

На правах рукописи



ДУНАЕВА Татьяна Анатольевна

**ЛИШАЙНИКИ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ
И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ
В МОНИТОРИНГЕ ПРИРОДНЫХ СРЕД**

Специальность 03.02.08 – экология (биология)

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Пенза – 2012

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования “Пензенская государственная сельскохозяйственная академия” на кафедре “Биология и экология”.

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор
Иванов Александр Иванович

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор,
профессор кафедры «Зоология и экология»
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный
педагогический университет им. В.Г. Беллинского»
Мазей Юрий Александрович;

доктор биологических наук, профессор,
профессор кафедры «Ботаника и физиология
растений» ФГБОУ ВПО «Мордовский
государственный университет им. Н.П. Огарёва»
Силаева Татьяна Борисовна

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный
университет имени Н.Г. Чернышевского»

Защита состоится 22 марта 2012 г. в 16 часов на заседании диссертационного совета ДМ 212.337.02 при Пензенской государственной технологической академии по адресу: 440039, г. Пенза, пр. Байдукова / ул. Гагарина, д. 1а /11.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО “Пензенская государственная технологическая академия”.

Автореферат разослан “21” февраля 2012 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Яшкин Михаил Ильич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Одним из важнейших способов оценки состояния окружающей среды является биоиндикация. В отличие от других способов она позволяет давать оценку хронического воздействия неблагоприятных факторов, в том числе и химического загрязнения. С помощью биоиндикации можно проследить последствия длительного воздействия того или иного поллютанта в ультрамалых концентрациях, находящихся за пределами чувствительности приборов. Кроме того, биоиндикация позволяет оценить суммарный эффект комплекса неблагоприятных факторов (Иванов, 2007).

Важными объектами с точки зрения оценки состояния окружающей среды являются лишайники (Бязров, 2002; Инсаров, 1989, Отнюкова, 2008). В силу своих биологических особенностей они более чувствительны к загрязнению воздуха, чем высшие растения, что объясняется особенностями их организации. В связи с отсутствием корней они получают воду и элементы питания из жидких и твёрдых атмосферных выпадений и соответственно аккумулируют содержащиеся в них поллютанты. Последние могут оказывать существенное влияние на морфологические и биохимические признаки слоевищ, что и используется в биоиндикации. Кроме того, лишайники доступны для наблюдений в течение всего года, что делает их очень удобными объектами для использования в биомониторинге.

Одной из важнейших проблем обеспечения экологической безопасности Пензенской обл. является организация системы экологического мониторинга объекта уничтожения химического оружия (УХО) в окрестностях пос. Леонидовка. В ходе разработки программы мониторинга состояния растительного и животного мира возникла проблема включения в неё раздела лишайноиндикации, что в итоге определило цель и необходимость выполнения данной диссертационной работы.

Цели и задачи исследования.

Цель работы – изучение экологических особенностей лишайников Пензенской обл. и определение возможностей их применения в мониторинге окружающей среды и особо опасных промышленных объектов.

В ходе выполнения работы решались следующие научные задачи:

1. Изучить видовой состав лишайников Пензенской обл. и выявить структуру жизненных форм и эколого-субстратных групп лишайнофлоры.
2. Изучить лишайнофлору селитебных территорий и воздействие антропогенных нагрузок на видовой состав и численность лишайников.
3. Выявить редкие исчезающие виды, нуждающиеся в охране.
4. Изучить видовой состав лишайников в зоне защитных мероприятий (ЗЗМ) объекта УХО в пос. Леонидовка Пензенской обл.; выделить виды-индикаторы, перспективные для биомониторинга.
5. Выяснить влияние химического стресса на физиологические и биохимические показатели индикаторных видов лишайников.

6. Изучить процесс накопления общего фосфора в слоевищах лишайников в ЗЗМ объекта по уничтожению фосфорорганических боевых отравляющих веществ.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Лихеноиндикация в экологическом мониторинге химически загрязненной территории предполагает комплексную оценку всей лишайнофлоры и состояния видов-индикаторов. Перспективными с точки зрения биомониторинга являются два эпифитных вида: *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. и *Parmelia sulcata* Taylor.

2. Наиболее уязвимыми и неустойчивыми к антропогенным нагрузкам в Пензенской обл. являются 18 видов лишайников: *Cetraria ericetorum* Opiz., *Cladonia acuminata* (Ach.) Norrl., *Usnea florida* (L.) Wigg. и др.

3. Химический стресс вызывает у лишайников ответную реакцию на физиологическом и биохимическом уровнях – изменение количества пигментов, флуоресценции хлорофилла и накопления малонового диальдегида.

4. При загрязнении воздуха фосфором, лишайники накапливают в слоевищах этот элемент.

Научная новизна.

Обобщены все имеющиеся сведения о лишайнофлоре Пензенской обл., составлен аннотированный список, включающий 256 видов. Девять видов впервые отмечены на территории Пензенской обл. Выявлены виды-индикаторы для использования в системе биомониторинга. Составлен список лишайников, включающий 18 редких, наиболее чувствительных к техногенному воздействию, видов для второго издания Красной книги Пензенской обл. Впервые использованы методы лишеноиндикации в мониторинге процесса эксплуатации объекта УХО. Исследовано накопление общего фосфора и малонового диальдегида, изучены изменения содержания пигментов и флуоресценции хлорофилла в слоевищах лишайников с территории ЗЗМ объекта УХО и мест прошлого уничтожения (МПУ) химического оружия в Пензенской обл.

Научно-практическая значимость.

Выполненные фоновые обследования лишайнофлоры территории ЗЗМ объекта УХО послужили исходной базой для осуществления биомониторинга объекта УХО в пос. Леонидовка Пензенской обл. Для использования в качестве объектов биоиндикации данной территории рекомендованы 2 эпифитных вида – *Hypogymnia physodes* и *Parmelia sulcata*. Материалы диссертации, сформулированные в ней научные положения и выводы, могут найти применение в работе природоохранных организаций при оценке состояния естественных и урбанизированных территорий, организации многолетнего биомониторинга. На основе анализа экологии и распространения видов составлен раздел “Лишайники” для Красной книги Пензенской обл., выход которой планируется в 2012 г.

Апробация работы.

Материалы диссертации докладывались и обсуждались на Международной научно-практической конференции “Роль почв в сохранении устойчивости ландшафтов и ресурсосберегающее земледелие” (Пенза, 2005), Всероссийской научно-практической конференции “Охрана биологического разнообразия и

развития охотничьего хозяйства России” (Пенза, 2005), Международной конференции молодых ботаников (Санкт-Петербург, 2006), Всероссийской научно-практической конференции “Мониторинг природных экосистем в зонах защитных мероприятий по уничтожению химического оружия” (Пенза, 2007), Всероссийской научно-практической конференции “Мониторинг природных экосистем” (Пенза, 2010), Всероссийской научно-практической конференции “Мониторинг экологически опасных промышленных объектов и природных экосистем” (Пенза, 2011), заседаниях кафедры биологии и экологии Пензенской государственной сельскохозяйственной академии (Пенза, 2004–2011 гг.).

Реализация и внедрение результатов работы.

Результаты работы используются в организации государственного экологического мониторинга объекта УХО в Пензенской обл. Изученные и апробированные методики включены в Порядок проведения мониторинга растительного и животного мира на территории санитарно-защитной зоны и ЗЗМ объекта УХО в пос. Леонидовка Пензенской обл. Материалы диссертации использованы для составления раздела “Лишайники” второго издания Красной книги Пензенской обл., выход которой планируется в 2012 г. Внедрение подтверждено соответствующими актами.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 работ, в том числе 3 статьи в изданиях, входящих в перечень ведущих научных журналов ВАК.

