	2,972

Фауно-экологический анализ гидробионтов р. Кобра позволил установить, что р. Кобра, относящаяся к малым рекам Кировской области, имеет весьма неоднородное население зообентоса на участке протяженностью 2 км. По видовому составу и по его количественным характеристикам на разных станциях реки за четырехлетний период исследования удалось выявить комплексный характер в формировании донной фауны. Так на станции № 1 основу донного комплекса по численности и биомассе образуют виды Odonata; № 2 – основу донного комплекса по численности и биомассе образуют виды Mollusca и Odonata; № 3 – Mollusca, Odonata и в отдельные годы Trichoptera; № 4 – Mollusca, Odonata и по численности в отдельные года преобладают Heteroptera; № 5 – Mollusca, Odonata, Trichoptera.

ЗООПЛАНКТОН ПРУДА 12-ГО МИКРОРАЙОНА Г. САМАРЫ

Ю. Л. Герасимов, А. В. Сеницкий

Самарский государственный университет, yuger55@list.ru

Пруд расположен в глубине 12-го микрорайона г. Самары на пустыре возле перекрестка улиц Стара-Загора и Г. Димитрова. Пруд выкопан в начале 20-го века на территории занятой фруктовыми садами, в 1970-х годах здесь построен жилой микрорайон. Жилые многоэтажные дома находятся примерно в 100 м от пруда. Пруд имеет эллиптическую форму, его площадь 0,13 га. Питается пруд грунтовыми водами и атмосферными осадками. Глубина воды весной не превышает 1,2 м, осенью – 0,5 м, в особенно засушливые годы пруд почти пересыхает. Дно илистое, много растительных остатков. Мелководья заросли макрофитами: *Alisma plantago-aquatica* L., *Bidens tripartita* L., *B. frondosa* L., *Ceratophyllum demersum* L. и *Elodea canadensis* Michx [2]. Берега пологие, глинистые, покрыты сильно вытоптанной травой (сорно-рудеральные виды), есть

несколько деревьев (дуб черешчатый). Прозрачность воды 0,70–0,75 м по диску Секки.

Пруд подвержен постоянному антропогенному воздействию. В него стекает вода с проезжей части ул. Стара-Загора, по которой интенсивно движется автотранспорт. Жители окружающих домов оставляют на берегах много бытового мусора, замусорено и дно пруда, особенно прибрежное мелководье.

Величина рН воды 7,1–7,5; концентрация растворенного кислорода у дна 0,60–0,63%. Величина БПК₅ у дна 3,94–5,95 мг/л. Величина перманганатной окисляемости воды 8,26–15,13 мг; бихроматной окисляемости – 33,10–50,73. Концентрация неорганического азота 0,76–1,57 мг/л; неорганического фосфора 0,04–0,30 мг/л. В результате гнилостных процессов из донного ила выделяется сероводород.

Пробы собирали планктонной сетью и батометром по общепринятым методикам с середины апреля до начала сентября 2002–2005 гг. по 2–3 раза в месяц в пелагиали и на мелководьях с погруженными макрофитами.

Всего за период исследований обнаружено 28 видов идентифицированных ракообразных и коловраток. Видовую принадлежность ракообразных п/кл. Ostracoda мы не определяли, так что общее число видов составляет 29–30.

В 2002–2005 гг. были обнаружены 16 видов коловраток из 10 семейств и 11 родов и два неидентифицированных вида из родов *Keratella* и *Trichocerca*. Ниже приводится список видов коловраток.

Сем. Asplanchnidae – *Asplanchna girodi* Guerne, 1888.

Сем. Brachionidae – *Brachionus angularis* Gosse, 1851; *Br. calyciflorus* Pallas, 1776; *Br. quadritentatus* Hermann, 1783; *Br. rubens* Ehrenberg, 1832; *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851); *K. quadrata* (Muller, 1786).

Сем. Epiphanidae – *Epiphanes senta* Ehrenberg, 1832.

Сем. Euchlanidae – *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, 1832.

Сем. Filinidae – *Filinia longiseta* (Ehrenberg, 1834).

Сем. Lecanidae – *Lecane luna* (Ehrenberg, 1832).

Сем. Philodinidae – *Philodina roseola* (Ehrenberg, 1832)

Сем. Synchaetidae – *Polyarthra dolichoptera* Idelson, 1925; *Synchaeta pectinata* Ehrenberg, 1832.

Сем. Testudinellidae – *Testudinella patina* Hermann, 1783.

Сем. Trichocercidae – *Trichocerca porcellus* (Gosse, 1886).

Более, чем в 50% проб встречались 6 видов; 5 видов – в 25–49% проб, остальные, включая неидентифицированных – 1–3 раза за сезон.

Все обнаруженные виды коловраток встречаются в большинстве прудов на территории г. Самары, видов, обитающих только в этом пруде, не найдено.

Наибольшее число видов (6) относится к сем. Brachionidae, остальные семейства представлены 1–2 видами. Почти всех пробах присутствовали представители рода *Keratella*, более чем в 50% проб – *Asplanchna*, *Brachionus*, *Euchlanis*, *Lecane*, *Polyarthra*, *Synchaeta*. В 25–49% проб – *Filinia*, *Testudinella*, представители остальных родов встречены 2–3 раза за сезон. 10 видов из 5 семейств и 7 родов встречались в пробах все 4 года наших исследований, остальные – 1–2 года.

Наиболее многочисленны *K. cochlearis* и *K. quadrata* (максимальные плотности свыше 100 экз/л). Плотности *A. girodi* и *Br. calyciflorus* иногда достигали 0,5–1,0 экз/л. Плотности популяций остальных видов редко превышали 0,1 экз/л. В табл. Показано соотношение (%) родов и семейств коловраток по средней за сезон за 3 года численности популяций.

Больше всего видов коловраток, свойственных для вод слабо или средне-загрязненных: 3 вида относятся к олиго-β-мезосапробной группе, 4 вида – к β-олиго-мезосапробной, 2 вида к β-мезосапробной группе. Видов, характерных для загрязненных вод меньше: 2 вида относятся к β-α-мезосапробной группе, 1 – к α-β-мезосапробной, 1 – к α-мезосапробной и 1 – к полисапробной. Для 3 видов коловраток сведений об их отношении к загрязнению воды не найдено [4].

По способу питания 2 вида захватывают пищу всасыванием, 2 вида – хищники, 1 вид сочетает всасывание и вертификацию, остальные 11 видов – вертификаторы.

Зарослевых видов – 3, планктонных – 4, и в зарослях, и в открытой воде – 2, придонных (в т.ч. обитающих во мху) – 4, эвритопных – 4.

10 видов могут обитать в водоемах разных типов, 3 вида обычны для малых водоемов, 1 считается прудовым, 1 может обитать в болотах [4].

Все виды коловраток аборигенные.

Ракообразных в 2002–2005 гг. выявлено 12 видов из 3 отрядов, 6 семейств и 11 родов, а также неидентифицированные виды п/кл. Ostracoda. Ниже приводится список видов по семействам.

Сем. Cyclopidae, Подсем. Cyclopinæ – *Cyclops strenuus* (Fisher, 1851); *Microcyclops varicans* (Sars, 1863); *Thermocyclops oithonoides* Sars, 1863.

Сем. Eudiaptomidae – *Eudiaptomus graciloides* (Lilljeborg, 1888).

Сем. Bosminoidae – *Bosmina longirostris* (O.F.Muller, 1785).

Сем. Chydoridae – *Chydorus sphaericus* (O.F.Muller, 1785); *Pleuroxus aduncus* (Jurine, 1820).

Сем. Daphniidae – *Ceriodaphnia quadrangula* (O.F.Muller, 1785); *Daphnia longispina* O.F.Muller, 1785; *D.pulex* Leydig, 1860; *Scapholeberis mucronata* (O.F.Muller, 1776).

Сем. Moinidae – *Moina brachiata* (Jurine, 1820).

Как видно из приведенного списка, в сем. Daphniidae 4 вида, в сем. Cyclopidae 3, в сем. Chydoridae – 2, в остальных 3-х семействах по 1. Представители Cyclopidae присутствовали во всех пробах, более, чем в 50% проб встречены рачки из сем. Bosminidae, Chydoridae, Daphniidae, Eudiaptomidae и отр. Ostracoda. Шесть видов встречались по 3–4 раза за сезон, а *M. brachiata* встречена только один раз.

Все обнаруженные в этом пруде виды ракообразных обычны для самарских городских прудов, в том числе и для прудов среди жилой застройки, видов, обитающих только в этом пруде, не обнаружено.

11 идентифицированных видов и представители п/кл Ostracoda встречались в пруде 3 года, *Pl. Aduncus* (Chydoridae) и *Cer. Quadrangula* (Daphniidae) пойманы только в 2005 г.

**Доля (%) родов и семейств коловраток пруда Островного в 2002–2005 гг.
от общей численности**

Rotatoria				Crustacea			
Роды	Доли %	Семейства	Доли %	Роды	Доли %	Семейства	Доли %
Asplanchna	2,30	Asplanchnidae	2,49	Cyclops	5,03	Cyclopoida	5,03
Brachionus	6,07	Brachionidae	74,74	Microcyclops	4,70	Calanoida	4,70
Keratella	63,71	Epiphanidae	0,14	Thermocyclops	37,92	Bosminoida	37,92
Epiphanes	0,13	Euchlanidae	0,48	Eudiaptomus	9,06	Chydorida	9,06
Euchlanis	0,45	Filinidae	0,83	Bosmina	10,40	Daphniidae	10,40
Filinia	0,76	Lecanidae	1,11	Chydorus	4,70	Moinidae	4,70
Lecana	1,02	PHILODINID AE	0,07	Pleuroxus	0,34	Ostracoda	0,34
Phylodina	0,06	Synchaetidae	19,65	Ceriodaphnia	1,01		
Polyarthra	2,24	Testudinellidae	0,21	Daphnia	23,48		
Synchaeta	22,81	Trichocercidae	0,28	Scapholeberus	0,67		
Testudinella	0,19			Moina	1,68		
Trichocerca	0,26						

Наиболее многочисленны представители сем. Cyclopidae (максимальная плотность *Th. oithonoides* более 3 экз/л), Daphniidae (*D. longispina* более 3 экз/л), Bosminoidae (до 1,5 экз/л) и Chydoridae (до 1,0 экз/л). В табл. показано соотношение (%) родов и семейств ракообразных по средней за сезон за 3 года плотности популяций.

Среди ракообразных представители сорерода составляли в среднем за сезон 60% общей численности, представители cladocera – 38%, представители ostracoda – 2%.

По способу питания 3 вида являются хищниками, 1 сочетает хищничество и фильтрацию, 7 видов – фильтраторы. Пелагических видов 5, литоральных – 4, эвритопных – 1, зарослевые – ostracoda spp. *Eu.graciloides* – бореально-арктический вид, остальные аборигенные.

Соотношение количественных долей коловраток и ракообразных в среднем за сезон составляет 75–83% и 17–25% общей численности.

