

Российская академия наук
Уральское отделение
Коми научный центр
Институт биологии

Тринадцатая молодежная научная конференция

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

Материалы докладов

*3-7 апреля 2006 г.
Сыктывкар, Республика Коми, Россия*

Сыктывкар 2007

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ: Материалы докладов Тринадцатой молодежной научной конференции Института биологии Коми НЦ УрО РАН (Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 3-7 апреля 2006 г.). – Сыктывкар, 2007. – 296 с. (Коми научный центр УрО РАН).

Представлены материалы докладов Тринадцатой молодежной научной конференции, проводимой Институтом биологии Коми НЦ УрО РАН. Рассмотрены актуальные вопросы изучения и восстановления биоразнообразия животного и растительного мира, структурно-функциональной организации и экологии биологических систем, охраны и рационального использования биологических ресурсов. Обсуждены лесобиологические проблемы, проблемы почвоведения, физиологии, биохимии и биотехнологии растений, радиобиологии и генетики.

Редколлегия

А.И. Таскаев (отв. редактор),
к.б.н. Д.А. Косолапов (зам. отв. редактора), к.б.н. А.Н. Панюков (отв. секретарь),
д.б.н. Т.К. Головкин, д.б.н. С.В. Дегтева, д.б.н. С.В. Загирова, д.б.н. Ю.Н. Минеев,
д.б.н. А.А. Москалев, к.б.н. Е.М. Лаптева, к.б.н. М.А. Батурина, к.б.н. Е.Н. Патова,
к.б.н. Б.Ю. Тетерюк, к.б.н. А.Г. Татаринов

*При поддержке Президиума Уральского отделения РАН
и Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми*

ISBN 5-89606-303-2

ПРЕДИСЛОВИЕ

Ежегодно весной в Институте биологии Коми НЦ УрО РАН проводится молодежная научная конференция, ставшая доброй традицией для молодых биологов из Сыктывкара и их коллег из других городов. Не был исключением и этот апрель. Совет молодых ученых Института биологии при поддержке администрации института, Президиума Уральского отделения РАН, Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми 3-7 апреля провел Тринадцатую молодежную научную конференцию. В ее работе приняли участие 163 чел. – представляющие 22 организации: Архангельский государственный технический университет, Ботанический сад УрО РАН, Вологодский государственный педагогический университет, Всероссийский НИИ охотничьего хозяйства и звероводства РАСХН, Вятскую государственную сельскохозяйственную академию, Вятский государственный гуманитарный университет, Институт экологических проблем Севера УрО РАН, Институт биологии внутренних вод РАН, Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН, Коми государственный педагогический университет, Кировский городской зоологический музей, Кировский филиал по воспроизводству водных биологических ресурсов и организации рыболовства ФГУ «Камуралрыбвод», Костромской государственный университет, Марийский государственный университет, Московский государственный университет, Пермский государственный университет, Сыктывкарский государственный университет, Сыктывкарский лесной институт, Удмуртский государственный университет, Харьковский национальный университет. Наибольшее количество работ (65) подано молодыми сотрудниками Института биологии Коми научного центра и студентами химико-биологического факультета Сыктывкарского государственного университета (24). Всего было заслушано 107 устных докладов.

Большинство докладов молодых ученых свидетельствует о высоком теоретическом и практическом уровнях и комплексных подходах ко многим проблемам. Это фаунистические и экоморфологические исследования позвоночных животных, фауна и экология беспозвоночных животных (насекомые), исследования бентоса и паразитофауны, криптогамные организмы, флора и растительность, эколого-популяционные и морфологические исследования высших растений, исследования почв. Существенное внимание уделено вопросам, связанным с последствиями загрязнения окружающей среды поллютантами различной природы, изменением структурно-функциональной организации экосистем при антропогенном воздействии. Рассмотрены биотехнологические исследования, молекулярно-генетические и физиолого-биохимические механизмы устойчивости и продуктивности.

Прошедшая конференция способствовала плодотворной работе научной молодежи, реализации ее творческого потенциала и зарождению новых идей, расширила кругозор молодых исследователей, познакомила их с актуальными научными проблемами, содействовала установлению новых связей и возможностей для сотрудничества.

Оргкомитет выражает искреннюю благодарность администрации Института биологии, Президиуму Уральского отделения РАН, Министерству природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми, а также профкому Института биологии за помощь и поддержку при проведении конференции.

РОЛЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ФОРМИРОВАНИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

М.И. Абрамова, Д.Н. Габов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: abramova@ib.komisc.ru, gabov@ib.komisc.ru

В последнее время наблюдается усиление теоретической и прикладной направленности исследований снежного покрова. Снежный покров способен сохранять и накапливать вещества, поступающие на его поверхность из атмосферы, что позволяет проводить интегральные оценки загрязненности территории за длительные временные периоды и дифференцировать их по степени техногенного воздействия. Это особенно важно в условиях Севера, где устойчивый снежный покров сохраняется в течение пяти-семи месяцев (Василенко и др., 1985; Прокачева, Усачов, 1989).

Цель данной работы – оценить вклад органических компонентов в формирование химического состава снежного покрова в зоне влияния целлюлозно-бумажного предприятия.

В исследовании был проведен анализ снежного покрова на содержание минерального (HCO_3^-) и органического углерода (полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), фенол, ХПК (химическое потребление кислорода, мгО/дм^3) в образцах снежного покрова. Отбор проб снега осуществлен непосредственно на территории целлюлозно-бумажного предприятия, на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ), а также на участках различной удаленности от источника выбросов. Пробоотбор проводили на площадках с ненарушенным снежным покровом в II-III декаду марта. Для реализации целей данной работы в среде программного пакета Arc GIS 9.0 была создана база данных, представляющая собой привязанную картографическую основу с оцифрованными объектами и таблицами данных. Распространение загрязняющих компонентов в снежном покрове моделировали с помощью программного модуля Spatial Analyst.

В формировании снежного покрова большую роль играют, прежде всего, географические и климатические особенности территории (Посохов, 1968). Среди основных факторов, влияющих на пространственное распределение выбросов, рассматривали ветровой режим. В зимний период на данной территории преобладают ветры южного и юго-западного направлений. Этот факт был учтен при проведении пробоотбора. Так, основной массив точек отбора сосредоточен в северо-, северо-восточном направлении от источника выбросов. При выборе фоновых территорий учитывали факторы, влияющие на пространственное распределение компонентов выбросов: ветровой режим, дальность распространения поллютантов. В качестве фоновых уровней поступлений контролируемых компонентов были приняты результаты измерений для проб снежного покрова на территории, удаленной от предприятия на 22 км.