Личный вклад автора. Все результаты, составляющие содержание диссертации, получены диссертантом самостоятельно. Научному руководителю принадлежат разработка концепции решаемой проблемы и постановка задачи исследования. Автор лично осуществлял сбор полевого материала на территории Пензенской обл., самостоятельно провел определение видов, химико-аналитические анализы, а также статистическую обработку данных. В совместных публикациях вклад автора составил 60–70 %.

Структура и объем диссертации. Работа изложена на 120 страницах основного текста, состоит из введения, 4 глав, выводов, списка литературы и приложений. Список литературы включает 251 источник, в том числе 73 – на иностранных языках. Работа иллюстрирована 35 рисунками и 7 таблицами.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В разделе рассмотрены имеющиеся данные о флоре лишайников Пензенской обл. Описаны основные аспекты использования лишайников как объектов индикации состояния окружающей среды. Приводится обзор работ, посвященных изменениям морфологических, физиологических и биохимических параметров лишайников в условиях антропогенного воздействия.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И РАЙОНЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Характеристика района исследования

Пензенская обл. расположена в зоне лесостепи правобережного Поволжья, на западных склонах Приволжской возвышенности (Мильков, 1953). Ее

поверхность имеет характер холмистой равнины. Климат умеренно континентальный: средняя температура января $-12,1$ °С, июля $+20,5$ °С. Осадки по территории обл. распределяются неравномерно: от 300 на юге до 600 мм в год на северо-востоке. В Пензенской обл. к зональным типам растительности относятся луговые степи, широколиственные и широколиственно-сосновые леса. Леса занимают 22,4 % от общей площади Пензенской обл. Они представлены в центральной и южной частях региона кленово-липовыми дубняками с участием ясеня, в восточной части сосновыми лесами, и производными от них липняками, березняками и осинниками. Для речных пойм характерны дубовые и черноольховые леса, а также луговые сообщества (Иванов, 2011).

Исследования, касающиеся использования лишайников в экологическом мониторинге, проводили на территории ЗЗМ объекта УХО и контрольной территории участка заповедника “Приволжская лесостепь” “Верховье Суры” (северо-восток обл., Кузнецкий р-н). Территория ЗЗМ располагается к востоку от г. Пензы в пределах отделяемого излучиной р. Суры Засурского плато. Для нее характерно господство лесной растительности сосновых и производных от них лиственных лесов. На серых лесных почвах, формирующихся на каменистых породах – опоках и песчаниках, преобладают сложные сосняки, древостои которых состоят, в основном, из сосны с небольшой примесью березы и осины, дуба, липы, реже – клена платановидного. Кроме этого, распространены сосняки лишайниковые и лишайниково-зеленомошные, представляющие собой культуры различного возраста. В пределах границ ЗЗМ объекта УХО располагаются МПУ химического оружия, где в конце 50-х начале 60-х гг. прошлого века проводилось уничтожение устаревших образцов боеприпасов. По данным химического анализа в почве и верхних горизонтах грунта обнаружены “следы” альфа-люизита, большое количество цис- и транс-изомеров бета-хлорвиниларсиноксида, полихлорированных дибензодиоксида и дибензофурана. Содержание мышьяка в поверхностных горизонтах почвы до глубины 0,4 м превышает ПДК в тысячи раз, на глубине 5 м – в сотни раз (Иванов и др., 1999, 2000).

2.2. Материалы и объекты исследования

Материалом для работы послужила коллекция лишайников, собранных автором в течение полевых сезонов 2004–2011 гг. на территории Пензенской обл., литературные данные (Еленкин, 1906–1911; Спрыгин, 1908, 1923, 1986; Штукенберг, 1917, 1926, 1950; Андреев, 1999; Шустов, 2002, 2003), образцы лишайников гербариев ПГПУ им. Белинского и заповедника “Приволжская лесостепь”, а также результаты экспериментальных исследований стрессовых реакций лишайников.

2.3. Методы исследования

В работе использовались полевые и лабораторные методы. Исследования по выявлению видового состава лишайников, проводили с 2004 по 2011 гг. с использованием локально-маршрутного метода, при этом было охвачено большинство районов области и территория г. Пензы. Экотопологическое разнообразие местности определялось визуально. Изучение эпифитной лишайниковой флоры

проводилось на наиболее доступных частях стволов деревьев: от основания ствола до 2 м. Материалы обрабатывались по общепринятой методике с использованием отечественных и иностранных сводок. Для определения сходства лишенофлоры Пензенской обл. с флорами лишайников других территорий применялся коэффициент сходства Серенсена-Чекановского (Шмидт, 1984).

Оценку встречаемости и проективного покрытия проводили по трансекте от центрального, наиболее загрязнённого района г. Пензы по данным penza-meteo.ru (ПНЗ 3, пересечение улиц Долгова и Чехова) до районов на окраине и лесных массивов. Для каждого района проведена оценка лишенофлоры на площадках 300×300 м. Встречаемость и проективное покрытие учитывали на 3 доминирующих породах изучаемой территории (d ствола не менее 35 см): сосна обыкновенная, липа сердцевидная и берёза повислая.

При выделении статуса редкости и уязвимости таксонов использованы категории, применяемые в последнем издании тома “Растения и грибы” Красной книги Российской Федерации (Красная книга, 2008).

Описание и оценка состояния лишенофлоры ЗЗМ, с целью биомониторинга производилась в соответствии с системой пробоотбора Регионального центра государственного экологического контроля и мониторинга по Пензенской обл. На каждой из площадей, размером 20×20 м, проводились описания лишенофлоры с указанием проективного покрытия и встречаемости. Проведено описание 120 модельных площадок, в том числе МПУ химического оружия. Изучено более 200 экземпляров лишайников. Отбор проб для лабораторных исследований производили в летний период (июнь) ежегодно с 2009 по 2011 г. Для отбора проб были использованы площади на территории ЗЗМ, расположенные в 4 направлениях по сторонам света от объекта УХО в радиусе 12,5 км. Аналогичные исследования проведены на образцах лишайников с МПУ химического оружия. В работе по определению содержания пигментов использовали стандартную методику спектрофотометрического анализа ацетоновой вытяжки пигментов (Практикум по физиологии растений, 1990). Оценку уровня флуоресценции хлорофилла проводили на приборе флюорат-02 ПАНОРАМА при разрешении 670, возбуждении 430 (Гавриленко и др., 2003). Интенсивность перекисного окисления липидов оценивали по накоплению в тканях продукта этого процесса – малонового диальдегида (Владимиров, 1972; Малый практикум по физиологии растений, 1994; Лукаткин, 2002). Измерения проводили на приборе “Фотометр” КФК-3-01. Изучение содержания общего фосфора в образцах лишайников территории ЗЗМ объекта УХО проводили фотометрическим методом по ГОСТ 26657-97.

Контролем в исследованиях использовались пробы, отобранные на территории, условно неподвергающейся антропогенному воздействию – участке заповедника “Приволжская лесостепь” “Верховье Суры”. Обработку статистического материала проводили с использованием пакетов программ MS Excel 2002, STATISTICA 6.0. Для оценки достоверности различий исследованных параметров использовали критерий Манна-Уитни (Гланц, 1988).

ГЛАВА 3. АНАЛИЗ ЛИХЕНОФЛОРЫ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Лишайники, в силу своих биологических особенностей, являются уязвимым компонентом биоценозов. Важность проведения флористических и таксономических исследований лишайников обусловлены отсутствием полных данных по флоре лишайников Пензенского региона, в то время как под влиянием увеличивающегося антропогенного воздействия происходит стремительное разрушение естественных местообитаний этих чувствительных к стрессам организмов, сокращение численности и, нередко, исчезновение видов. В связи с этим первоначальным этапом работы было изучение видового разнообразия лишайников территории Пензенской обл. и их эколого-биологических особенностей.