Пруд 12 микрорайона сходен по количеству видов (20–30) и по видовому составу зоопланктона с другими небольшими прудами, расположенными среди многоэтажной жилой застройки и возле оживленных автотрасс, обмелевшими и загрязненными. Коэффициент видового сходства по жаккару с этими прудами от 40 до 60. Для сравнения, в прудах парков г. Самары обитает по 50 и больше видов, в прудах пригородов г. Самары по 80–100 видов. В г. Тюмени водоемы, в которых обитают 29–32 вида зоопланктона, считаются достаточно чистыми, в которых 11–15 видов – умеренно загрязненными [1]. С этой точки зрения со-

стояние нашего пруда удовлетворительно, однако, вследствие антропогенного воздействия оно постепенно ухудшается. Пруд мелеет, исчезли произрастающие здесь ранее стрелолист обыкновенный и прибрежница водная [2]. Найдено всего 9 видов водных насекомых, из них 4 – хирономиды (в парковых прудах по 30–50 видов). По сравнению с 2002 г. Сильно уменьшилась численность популяций массовых видов ракообразных и коловраток, несмотря на относительно высокий уровень воды в 2004–2005 гг. Тем не менее, водоем можно сравнительно простыми мерами вернуть к нормальному санитарному состоянию [3]. Подобные работы довольно успешно проведены в 1980-е годы в прудах ботанического сада.

Литература

Алешина О. А., Мочульская Т. В. Характеристика планктонных сообществ малых водоемов урбанизированных территорий // Тез.докл. IX съезда Гидробиологического общества РАН. Т.1. Тольятти, 2006. С. 15.

Матвеев В. И., Гейхман Т. В., Соловьева В. В. Самарские пруды как объект ботанических экскурсий. Самара, 1995. 44 с.

Сазонова Л. В., Цвылев О. П. Биологическая реабилитация городских водоемов // Тез.докл. IX съезда гидробиологического общества РАН. Т. 2. Тольятти, 2006. С. 138.

Чуйков Ю. С. материалы к кадастру планктонных беспозвоночных бассейна Волги и Северного Каспия. Коловратки (Rotatoria) / Тольятти, 2000. 195 с.

К ФАУНЕ ПТИЦ ВОСТОЧНОГО СКЛОНА ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

Н. П. Селиванова

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

Орнитофауна восточного склона Приполярного Урала изучена крайне неравномерно и недостаточно. В литературе имеются сведения по летней орнитофауне рр. Манья и Сертыньи, полученные Североуральской экспедицией АН и Уралплана в 1927, 1928 гг., обработанные и проанализированные в последствие Л. А. Портенко (1937) и осенне-весенней орнитофауне верховьев р. Хулги, собранные С. В. Балахоновым в 1972, 1973 гг. (1978). Помимо несомненного эколого-фаунистического интереса, орнитологические исследования этой части Уральского хребта становятся особенно актуальными, в связи с реализацией широкомасштабного проекта по освоению минерально-сырьевых ресурсов Приполярного и Полярного Урала «Урал Промышленный – Урал Полярный», который, в частности, включает строительство железнодорожной ветки Полуночное - Обская - Салехард, проходящей по восточным склонам Уральского хребта.

Наши наблюдения проводились с 16 по 18 марта 2002 г. и с 6 по 11 сентября 2009 г. в долинах рек Народа, Хобею, Манья, Поля. Непродолжительное время работы и ее сезонный характер позволили нам проследить лишь за осенне-зимними кочевками некоторых видов птиц, в связи с чем, в настоящем сообщении приводятся только новые или уточняющие данные.

В районе исследований преобладают горно-таежные ландшафты с редкостойными березово-еловыми лиственничными и кедрово-сосновыми лишайниковыми мохово-лишайниковыми лесами. На вершинах отдельных хребтов встречаются каменистые и мохово-лишайниковые горные тундры. В понижениях гор и в предгорьях развиты бугристые мерзлотные сфагновые болота (Макунина, 1974). В отличие от западного склона, большая часть территории которого входит в систему ООПТ (особо охраняемых природных территорий) и внесена в список Всемирного природного и культурного наследия ЮНЕСКО как: «Девственные леса Республики Коми»; территория восточного склона подвергается интенсивной антропогенной нагрузке: предприятия по добыче золота и кварца, рабочие поселки старателей, использование большегрузного автомобильного транспорта на автодороге Саранпауль-Неройка и автозимниках; значительные площади темнохвойной тайги сведены пожарами, на горячих образуются вторичные древостои с преобладанием мелколиственных пород.

По данным литературы и авторским сведениям фауна птиц восточного склона Приполярного Урала насчитывает 121 вид птиц (на западном склоне отмечено – 167). Предположительно здесь могут встречаться еще около 50 видов, естественных границы распространения которых, располагаются в пределах исследуемого района. Наибольшую долю в фауне восточного склона занимают сибирские виды птиц (37%), на треть меньше в фауне европейских (12%) и арктических (10%) видов. Средиземноморский и тибетский тип фауны представлены единичными видами. Доля широкораспространенных в Палеарктике видов составляет 36%. По количественному составу фауно-генетических комплексов орнитофауны западного и восточного склона отличаются не значительно (на 1-6% в зависимости от фаунистического типа). Тем не менее, следует отметить возрастание к востоку доли сибирских, а к западу европейских видов (подвидов) птиц. Указанная тенденция довольно четко выявляется при сравнении орнитофаун европейского Северо-Востока России, Северной части Урала и Западной Сибири.

В период наших исследований были получены новые сведения по распространению некоторых видов птиц.

Серый сорокопуд (*Lanius e. excubitor* Linnaeus, 1758). Распространение вида в регионе характеризуется большой спорадичностью размещения и низкой численностью. На Приполярном Урале встречи серого сорокопуда единичны, вид отмечался на гнездовании в предгорье в бассейнах рр. Сывью, Войвож-Сыня (Шутов, 1989; наши данные). Нами в начале сентября 2009 г. одиночные птицы были встречены в горной пойме (на зарастающих горячих) в верховьях рр. Народа и Манья. Следует отметить, что 2009 серые сорокопуды несколько раз отмечались нами также на западном склоне в горных поймах рр. Балбанью, Кожим в гнездовой период (первая декада июля). Подвид внесен в красную книгу Республики Коми, Ханты-мансийского автономного округа и России со статусом редкости -3.

Сорока (*Pica pica bactriana* Bonaparte, 1850). Распространение вида на севере тесно связано с поселениями человека. В начале XX века (1927, 1928 гг.) в северной части Урала вид встречен не был (Портенко, 1937). В 60-70 гг. соро-

ка отмечалась уже в качестве обычного вида на равнине и в предгорьях по рр. Хулга, Б. Сыня, Сывью (Естафьев, 1977; Балахонов, 1978; наши данные). Нами одиночная птица была отмечена в горах в верхнем течении р. Маньи близ грунтовой дороги в начале сентября 2009 г. На Полярном Урале, вид гнездится в горах на полустанках вдоль железнодорожной дороги Воркута-Лабытнанги (Головатин, Пасхальный, 2005).

Чиж (*Spinus spinus* Linnaeus, 1758). На Приполярном Урале проходит северная граница распространения вида. Чиж здесь очень редкий, нерегулярно гнездящийся вид. Впервые он был отмечен в 1977 г. в предгорье в бассейне р. Сывью (Рябицев и др., 1980; Шутов, 1989). Нами поющие самцы отмечались в предгорной и горной пойме в бассейне р. Войвож-Сыня в гнездовый период 2001 г. На восточном склоне пара птиц была отмечена нами на кочевках в горной пойме р. Хобею, близ устья р. Манья 10 сентября 2009 г.

Причиной появления новых, ранее не отмечавшихся в горах видов помимо естественной динамики расселения на (через) Урал, в Сибирь и Европу, является и антропогенная трансформация ландшафтов интенсивно идущая с середины XX века на прилегающих равнинах и восточном макросклоне. В настоящее время необходимо продолжение орнитологических исследований на восточном склоне Приполярного Урала для выявления видового (подвидового) состава с целью выяснения зон интерградации сибирских и европейских подвидов в Приуралье, на Урале и Зауралье; проведение мониторинговых исследований естественных, антропогенно и пирогенно нарушенных территорий для прогнозирования возможных изменений орнитофауны региона.

Литература

Балахонов В. С. Некоторые орнитологические наблюдения в районе восточного склона Приполярного Урала // Тр. Ин-та экологии растений и животных. Свердловск, 1978. Вып. 115. С. 57–63.

Естафьев А. А. Особенности зонального распределения птиц на европейском Северо-Востоке // Труды Коми НЦ УрО РАН «Закономерности зональной организации комплексов животного населения европейского Северо-Востока России». Сыктывкар, 2005. № 177. С. 87–131.

Макунина А. А. Ландшафты Урала. М., 1974. 157 с.

Портенко Л. А. Фауна птиц внеполярной части Северного Урала. М.-Л., 1937. 240 с.

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.

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

О НАХОДКЕ ЖЕЛТОГОРЛОЙ МЫШИ (*APODEMUS FLAVICOLLIS* MELCHIOR, 1834) В НУРГУШСКОЙ ДОЛИНЕ Р. ВЯТКИ

П. Л. Бородин

Кировский городской зоологический музей, Bor1-43@mail.ru

Впервые в Кировской области желтогорлая мышь была обнаружена в 60-е годы прошлого века в «южных районах ... по долине р. Вятки...», численность которой характеризовалась как крайне низкая (Попов, 1960). Эти и последовавшие находки (Чарушина, 1970, 1973; Злобин, Плесский, 1978) оказались достаточными для определения: 1) ее распространения в области – в долине Нижней Вятки и ее притоков; 2) положения северной границы в европейской части России (Флинт, Чугунов, Смирин, 1970) – немногим выше устья р. Вятки; 3) зоогеографической привязки вида (Копысов, 1997) к обоим подрайонам южного и нижней части юго-восточного фаунистических районов Кировской области; 4) экологической принадлежности к трансграничным с Республикой Татарстан пойменным дубравам и широколиственно-пихтово-еловым лесам с орешником и дубом (орешниковым раменям по А. Д. Фокину).

Новые находки размножавшихся и молодых особей в 1998–2009 гг. в целом укладываются в установленную выше схему ее постоянного распространения в области. Но и дополняют сведениями о самом северном месте ее обнаружения – в окрестностях п. Заречный (57°11' с.ш.), а не вблизи с. Лазарево (56°49' с.ш.) того же Уржумского района, как считали ранее. Однако в июле 2009 г. желтогорлая мышь была обнаружена еще севернее – близ устья р. Вишкиль (58°03' с.ш.) в пойме Вятки, что в 65–110 км северо-западнее линии Тужа – Советск – Нолинск – Нема (границы распространения плакорных хвойно-широколиственных лесов). Она обнаружена в южнотаежной подзоне в 150 км севернее недавно установленной северной точки и в 200 км от с. Лазарево. Тушка и череп зверька, как и карточка биосъемки хранятся в коллекции автора.

Как относится к этой находке? Как к удачному совпадению случайностей? Как к единичному зверьку или представителю населения? Пригодны ли условия территории для выживания зверьков? Как вероятному пропуску ее сотрудниками ГПЗ «Нургуш»?