Степень совпадения в распределении различных компонентов относительно источника эмиссии оценивали по значениям соответствующих корреляционных коэффициентов между массивами экспериментальных данных.

Преобладающие компоненты в выбросах данного предприятия – карбонатно-сульфатная пыль, оксиды серы, углерода, азота. Гидрокарбонат-ионы – один из макрокомпонентов, который, бесспорно, связан с выбросами предприятия. Коэффициент корреляции между HCO_3^- и значениями электропроводности составил 0.90.

Достоверность существования органических примесей в выбросах целлюлозно-бумажного предприятия подтверждается высоким коэффициентом корреляции ХПК с гидрокарбонат-ионом ($r_{\text{ХПК} - \text{HCO}_3^-} = 0.59$), доля которого в выбросах составляет 30% и более в зависимости от удаления от источника эмиссии.

В выбросах целлюлозно-бумажного комбината углерод находится в двух формах: минеральной (в виде гидрокарбонат-ионов) и органической (ХПК). На основе полученных значений ХПК были рассчитаны содержание органического углерода, его доля в общем объеме выбросов и общем углеродном балансе. Так, в суммарном объеме компонентов

доля общего углерода составляет 24.7% на территории санитарно-защитной зоны и 19.9% – на фоновых территориях.

Однако при рассмотрении вклада в углеродный баланс минеральной и органической составляющей, отмечено, что при удаленности от источника эмиссии доля органического углерода уменьшается, минерального углерода – увеличивается (см. рисунок).

При проведении исследования выявили долю органических веществ во взвешенных частицах. Для этого интегральный показатель ХПК измеряли в исходном растворе талой воды и после фильтрования. Выяснили, что доля органического вещества в составе взвешенных частиц высока вблизи источника выбросов (70-80 %). На границе санитарно-защитной зоны значения данного показателя были в пределах 20-40 %. На фоновых территориях полученные значения ХПК оказались низкими. Установлено, что в образцах талой воды фоновых территорий органические соединения находятся в растворенном состоянии. Очевидно, что органика, содержащаяся в крупных взвешенных частицах, оседает быстро, более летучие мелкие фракции оседают медленнее. Данный факт можно использовать как надежный критерий в оценке степени техногенного воздействия выбросов локального источника загрязнений на окружающую среду. Кроме того, ХПК определяется аналитически простой, легко воспроизводимой методикой по сравнению с трудоемким определением других органических компонентов загрязнения.

В блоке органических соединений с экологической точки зрения принципиально важно определение фенолов и ПАУ, поскольку обладают токсичностью и могут негативно воздействовать на биологические системы. ПАУ, которые определяли в ходе исследования подразделяют на легкие 2-4-ядерные (нафталин, антрацен, хризен, аценафтилен, флуорантен, пирен, флуорен, фенантрен, бенз[а]антрацен) и тяжелые 5-6-ядерные (бенз[б]-флуорантен, бенз[к]флуорантен, бенз[а]пирен, дибенз[а, h]антрацен, бенз[ghi]перилен, индено[1,2,3-cd]пирен) (Ровинский и др., 1988).

В работе были вычислены корреляционные зависимости между изучаемыми ПАУ. Получены высокие значения коэффициентов корреляции между флуорантеном, пиреном и бенз[а]пиреном, что связано с близкой структурой этих полиаренов, которые наиболее характерны для техногенных процессов, обусловленных с высокотемпературным пиролизом органического сырья. Коэффициенты корреляции между фенантреном и другими высокомолекулярными ПАУ понижены, вследствие отличия структур фенантрена и вышеперечисленных аренов (см. таблицу).

Степень техногенного воздействия целлюлозно-бумажного предприятия оценивали на основе сопоставления модулей поступления веществ на подстилающую поверхность выбранной территории с фоновыми значениями. Нами были проведены расчеты кратности превышения содержания загрязняющих компонентов над их фоновыми значениями. Так, на территории СЗЗ превышение над фоном по суммарному значению ПАУ составило 16.4, на границах СЗЗ в среднем – 1.5, что указывает на узкую локализацию этих компонентов и быстрое их оседание на подстилающую поверхность.

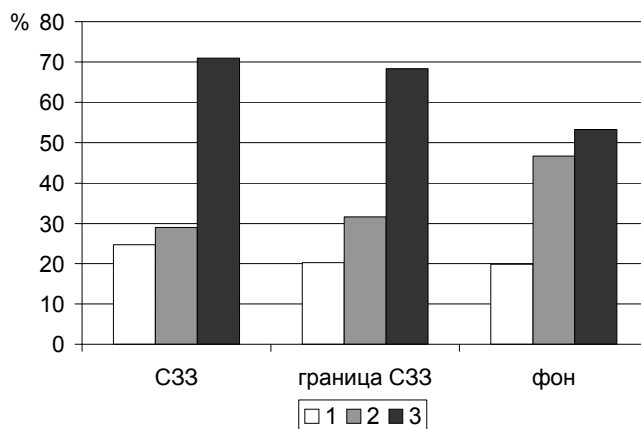


Рис. Доля общего углерода в общем объеме загрязнения (1), минеральной (2) и органической (3) составляющей в общем углеродном балансе, %.

Коэффициенты корреляции между массивами экспериментальных данных за 2005 г.

Первый массив (компонент X)	Второй массив (компонент Y)	Коэффициент корреляции, $r(X - Y)$
пирен	флуорантен	0.97
пирен	бенз[а]пирен	0.91
фенантрен	хризен	0.80
фенантрен	флуорантен	0.79
фенантрен	пирен	0.65
фенантрен	бенз[а]пирен	0.39

Наибольший вклад в состав ПАУ в снежном покрове СЗЗ привнес фенантрен, его значения максимальны (в среднем на территории СЗЗ 61.2 мкг/м²). Расчет кратности превышения над фоном для отдельных компонентов показал, что максимальное превышение наблюдается для фенантрена, бенз[а]антрацена, бенз[а]пирена и хризена соответственно в 32.8, 28.8, 22.8, 11.4 раз. Это указывает на то, что данные полиарены в большей степени, чем другие связаны с выбросами целлюлозно-бумажного предприятия. Анализ результатов по распределению ПАУ в снежном покрове техногенных территорий показал наличие в нем в основном низкомолекулярных полиаренов, таких как фенантрен, флуорантен, пирен, хризен. Тяжелые ПАУ (бенз[б]флуорантен, бенз[к]флуорантен, дибенз[а, h]антрацен, бенз[ghi]перилен, индено[1,2,3-cd]пирен) в снежном покрове присутствуют в значительно более низких концентрациях.