3.1. Таксономический анализ лишенофлоры

Флора лишайников региона представлена 256 видами отдела Ascomycota, относящимися к 11 порядкам, 30 семействам и 70 родам. Основу лишенофлоры составили лишайники порядка Lecanorales, насчитывающего 196 видов (77 % от общего числа видов). Уровнем видового богатства выше среднего обладают шесть семейств: Parmeliaceae, Cladoniaceae, Physciaceae, Lecanoraceae, Ramalinaceae, Teloschistaceae, что характеризует их как наиболее полиморфные семейства района исследования. Ведущими являются 21 род – *Arthonia*, *Bacidia*, *Biatora*, *Bryoria*, *Buellia*, *Caloplaca*, *Chaenotheca*, *Cladonia*, *Hypogymnia*, *Lecidea*, *Lekania*, *Lekanora*, *Melanelia*, *Micarea*, *Phaeophyscia*, *Physcia*, *Physconia*, *Peltigera*, *Ramalina*, *Rinodina* и *Usnea*, объединяющие 183 вида или 71 % от общего числа лишайников. Состав ведущих родов, как и спектр ведущих семейств, отражает экотонный характер лишенофлоры, что согласуется с природными условиями региона.

3.2. Место лишенофлоры Пензенской области среди лишенофлор лесостепной и степной природных зон

Как показало сравнение флоры лишайников Пензенской обл. с лишенофлорами других областей Поволжья, она наиболее близка с видовым составом лишайников республики Мордовии и Ульяновской обл. В этих флорах общим компонентом является ядро эпифитных, широко распространенных видов, а также эпигейных представителей. Это обусловлено рядом причин: территории сравнимы по занимаемой площади и расположены довольно близко друг к другу, следовательно, незначительно различаются по климатическим показателям, но обладают разницей в наборе ценозов и субстратов, что и определяет некоторые различия между лишенофлорами.

3.3. Экологический анализ лишенофлоры

3.3.1. Состав жизненных форм лишайников

На изучаемой территории преобладают виды лишайников с накипной жизненной формой – 131 вид или 51 %. На втором месте по численности – кустистые лишайники, представленные в основном видами, характерными для лесных старовозрастных ценозов (26 %). Несколько меньшую долю составляют листоватые лишайники (23 %). Количественное превосходство лишайников с накипной жизненной формой является типичным как для лесных, так и для урбанизированных территорий. Это связано с тем, что физиологические и морфологические особенности такого типа слоевища дают преимущество перед другими

жизненными формами и способствуют заселению большого количества различных субстратов. Формирование сравнительно простого слоевища накипного типа требует меньшего количества ресурсов, чем формирование слоевищ иных жизненных форм. Это определяет способность представителей данных групп лишайников к обитанию в ценозах, испытывающих значительную антропогенную нагрузку (лесополосы, молодые лиственные и сосновые лесопосадки, парки, скверы, пригородные зеленые зоны и т.д.), а также устойчивость к загрязнению воздушного бассейна.

3.3.2. Приуроченность к субстрату

Лишайники разнообразны, по отношению к различным субстратам, поэтому в любом сообществе они находят местообитание, соответствующее их требованиям. Основу лишайнофлоры Пензенской обл. в настоящее время составляют эпифитные лишайники (172 вида или 67 % от общего числа видов), что, в первую очередь, связано с разнообразием лесных экотопов (рис. 1). Эпигейды и эпиксилы представлены примерно в равной степени – 21 и 18 % от общего числа видов соответственно. На четвертом месте по численности – эпилитная группа лишайников. Небольшая часть видов поселяется на мхах (3 %). Следует отметить, что данная трактовка предполагает совпадение видового состава групп. Распределение лишайников по эколого-субстратным группам хорошо отражает современные ландшафтно-фитоценотические особенности территории.

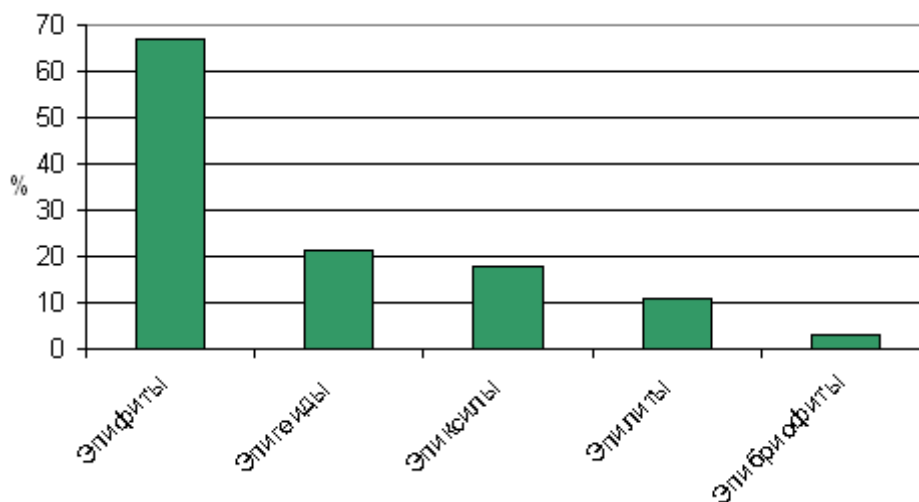


Рис. 1. Эколого-субстратные группы лишайников, %

3.4. Изучение встречаемости и проективного покрытия лишайников городской среды и прилегающих лесных территорий

Формирование селитебных лишайнофлор уже идет в условиях загрязнения, и онтогенез отдельных особей тесно связан с влиянием поллютантов. Поэтому для городской среды характерно невысокое видовое разнообразие и низкое проективное покрытие. Аналогичная ситуация отмечена при проведении исследований в Пензенской обл.

Лихеносинузии в зоне значительной антропогенной нагрузки ограничены пятью толерантными видами: *Caloplaca pyracea* (Ach.) Th. Fr., *Hypocenomyce scalaris*

(Ach.) M. Choisy, *Phaeophyscia orbicularis* (Neck.) Moberg., *Scoliciosporum chlorococcum* (Graewe ex Stenh.) Vězda., *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. Видовой состав лишайников на участках однообразен и, в основном, представлен накипными жизненными формами, что в очередной раз подтверждает наибольшую устойчивость накипного таллома к поллютантам. На многих деревьях лишайники не обнаружены. Распространение нитрофильных лишайников характерно для территорий, испытывающих сильное антропогенное влияние и в других регионах (Бязров, 2002; Малышева, 1996, 1999; Мучник, 1999). Загрязнение обычно приводит к отмиранию, редукции плодоношения, сокращению покрытия и численности видов. Однако оно способно вызывать обратные процессы. Нами отмечено расширение ареалов на территориях с повышенным загрязнением воздуха *Scoliciosporum chlorococcum*. По результатам исследований, накипной лишайник *S. chlorococcum* присутствует в центре г. Пенза, что является показателем его устойчивости к загрязнению атмосферы. Доминирование на данной территории накипных видов в очередной раз подтверждает устойчивость простого накипного слоевища к загрязнению атмосферы. Листоватый лишайник *Xanthoria parietina* развивается массово вдоль напряжённых автострад. Вероятно, этот вид в условиях высокой загазованности находится вне конкуренции со стороны менее устойчивых видов.