1. Случайна ли поимка? Мгновенный отлов одного зверька в течение одной ловушко-ночи на линии из 9 ловушек можно объяснить как случайным завозом одного зверька (например, с грузом на транспорте), марафонским забегом, так и всплеском численности в локальной очажке и идущем в нем размножении. По своему состоянию зверек достиг половой зрелости и относится к той половой и возрастной группе, которая создает и поддерживает местное население и/или составляет основу его расселяющейся части. Здесь уместно привести любопытное сообщение в.н.с. заповедника М. Г. Дворникова о том, что в 2000 г. в 60-м квартале заповедника, в 5 км от места современной находки желтогорлой мыши, он видел мышь «значительно крупнее лесной, лазающую по стволу дуба», но рассмотреть ее подробно (в частности, хвост, чтобы не спутать с соней) он не успел. Последовавшие обловы данного места к успеху не привели.

ли. Но в контексте нашего сообщения это замечание очень ценно тем, что если она инкогнито обитала здесь, то имеются основания считать отловленного зверька частью населения. Определенности в этом вопросе пока нет. Так или иначе, поимка желтогорлой мыши заставила залезть в материалы и переосмыслить наши прежние суждения.

2. Пригодна ли территория для выживания зверьков? Растительность Нургушской поймы сложена старыми коренными мелколиственными лесами с участками широколиственных и хвойных пород и смешанных насаждений (Бородин, Кантор, 2004). Из широколиственных наиболее широко распространены и разнообразны липовые леса, включающие 46 видов и вариантов ассоциаций, занимающих участки центральной поймы на гривах разного уровня и в понижениях. Вязовые леса представлены 7 вариантами ассоциаций, занимают участки с разными высотами рельефа, а хвойно-широколиственные – теми же породами: дубом, липой, осинкой и березой при участии и, иногда, главенстве ели, сосны и пихты. В кустарниковом ярусе пойменных лесов встречаются жимолость, черемуха, рябина, калина, малина, шиповник, свидина и смородина.

Из широколиственных пород главной, обеспечивающей многих потребителей основным биологически полноценным кормом, в нашем случае, является дуб, в свиту которого в своем ареале входит желтогорлая мышь. Следовательно, его распространение и плодоношение являются здесь необходимым условием ее обитания. Формация дубняков, состоящая из 9 ассоциаций в центральной и прирусловой пойме, занимает 1,5% лесопокрытой площади на возвышенных участках с минимальной продолжительностью затопления, дуб часто встречается и в смешанных насаждениях. Можно констатировать, что лесные сообщества близки к таковым низовьев Вятки из-за участия в них широколиственных и иных лесов с участием дуба. Отличия состоят в том, что они находятся здесь на северном пределе своего распространения в европейской части РФ, что выражается в меньшем удельном весе дубняков и некотором обеднении их неморальными элементами (в отсутствии лещины, клена и др.).

3. Фаунистические изыскания, в природном комплексе Нургушской долины в 1995–2004 гг. проводились заповедником одновременно с учетами мелких млекопитающих по причине одного и того же метода обнаружения зверьков – ловушко-линиями, с использованием стандартной приманки, на которую желтогорлая мышь идет очень хорошо. Ежегодно весной и осенью объем учетов составлял по 500 ловушко-суток (лс) в каждом 4-х основных биотопов, включавших 16 локальных незаливаемых и заливаемых их разновидностей. Общий объем учетов составил около 17 тыс. лс, объем выборки - около 2,6 тыс. зверьков, в результате чего был выявлен набор видов, присущих долинам рек европейской части РФ. Были отловлены даже обыкновенная кутора (Бородин, 2008) и обыкновенная бурозубка (*Sorex araneus*), относящаяся к иной, чем местные, хромосомной расе (Быстракова, 2000).

Желтогорлая мышь здесь не была отмечена в т.ч. и сотрудниками сторонних учреждений и студентами-биологами МГУ и ВГСХА (быв. КСХИ). Ее отсутствие в Нургушской пойме мы объясняли следующими факторами и их взаимодействием: 1) регулярными весенними затоплениями территории, а все

мышь плохие пловцы, 2) лимитирующим влиянием климатических и кормовых условий – губительными для нее морозными зимами и обедненностью среды кормовыми растениями по сравнению с таковыми в южных районах низовий р. Вятки, 3) занятостью трофической ниши конкурентами – местными потребителями сходной пищи, 4) удаленностью известных мест ее обитания.

Желтогорлая мышь – исконный представитель фауны западных широколиственных лесов, населяет восточно-европейские климатические и природные их аналоги от Прибалтики до Южного Урала. По-видимому, встречу желтогорлой мыши в Нургушской пойме в 150 км к северу от установленной северной границы ареала следует связывать расселением как процессом формирования пространственной структуры населения на больших территориях. Расселение не всегда завешается быстрым результатом, обычно это долгий путь проб и ошибок. Например, в лучших, чем наши природных условиях центра своего европейского ареала она впервые проникла в долину р. Пры – притока р. Оки, в Окский заповедник (М. Н. Бородина, 1958) только в середине 50-х годов прошлого века, а затем плотно заселила ее. (Кстати, также как и другой западник – малая кутора (*Neomys anomalus*), которая, расселяясь на северо-восток, в середине 70 г. заселила пойму р. Мокши в Мордовском заповеднике). В Кировской области желтогорлая мышь была впервые обнаружена В. А. Поповым в пойме Вятки почти на 60 лет позднее других мышевидных грызунов. Но, например, мышь-малютку, самую мелкую и скрытную из наших мышей (как, кстати, и многих других мышевидных) Л. К. Круликовский описал еще в 1902 г. Трудно представить, что он и его современники пропустили эту самую крупную из мышей, к тому же оставляющую достаточно хорошо заметные следы деятельности в природе.

Исходя из сказанного, можно допустить, что до 50–60-х годов прошлого века в Кировской области она попросту отсутствовала, а ее обнаружение совпало с началом экспансии ею северных территорий из трансграничных лесов Республики Татарстан, где в указанных биотопах она была обычным видом. Что происходило с этим видом (как и со многими другими, вдруг пускавшимися в расселение) в 40–50-е годы прошлого века неизвестно, но обнаружение в долине Вятки, совпадающее по времени с расселением по долине р. Оки, вызывает определенные аналогии. К тому же основными путями расселения, в т. ч. и мелких млекопитающих являются речные долины – экологические желоба, что показано им на многих примерах. Для желтогорлой мыши на севере ареала они приобретают значение основных (и единственных) путей миграционных потоков, проводниками и средой обитания в них выступают привычные для нее условия аazonальных аналогов широколиственных лесов, которые без значительных разрывов выстраиваются на возможном пути расселения по долине от Нижней к Средней Вятке. Однако считать ее членом местных биоценозов оснований пока мало, т. к. был обнаружен только 1 зверек. Требуются дополнительные отловы и в Нургушском (что является задачей заповедника), и в Сорвижском, и Котельничском расширениях долины Вятки, т. е. южнее и севернее указанной самой северной точки обнаружения этого вида в Кировской области.

Литература

1. Бородин Д. П. К оценке общности населения мелких млекопитающих долины средней Вятки и речных долин Средневолжского бассейна // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием 25–27 ноября 2008 г. Киров, 2008, Вып. VI, Часть 1, С. 166–169.
2. Бородина Н. В., Кантор Г. Я., Бородина Н. В., Кантор Г. Я. Оценка биоразнообразия лесной растительности государственного природного заповедника «Нургуш» в Кировской области // Вестник Ин-та биологии Коми НЦ УрО РАН, 2004, № 10(84), С. 29–37.
3. Быстракова Н. В. Таксономическое и генетическое разнообразие мелких млекопитающих Среднего Поволжья. Автореферат дисс. на соискание ученой степени кандидата биологических наук. М., 2000. 24 с.
4. Злобин Б. Д., Плесский П. В. Млекопитающие Кировской области // Фауна и экология млекопитающих. Киров, 1978. 120 с.
5. Копысов В. А. Зоогеографическая карта // Атлас Кировской области. М.: ФС геодезии и картографии, 1997. С. 16.
6. Флинт В. Е., Чугунов Ю. Д., Смирин В. М. Млекопитающие СССР. М.: Мысль, 1970. 437 с.

ВОЗМОЖНЫЕ ПРИЧИНЫ СНИЖЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ НОРВЕЖСКОГО ЛЕММИНГА *LEMMUS LEMMUS L.* В УСЛОВИЯХ КОЛЬСКОГО СЕВЕРА

Н. М. Окулова¹, Г. Д. Катаев²

¹ *Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН,
natmichok@mail.ru,*

² *Лапландский государственный биосферный заповедник,
lapland@monch.mels.ru*

Для норвежского лемминга (НЛ) в Лапландском заповеднике была характерна правильная цикличность динамики численности в 1929–1947 гг. Позже циклы нарушились, и произошло постепенное снижение уровня численности (Катаев, 2008). Какие условия могут определять подобные изменения в динамике численности?

Для климата субарктической части Кольского полуострова характерно на протяжении последних 80 лет постепенное увеличение годовой суммы осадков и рост среднегодовой, а в ряде случаев и среднемесячных показателей температуры воздуха, а также увеличение высоты снежного покрова. Эти изменения приводят к изменениям в биоценозах, в частности, к нарушению многолетней ритмики и снижению численности норвежского лемминга.

Мы проанализировали статистические закономерности связи динамики численности НЛ с изменениями погоды, а также с рядом геофизических и космических явлений, нередко оказывающих существенное воздействие на состояние животных. Были использованы следующие показатели: среднемесячные и среднегодовые количества осадков, температур воздуха, высота снега в марте (по данным Летописи Природы Лапландского заповедника за 1936–2008 гг.), значения солнечной (СА) и геомагнитной (ГМА) активностей (Логинов и др.,

1991), а также показатели «приливообразующая сила Луны и Солнца» (ПСЛС, Дубров, 1990), «скорость замедления вращения Земли» (СЗВЗ, Сидоренков, 2002). Поскольку численность лемминга не поддаётся учёту стандартными методами, численность его оценивали визуально, по встречам зверьков и следов их жизнедеятельности в баллах от 0 (зверьков нет) до 5 (массовое размножение). Средний балл численности НЛ составил по всем данным $1,14 \pm 0,21$ ($n=72$) и $3,42 \pm 0,29$ ($n=24$) для лет присутствия НЛ. Было установлено, что временные ряды балльных оценок численности зверька не соответствуют нормальному распределению ни для всех данных (гипотеза об отклонении от нормального распределения подтверждается при $\chi^2 = 342,05$, d.f.=6, $p=0$), ни для лет присутствия леммингов (гипотеза об отклонении от нормального распределения подтверждается при $\chi^2 = 3,967$, d.f.=1, $p=0,0464$). В связи с этим использовали непараметрические критерии связи – коэффициент корреляции Спирмена.

Оптимальные экологические условия для НЛ, выявленные методом климатических полей (Окулова, 2001), колеблются от $-2,5$ до 0 °С по среднегодовым температурам и от 250 до 550 мм по годовой сумме осадков (рис.). Центр оид экологических условий для лет, когда наблюдается численность в 4–5 баллов, составляет $-0,77$ °С ($n=14$) и 406 мм осадков ($n=11$). В 1936–1947 гг., когда численность НЛ была высока и имела правильную цикличность, характеристика года в среднем была $-0,35$ °С и 415,34 мм осадков, тогда как в последнее десятилетие (1999–2008), когда цикличность исчезла, а численность снизилась, соответствующие показатели были гораздо дальше от экологического оптимума, чем в начале периода учётов: $+0,97$ °С и 563,13 мм.