Проведенные расчеты показали высокие значения r между ХПК и фенолом и ПАУ, что обусловлено близкими механизмами распределения и общим источником выбросов. Так, коэффициент корреляции $r_{\text{ПАУ} - \text{фенол}} = 0.99$. Для объяснения образования этих углеводородов нами предлагается следующая схема. В процессе производства целлюлозы происходит ее выделение из древесной щепы. Остальные компоненты древесины (гемицеллюлоза, лигнин, смолы, воски) вместе с отработанным щелоком выводятся из производственного цикла. Затем остаток 30%-ной влажности сжигают при высокой температуре. Лигнин под действием высокой температуры начинает разлагаться, что обуславливает выделение высоколетучих фенолов вместе с испарением воды. Дальнейшее образование ПАУ связано с самим сжиганием остатка. Фенол, как более летучий компонент, распространяется на более дальние расстояния, в то время как ПАУ седиментируют практически сразу в виде крупных частиц сажи на территории комбината. Из рассчитанных значений коэффициентов корреляции следует, что зона загрязнения органическими соединениями совпадает с зонами воздействия фенола и ПАУ.

В работе прошлых лет по исследованию химического состава снежного покрова вблизи целлюлозно-бумажного комбината не наблюдались устойчивые взаимосвязи макрокомпонентов выбросов с тяжелыми металлами. Поэтому интересен факт того, что оба эти компонента ПАУ и фенол достаточно тесно коррелируют с марганцем ($r_{\text{Mn} - \text{ПАУ}} = 0.85$, $r_{\text{Mn} - \text{фенол}} = 0.84$). Также наблюдается высокая взаимосвязь ХПК с марганцем при $r_{\text{Mn} - \text{ХПК}} = 0.81$. Появление марганца в выбросах предприятия обусловлено высоким его содержанием в сжигаемой щепе хвойных пород деревьев. Другие тяжелые металлы, напротив, не имеют достоверной взаимосвязи с макрокомпонентами и не являются характерными компонентами выбросов, что подтверждается, например, $r_{\text{Ni} - \text{ХПК}} = 0.24$.

В итоге данной работы получены следующие результаты:

- Оценен вклад соединений органической природы в формирование снежного покрова вблизи целлюлозно-бумажного предприятия, который составляет 18.8% от общего объема поступления поллютантов на территорию СЗЗ;
- Проведен сравнительный анализ значений ХПК образцов талой воды до и после фильтрования. Установлено, что значительная часть органических соединений находится в составе взвешенных частиц, что может служить критерием оценки степени техногенного воздействия на окружающую среду;
- Выявлены устойчивые корреляционные взаимосвязи между интегральным показателем содержания органического углерода (ХПК) и микрокомпонентов: ПАУ, фенол, марганец. Следовательно, зона воздействия наиболее токсичными компонентами может быть оценена по результатам измерений ХПК.

ЛИТЕРАТУРА

- Василенко В.Н., Наумов И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 181 с.
- Посохов Е.В. Факторы формирования химического состава атмосферных осадков // Гидрохимические материалы, 1968. Т. XLVI. С.15-29.
- Прокачева В.Г., Усачев В.Ф. Снежный покров в сфере влияния города. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 176 с.
- Ровинский Ф.Я., Теплицкая Т.А., Алексеева Т.А. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 224 с.

ФАУНА ЩЕЛКУНОВ (COLEOPTERA: ELATERIDAE) ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Ананьина

Вологодский государственный педагогический университет

E-mail: ananina_ann@mail.ru

Щелкуны Elateridae – практически значимая группа жуков. Личинки многих видов развиваются в почве и играют заметную роль в почвообразовании, а некоторые растительноядные личинки и имаго являются вредителями сельскохозяйственных и лесных культур. Однако до XXI в. фауна щелкунов Вологодской области оставалась практически не изученной. С 2002 г. в регионе проводятся регулярные исследования имаго жуков щелкунов. Обследованы 19 из 26 административных районов, что составляет более 50% территории области. Для сбора жуков использовались ручной сбор и обтрясывание деревьев. Также были проанализированы материалы кафедры зоологии и экологии ВГПУ и фонды областного и районных краеведческих музеев.

На территории Вологодской области отмечено 32 вида щелкунов, что по предварительной оценке составляет около 60% возможного числа видов региональной фауны. Зарегистрированные виды относятся к четырем подсемействам (*Agrypninae*, *Cardiophorinae*, *Athoinae*, *Elaterinae*) и 20 родам. Самым богатым является подсемейство *Athoinae*, включающее 12 родов и 17 видов. Подсемейство *Cardiophorinae* представлено одним родом *Cardiophorus* и двумя видами: *Cardiophorus ruficollis* (L., 1758) и *C. cinereus* Hbst. Подсемейства *Agrypninae* и *Elaterinae* включают соответственно два рода, три вида и пять родов, десять видов.

По результатам хорологического анализа фауны щелкунов в регионе встречаются виды с пятью типами ареалов (классификация ареалов по: Городков, 1984). Преобладают виды с евроазиатскими ареалами (25 вида, 78.1%). Среди них доминируют трансевразийские (14) и евро-сибирские (10). Европейский ареал имеет лишь один вид – *Cidnopus aeruginosus* (Olivier, 1790). Также отмечаются виды с палеарктическим (один вид – *Ampedus cinnabarinus* (Eschscholtz, 1829)) и голарктическим (четыре вида) ареалами. Следовательно, региональная фауна щелкунов представлена видами с широкими географическими ареалами.

При изучении структуры региональной фауны щелкунов на основании частоты встречаемости имаго были выделены три группы жуков: массовые, часто встречающиеся и редкие. При этом в составе фауны большая часть видов относится к массовым и часто встречающимся, и лишь несколько видов являются редкими. Так, к массовым могут быть отнесены шесть видов: *Agripnus murinus* (L., 1758), *Athous niger* (L., 1758), *Ctenicera pectinicornis* (L., 1758), *Selatosomus aeneus* (L., 1758), *Dolopius marginatus* (L., 1758), *Agriotes obscurus* (L., 1758). К часто встречаемым – 21 вид: *Athous subfuscus* (Muller, 1764), *Actenicerus sjaelandicus* (Muller, 1764), *Prosternon tessellatum* (L., 1758) и др. К редким отнесены пять видов: *Cardiophorus ruficollis* (L., 1758), *C. cinereus* (Hbst.), *Cidnopus aeruginosus* (Olivier, 1790), *Ampedus sanguinolentus* (Schrank, 1776), *A. cinnabarinus* (Eschscholtz, 1829). По всей вероятности, основной причиной, определяющей в регионе низкую численность видов последней группы, является обитание вблизи северных границ ареалов (Медведев, 2001).