На территориях окраин г. Пензы, характеризующихся меньшим загрязнением, видовой состав лишайников увеличивается до 25 видов. Среди них 13 видов имеют накипной тип слоевища (*Biatora epixanthoides* (Nyl.) Diederich, *Caloplaca cerina* (Ehrh. ex Hedwig) Th. Fr., *Lecidella elaeochroma* (Ach.) M. Choisy) и 11 видов – листоватый тип (*Hypogymnia physodes*, *Parmelia sulcata*, *Melanelia exasperatula* (Nyl.) Essl., *Phaeophyscia nigricans* (Flörke) Moberg, *Physcia stellaris* (L.) Nyl., *Physconia distorta* (With.) J. R. Laundon, *Vulpicida pinastri* (Scop.) J.-E. Mattson et M.J. Lai и др.). Среди кустистых форм отмечен 1 вид – *Ramalina pollinaria* (Westr.) Ach. Доминирующее положение занимают *V. pinastri*, *P. sulcata* и *H. physodes*, встречаемость и проективное покрытие которых достигает 60 и 70 % соответственно. На основаниях стволов сосны и берёзы отмечена *V. pinastri*, очевидно это наиболее устойчивый вид, занимающий данную экологическую нишу. К тому же это единственный вид лишайника, который покрывает основания стволов в городской среде. Виды, характерные для этой экологической ниши – представители рода *Cladonia* Wigg. – появляются лишь в пригодных лесах зелёной зоны г. Пензы.

Во флоре лесного массива в пределах зелёной зоны г. Пензы появляются ещё виды, среди которых восемь имеют кустистый тип слоевища. Это – *Evernia mesomorpha* Nyl., *E. prunastri* (L.) Ach., *Ramalina farinacea* (L.) Ach. и др. Основания стволов покрывают *Cladonia coniocraea* (Flörke) Spreng., *C. cornuta* (L.) Schaer., *C. fimbriata* (L.) Fr. Их встречаемость и проективное покрытие не высокие и достигают 40,5 и 14,25 % соответственно. Наиболее благоприятные условия для них, учитывая исследованные параметры лишайников, складываются на территории заповедника “Верховья Суры”, что характерно для большинства представителей лишайнофлоры, за исключением “нитрофильных лишайников” центральных районов г. Пензы.

На территории лесных массивов, удалённых не менее чем на пять км от г. Пензы, увеличивается число кустистых форм лишайников как на основаниях стволов (*Cladonia gracilis* (L.) Willd.), так и на высоте 1,5 м от поверхности почвы (*Anaptychia ciliaris* (L.) Kütz., *R. farinacea*, *Usnea hirta* (L.) Weber ex F.H. Wigg.). Лихенофлора заповедника “Верховья Суры” наиболее богата и насчитывает 40 эпифитных видов. Среди них только на территории заповедника встречаются: *Pseudoevernia furfuracea* (L.) Zopf и *Parmelina tiliaceae* (Hoffm.) Hale. Общее проективное покрытие лишайников эпифитных видов достигает 100 %. Отмечена высокая встречаемость многих кустистых видов.

Таким образом, по мере продвижения по трансекте в сторону лесных массивов, а, следовательно, к зоне “чистого воздуха”, достоверно возрастает количество видов лишайников и проективное покрытие ($p < 0.05$). Отмечены достоверные отличия ($p < 0.05$) в проективном покрытии на основании ствола и на высоте 1,5 м между зоной с высокой степенью урбанизации (центр г. Пензы, пос. Свободный, пос. Ахуны) и зоной лесных массивов (рис. 2).

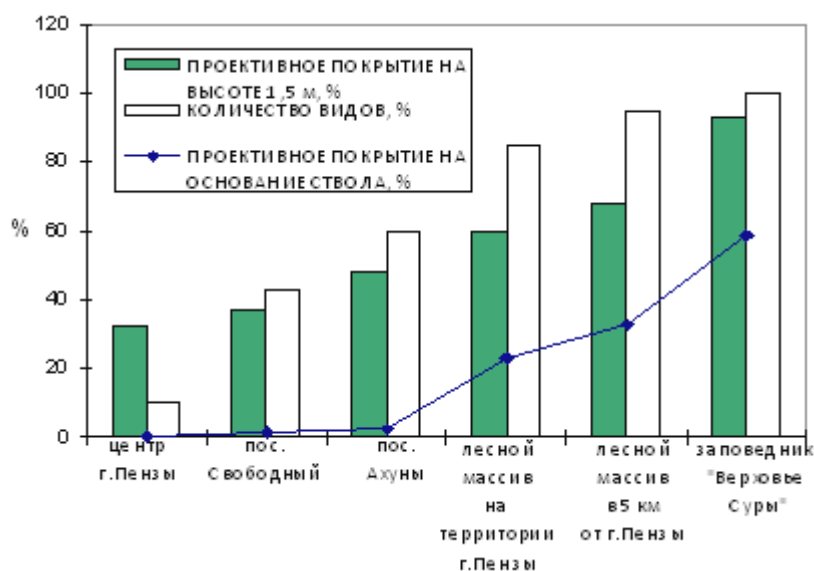


Рис. 2. Динамика изменения количества видов и проективного покрытия лишайников городской среды и лесных территорий

Развитие лишайников в основаниях стволов характерно для лесных территорий. В городской среде оно наблюдается достаточно редко. Для лесных массивов характерно покрытие оснований деревьев лишайниками преимущественно представителями рода *Cladonia*, которые при разрастании и размножении переходят с почвы на ствол. В условиях урбанизированной среды эпигейные виды не встречаются, преимущественно в связи с невозможностью развития на антропогенно изменённой почве. Поэтому на основаниях стволов переходят только эпифитные виды.

По литературным данным, кустистые формы лишайников являются наиболее чувствительными к загрязнению воздуха и характерны для ненарушенных территорий (Бязров, 2002). Данная ситуация отражена и на примере территорий г. Пензы и прилегающих лесных массивов (рис. 3).

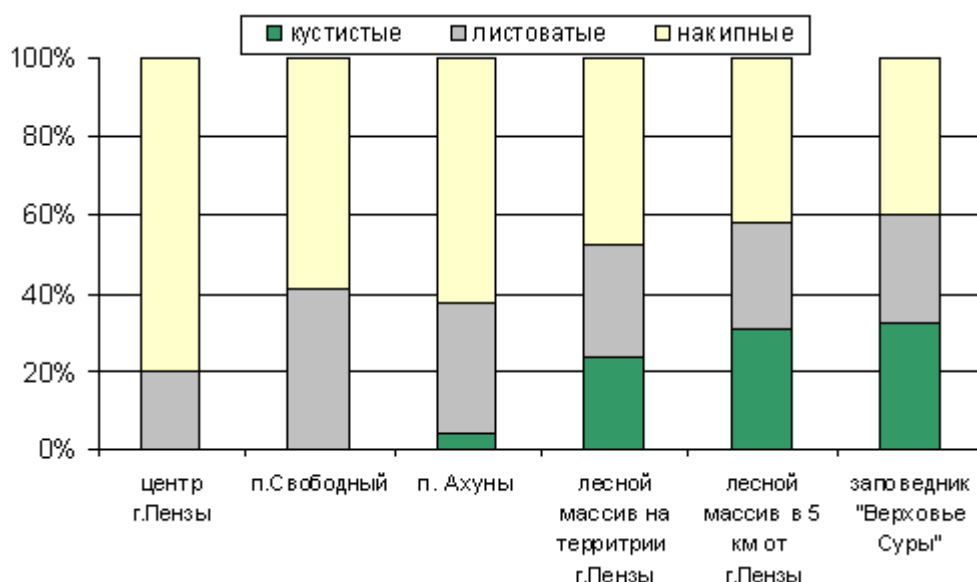


Рис. 3. Динамика изменения состава жизненных форм лишайников городской среды и лесных территорий

Для городской среды типичным является накипной и листоватый тип слоевища. По мере продвижения по трансекте к лесному массиву отмечено достоверное увеличение доли кустистых форм лишайников ($p < 0.05$). Для лесной зоны, в том числе на территории г. Пензы характерно равномерное распределение численности трёх типов слоевищ. Достоверных отличий в составе жизненных форм лишайников между лесным массивом на территории города и заповедной территорией не выявлено.