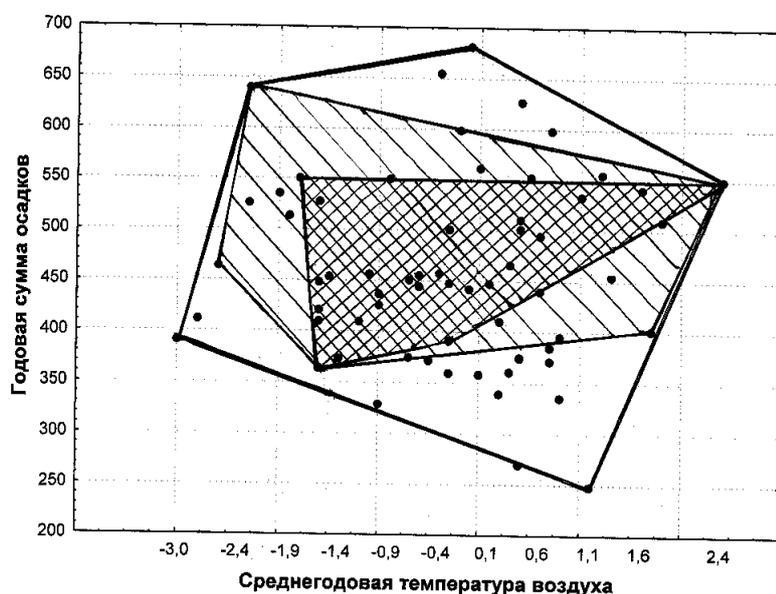


Рис. Климатическое поле норвежского лемминга в Лапландском государственном заповеднике. Двойная штриховка – оптимальные условия, когда возможна численность в 4–5 баллов; одинарная штриховка – область присутствия леммингов. Без штриховки внутри климатического поля заповедника обозначены условия, когда лемминги не были отмечены.

Точки – условия отдельных лет.

Данные анализа связей численности НЛ с факторами среды по всему объёму наблюдений приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Достоверные связи численности НЛ с различными факторами
(по всем данным за 1936-2008 гг.)**

Фактор	Время действия фактора	n	r_{sp}	p
Температура апреля, °С	В год учёта	72	-0,237	0,045
Средняя температура зимы, °С	То же	70	-0,353	0,0027
Среднегодовая температура, °С	То же	69	-0,309	0,0097
Сумма осадков в мае, мм	То же	70	-0,273	0,0222
Температура марта, °С	В предыдущем году	71	-0,238	0,0456
Численность НЛ	То же	70	0,327	0,0057
Приливообразующая сила Луны и Солнца	В позапрошлом году	30	0,459	0,011
Скорость замедления вращения Земли	То же	64	-0,259	0,0386

Из табл. 1 видно, что при использовании всех данных тренд численности НЛ не выявляется, большинство воздействий отрицательно. Из факторов года учёта оказались значимыми температуры (апреля, зимы и за год в целом) и сумма осадков в мае. Во всех случаях, чем более тепло и влажно, тем будет ниже численность НЛ. Аналогична отрицательная связь температуры марта за предыдущий год. Достоверным оказалось положительное воздействие уровня численности леммингов в предыдущем году на численность в год учёта: чем выше была численность, тем она будет выше и в дальнейшем. Среди достоверно влияющих факторов позапрошлого года выявлены такие, как ПСЛС и СЗВЗ. Численность НЛ возрастает через год после высоких значений ПСЛС и минимумов – для СЗВЗ.

Таким образом, положительный тренд температур и количества осадков, имеющий место в условиях глобального потепления на территории исследований, оказывается неблагоприятным для НЛ, его численность даёт сбои цикличности и постепенно снижается. Авторегуляторное воздействие (снижение численности после лет пиков) не сказывается, отмечена положительная связь с численностью в предыдущем году. Охарактеризовать авторегуляторные воздействия предшествующей численности НЛ на таковую в следующем году можно, вычислив вероятности наступления пиков (баллы 4 и 5) после лет с разными баллами численности. Так, после лет с баллами 0–3 вероятность наступления лет с таким же уровнем численности составляет 86.44%, а пиков – 13.56% (n=59). После лет пиков вероятность наступления лет с высокой численностью составляет 50% (n=18), в основном за счёт характерной для НЛ особенности циклики, когда после года высокой численности (4 балла) часто наступает год ещё более высокой (массовое размножение, 5 баллов). В среднем, по нашим наблюдениям, годы с низкой численностью в 0–3 балла наблюдались в 60 случаях (77.92), а с высокой, в 4–5 баллов, в 17 (22.08%).

Далее мы провели сопоставление уровня численности с воздействующими факторами только для лет присутствия леммингов (табл. 2)

**Достоверные связи численности НЛ с различными факторами
в годы присутствия леммингов**

Фактор	Время действия фактора	n	r _{sp}	p
Тренд численности	–	24	–0,526	0,0083
Температура июля	В год учёта	23	0,476	0,0216
Осадки января	То же	23	–0,446	0,0328
Осадки октября	То же	23	–0,457	0,0283
Температура января	В предыдущем году	24	–0,559	0,0045
Среднегодовая температура	То же	22	–0,472	0,0267
Осадки ноября	То же	25	–0,49	0,0129

В отличие от полного ряда данных, при анализе лет только с присутствием леммингов выявлен отрицательный тренд (постепенный спад) численности НЛ за период наблюдений. Согласно этим данным, численность НЛ бывает выше в годы с тёплым июлем, сухими январём и октябрём, после холодных лет, особенно с холодным январём и сухим ноябрём.

Таким образом, для НЛ в Лапландском заповеднике благоприятны холодные годы, но с тёплым июлем, сухими январём, маем и октябрём, после холодных лет особенно в январе и марте, а также с сухим ноябрём, когда за два года до учёта наблюдалась высокая ПСЛС и низкая СЗВЗ.

Изменения, произошедшие в климате заповедника за период наблюдений, являются следствием глобального потепления климата (Переведенцев и др., 2002) и состоят, главным образом, в потеплении и увлажнении климата, особенно зимой. Эти изменения оказались мало благоприятными для НЛ, зверьки отреагировали на них сбоями в циклах и снижением уровня численности, изменениями в экологии.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН «Биоразнообразие: инвентаризация, функции, сохранение», раздел 2.1.3.

Литература

- Дубров А. П. Лунные ритмы у человека. М.: Медицина. 1990. 160 с.
- Катаев Г. Д. Межгодовая динамика и цикличность популяций лесных полёвок и леммингов на Кольском Севере // Матер. X всеросс. популяционного семинара. Ижевск: Книгоград, 2008. С. 146–148.
- Логинов В. Ф., Шерстюков Б. Г., Оль А. И., Акатова Н. И. Индексы солнечной и геомагнитной активности. Обнинск. 1991. 152 с.
- Окулова Н. М. Метод климатических полёй для изучения экологических предпочтений и прогноза обилия животных и проявления болезней // Мат. методы в экологии. Петрозаводск. 2001. С. 238–239.
- Переведенцев Ю. П., Верещагин М. А., Шанталинский К. М., Наумов Э. П., Потепление климата Земли в XIX–XX столетиях и его проявление в Атлантико-Европейском регионе // Многолетняя динамика численности птиц и млекопитающих в связи с глобальными изменениями климата. Казань: ЗАО «Новое знание», 2002. С. 6–16.
- Сидоренков Н. С. Атмосферные процессы и вращение Земли. СПб.: Гидрометеиздат, 2002. 365 с.

НОВАЯ НАХОДКА ЖЕЛТОГОРЛОЙ МЫШИ (*APODEMUS FLAVICOLLIS*) В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Н. Ляпунов
owls_bats@mail.ru

Желтогорлая мышь – типичный представитель фауны микромаммалий широколиственных лесов. Ранее, по литературным данным (Злобин, Плесский, 1978), этот вид был отмечен в Санчурском районе (без точного указания локалитета), Уржумском (окрестности с. Лазарево) и Кильмезском (окрест. пгт. Кильмезь). Позднее, в период с 1989–2009 гг. желтогорлая мышь отлавливалась зоологами В. М. Рябовым, В. Н. Сотниковым и А. В. Микулиным, а также автором в Малмыжском, Уржумском, Кильмезском и Вятско-Полянском районах области (рис.).

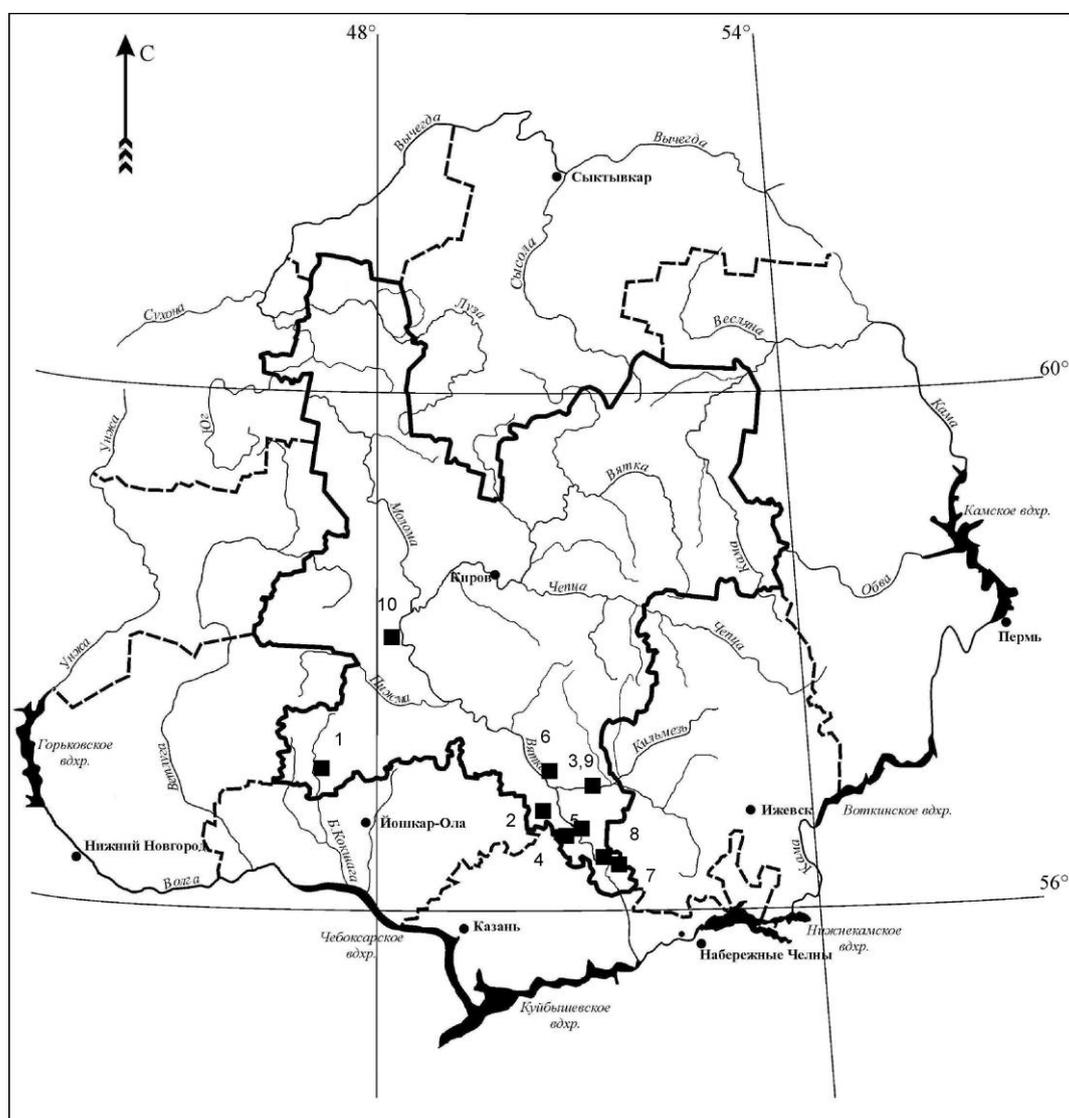


Рис. Места находок желтогорлой мыши в Кировской области
1–3 – Злобин, Плесский, 1978
4–9 – период 1989–2006
10–24 июля 2009, данные автора

Совершенно неожиданно 24 июля 2009 г. половозрелый самец этого вида попался в давилку на стандартную приманку в окрестностях с. Вишкиль (устье р. Вишкилька), что почти в 150 км севернее известной ранее точки находки (рис.). Правильность определения подтвердили профессор В. А. Копысов и к.б.н. П. Л. Бородин.