По результатам анализа географического распределения щелкунов в регионе значительная часть из обнаруженных видов (23) встречается повсеместно. Это связано с тем, что территория Вологодской области характеризуется достаточно однообразным равнинным рельефом и относительно однородными климатическими условиями. Существенное влияние оказывает еще и однообразие растительности, представленной преимущественно лесными (хвойными) сообществами. Таким образом, появляется возможность для бесппятственного расселения видов по всей территории региона.

Ограниченное распространение в области имеют пять видов. Из них *Cardiophorus ruficollis* (L., 1758), *Cidnopus aeruginosus* (Oliv., 1790), *Ampedus cinnabarinus* (Esch., 1829), как уже указывалось, находятся вблизи северной границы своего ареала и вероятно поэтому имеют изолированные местообитания, заселяя хорошо освещенные и прогреваемые участки. Для видов *Ampedus balteatus* (L., 1758) *Mosotalesus impressus* (F., 1792), по-

видимому, следует ожидать широкое распространение в пределах региона, поскольку они обычны для таежной зоны, а их малочисленность в сборах определяется недостаточностью исследований.

Анализ биотопического распределения имаго жуков (см. таблицу) показал, что в составе фауны преобладают эврибионтные виды (22) с широким спектром местообитаний (луга, леса, болота). Причем у большинства из них отмечается склонность к луговым биотопам. Остальные виды заселяют открытые участки – луга различных типов, опушки и обочины дорог.

Максимальным видовым разнообразием жуков щелкунов отличаются энтомокомплексы лугов и хвойных лесов, а наименьшим – болот и агроценозов. Такое распределение имаго щелкунов связано с тем, что у большинства видов личинки развиваются под пологом леса, а взрослые насекомые для дополнительного питания перелетают на более освещенные и богатые травянистой растительностью участки, такие как опушки и луга. Личинки щелкунов требовательны к микроклиматическим и эдафическим условиям (Гурьева, 1989), очевидно, их стенобионтность в некоторой степени ограничивает распространение и взрослых жуков. Так, видовой состав щелкунов на болотах беден, вследствие того, что там складываются неблагоприятные для развития личинок эдафические условия, в частности, высокая влажность и кислотность. В агроценозах развитие личинок

Биотопическое распределение имаго щелкунов Вологодской области

Вид	Болото	Хвойный лес	Мелколиственный лес	Луг	Урбанизированные территории	Агроценозы
<i>Agripnus murinus</i> L.				+++	+++	+
<i>Lacon fasciatus</i> L.				+	+	
<i>L. conspersus</i> Gyll.				+		
<i>Cardiphorus ruficollis</i> L.				++		
<i>C. cinereus</i> Hbst.				+		
<i>Hypnoidus riparius</i> F.				++		
<i>Diacanthous undulatus</i> De Geer.		+		+	+	
<i>Denticollis linearis</i> L.		+		+++		
<i>Athous niger</i> L.		++		+++	+++	++
<i>A. subfuscus</i> Mull.		++	++	+++		
<i>A. vittatus</i> F.				+		
<i>Cidnopus aeruginosus</i> Oliv.				++		
<i>Anostirus costaneus</i> L.		+		++		
<i>Ctenicera pectinicornis</i> L.		++	++	+++	++	+
<i>C. cuprea</i> F.		+		+++		
<i>Actenicerus sjaelandicus</i> Mull.	+	+		+++	+++	+
<i>Liotrichus affinis</i> Pk.		++	+	++	+	
<i>Selatosomus melancholicus</i> L.	+++	+		+	+	
<i>S. aeneus</i> L.	+	++	+	+++	++	+
<i>S. cruciatus</i> L.		++		+++	++	
<i>Mosotalesus impressus</i> F.		+		+++		
<i>Prosternon tessellatum</i> L.		++		+++	++	
<i>Ampedus sanguinolentus</i> Schrnk.				+		
<i>Ampedus balteatus</i> L.	+	++		+++		
<i>A. cinnabarinus</i> Esch.			+	++		
<i>A. suecicus</i> Palm.				++		
<i>A. pomonae</i> Steph.		++		+		
<i>Agriotes obscurus</i> L.		++		+++	+	+++
<i>A. lineatus</i> L.		+		++		
<i>Dolopius marginatus</i> L.		+		+++	+++	
<i>Sericus brunneus</i> L.		++	+	+++	+++	
<i>Melanotus castanipes</i> Pk.		++		++		
Всего видов	4	21	6	32	14	6

Примечание. «+» – единичные находки; «++» – редко; «+++» – обычен.

тоже ограничено, поскольку в данных экосистемах оказывается постоянное механическое и химическое воздействие на почвы (распашка, внесение ядохимикатов и пр.), что снижает видовое разнообразие и численность щелкунов.

Следовательно, к настоящему времени преобладающая часть зарегистрированных в Вологодской области видов щелкунов – это многочисленные, экологически пластичные с широкими географическими ареалами виды. В биотопическом плане максимальным разнообразием имаго щелкунов характеризуются открытые участки, причем большая часть видов региональной фауны демонстрирует склонность к обитанию в луговых экосистемах. Локальность и малочисленность популяций для некоторых видов связаны с их обитанием вблизи северных границ ареалов.

ЛИТЕРАТУРА

Городков К.Б. Типы ареалов насекомых тундры и лесных зон европейской части СССР // Ареалы насекомых европейской части СССР. Карты 179-221. Л., 1984. С. 3-20.

Гурьева Е.Л. Жуки – щелкуны (Elateridae). Подсемейство Athoinae. Триба Ctenicerini // Фауна СССР. Нов. сер., № 136. Жесткокрылые. Т. 12. Вып. 3. Л.: Наука, 1989. 295 с.

Медведев А.А. Эколого-фаунистическая характеристика щелкунов (Coleoptera, Elateridae) европейского Северо-Востока России // Фауна и экология беспозвоночных животных европейского Северо-Востока России. Сыктывкар, 2001. С. 4-14.