3.5. Редкие виды лишайников Пензенской области

В связи с тем, что лишайники являются группой организмов, обладающей повышенной чувствительностью к загрязнению и иным нарушениям окружающей среды, при составлении региональных Красных книг им должно уделяться особое внимание. Учитывая вышесказанное и принимая во внимание тот факт, что Красная книга Пензенской обл., Том 1 "Растения и грибы" (2002 г.) не содержит информации о лишайниках, создание списка редких видов лишайников в рамках нового издания Красной книги Пензенской обл., выпуск которой планируется в 2012 г., является актуальной для региона научной задачей.

Лишайники представляют собой достаточно разнородную группу, представители которой имеют различную биологию, морфологию и экологию. Как показывает анализ лимитирующих факторов, ведущих к сокращению численности локальных популяций, наиболее уязвимыми оказываются виды почвенных лишайников, т.к. наряду с теми факторами, которые действуют на эпифиты (в частности загрязнение воздуха, вырубка лесов), на них негативно влияют рекреационные нагрузки и выпас скота, а также лесные пожары, в том числе и низовые, которые практически полностью уничтожают лишайниковый покров. Ситуация усугубляется и тем, что почвенные лишайники занимают наиболее сухие местообитания под пологом сосновых лесов, где особенно высока веро-

ятность возгорания. В засушливые годы площадь, покрываемая ими, может сокращаться в десятки и сотни раз, что и произошло в аномально сухом и жарком 2010 г. Учитывая тот факт, что изидии и соредии, которыми преимущественно размножаются лишайники, значительно крупнее грибных спор, перенос их токами воздуха на дальние расстояния оказывается более затруднительным. Кроме того, по сравнению с высшими растениями лишайники растут очень медленно, и для восстановления занимаемой ими площади обычно требуется не один год. Каких-либо способов ускоренного восстановления лишайникового покрова в настоящее время не разработано, поэтому большинство напочвенных лишайников – обитателей сосновых лесов – в 2010 г. попали в разряд видов, резко сокративших свою численность. Важнейшим условием восстановления местобитаний, ранее занятых ими, является охрана оставшихся популяций. В связи с этим, при составлении списка редких видов лишайников для второго издания Красной книги Пензенской обл. этой группе было уделено особое внимание. В список вошли виды, как в целом редкие для Пензенской обл. (*Cetraria ericetorum*, *Cetraria islandica* (L.) Ach., *Cladonia acuminata*), так и виды, которые до 2010 г. были распространены несколько шире и в настоящее время их численность снижена (*Cladonia arbuscula* (Wallr.) Hale et W.L. Culb., *C. rangiferina* (L.) F. H. Wigg. и *C. stellaris*. (Opiz) Brodo). К редким видам отнесены три вида рода *Peltigera*: *P. canina* (L.) Willd., *P. lepidophora* (Nyl. ex Vain.) Bitter и *P. rufescens* (Weiss) Humb. А.Н. Окснер и О.Б. Блюм констатировали, что виды этого рода размещены очень неравномерно и являются редкими во всем мире (Окснер, 1971).

Среди лимитирующих факторов для эпифитных лишайников, приуроченных к старовозрастным климаксовым сообществам, в первую очередь следует указать все виды рубок, т.к. летальным для них может быть не только прямое уничтожение дерева, являющегося субстратом, но и изменение характера освещенности, влажности и других микроклиматических показателей в лесной экосистеме. Например, это подтверждается характером распространения *Usnea hirta* и *Pseudoevernia furfuracea*, которые наибольшую численность имеют в условиях Государственного заповедника “Приволжская лесостепь” на участке “Верховье Суры”, где отсутствует какое-либо антропогенное воздействие.

В состав списков для Красных книг целесообразно включать виды, растущие на редких для региона каменистых субстратах. Например, обнажения известняка и мела в силу геологических особенностей Пензенской обл. являются редкими. В связи с этим для включения во 2-е издание Красной книги рекомендованы четыре вида, растущие на карбонатных субстратах.

Всего для издания Красной книги Пензенской обл. нами рекомендованы 18 видов лишайников: *Cetraria ericetorum*, *C. islandica*, *Cladonia acuminata*, *C. arbuscula*, *C. subrangiformis* Sandst., *C. rangiferina*, *C. stellaris*, *Lecidea leucothallina* Arnold., *Peltigera canina*, *P. lepidophora*, *P. rufescens*, *Polysporina simplex* (Davies) Vezda., *Porpidia crustulata* (Ach.) Hertel et Knoph., *Pseudoevernia furfuracea*, *Rhizocarpon obscuratum* (Ach.) A. Massal., *Stereocaulon tomentosum* Fr., *Usnea florida*, *U. hirta*.

ГЛАВА 4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИШАЙНИКОВ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ЗОНЫ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ОБЪЕКТА УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ В ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Если предприятие строится среди лесного массива, как в случае с объектом УХО в пос. Леонидовка, объектом мониторинга становится сформировавшееся в течение длительного времени сообщество лишайников, обладающее определенной устойчивостью к неблагоприятным факторам. Учитывая, что изменения в биоразнообразии и морфологии лишайников возникают при длительном воздействии источника загрязнения, количественные методы лишеноиндикации в данном случае недостаточно информативны. Более показательными в этих условиях оказываются изменения физиологических и биохимических параметров лишайников, а также их элементного состава.

4.1. Эколого-биологические особенности лишайников изучаемой территории

Лихенофлора ЗЗМ объекта УХО представлена 73 видами лишайников. В отличие от городской среды, на этой территории доминируют кустистые виды – 34 вида, или 46,6 %, преимущественно представители рода *Cladonia*. Лишайников, относящихся к накипной форме – 24 вида или 32,9 %. Доля листоватых лишайников наименьшая – 20 %. Наиболее обильно представлена эпифитная группа лишайников – 46 видов или 63,0 % (рис. 4).

При оценке распространения эпифитных видов на территории ЗЗМ использован индекс встречаемости (R). Доминантами являются 22 вида лишайников. Наиболее обильно представлены: *Lekanora saligna* (Schrad.) Zahlbr. (R = 61,9 %), *Hypogymnia physodes* (R = 63,4 %), и *Parmelia sulcata* (R = 57,9 %).

Приоритетными объектами индикации являются эпифитные виды лишайников, в связи с чем данной группе в работе уделено большее внимание.