На основании стандартных промеров (m-43.6 г; L-120 мм; C-107 мм; P1-27 мм testis-13x9 мм), руководствуясь методиками определения возраста (Клевезаль, 2007), мы относим данный экземпляр к группе полувзрослых – «subadultus». Тушка и череп хранятся у автора.

Литература

Клевезаль Г. А. Принципы и методы определения возраста млекопитающих. М.: Т-во научных изданий КМК., 2007. 283 с.

Злобин Б. Д., Плесский П. В. Млекопитающие Кировской области // Фауна и экология млекопитающих. Киров, 1978. 120 с.

ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ЗОЛОТОГО КАРАСЯ ЧУХЛОМСКОГО ОЗЕРА КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. Г. Ковальский

*Костромской государственный университет им. Н. А. Некрасова,
Kovalski79@list.ru*

Изучение особенностей размножения рыб в природных условиях является необходимым условием для получения наиболее полной информации о состоянии популяции на современном этапе ее развития. От процесса размножения рыб в естественных водоемах зависит численность будущего поколения и в целом всей популяции.

Золотого карася можно отнести к одному из скороспелых промысловых видов. Нами установлено, что в условиях озера золотой карась (*Carassius carassius*. L.) становится половозрелым к 3–4 годам, хотя часть самок и самцов принимает участие в размножении и в двухлетнем возрасте. В этой связи нерестовое стадо золотого карася в водоеме представлено рядом возрастных категорий, достигающем 5–6 возрастных групп (табл. 1, 2).

Анализируя соотношение возрастной структуры нерестового стада самцов за исследуемый период, нами установлено, что основная доля самцов, принимающих участие в размножении, принадлежит особям третьей (46,76%) и четвертой (37,06%) возрастной группе, к пятой группе относится 7,55%. Часть самцов принимает участие в размножении в двухлетнем возрасте, их процент от числа самцов составляет 8,27%. Доля более взрослых половозрелых самцов незначительна и составляет только 0,36% от их количества в нерестовой группе. Самцов старше шестилетнего возраста отловлено не было. Нерест золотого карася проходит в неглубоких прибрежных зонах озера по всему его периметру. Сроки нереста варьируют и зависят от метеорологических условий. Были выявлены два характерных нерестовых периода. Установленная нами минимальная

нерестовая температура равнялась +17 °С. Нерест проходит совместно на одних и тех же нерестилищах вместе с линем. На нерестилищах также были отловлены самки серебряного карася, ранее не встречавшегося в уловах на озере. У золотого карася наблюдаются нерестовые миграции. Перед нерестом карась приходит в прибрежную часть озера, а после икрометания некоторое время держится у дна в прибрежной зоне и затем уходит на открытую более глубокую часть озера.

Таблица 1

Процентное соотношение возрастных групп половозрелых самок производителей золотого карася, % (n=432)

Возрастной состав	Возрастная группа					
	II	III	IV	V	VI	VII
%	10,65	39,81	38,43	10,65	0,23	0,23

Таблица 2

Процентное соотношение возрастных групп половозрелых самцов производителей золотого карася, % (n=278)

Возрастной состав	Возрастная группа				
	II	III	IV	V	VI
%	8,27	46,76	37,06	7,55	0,36

При определении плодовитости карася были получены следующие результаты (табл. 3).

Таблица 3

Абсолютная индивидуальная плодовитость (F_a) чухломского золотого карася, тыс. штук

Год	n	Min – Max	$M \pm m$
2003	23	5859–73356	27899±2343
2004	127	7832–78579	33356±1046
2005	150	6543–84358	35452±1059

Анализируя данные по абсолютной плодовитости за исследуемый период, было установлено, что среднее значение данного показателя достигает 32236 икринок. Показатель абсолютной плодовитости у старшевозрастных особей более высокий. В целом же абсолютная индивидуальная плодовитость чухломского карася сравнительно небольшая.

В отличие от рыб с однократным нерестом увеличение плодовитости карася по мере увеличения размеров тела идет не пропорционально увеличению массы, а значительно более интенсивно, что иллюстрируется полученными данными (табл. 4). Только у старшевозрастных групп данное пропорциональное соотношение не соблюдается из-за недостаточности исследуемых особей.

Данное обстоятельство находится в прямой связи с вопросом о происхождении порционного икрометания, как приспособления, направленного на обеспечение нормального воспроизводства стада, путем значительного увеличения плодовитости и откладки икры в разных местах, а следовательно, и не-

сколько в иных экологических условиях. Большая плодовитость необходима вследствие того, что икра и молодь карася, нерестующего летом, имеют очень большое количество самых разнообразных врагов, которыми может уничтожаться подавляющая часть икры и приплода.

Таблица 4

**Зависимость между длиной, массой и плодовитостью
золотого карася**

Длина тела (мм)		Средн. масса, (гр)	Сред. абсол. плод, (тыс. шт)	Увел разм, в %	Увел. массы, в %	Увел плод, в %	n
lim	средняя						
108–145	120,5	113,2	10,5	100	100	100	25
153–189	164,3	243,3	27,8	136,3	215	265	25
198–221	204,2	470,4	54,5	169,5	416	519	25
225–334	271,5	645,6	78,4	225,3	570	747	25
347–381	364	1271	81,47	302	1123	776	2

Коэффициент зрелости золотого карася колеблется в зависимости от размеров и возраста рыб. Нами получены данные по коэффициентам зрелости половых продуктов самок карася непосредственно перед нерестовым периодом за исследуемый промежуток времени (табл. 5).

Таблица 5

**Коэффициенты половой зрелости (O_w) самок золотого карася
в нерестовый период, n=300**

Период нереста	Коэффициент зрелости (O_w)		C_v
	min – max	$M \pm m$	
1 период	8,6– 13,8	11,5±0,05	7,57
2 период	6,2– 9,8	7,3±0,04	8,22

Установленный средний диаметр ооцитов в разные месяцы вегетационного периода остается сравнительно стабильным и колеблется в пределах 0,9 до 1,15 миллиметров, что объясняется неоднократным переходом ооцитов юношеского периода в созревающие, а икринки различной степени зрелости трансгрессируют между собой по диаметру

Полученные нами результаты по размножению популяции золотого карася в Чухломском озере свидетельствуют о неблагоприятном состоянии. Это подтверждается невысоким показателем индивидуальной плодовитости, молодым возрастным составом нерестового стада и включением в него особей второй возрастной группы. А неконтролируемый вылов золотого карася в наиболее важный для размножения первый нерестовый период отрицательно влияет на воспроизводство популяции и на восстановлении численности в водоеме.

РЕАККЛИМАТИЗАЦИЯ РЕЧНОГО БОБРА В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. А. Хохлов

Вятский государственный гуманитарный университет

Речной бобр (*Castor fiber* L.) в настоящее время обычный для области вид, который был полностью истреблен в Вятской губернии еще в начале XX века и вновь восстановленный в середине века. Известно, что акклиматизация и реакклиматизация видов растений и животных всегда связана с определенными экологическими проблемами, зачастую негативного характера. Опыт реакклиматизации бобров в России в целом и Кировской области, в частности, достаточно поучителен. Возвращение бобров в природу территории заметно изменило структуру охотничьих хозяйств и кормовую базу других животных. Эти изменения необходимо не только выявлять сегодня, но и учитывать в будущем для рационального природопользования.

Начало реакклиматизации бобров начались в 1940 г. В сентябре этого года в Кировскую область из Государственного Воронежского бобрового заповедника была завезена первая партия бобров, а в октябре – вторая, всего 30 голов. Они были выпущены 9–11 сентября и 7–9 октября (всего самцов 12, самок 10 и 2 сеголетки) [1]. Решением Кировского облисполкома от 12 сентября 1940 г. № 1468 в верховьях реки Белой Холуницы, где прошел выпуск животных сроком на 10 лет, был создан бобровый заказник [2].

Обследование бобрового заказника, проведенное с 18 июля по 4 августа 1945 г., показало, что основная масса бобров переместились вверх и вниз по реке за пределы заказника. Крайние точки: в нижнем течении реки – лесоучасток Мишенский, в 15 км от пос. Белая Холуница, и в верхнем течении – пос. Бушмелята Фалёнского района. Общее протяжение обитания бобра составляет по прямой 60–70 км, а по реке – 150 км. На этом расстоянии имелись 3 компактные большие колонии и несколько разбросанных семей. Всего общее поголовье бобра на территории его обитания составило 120–150 голов [3].

В последующие годы бобры начали расселяться не только по притокам р. Белой Холуницы, но и даже по рекам Вятке и Черной Холунице. Обследование, которое проводилось с 15 по 31 июля 1947 г., показало: по р. Белая Холуница и её притокам обнаружено 136 нор. Общая численность бобров 294 экземпляра. Отдельными особями были заселены р. Сома – нижний приток р. Чёрная Холуница с образованием там своих поселений. Плотность поселений бобров довольно значительна (до 300 м – расстояние между семьями) [4].

Учёт поголовья бобров, проведенный в 1949 г., выявил наличие 736 бобров. В связи с увеличением численности бобров решением Облисполкома № 925 от 18 июля 1951 г. произошло расширение Белохолуницкого бобрового заказника [5]. Начиная с 1948 г. в заказнике начали производить отлов бобров в целях расселения в другие районы Кировской области.

13 декабря 1949 г. было проведено объединенное совещание представителей Управления по делам охотничьего хозяйства Кировского облисполкома,

кафедры зоологии педагогического института и областного краеведческого музея. После обсуждения было единогласно принято решение, что возможно расселение бобров из Белохолуницкого бобрового заказника на другие территории. Участниками совещания было предложено часть бобров переселит в верховья р. Великой Мурашинского и Верховинского (Юрьянского) районов [6].