МИКОРИЗЫ ЗЛАКОВ И ОСОК ПОЙМЕННЫХ ЛУГОВ

Е.И. Андреева

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: botany@syktsu.ru

Микоризу луговых злаков и динамику микоризообразования (преимущественно ценных сельскохозяйственных культур) изучали Л.В. Крюгер (1957, 1961), А.И. Красильникова-Крайнова (1962), И.А. Селиванов (1979) и многие другие. Краткая характеристика микориз злаков на северо-востоке европейской равнины в Большеземельской тундре (окрестности г. Воркута, около ст. Сивая Маска) была дана А.Е. Катениным (1972), а микориза у осок им обнаружена не была.

Учитывая важность изучения микотрофности луговых растений и полное отсутствие литературных данных по этому вопросу применительно к условиям средней тайги Республики Коми, нами летом 2003 г. начата работа по исследованию микориз луговых растений.

Мы изучали микоризообразование злаков и осок, участвующих как доминанты в структуре пойменных лугов. Были поставлены следующие задачи: выявить степень, интенсивность и встречаемость микоризы у злаков и осок на пойменных лугах; установить анатомо-морфологические признаки микориз в корнях исследуемых растений; выявить динамику микоризообразования в зависимости от фазы развития растения и сезона.

Все растения были собраны в злаково-разнотравных сообществах на пойменных лугах в окрестностях пос. Подтыбок (Корткеросский р-н) на правом берегу р. Вычегда летом 2004 г., в окрестностях пос. Межадор на правом и левом берегах р. Малая Визинга летом 2005 г.

Проводился сбор корней (5-10 экз. каждого вида), которые выкапывали, отмывали и фиксировали в 4%-ном формалине и 70%-ном спирте. Сначала изучали наружное строение корней 1-го, 2-го, 3-го, 4-го порядков (обилие корневых волосков, наличие и характер гиф, внедрение гиф в корни и т.д.). После мацерации корней в 10%-ном КОН корни окрашивали анилиновой синью в молочной кислоте по методу Л.И. Курсанова. Проводили микроскопические исследования зафиксированных корней.

Для исследования степени микоризации в корнях и анатомо-морфологической структуры везикулярно-арбускулярной микоризы (ВАМ) было изготовлено 1190 микробиологических препаратов. Нами просмотрено от 300 до 400 полей зрения каждого вида растения, определено обилие гриба (визуально по пятибалльной системе Селиванова, 1975),

вычислены степень микотрофности (D), частота встречаемости микоризной инфекции (F), интенсивность микоризной инфекции (C). Временные препараты фотографировали с помощью микроскопа Микмед-2, снабженного цифровой фотокамерой Nikon Coolpix 4500.

Было исследовано 15 видов злаков из десяти родов: *Agrostis gigantea* Roth, *Agrostis tenuis* Sibth., *Alopecurus aqatilis* Sobol., *Alopecurus pratensis* L., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Dactylis glomerata* L., *Deshampsia caespitosa* (L.) Beauv., *Elitrigia repens* (L.) Nevski, *Festuca ovina* L., *Festuca pratensis* Huds., *Festuca rubra* L., *Phleum pratense* L., *Poa annua* L., *Poa pratensis* L. и пять видов осок: *Carex acuta* L., *Carex nigra* (L.) Reichard, *Carex globularis* L., *Carex rostrata* Stokes, *Carex leporine* L.

Исследования показали, что все виды злаков и осок, произрастающих в луговых сообществах, имеют ВАМ, вызываемую грибами сем. *Endogonaceae*. Микроскопическое изучение корней показало различную степень микоризообразования. У злаков отмечали растения от сильномикотрофных до слабомикотрофных (от 1.3 до 4.12 баллов), а у осок – только слабомикотрофные виды (от 1.1 до 1.65 баллов). Частота встречаемости микоризной инфекции варьирует от 78 до 96% у злаков, от 39 до 65% – у осок. Интенсивность микоризной инфекции – от 22 до 52% и от 15 до 28% соответственно. Принципиальных отличий в анатомо-морфологической структуре эндомикориз у изученных видов злаков и осок на пойменных лугах в разных районах не обнаружено.

У всех исследованных видов злаков и осок на концах сосущих (питающих) корней обнаружены корневые волоски, в этих же корнях в зоне всасывания и проводящей зоне встречаются гифы грибов. Они находятся обычно в самых тонких молодых корнях (2-го, 3-го, 4-го порядков), в более толстых корнях гифы обнаруживаются редко, в меристеме их не наблюдали, а в ризодерме – лишь изредка. Помимо тканей корня они встречаются и на его поверхности, а также в прикорневой и ризосферной зонах. В ростовых корнях гифы не установлены.

Проникновение грибных гиф в ткани обычно происходит через ризодерму, редко – через корневые волоски. Перед внедрением в корень гифы иногда дают утолщения. Проникнув в молодой корень, гифы проникают внутрь корня, часто до эндодермы, или по всей длине корня межклеточно, иногда внутриклеточно. Если гифы гриба располагаются интерклетулярно, то от них в полость клеток отходят многочисленные арбускулы.

В зависимости от локализации мицелия микоризного гриба и типа арбускул Гало (Катенин, 1972) фикомицетную микоризу подразделяют на две группы. Когда мицелий и везикулы располагаются в межклетниках паренхимы коры корня, а образовавшиеся простые арбускулы перевариваются во всех клетках – это Arum-тип микоризы. При Paris-типе микоризы гифы проходят внутриклеточно. У злаков встречается микориза обоих типов, а у осок в основном Arum-типа.

Чаще гифы светлые, без перегородок, образуют петли, клубки, иногда в полости клетки заканчиваются слепым утолщением, в тканях корня – крупными спорангиолями или образуют везикулы. Находили обрывки и комки гиф в клетках коры. В некоторых клетках гриб образует сплошную зернистую бесформенную массу, что говорит о частичном переваривании гриба высшим растением.

У осок встречаются гифы и арбускулы или гифы и везикулы, поэтому можно говорить об арбускулярной и везикулярной микоризах соответственно, что зависит от вида растения-хозяина.

С возрастом корни претерпевают существенные изменения. Самые молодые в зоне всасывания имеют мезодерму, состоящую всего из трех-четырех рядов клеток с тонкими оболочками. Экзодерма отсутствует. В тонких корнях есть максимальное количество гриба. В дальнейшем клеток мезодермы становится значительно больше, а вокруг эндодермы появляются слои мелких клеток с утолщенными оболочками. Экзодерма еще не выражена. В таких корнях гифы встречаются в большом количестве. В еще более старых корнях в средней части мезодермы формируется аэренхима. Экзодерма хорошо развита. Гифы обычно отсутствуют или их мало.