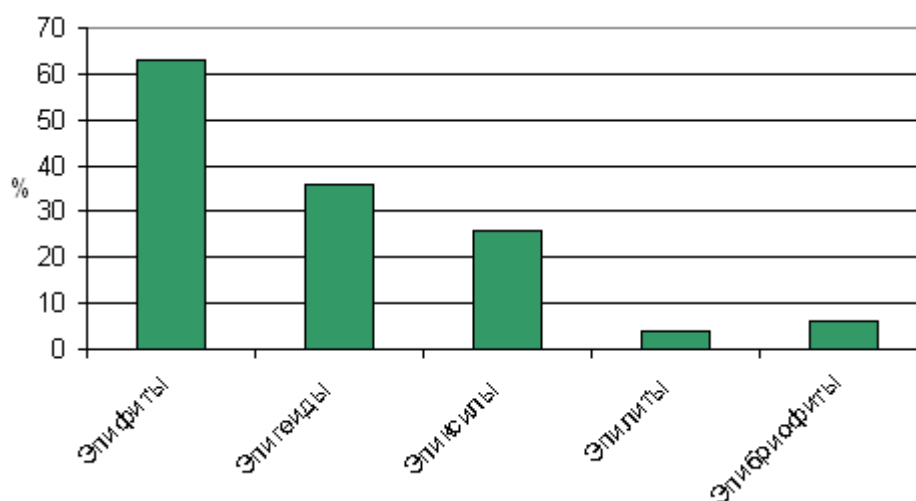


Рис. 4. Эколого-субстратные группы лишайников, %

С целью проведения долгосрочных мониторинговых исследований нами на территории ЗЗМ были изучены видовой состав, проективное покрытие и встречае-

мость видов лишайников в соответствии с системой пробоотбора накануне эксплуатации объекта УХО (2004–2008 гг.). Данные наблюдения продолжались с момента запуска объекта УХО (02.09.2008) по 2011 г. На протяжении трёх лет изучавшиеся показатели не изменились. При этом проективное покрытие лишайников на территории ЗЗМ изначально до запуска объекта было достоверно ниже, чем на контрольной территории заповедника “Верховье Суры”. Данное явление, в первую очередь, связано с более молодым по возрасту древостоем лесного массива ЗЗМ объекта УХО, сформировавшимся после многочисленных рубок. При этом следует учесть, что видовая структура лишайнофлоры ЗЗМ (73 таксона) на данный момент времени незначительно отличается от заповедной территории (83 вида).

4.2. Виды-индикаторы, перспективные для использования в целях биомониторинга

Традиционно в лишайноиндикации используются эпифитные виды, которые в силу ряда экологических и физиологических особенностей являются группой, обладающей наибольшей чувствительностью к загрязнению атмосферы. Это обстоятельство обуславливает выбор эпифитных лишайников в качестве приоритетного объекта мониторинга наземной биоты, находящейся в условиях загрязнения атмосферы.

Для выбора тест-объектов первоначально на базе Регионального центра Государственного экологического контроля и мониторинга по Пензенской обл. был проведён ряд лабораторных экспериментов, направленных на изучение ответных реакций группы лишайников на химический стресс, оказываемый продуктами деструкции фосфорорганических отравляющих веществ – метилфосфоновой кислотой и капролактамом. В качестве модельных объектов использованы листоватые и кустистые виды с разной экологической амплитудой, отобранные на экологически чистой территории заповедника “Верховье Суры”. Биоматериал экспонировали в присутствии растворов метилфосфоновой кислоты и капролактама в концентрациях 10^{-1} , 10^{-3} , 10^{-4} ммоль/л. Результаты измеряли в первые, пятые и десятые сутки. У изучаемых видов отмечено достоверное сокращение количества хлорофилла *a* и *b*, увеличение доли каротиноидов и повышенное накопление малонового диальдегида.

На основе эксперимента для исследований воздействия эксплуатации объекта УХО выбраны два эпифитных вида: *Hypogymnia physodes* и *Parmelia sulcata*, обладающие чувствительностью к продуктам деструкции фосфорорганических отравляющих веществ 10^{-4} ммоль/л, при этом сохраняющие жизнеспособность слоевищ на протяжении 10 суток. Данные виды обладают чувствительностью к низким концентрациям продуктов деструкции фосфорорганических отравляющих веществ, а накопление поллютантов не приводит к быстрой гибели талломов. При этом они распространены как в условиях селитебных территорий, так и лесных старовозрастных ценозов, что отражено в п. 3.4. Преимуществом данных видов является и их доминирование на территории ЗЗМ объекта УХО, что не создаёт трудностей при отборе проб. Следовательно, наиболее пригодными для использования в биомониторинге ЗЗМ объекта УХО являются два эпифитных вида-индикатора: *Hypogymnia physodes* и *Parmelia sulcata*.

4.3. Состояние лишенофлоры мест прошлого уничтожения химического оружия

В местах непосредственного уничтожения оружия отсутствует не только древесный ярус, но и сильно нарушен травяной покров. В центре полигона, характеризующегося наибольшим химическим загрязнением, покров из высших растений отсутствует, площадка покрыта песком. При изучении лишенофлоры МПУ химического оружия выявлены 8 видов, произрастающих непосредственно на полигоне – *Lekanora saligna*, *Scoliciosporum chlorococcum*, *Hypogymnia physodes*, *Ramalina farinaceae*, *Parmelia sulcata*, *Cladonia coniocraea*, *C. fimbriata*, *C. deformis*. При радиальном удалении от центра площадки, а следовательно, и по мере снижения концентрации токсинов появляются лишайники рода *Cladonia*: на почве и мёртвой древесине – *C. coniocraea*, *C. fimbriata*, на камне – *C. deformis*. Слоевища некрупные, длина чешуек горизонтального слоевища у *C. fimbriata*, *C. coniocraea* 1–3 мм, у *C. deformis* чешуйки отсутствуют. Высота подцелиев достигает 3 см. В период исследований с 2004 по 2011 гг. изменений в росте данных видов не наблюдается. В период с 2004 по 2011 гг. наблюдается увеличение проективного покрытия и встречаемости видов *Ramalina farinaceae*, *Hypogymnia physodes* и *Parmelia sulcata*, при этом доля отмерших участков слоевищ низкая. Следовательно, данные виды способны адаптироваться к продуктам деструкции ипритно-люизитных смесей.

4.4. Использование физиологических и биохимических параметров лишайников в оценке качества среды территории зоны защитных мероприятий объекта уничтожения химического оружия

Одним из важных способов оценки состояния окружающей среды является биоиндикация на биохимическом и физиологическом уровнях. В отличие от других способов это позволяет оперативно оценить воздействие на окружающую природную среду малых и сверхмалых концентраций загрязнителей, находящихся за пределами чувствительности приборов. В связи с этим, на двух видах лишайников были изучены следующие параметры: изменение количества пигментов, флуоресценции хлорофилла и накопления малонового диальдегида.

Достоверные отклонения изучаемых показателей выявлены на всех площадках, примыкающих к объекту УХО (рис. 5).

Наиболее чувствительным звеном, на которое воздействуют токсиканты, являются хлоропласты. Накопление токсических газов в них ведет к их деструкции и распаду пигментов. При этом уровень флуоресценции понижается. Разрушение хлорофилла может быть вызвано разрывом связей в хлорофилл-белковых комплексах, а также возникновением свободно-радикального окисления (Sanz et al., 1992). Под влиянием загрязнителей происходит нарушение баланса между механизмами, запускающими окислительные реакции, и клеточной антиоксидантной защитой. В результате, в тканях повышается концентрация активных форм кислорода, которые вызывают окисление клеточных структур. В первую очередь, происходит перекисное окисление мембранных липидов и накопление в тканях одного из конечных продуктов этого процесса – малонового диальдегида. Ана-

логичные изменения обнаружены у лишайников на площадках, примыкающих к предприятию по производству древесного угля. Территория его окрестностей регулярно задымляется, что приводит к угнетению слоевищ.