14 сентября 1949 г., в соответствии с решением Кировского облисполкома № 1730 от 13 августа 1948 г., был произведен выпуск 9 голов речного бобра в р. Северный Шубрюк (Мурашинский район). Перед выпуском были подготовлены искусственные норы, заготовлен корм для подкормки бобра. Выпуск произведен в трёх точках, расположенных 400–500 метров одна от другой. На месте выпуска зверков был создан заказник [7]. В 1950 г. произведен повторный выпуск всего одной пары зверьков [8].

24 июля 1950 г. решением Кировского облисполкома № 885 на месте выпуска 40 голов бобра на р. Пушме в Подосиновском районе сроком на 10 лет организован Альмежский бобровый заказник [9]. Через год в этом заказнике прошел повторный выпуск 11 самцов и 10 самок [10].

В 1954 г. 50 голов бобра были перевезены из Белохолуницкого заказника и выпущены в озера Нургуш, Кривое и Черное [11]. В 1970 г. в заказнике обитало уже до 120 бобров [12].

Выпуску бобров предшествовало комплексное обследование территории вплоть до описания возможных путей доставки животных от места отлова. К примеру, заведующий отделом природы Кировского областного краеведческого музея А. Д. Фокин по просьбе областной охотинспекции и областной конторы «Заготживсырьё» неоднократно возглавлял экспедиции по обследованию территорий с целью возможного выпуска бобров. В 1949 г. экспедицией под его началом были обследованы Медведский бор Молотовского (Нолинского) района, Пищальское и Сорвижские лесничества Верхошижемского района [13], в 1952 г. была обследована Глушковская лесная дача с озером «Нургуш» и река Кильмезь [14]. В 1956 г. подобные исследования были проведены в Опаринском районе охотоведом Н. Н. Соломиным [15].

После выпуска животных специалисты продолжали исследования и вели учет состояния выпущенных животных. Так сотрудниками Всесоюзного научно-исследовательского института охотничьего хозяйства и звероводства (ВНИИОЗ) проведены исследования мест выпуска бобра в Нургуше, на реках Боковой, Лобань и Кильмезь [16]. В августе 1955 г. доцентом кафедры зоологии КГПИ им. В. И. Ленина П. В. Плесским проведено обследование бобровых поселений в заказнике «Нургуш» [17]. В 1956 г. охотовед Н. Н. Соломин обследовал места выпуска бобра по р. Пушме и ее притокам [18].

В 1954 г. специалистами-охотоведами были обследованы Санчурский, Шарангский и Корляковкий районы с целью выявления там поселений бобров, пришедших с Марийской республики и перспектив завоза туда бобров из р. Белой Холуницы. Опрос населения и непосредственный обход территории показал, что поселений бобров на данной территории нет, хотя отдельные животные периодически появляются в водах Большой Кокшаги. Перспектив переселения туда новых животных нет, так как отсутствует кормовая база [19].

Для улучшения качества популяции бобров Кировской области в 1954 г. в Белохолуницкий заказник выпущено 8 самцов и 13 самок, а в Нургушский заказник – 15 самцов и 15 самок специально привезенных из Белоруссии [20]. Кроме этого в Нургушский заказник было переселено из Белохолуницкого заказника 50 голов бобров [21].

Особенно активно шло расселение бобров в 1958 – 1960 годы. Тогда эти животные появились в Мурашинском, Кайском (Верхнекамском), Котельничском, Уржумском, Оричевском, Зуевском, Нолинском, Нагорском, Кильмезском, Унинском районах [22].

По данным научного сотрудника ВНИИОЗа В. Г. Сафонова к 1960 г. из 28 административных районов области бобры заселили 16 районов, кроме того, в 3–4 районах наличие бобров возможно, но пока визуально не подтверждается. В реки Кировской области проникали бобры из Архангельской, Пермской, Коситромской, Вологодской, Горьковской областей, а так же из Татарии, Удмуртии [23]. Соответственно, вятские бобры поселялись за пределами области. В 1965 г. для улучшения местной популяции бобров в Нагорский район были специально завезены бобры из Марийской АССР [24].

В 1966 г. В. Г. Сафонов, исследовав особенности расселения бобров в области, пришел к выводу, что изолированные друг от друга популяции бобров, возникшие в местах выпуска в результате разрастания и самостоятельного расселения, стали сливаться в единую областную популяцию. По его подсчетам численность бобров в области составила 1800 голов [25].

Позже, обследовавший места расселения бобров в области научный сотрудник ВНИИОЗ В. И. Гревцев пришел к выводу, что к началу 1975 г. численность бобров в области стабилизировалась на уровне около 5000 голов (1212 поселений) [26].

Таким образом, к середине 70-х годов XX века реакклиматизация бобра на территории Кировской области удачно закончилась. Производимые мероприятия, как для самих животных, так и для природы, не оказали отрицательного эффекта, так как шло восстановление ранее существовавшего ареала.

Литература

1. ГАКО (Государственный архив Кировской области) Ф. р-750, Оп. 1, Д. 129, Л. 9; Оп. 2. Д. 5. Л. 9.
2. ГАКО Ф. р-750. Оп. 1. Д. 5 Л. 1; Д. 501. Л. 37; Ф. р-2169 Оп. 25. Д. 1030. Л. 113, 122.
3. ГАКО Ф. р-750. Оп. 1, Д. 129. Л. 8.
4. Там же.
5. ГАКО Ф. р-2169. Оп. 25. Д. 103. Л. 113.
6. ГАКО Ф. р-750. Оп. 1. Д. 27. Л. 1.
7. ГАКО Ф. р-750, Оп. 1. Д. 129. Л. 26.
8. Акклиматизация охотничье-промысловых зверей и птиц в СССР / Под ред. И. Д. Кириса, Ч. 2, Киров, 459 с.
9. ГАКО. Ф. р-750. Оп. 1. Д. 129. Л. 20, 21, 26, 32, 40, 66; Ф. р-2169. Оп. 25. Д. 312. Л. 648.
10. Акклиматизация охотничье-промысловых зверей и птиц в СССР / Под ред. И. Д. Кириса, Ч. 2, Киров, 459 с.

11. ГАКО Ф. р-750. Оп. 1. Д. 186. Л. 4.
12. ГАКО Ф. р-750. Оп. 1. Д. 258. Л. 6–9.
13. ГАКО Ф. р-750. Оп. 1. Д. 31. Л. 7.
14. ГАКО Ф. р-750. Оп. 1. Д. 47; Оп. 1. Д. 277.
15. ГАКО Ф. р-750 Оп. 1. Д. 68.
16. ГАКО Ф. р-750 Оп. 1. Д. 58; Оп. 1. Д. 172.
17. ГАКО Ф. р-750 Оп. 1. Д. 63.
18. ГАКО Ф. р-750 Оп. 1. Д. 68.
19. ГАКО Ф. р-750. Оп. 1. Д. 58. Л. 3,33,37,41.
20. ГАКО Ф. р-750. Оп.1. Д. 2. Л. 28; Д. 186. Л. 4.
21. ГАСПИКО (Государственный архив социально-политической истории Кировской области) Ф. 6764. Оп.1 Д. 27. Л. 54.
22. ГАКО Ф. р-750. Оп. 1. Д. 41
23. ГАКО Ф. р-750. О. 1. Д. 180. Л. 6.
24. ГАКО Ф. р-17. Оп. 2. Д. 166. Л. 72.
25. ГАКО. Ф. р-17. Оп. 2. Д. 175. Л. 126–127; Д. 144. Л. 32.
26. ГАКО Ф. р-17. Оп. 2. Д. 515. Л. 7.

**ЗАВИСИМОСТЬ ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ
ЛИСИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*VULPES VULPES*)
ОТ ВЕЛИЧИНЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО УЧАСТКА И ПЛОТНОСТИ
ПОПУЛЯЦИИ В АГРОЦЕНОЗАХ КРАСНОАРМЕЙСКОГО РАЙОНА
САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ**

В. В. Склюев

Самарский государственный университет, vvskl84@mail.ru

Исследования приспособительных реакций и, прежде всего, поведенческих адаптаций к измененным условиям среды обитания весьма актуальны. В последние годы уделяется большое внимание поведенческим особенностям животных, что позволяет оценить как степень антропогенной нагрузки, так и эволюционную пластичность видов животных, способных жить в измененных экосистемах. Изучение данной темы позволит определить закономерности распределения животных в различных типах угодий, размеры индивидуальных участков, необходимых для нормального существования особи, выявить оптимальную численность диких животных для неосвоенной человеком территории и для угодий, занятых сельским или лесным хозяйством, взаимоотношения между животными одного или нескольких видов, адаптация их к среде, измененной хозяйственной деятельностью человека. Такие исследования ценны не только с точки зрения прогнозирования динамики численности животных, но и связанных с этим как негативных последствий для человека (возможность эпизоотий и нападений на домашних животных и человека), так и положительных (ограничение численности грызунов, размножившихся в связи с человеческой деятельностью и переносящих опасные для человека болезни, например, геморрагическую лихорадку). Таким образом, изучение данной темы внесет определённый вклад в санитарно-эпидемиологический мониторинг, популяционную экологию и рациональное природопользование.

В качестве методологической основы исследования была взята теория информационно-знакового поля (Мозговой, Розенберг, 1992). Методика детальных троплений зимних следов млекопитающих с одновременным учетом показателей информационно-знакового поля, была разработана Мозговым в 1985–1992 гг. на основе работ Наумова (1973, 1977). Был проведен анализ информационных взаимодействий животных с внешними объектами естественной и антропогенной природы, проведенный в снежное время с параллельным подсчетом параметров знакового поля. Объектом исследования была популяция лисицы обыкновенной (*Vulpes vulpes* L., 1758).

Анализируя результаты троплений лисицы обыкновенной, было отмечено, что постоянные участки самок, как правило, находятся на местности с наиболее разнообразными эдафическими условиями (например, прилегают к лесополосе и включают овражки на фоне однообразного степного ландшафта и сельскохозяйственных угодий). Было показано, что площадь индивидуальных участков самок меньше таковой самцов. При этом, участки самок зачастую окружены участками самцов, и находятся на наименее посещаемой человеком территории (исключения составляют участки самок выводка весны 2008 г., оказавшихся в результате ухода с родительских участков на территориях, вплотную прилегающих к с. Воздвиженка) (рис.).