Существенные количественные и качественные изменения претерпевают микоризы в процессе онтогенетического и сезонного развития. В начальные фазы роста (в период образования двух-трех листьев) в корнях наблюдались лишь единичные гифы. Затем, в фазе кущения и цветения, количество гриба в корнях заметно увеличивается, а сам гриб

встречается в виде гиф, везикул, арбускул и зернистой массы. Однако в период плодоношения количество гриба в корнях вновь уменьшается, а преобладающей формой гриба являются зернистая масса и везикулы.

По данным Л.В. Крюгер (1961), количество гриба в корне зависит и от времени вегетации: весной его меньше; летом, особенно во время цветения, а иногда и плодоношения, значительно больше, к осени – снова несколько меньше, что подтверждено и нашими исследованиями. Изучение сезонной периодичности гриба в корнях дикорастущих злаков и осок, в частности тимopheевки луговой, лисохвоста ровного и др., говорит о том, что в течение года происходили как количественные изменения гриба, так и изменения в его структуре и содержании запасных питательных веществ. В раннелетний период гриб встречался в основном в виде арбускул, гиф. Летом – в форме гиф, везикул, арбускул и продуктов их переваривания (зернистой массы). К осени количество везикул возрастало, а образование арбускул прекращалось. Так, в позднелетних корнях растений арбускул практически не наблюдали, большую часть занимали переваривающаяся масса гиф и везикулы.

Итак, нами было исследовано 15 видов злаков из десяти родов и пять видов осок, все они имели ВАМ. У злаков отмечены сильномикотрофные и слабомикотрофные растения (от 1.3 до 4.12 баллов), тогда как у осок только слабомикотрофные виды (от 1.1 до 1.65 баллов). Частота встречаемости микоризной инфекции варьировала от 78 до 96% у злаков, от 39 до 65% – у осок. Интенсивность микоризной инфекции: от 22 до 52% у злаков и от 15 до 28% – у осок. У злаков обнаружена микориза Arum- и Paris-типов, а у осок в основном Arum-типа. Гифы найдены только в сосущих (питающих) тонких молодых корнях (2-го, 3-го, 4-го порядков), в зоне всасывания и проведения. Помимо тканей корня они встречаются и на поверхности, а также в прикорневой и ризосферной зонах. У осок отмечаются гифы и арбускулы, или гифы и везикулы, поэтому можно говорить об арбускулярной и везикулярной микоризах. Количество гриба в корнях растений зависит от анатомо-морфологических изменений в процессе его роста и развития, времени вегетационного периода, фазы онтогенетического развития растения.

ЛИТЕРАТУРА

- Катенин А.Е. Микориза растений Северо-Востока европейской части СССР. Л.: Наука, 1972. 140 с.
- Красильникова-Крайнова А.И. О природе клубеньков на корнях *Alopecurus pratensis* L. // Микробиология, 1962. Т. 31, вып. 6. С. 34-39.
- Крюгер Л.В. Динамика микоризообразования у некоторых луговых злаков // Агробиология, 1961. № 2. С. 226-230.
- Крюгер Л.В. Некоторые данные о микоризе луговых растений, произрастающих на аллювиальной почве // Микробиология, 1957. Т. 26, вып. 1. С. 60-65.
- Селиванов И.А. Структура фикомицетных тамнискофаговых (везикулярно-арбускулярных) эндомикориз // Микориза растений: Уч. записки Пермского пединститута. Т. 142. Пермь, 1975. 160 с.
- Селиванов И.А. Изменение структуры микориз и интенсивность развития микоризной инфекции в зависимости от высшего растения и гриба // Микориза растений: Уч. записки Пермского пединститута (Республ. сб. науч. тр.). Пермь, 1979. 105 с.

ВЛИЯНИЕ БЕНЗИНА НА ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ РАСТИТЕЛЬНЫЙ ТЕСТ-ОБЪЕКТ *TRADESCANTIA* (CLON 02)

М.В. Аниськина

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: m_aniskina@rambler.ru

Среди современных проблем человечества в последние десятилетия все чаще особое внимание уделяется состоянию окружающей природной среды. Происходит повсеместное загрязнение среды обитания различными мутагенными веществами; истощение природ-

ных ресурсов и преобразование ландшафтов, использование новых технологий и химических соединений инициируют процессы разрушения природы. Бензины принадлежат к наиболее многотоннажным и летучим нефтепродуктам, поэтому значителен вклад составляющих их углеводородов в загрязнение окружающей среды. Источниками поступления бензинов в окружающую среду являются процессы их получения, хранения и транспортировки. При попадании в почву бензин мигрирует в приземный слой воздуха, и интенсивность этого процесса возрастает с повышением температуры. Также происходит транслокация бензина из почвы в растения. При наличии постоянного источника загрязнения бензин может накапливаться в почве (Вредные химические вещества, 1998).

Цель нашего исследования – оценить генотоксичность бензинового загрязнения почвы при помощи растительного биоиндикатора *Tradescantia* (клон 02). В качестве загрязняющего вещества был взят автомобильный бензин (АИ-76), который представляет собой смесь бензиновых фракций прямой гонки, а также термического и каталитического крекинга.

Традесканция (клон 02), наиболее часто используемая для оценки мутагенных воздействий химических и физических факторов (Ichikawa et al., 1969), была получена из природной популяции. Она является гибридом между *T. occidentales* Pritton ex. Rydb. и *T. ohienensis* Raf., гетерозиготным по окраске цветка.

Волоски тычиночных нитей в бутонах, где происходит активное деление клеток, являются наиболее чувствительной стадией для возникновения мутаций.

Голубая окраска клеток цветка является доминантной, а розовая – рецессивной. Изменение голубой окраски клеток волосков тычиночных нитей на розовую рассматривается как фенотипическое проявление генной мутации в гетерозиготных по окраске клетках.

В некоторых исследованиях по радиационному и химическому мутагенезу было установлено, что соматические клетки волосков тычиночных нитей традесканции близки по чувствительности клеткам животных организмов в отношении потери репродуктивной способности, а по критерию «частота соматических мутаций» даже их превосходят (Mericle, Mericle, 1967; Underbrink et al., 1973). Генетическая изменчивость традесканции минимальна, так как растения размножаются в основном вегетативно.

Традесканция (клон 02) – удобный объект для изучения действия низких доз (концентраций) факторов разной природы. Возможность применения данного тест-объекта и точность сведений о загрязнении окружающей среды, получаемых с его помощью, официально подтверждены многими ведущими лабораториями мира (Ma, Kong, 1997).