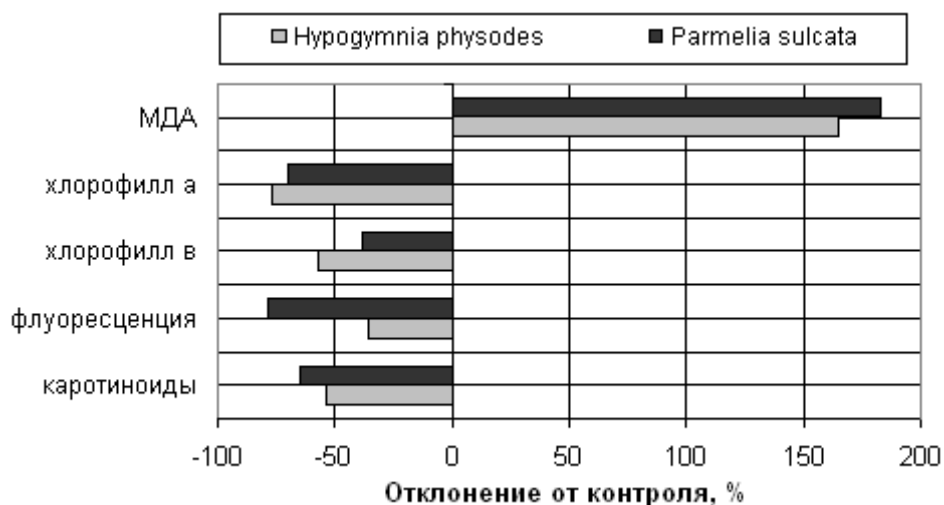


Рис. 5. Изменение параметров лишайников с территории ЗЗМ объекта УХО ($p < 0.05$). Окрестности объекта УХО

Несколько иные изменения отмечены в образцах с МПУ химического оружия и их окрестностей. Хронический стресс в образцах приводит к сокращению количества хлорофилла. Но, несмотря на низкое содержание зелёных пигментов, уровень флуоресценции оказывается выше, чем в контрольных образцах. Подобное явление можно объяснить тем, что организм сопротивляется стрессу и активизирует то количество пигментов для фотосинтеза, которое у него имеется. При этом содержание каротиноидов относительно контроля достоверно возрастает. Увеличение каротиноидов типично в условиях загрязнения, что, в первую очередь, связано с их антиоксидантной функцией.

4.5. Изучение накопления общего фосфора в слоевищах лишайников территории зоны защитных мероприятий объекта уничтожения химического оружия

В процессе деструкции при уничтожении фосфорорганических отравляющих веществ на 1206 объекте УХО в пос. Леонидовка Пензенской обл. образуются вещества с низким классом опасности, содержащие фосфор. В связи с этим, изучение загрязнения данным элементом является наиболее актуальным.

Исследования проводили на эпифитных лишайниках, которые в отличие от растений не связаны с почвой, в результате слоевища аккумулируют в себе только атмосферные выпадения и содержащиеся в них поллютанты. При постоянном поступлении их даже в ультрамалых концентрациях, находящихся за пределами чувствительности приборов, лишайники накапливают поллютанты в количествах, позволяющих производить измерения. Аккумулируя пыль и атмосферную влагу, они впитывают в себя содержащиеся в них фосфаты. Данное свойство имеет важное значение при определении воздействия уничтожения фосфорорганических отравляющих веществ на окружающую среду.

Подобные исследования были реализованы практически в процессе эксплуатации системы государственного экологического мониторинга в Пензенской обл. Исследования проводили на доминирующем виде – *Hypogymnia physodes*.

В результате проведенных исследований на территории ЗЗМ объекта УХО Пензенской обл. по содержанию общего фосфора в образцах лишайников были выявлены определенные закономерности (рис. 6).

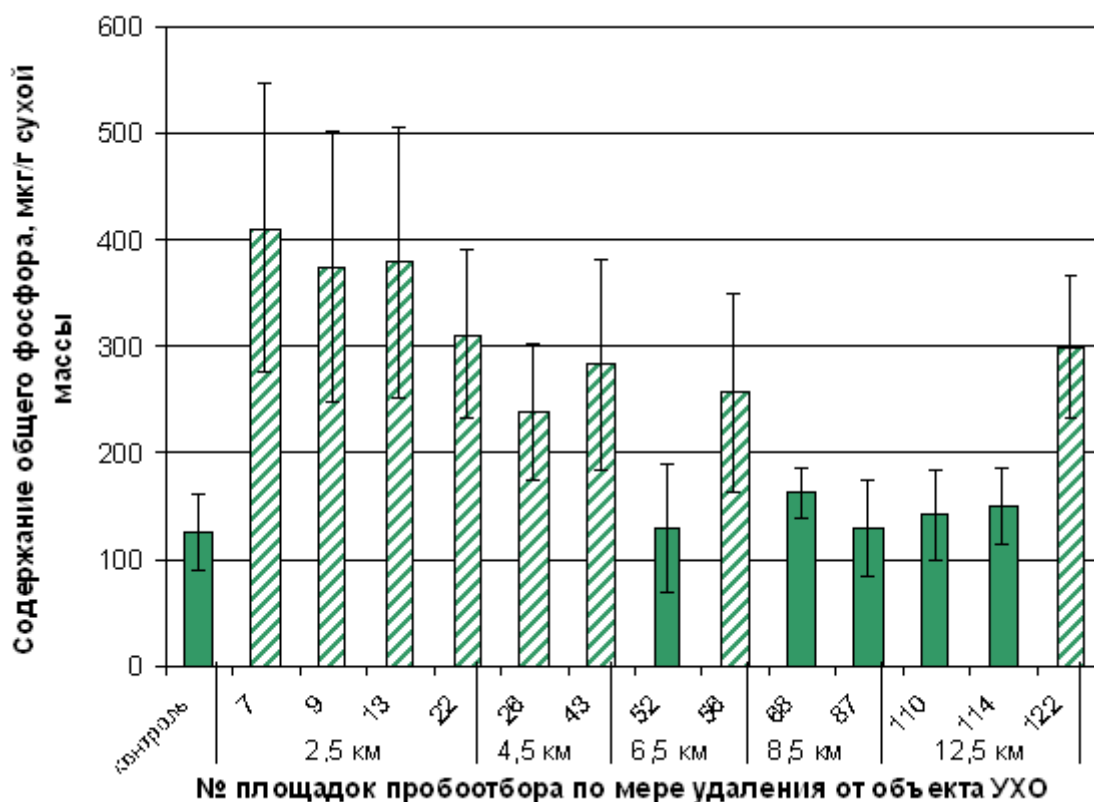


Рис. 6. Содержание общего фосфора в образцах *Hypogymnia physodes* по мере удаления от объекта УХО. Планки погрешностей – стандартное отклонение. Достоверные различия опытных и контрольных образцов ($p < 0.05$) выделены штриховкой

Содержание общего фосфора в пробах лишайников варьировало в пределах 129,3–410,8 мкг/г сухой массы. Установлено, что в местах пробоотбора, расположенных в первом круге от объекта УХО, на расстоянии, не превышающем 2,5 км содержание изучаемого элемента в образцах *Hypogymnia physodes* в 2,3–3,3 раза выше, чем на контрольной территории, где выявлено минимальное содержание общего фосфора. Наибольшее содержание общего фосфора наблюдается в местах пробоотбора, находящихся в непосредственной близости от объекта на площадках пробоотбора № 7, 9, 13 и 22. Из полученных данных следует, что в лишайнике *Hypogymnia physodes* в местах пробоотбора, расположенных в непосредственной близости от объекта УХО, отмечается достоверное увеличение содержания общего фосфора по сравнению с контролем. Результаты согласуются с данными Регионального центра государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской обл., где также в местах

пробоотбора, расположенных рядом с объектом УХО, в образцах лишайников наблюдалось повышенное содержание фосфора (Ашихмина, 2011).