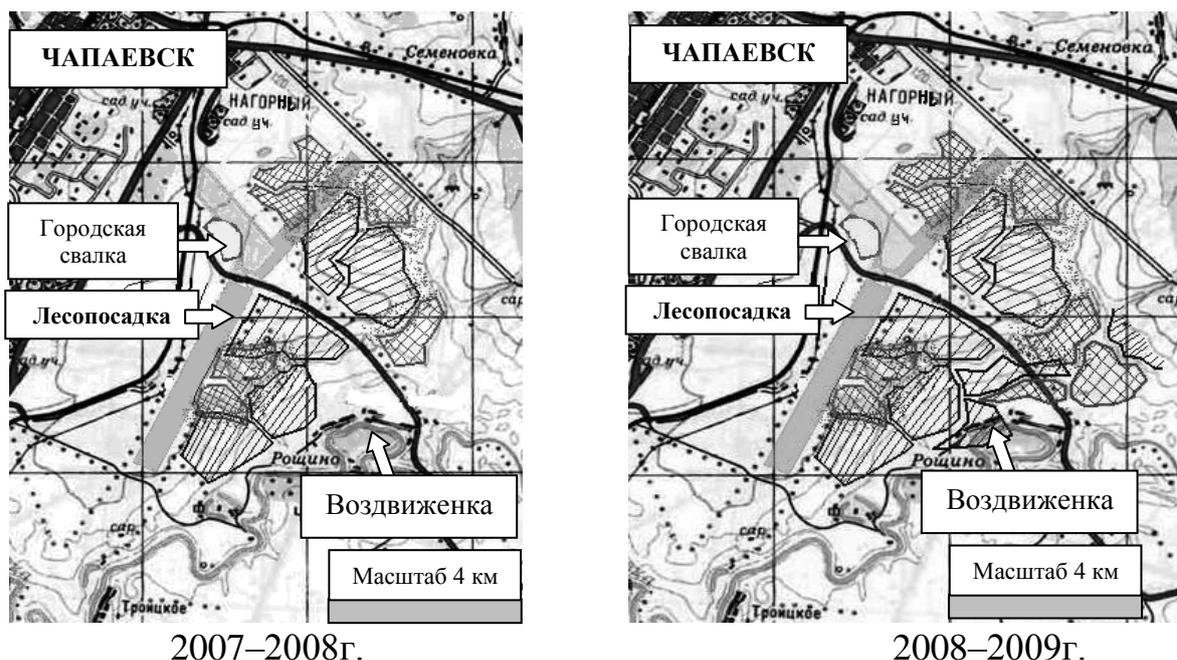


Рис. Схема расположения индивидуальных участков особей лисицы

-  – индивидуальные участки самок
-  – индивидуальные участки самцов

Следует отметить, что общая продуктивность кормовых участков самок не меньше, чем у самцов. Кормовые участки самцов и самок, наиболее удаленные от села Воздвиженка, перекрываются (самцы допускают самок на занимаемые ими участки). При этом участки самцов никогда не перекрываются между собой (Склюев, 2009). Также не перекрываются участки лисиц выводка весны 2008 (как между двумя самцами, двумя самками, так и между самцами и сам-

ками), прилегающие вплотную к селу Воздвиженка. Самцы на данной территории используют для передвижения преимущественно свои следы, не пересекая следы другого самца. В плане пространственного распределения индивидуальных участков, прилегающих вплотную к сельским постройкам, характерно чередование, но даже в этом случае, самки предпочитают участки с овражком, кроме того, для данных участков характерна малая площадь (рис.).

Площади индивидуальных участков в районе села Воздвиженка в среднем составляют около 3,5 км² (от 2 до 2,5 км² – для самок; от 3 до 5 км² – для самцов), что в ряде публикаций соответствует уменьшению площади кормовых участков в годы обилия мышевидных грызунов (Руковский, 1988). Однако, участки, определенные для лисиц на данной территории, представляют собой постоянные угодья с достаточной кормовой базой, а не территории, временно занимаемые лисицей в связи со вспышкой численности мышевидных грызунов. Определяющим фактором, по-видимому, является хозяйственная деятельность человека. На территориях, прилегающих к селу Воздвиженка, ежегодно происходит посев различных сельскохозяйственных культур, преимущественно злаковых, которые являются кормовой базой для мышевидных грызунов.

Таблица

Количество реакций на 1000 м следовой дорожки

Группы реакций	Территория проведения исследований Агроценозы Красноармейского района	
	2007–2008	2008–2009
Общая сумма реакций	416	501
Двигательные реакции (перемещение от объекта к объекту)	202	243
Двигательные реакции (смена хода)	30	31 (10)*
Поисково-пищевые реакции	80	89
Реакции дискомфорта	8	7
Исследовательские реакции	36	42
Ориентировочные реакции	40	53
Территориальные реакции	4	11
Пассивно-оборонительные реакции	16	25

*В скобках указано количество остановок без видимой причины (от 31).

Плотность популяции увеличилась в связи с благоприятными условиями в 2006–2007 гг. (изменение агротехники и рост численности мышевидных грызунов) и отсутствием эпизоотий в 2007–2008. Также увеличение плотности популяции лисиц можно объяснить как компенсирующий фактор (Гиляров, 1990) в связи с критическим падением численности в 2000 г. Из-за отстрела в зимний период с использованием снегоходов; охота носила браконьерский характер (плотность составила 1 особь на 15–20 км², нормальная плотность для данной территории, учитывая изменение агротехнических мероприятий – 1 особь на 4–5 км²). В 2001–2003 плотность популяции лисиц составила 1 особь на 5 км². В 2005–2008 гг. наблюдается постепенное уменьшение участков до 3,5 км².

Анализ данных таблицы за 2007–2008 гг. показал, что общий уровень напряжения в популяции лисиц являлся невысоким, о чем свидетельствует

большое количество поисково-пищевых и исследовательских реакций, привязанных преимущественно к поисково-пищевым объектам; кроме того, отсутствовало передвижение лисиц без видимого объекта. В 2008–2009 гг. количество поисково-пищевых реакций также остается достаточно высоким, однако, заметен рост количества ориентировочных реакций (животные предпочитают не выходить за пределы своих участков, остаются в системе знакомых ориентиров). Количество территориальных реакций возросло в 2,75 раза. Наблюдается крайне высокая ценность потенциально-конкурентных и территориальных объектов, что также указывает на рост напряженности, вызванный увеличением численности популяции (также следует отметить большое количество остановок без видимой причины).

Таким образом, с ростом численности лисиц и плотности популяции, наблюдается рост напряженности, выражающейся в увеличении количества реакций определенного типа (ориентировочные, территориальные, двигательные, в том числе остановки без видимой причины), при этом высокую значимость (наравне с потенциально-пищевыми) приобретают потенциально-конкурентные и территориальные объекты. Важным проявлением поведенческой активности при увеличении плотности популяции (и уменьшении площадей кормовых участков, особенно прилегающих к селу) на исследуемой территории является увеличение числа пассивно-оборонительных реакций в 1,6 раза (табл.), при этом, данный тип реакций связан преимущественно со следами деятельности других лисиц (реакции на след, метку).

Из анализа проведенных исследований можно заключить, что популяция лисиц Красноармейского района Самарской области из-за увеличивающейся плотности переживает стресс, что служит основанием для предположения о вероятных эпизоотиях в данном районе. Возможно, следует регулировать численность лисиц в данном районе (ограничить численность до 1 лисицы на 4–5 км²).

Литература

- Гиляров А. М. Популяционная экология: Учеб. Пособие. М.: Изд-во МГУ, 1990. 191 с.
- Мозговой Д. П., Розенберг Г. С. Сигнальное биологическое Поле Млекопитающих: теория и практика полевых исследований. Самара: Самарский ун-т, 1992. 119 с.
- Наумов Н. П. Биологические (сигнальные) поля и их значение в жизни млекопитающих. В кн.: Успехи современной териологии. М.: Наука, 1977. С. 93–110.
- Наумов Н. П. Сигнальные (биологические) поля и их значение для животных // Журн. общей биол., 1973. т. 34, № 6.
- Руковский Н. Н. По следам лесных зверей. 2-е изд., перераб. М.: Агропромиздат, 1988. 175 с.: ил.
- Склюев В. В. Исследование состояния популяции лисицы Красноармейского района Самарской области // Известия Самарского НЦ РАН, т.11 № 1(4). Самара, 2009. С. 661–665.
- Формозов А. Н. Спутник следопыта. М.: Изд-во МГУ, 1989. 320 с.: ил.

К ПИТАНИЮ ДОМАШНЕЙ КОШКИ (*FELIS CATUS*) В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Н. Ляпунов, О. Н. Ляпунова

Вятская государственная сельскохозяйственная академия, owls_bats@mail.ru

Домашняя кошка является одомашненной формой степного кота (Павлинов и др., 2002). Материалом для данного сообщения послужили сборы и наблюдения непосредственно с территорий г. Кирова и пгт. Торфяной Оричевского района, а также литературные данные.

Питание домашней кошки изучалось нами методом отбора пойманной добычи и последующим её определением. Отмеченные нами жертвы домашней кошки и их относительная встречаемость представлены в табл. 1.

Преобладание обыкновенной полёвки и обыкновенной бурозубки в добыче кошки объясняется их высокой численностью в местах исследований. В свою очередь виды с невысокой численностью, такие как полёвка-экономка, мышь-малютка, малая бурозубка, а также летучие мыши из-за трудностей последних в поимке, довольно редко служат объектами питания этого хищника.

Один из самых многочисленных на территории Кировской области видов грызунов – рыжая полёвка в питании кошки играет незначительную роль. На наш взгляд это связано с тем, что эти грызуны населяют главным образом различные леса и не встречаются вовсе на открытых пространствах в окрестностях населённых пунктов, либо имеют здесь низкую численность. Это подтверждается результатами наших отловов мелких млекопитающих на территории города Кирова, где рыжая полёвка встречалась в очень небольших количествах.

Низкий процент встречаемости серой крысы в питании кошки, возможно, объясняется тем, что далеко не каждая кошка способна физически справиться с крысой.

Из птиц домашние кошки ловили щегла (*Carduelis carduelis*), пеночку (*Phylloscopus sp.*), полевого воробья (*Passer montanus*) и чёрного стрижа (*Apus apus*). Один раз нами было отмечено поедание кошкой сизого голубя (*Columba livia*). По литературным данным жертвами кошек могут быть и другие виды птиц. Например, в августе 2009 г. одноглазым котом в Орловском районе была поймана окольцованная птица, похожая на дрозда (Семакина, 2009).

У пойманных животных кошки, обычно, отъедали переднюю часть тела. Несколько раз мы находили один кишечник. Интересно отметить, что представителей отряда насекомоядных (кротов и бурозубок) в подавляющем большинстве случаев мы находили нетронутыми. По личным сообщениям жителей пос. Вишкиль, иногда кошки поедали у пойманных ими кротов только голову. Сходным образом поступают и другие звери, в частности, представители семейства псовых (собака домашняя и лисица обыкновенная) и куньих (горностаи), бросающих бурозубок и кротов на месте поимки.

Жертвы домашней кошки

Вид жертвы	Относительная встречаемость, %
Класс Reptilia	
Ящерица живородящая <i>Lacerta vivipara</i>	2.9
Класс Aves	
Отряд Воробьинообразные <i>Passeriformes</i>	11.6
Класс Mammalia	
Отряд Насекомоядные – <i>Insectivora</i>	
Малая бурозубка <i>Sorex minutus</i>	2.9
Обыкновенная бурозубка <i>Sorex araneus</i>	11.6
Крот европейский <i>Talpa europaea</i>	8.7
Отряд Рукокрылые (Chiroptera)	
Северный кожанок <i>Eptesicus nilssoni</i>	5.8
Ночница Брандта <i>Myotis brandti</i>	5.8
Отряд Грызуны <i>Rodentia</i>	
Обыкновенная полёвка – <i>Microtus arvalis</i>	20.3
Полёвка-экономка <i>Microtus ocoenomus</i>	2.9
Рыжая полёвка <i>Clethrionomus glareolus</i>	2.9
Мышь-малютка <i>Micromys minutus</i>	5.8
Мышь домовая <i>Mus musculus</i>	5.8
Мышь полевая <i>Apodemus agrarius</i>	5.8
Серая крыса <i>Rattus norvegicus</i>	5.8

Таким образом, домашняя кошка является довольно активным хищником, в пищевом рационе которого встречаются представители 3 классов и 6 отрядов различных животных. Исходя из этого, необходимо учитывать её влияние на окружающий мир, особенно в местах её наибольшей численности – непосредственно на территориях и в окрестностях населённых пунктов.