Растения традесканции (клон 02), несущие молодые соцветия на одинаковой стадии развития, выращивали в лабораторных условиях на почве, загрязненной бензином в концентрациях от 0.1 до 5%.

По мере появления цветков, начиная с 4-го по 50-й день после пересаживания, волоски тычиночных нитей традесканции ежедневно исследовали на частоту соматических мутаций по критерию изменения доминантной голубой окраски на рецессивную розовую. Наряду с этим вели учет морфологических аномалий: гигантские и карликовые клетки, разветвления и изгибы волосков. Белые мутантные события и угнетение клеточного деления учитывали отдельно.

В табл. 1 представлены результаты по уровню нарушений в волосках тычиночных нитей традесканции (клон 02).

Частота соматических мутаций изменялась в пределах от 0 до 0.29, в контроле – 0.08%. В вариантах, загрязненных бензином в концентрациях от 0.1 до 1.5%, частота соматических мутаций возрастает в 1.5-2.5 раза по сравнению с контролем, а при концентрации 2.5% резко снижается, что хорошо заметно на рис. 1. В связи с этим для данной концентрации был проведен повторный эксперимент, частота соматических мутаций в котором также оказалась ниже контрольного уровня. Далее, при концентрации 3.5 и 5% частота розовых клеток вновь повышается, достигая 0.29%, что в 3.5 раза достоверно выше контроля ($p < 0.05$).

Возможно, что такая нелинейная зависимость, описываемая уравнением четвертой степени ($R^2 = 0.76$), связана с изменением характера адаптивного ответа клеток. При

Таблица 1

Уровень нарушений в волосках тычиночных нитей традесканции (клон 02)

Концентрация бензина, %	Количество волосков тычиночных нитей	Соматические мутации, %	Белые мутантные события, %	Угнетение клеточного деления, %
		$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
0	7501	0.08 ± 0.03	0.05 ± 0.03	0.15 ± 0.05
0.1	5415	0.11 ± 0.05	$0.26^* \pm 0.07$	$0.52^* \pm 0.10$
0.3	4254	0.19 ± 0.07	$0.19^* \pm 0.07$	$0.42^* \pm 0.10$
0.5	5663	0.16 ± 0.05	$0.42^* \pm 0.09$	0.25 ± 0.07
1	5503	0.18 ± 0.06	$0.24^* \pm 0.07$	$0.72^* \pm 0.12$
1.5	5505	0.18 ± 0.06	$0.27^* \pm 0.07$	0.20 ± 0.06
2.5	5305	0*	$0.40^* \pm 0.09$	0.30 ± 0.08
2.5 (повтор)	3967	0.05 ± 0.04	$0.30^* \pm 0.09$	0.18 ± 0.07
3.5	3294	0.18 ± 0.07	$0.33^* \pm 0.10$	0.27 ± 0.09
5	4123	$0.29^* \pm 0.08$	$0.32^* \pm 0.09$	0.29 ± 0.08

* Здесь и в табл. 2 различия с контролем достоверны (по критерию Стьюдента).

концентрации бензина около 2,5% происходит индукция процессов адаптивного ответа, усиливаются защитные механизмы клеток, происходит репарация повреждений. Все это приводит к снижению уровня соматических мутаций. При повышении концентрации бензина защитные механизмы клеток уже не справляются со всеми повреждениями, и число соматических мутаций растет, что говорит о мутагенном действии бензина.

Частота белых мутантных событий варьировала от 0.05 до 0.42%. В контроле она составила 0.05%, а во всех загрязненных бензином вариантах в 4-8 раз достоверно выше контроля ($p < 0.05$), что также свидетельствует о мутагенном действии бензина. Описывается зависимость уравнением четвертой степени с $R^2 = 0.63$.

Частота угнетения клеточного деления оказалась максимальной и достоверно выше контроля ($p < 0.05$) в вариантах с концентрацией бензина 0.1, 0.3 и 1%, что указывает на выраженный генотоксический эффект бензина при этих концентрациях (рис. 2).

Данные по частоте морфологических аномалий в волосках тычиночных нитей традесканции (клон 02) приведены в табл. 2.

Уровень морфологических аномалий во всех загрязненных бензином вариантах достоверно выше контроля ($p < 0.05$). Зависимость выхода аномалий от концентрации бензина нелинейная (рис. 3), описывается уравнением третьей степени ($R^2 = 0.71$). Основной вклад в морфологические аномалии вносят изгибы и гигантские клетки, частота которых тоже достоверно выше контроля ($p < 0.05$) во всех загрязненных вариантах.

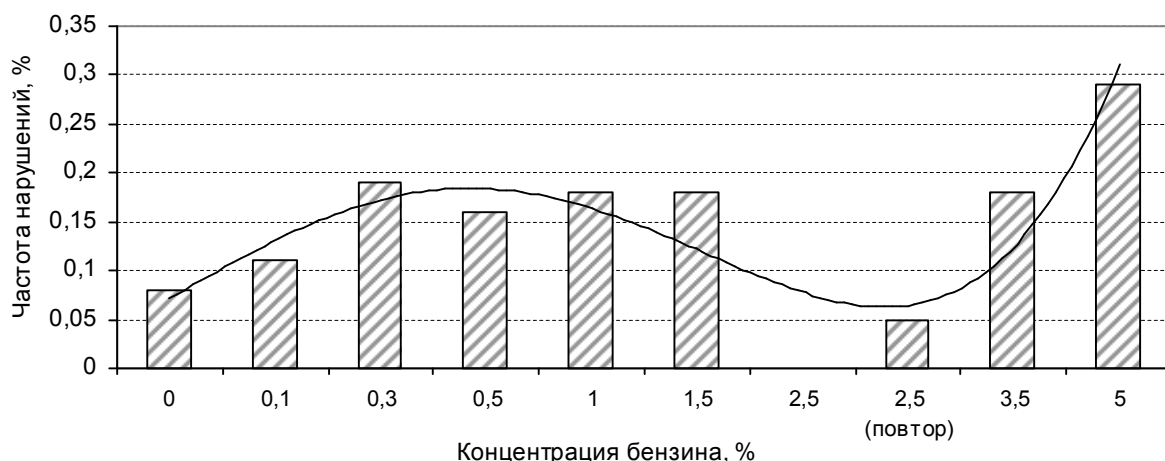


Рис. 1. Частота соматических мутаций в волосках тычиночных нитей традесканции (клон 02), выращиваемой на почве, загрязненной бензином.