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что накопление общего фосфора в слоевищах лишайников позволяет определять загрязнение воздуха этим элементом. В связи с этим рассмотренный метод может быть широко рекомендован для биомониторинга промышленных объектов.

ВЫВОДЫ

1. Флору лишайников Пензенской обл. составляют 256 видов, относящихся к 11 порядкам, 30 семействам и 70 родам. Преобладают виды с накипной жизненной формой (131 вид или 51 % от общего числа лишенофлоры). На втором месте – кустистые лишайники, представленные в основном видами, характерными для лесных старовозрастных ценозов (26 %). Несколько меньшую долю составляют листоватые лишайники (23 %).

2. В составе эколого-субстратных групп доминируют эпифитные лишайники (172 вида или 67 % от общего числа видов), что в первую очередь связано с разнообразием лесных экотопов. Эпигейды и эпиксилы составляют 21 и 18 % соответственно. Далее следует эпилитная группа лишайников (11 %). Небольшая часть видов поселяется на мхах (3 %). Такое распределение лишайников по эколого-субстратным группам хорошо отражает современные ландшафтно-фитоценоотические особенности территории.

3. Видовой состав эпифитных лишайников различается в зависимости от степени антропогенного воздействия и типа экосистем. По мере продвижения по трансекте от центра г. Пензы до лесных массивов отмечена тенденция возрастания количества эпифитных видов лишайников, числа кустистых форм, проективного покрытия на основании стволов и высоте 1,5 от поверхности почвы.

4. Как показал анализ распространения лишайников на территории Пензенской обл., наиболее уязвимыми и неустойчивыми к антропогенным нагрузкам являются 18 видов: *Cetraria ericetorum*, *Cetraria islandica*, *Cladonia acuminata*, *C. arbuscula*, *C. subrangiformis*, *C. rangiferina*, *C. stellaris*, *Lecidea leucothallina*, *Peltigera canina*, *P. lepidophora*, *P. rufescens*, *Polysporina simplex*, *Porpidia crustulata*, *Pseudoevernia furfuracea*, *Rhizocarpon obscuratum*, *Stereocaulon tomentosum*, *Usnea florida*, *U. hirta*. Они рекомендованы для включения во второе издание Красной Книги Пензенской обл.

5. Видовой состав лишайников территории ЗЗМ объекта УХО составляет 73 вида. Доминируют кустистые формы эпифитных и эпигейных лишайников, наиболее чувствительных к поллютантам. Пригодными для использования в биомониторинге ЗЗМ объекта УХО являются два эпифитных вида-индикатора: *Hypogymnia physodes* и *Parmelia sulcata*.

6. Загрязнение воздуха оказывает воздействие на физиологические и биохимические параметры лишайников. Химический стресс вызывает у индикаторных видов ответную реакцию в виде накопления малонового диальдегида, уменьшения валового содержания пигментов и уровня флуоресценции хлоро-

филла. Данные методики информативны, легко воспроизводимы и могут быть широко использованы для биоиндикации загрязнения природных сред.

7. В результате проведенных исследований на территории ЗЗМ объекта УХО в Пензенской обл. по изучению содержания общего фосфора следует, что в образцах *Hypogymnia physodes*, расположенных в непосредственной близости от объекта УХО, отмечается достоверное увеличение содержания общего фосфора по сравнению с контролем. В связи с этим, следует рекомендовать методику определения содержания общего фосфора в образцах лишайников в процесс эксплуатации системы государственного экологического мониторинга ЗЗМ объектов, на которых производится уничтожение фосфорорганических отравляющих веществ боевого назначения, фосфорсодержащих пестицидов.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

* – публикация в печатном издании перечня ВАК

1. * Иванов А.И., Дунаева Т.А., Скобанева О.В. Использование методов биоиндикации для оценки состояния лесных экосистем // Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского. 2011. № 25. С. 571–574.

2. * Дунаева Т.А. Анализ флоры лишайников Пензенской области // Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского. 2011. № 25. С. 60–65.

3. * Иванов А.И., Дунаева Т.А., Домнина Е.А., Ашихмина Т.Я., Дудин Г.П. Поиск информативных биохимических тестов в практике экологического мониторинга особо опасных объектов // Теоретическая и прикладная экология. 2011. № 4. С. 94–98.

4. Дунаева Т.А., Иванов А.И., Костычев А.А., Серебрякова Н.Н. Использование биоиндикаторов в мониторинге опасных промышленных объектов // Мониторинг экологически опасных промышленных объектов и природных экосистем: Сборник статей V Международной научно-практической конференции. Пенза: РИО ПГСХА, 2011. С. 89–93.

5. Ашихмина Т.Я., Дунаева Т.А., Иванов А.И. Использование лишайников в качестве объектов биоиндикации состояния окружающей среды // Мониторинг экологически опасных промышленных объектов и природных экосистем: Сборник статей V Международной научно-практической конференции. Пенза: РИО ПГСХА, 2011. С. 49–55.

6. Иванов А.И., Дунаева Т.А., Серебрякова Н.Н. Влияние техногенеза на лишайники и мхи // Мониторинг природных экосистем: Сборник материалов IV Всероссийской научно-практической конференции. Пенза: РИО ПГСХА, 2010. С. 48–51.

7. Дунаева Т.А. Изменение флуоресценции хлорофилла, содержания фотосинтетических пигментов и процесса перекисного окисления липидов у лишайников при воздействии капролактама и метилфосфоновой кислоты // Мониторинг природных экосистем в зонах защитных мероприятий по уничтожению химического оружия: Сборник статей всероссийской научно-практической конференции. Пенза: РИО ПГСХА, 2007. Ч. 1. С. 42–46.

8. Дунаева Т.А. Лихенофлора Пензенской области // Материалы I (IX) международной конференции молодых ботаников. Санкт-Петербург, 2006. С. 366.

9. Дунаева Т.А. Лишайники семейства Cladoniaceae как важнейший компонент лесных экосистем бассейна р. Суры в пределах территории Пензенской области // Охрана биологического разнообразия и развития охотничьего хозяйства России: Сборник материалов всероссийской научно-практической конференции. Пенза: РИО ПГСХА, 2005. С. 26–30.

10. Дунаева Т.А., Серебрякова Н.Н. Напочвенные мхи и лишайники бассейна р. Суры в пределах Пензенской области // Роль почв в сохранении устойчивости ландшафтов и ресурсосберегающее земледелие: Материалы международной научно-практической конференции. Пенза, 2005. С. 292–293.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю А.И. Иванову за помощь на всех этапах работы, Т.Н. Отнюковой за помощь в определении лишайников (Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН), за проверку трудноидентифицированных видов и информационную поддержку А.Н. Титову и И.Н. Урбанавичене (БИН им. В.Л. Комарова РАН). Глубоко признательна сотрудникам заповедника “Приволжская лесостепь”, оказавшим большую помощь в организации полевых исследований.

ДУНАЕВА Татьяна Анатольевна

**ЛИШАЙНИКИ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ
И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ
В МОНИТОРИНГЕ ПРИРОДНЫХ СРЕД**

Специальность 03.02.08 – экология (биология)

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Редактор Л.Ю. Горюнова
Компьютерная верстка Д.Б. Фатеева, Е.В. Рязановой

Сдано в производство 20.02.12. Формат 60x84 ¹/₁₆
Бумага типогр. №1. Печать трафаретная. Шрифт Times New Roman Сур.
Усл. печ. л. 1,27. Уч.-изд. л. 1,29. Заказ № 2137. Тираж 100.

Пензенская государственная технологическая академия.
440605, Россия, г. Пенза, пр. Байдукова/ ул. Гагарина, 1^а/11.