Литература

Павлинов И. Я., Крускоп С. В., Варшавский А. А., Борисенко А. В. Наземные звери России. Справочник-определитель. М.: изд-во КМК, 2002. 298 с.

Семакина А. Вятские коты охотятся на птиц из Лондона // Источник новостей. 11 сентября. 2009. С. 5.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИХ МУЗЕЕВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОСТУПНОСТИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ ПО БИОБЕЗОПАСНОСТИ

*Л. Р. Мутшвили, Е. С. Клюкина, С. П. Ашихмин, О. Б. Жданова,
А. К. Мартусевич, О. А. Пестрикова, А. Г. Мешандин
Кировская государственная медицинская академия,
Вятская государственная сельскохозяйственная академия*

В историческом аспекте в паразитологии, как и в других биологических науках, постоянно возникала потребность в гельминтологических музеях, которые были бы открыты не только для узких специалистов, но и для всех желающих

щих, интересующихся проблемами биологии, экологии и валеологии. В этой связи разрабатывались функционально удобные способы и методы фиксации гельминтов, а также накапливание и длительное хранение сведений о гельминтах. Еще академиком К. И. Скрябиным и его учениками был разработан минимум учитываемых параметров для представления гельминта в коллекции музея. Первоначальным инструментом являлись инвентарные книги, куда записывались данные, характеризующие каждый коллекционный препарат, которые с течением времени превратились в многотомное рукописное собрание. В 2009 году разработан компьютерный каталог коллекции ВИГИС, работающий в реляционной системе управления базами данных «Microsoft Access 2000» [3].

Компьютерный каталог препаратов применяется в текущей научной, учебной и просветительской работе ВИГИС, является востребованным и достаточно надежным (Хрусталева, Москвин, 2009). Кроме того, появились новые информационные технологии, которые позволяют значительно дополнить и расширить существующие знания о гельминтах. С этой целью применили кристаллографические методы исследования – совокупность методологических подходов к извлечению информации о метаболизме (и гомеостазе) организма и/или его частей, основанных на феномене свободного или инициированного базисными веществами различного химического состава кристаллообразования высушенного жидкого или приводимого в жидкое состояние биологического материала с последующей интерпретацией результатов кристаллогенеза. Если метод классической кристаллоскопии позволяет рассмотреть особенности свободного («собственного») кристаллогенеза оцениваемой биологической жидкости, то для выявления *инициаторного потенциала* – совокупной и обобщенной характеристики любого биосубстрата, касающейся его возможности оказывать влияние на кристаллообразование тестового базисного вещества (веществ) – применяются тезиграфические методы. Наиболее информативными из них являются используемые в данном регламенте сравнительная и дифференциальная тезиграфия.

Метод сравнительной тезиграфии включает сопоставление результата кристаллизации смеси «биологическая жидкость – базисное вещество» с кристаллообразованием чистого базисного вещества. В целях сохранения единства условий кристаллогенеза обоих оцениваемых образцов производится их высушивание на одном стекле, чем нивелируются как кондициональные (температура, влажность, побочные потоки воздуха, различные электромагнитные поля и т. д.), так и прочие (степень шероховатости стекла, наличие дополнительных центров кристаллообразования, отклонение стекла от горизонтальной плоскости при кристаллизации и т. д.) условия.

Мы предприняли попытку (для дополнения сведений о гельминтах) провести анализ кристаллографических портретов биологических субстратов паразитов, как собственной кристаллизации, так и в системах паразит-хозяин, паразит-дезинфектант.

К настоящему времени уже установлены некоторые закономерности реагирования кристаллов биологических сред на различные воздействия:

– электромагнитное поле и высокочастотные излучения (Минц и др., 1989; Скопинов и др., 1989) [1, 4];

– дегидратацию в условиях вакуума и различные температурные режимы (Chernov, 1998);

– способ удаления жидкой части среды и изоляцию высушиваемого образца от внешней среды (Антропова, Габинский, 1997) [4].;

В большинстве случаев специалисты ограничиваются исследованиями, проводимыми *in vitro* (на стекле) с использованием искусственно созданных растворов, но их с некоторым приближением можно экстраполировать на реакции жидких сред организма человека [1, 2].

Путем проведения тезиокристаллоскопического теста (базисное вещество – 0,9% раствор хлорида натрия) нами произведено изучение характера кристаллообразования биологических жидкостей систем паразит-хозяин и паразит-дезинфектант. Равные количества субстратов забирались на кристаллоскопическое и тезиграфическое исследования, выполнявшиеся одновременно на одном стекле. Для тезиграфического теста на стекло совместно наносились биожидкость и базисное вещество в соотношении 1:1.

Оценка кристаллоскопических и тезиграфических картин осуществлялась в соответствии с оригинальным алгоритмом (Мартусевич, 2005). В качестве наиболее информативных критериев описания результатов собственного кристаллообразования сыворотки крови и мочи выбраны индекс структурности (ИС), отражающий сложность формирующихся кристаллических структур; кристаллизуемость (К), являющаяся основным количественным параметром оценки, и степень деструкции фации (СДФ), указывающая на «правильность» кристаллогенеза и рассматриваемая нами как первичный качественный показатель кристаллоскопической картины.

Для выявления дозозависимых эффектов ОФР на инициаторный потенциал применялись также три основных параметра: основной тезиграфический коэффициент Q , количественно визуализирующий направленность и выраженность инициации; кристалличность (K_p), отображающая сложность организации элементов картины (по балльной шкале, связанной с превалирующими классами структур – аморфными телами, одичными кристаллами и дендритами) и описанная выше степень деструкции фации (СДФ).

Общая картина распределения показателей кристаллоскопии и сравнительной тезиграфии с использованием в качестве базисного вещества кристаллоскопически инертного кристаллообразователя позволила установить, что наличие паразита приводит к изменению как кристаллогенных свойств, так и инициаторного потенциала. В целом, все гельминты являются активными инициаторами кристаллогенеза биосреды. Причем эта динамика не носит монотонного характера: на изученном диапазоне концентраций она демонстрирует двухволновую зависимость показателей тезиокристаллоскопии от количества и вида гельминтов. В целом сопоставление базы данных гельминтов и кристаллоскопических портретов предоставляет возможность повышения эффективности справочно-информационного обслуживания специалистов паразитологов и эпидемиологов.

Не менее актуальным является вопрос дешевой и экологически безопасной фиксации гельминтов. Многие применяемые в настоящее время растворы для фиксации, дезинфекции в своем составе имеют формалин в различных концентрациях, который обладает сильной бактерицидной способностью, дубящим эффектом, относительной дешевизной, удобством хранения и транспортировки. Наряду с перечисленными преимуществами формалин имеет и ряд недостатков: угнетает обмен веществ, в первую очередь витамина С и инактивирует ферменты в органах и тканях человека, работающего с данным раствором; летуч, имеет резкий запах, пары которого вызывают раздражение слизистых оболочек, сухость при непосредственном контакте с ним в практике; обладает мутагенным свойством; биологические объекты, зафиксированные формалином, теряют подвижность и эластичность, меняют прижизненную окраску при длительном хранении в растворе, нередко, органы покрываются плесенью; формалин следует хранить в защищающих от света коричневых склянках и при температуре не ниже 9⁰, иначе постепенно образуется белый осадок.

Оптимальное сохранение патматериала и качественную дезинфекцию должен обеспечить консервант, обладающий способностью ингибировать ферментную активность протеаз не только клеток консервируемых объектов для предотвращения аутолиза, но ферментных систем микроорганизмов для предупреждения бактериальной инвазии. В результате проведенных исследований установлено, что азидные производные обладают достаточными антибактериальными свойствами. Кроме того, растворы азидных производных не летучи, экономически выгоднее в несколько раз растворов 10% формалина и могут транспортироваться также в сухом виде, не имея температурных ограничений. В связи с чем мы предприняли попытку применения данного препарата для сохранения препаратов в паразитологических музеях. Сохранение биологических образцов проводили в течение 14 месяцев. Фиксировали трупный секционный материал органов человека и животных, в которых обнаружены паразиты (печень, почка, сердце, легкое, не позднее суток после наступления смерти).

При консервации использовали растворы, с процентным содержанием 0,3% и 0,5%. Органы в физиологическом растворе с азидными производными сохраняют прижизненную окраску, форму и консистенцию, а ткань легкого не утрачивает своей воздушности на протяжении указанных сроков фиксации. Замена растворов производится в соответствии с результатами кристаллоскопического анализа. Так, при уменьшении концентрации дезинфицирующего средства наблюдаются значительные сдвиги по параметрам, которые могут быть использованы для идентификации средства с учетом его концентрации в растворе и контроля качества используемого раствора (определении степени чистоты и соответствия его концентрации требуемым величинам). Контроль качества проводится через каждые 4 мес.

Таким образом, в настоящее время имеются широкие информационно-технические возможности совершенствования работы паразитологических музеев, что позволяет каждому человеку получать полную и достоверную информацию по биобезопасности, в частности по распространению гельминтозов,

опасности их для здоровья и методах профилактики и диагностики и, в итоге, воспитания культуры здоровья населения.

Литература

1. Мартусевич А. К. Информационная физико-биохимическая теория кристаллизации как отражение морфологии биологических жидкостей // Бюллетень сибирской медицины. 2005. Т. 4. Приложение 1. С. 185.
2. Мартусевич А. К., Жданова О. Б. Тезиокристаллоскопический «паттерн» биологических жидкостей у людей и животных в норме и при паразитозах // Тез. докл. V Молодежной научной конференции Института физиологии Коми НЦ УрО «Физиология человека и животных: от эксперимента к клинической практике». Сыктывкар. 2006. С. 148–151.
3. Хрусталеv А. В., Москвин А. С., Каталог коллекции ВИГИС // Теория и практика борьбы с паразитозами. 2009. Вып. 10 С. 412.
4. Skopinov S. A., Antropova I. P., Tarakhtyi E. A. // Mol. Mat. 1994. Vol. 4. P. 339–343.

Научное издание

**Проблемы региональной экологии
в условиях устойчивого развития**

Материалы

*Всероссийской научно-практической конференции
1–2 декабря 2009 г.*

ВЫПУСК VII

Редакторы: Т. Я. Ашихмина, Н. М. Алалыкина

Верстка: Е. М. Кардакова

Технический редактор:

Допечатная подготовка: ООО «ВЕСИ»

Подписано к печати 9.11.09. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать офсетная
Усл. п. л. 20,68. Тираж 250 экз. Заказ 182

Вятский государственный гуманитарный университет,
610002, г. Киров, ул. Красноармейская, 26.

Отпечатано в типографии «ВЕСИ», г. Киров, ул. Большевиков, 50а.