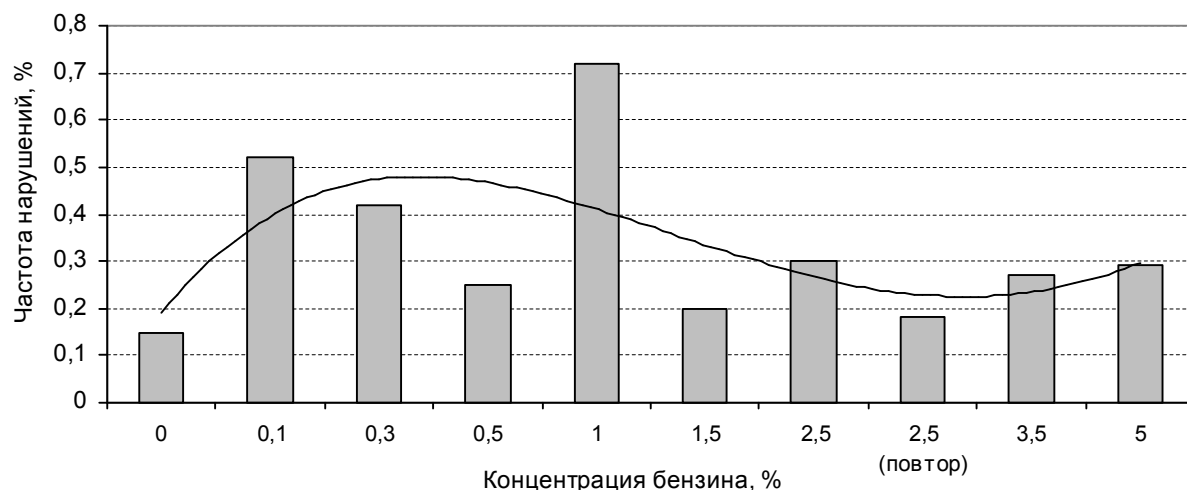


Рис. 2. Частота угнетения клеточного деления в волосках тычиночных нитей традесканции (клон 02), выращиваемой на почве, загрязненной бензином.

Таблица 2

Частота морфологических аномалий в волосках тычиночных нитей традесканции (клон 02), %

Концентрация бензина	Морфологические аномалии	Гигантские клетки	Карликовые клетки	Изгибы	Разветвления
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
0	1.61 ± 0.15	0.41 ± 0.07	0.04 ± 0.02	1.11 ± 0.12	0.03 ± 0.02
0.1	$11.41^* \pm 0.43$	$3.38^* \pm 0.25$	$0.15^* \pm 0.05$	$7.83^* \pm 0.37$	0.06 ± 0.03
0.3	$9.80^* \pm 0.46$	$3.15^* \pm 0.27$	0.14 ± 0.06	$6.51^* \pm 0.38$	0
0.5	$9.66^* \pm 0.39$	$3.02^* \pm 0.23$	$0.14^* \pm 0.05$	$6.41^* \pm 0.33$	0.09 ± 0.04
1	$11.85^* \pm 0.44$	$6.16^* \pm 0.32$	$0.18^* \pm 0.06$	$5.49^* \pm 0.31$	0.02 ± 0.02
1.5	$9.94^* \pm 0.40$	$3.31^* \pm 0.24$	$0.18^* \pm 0.06$	$6.41^* \pm 0.33$	0.04 ± 0.03
2.5	$11.44^* \pm 0.19$	$4.05^* \pm 0.27$	$0.25^* \pm 0.07$	$7.11^* \pm 0.35$	0.04 ± 0.03
2.5 (повтор)	$9.91^* \pm 0.47$	$2.17^* \pm 0.23$	$0.30^* \pm 0.09$	$7.41^* \pm 0.42$	0.03 ± 0.03
3.5	$9.81^* \pm 0.52$	$2.19^* \pm 0.26$	0.12 ± 0.06	$7.50^* \pm 0.46$	0
5	$10.60^* \pm 0.48$	$5.60^* \pm 0.36$	$0.24^* \pm 0.08$	$4.73^* \pm 0.33$	0.02 ± 0.02

Таким образом, при исследовании частоты нарушений в волосках тычиночных нитей традесканции (клон 02) можно отметить мутагенное, генотоксическое и тератогенное действие бензина. Обнаружено, что выход выявляемых нарушений имеет нелинейную зависимость от степени загрязнения. Повышение частоты соматических мутаций и угнетения клеточного деления в концентрациях до 1.5% указывает на большую генотоксичность этих доз.

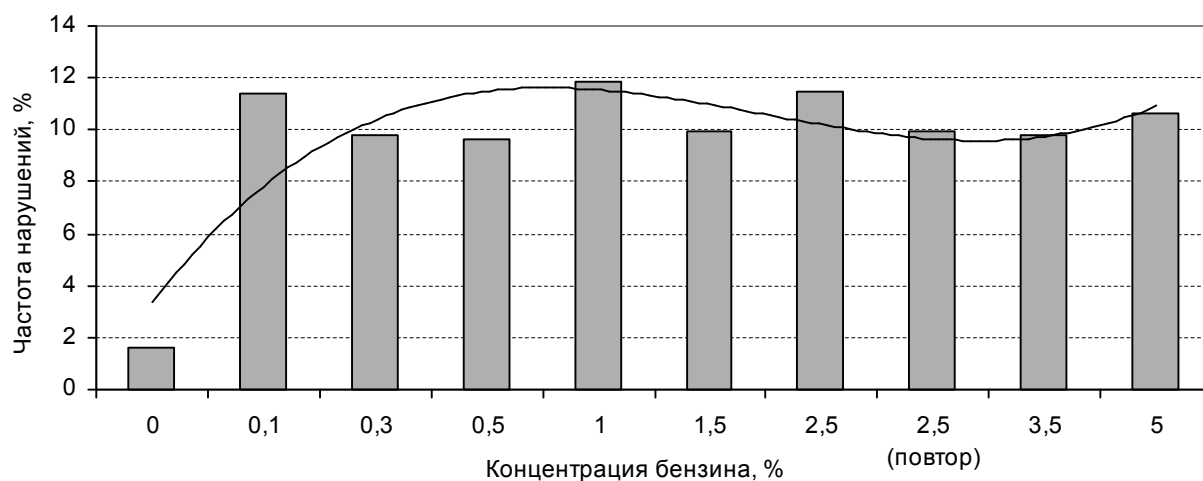


Рис. 3. Частота морфологических аномалий в волосках тычиночных нитей традесканции (клон 02), выращиваемой на почве, загрязненной бензином.

ЛИТЕРАТУРА

Вредные химические вещества. Природные органические соединения. Издание справочно-энциклопедического типа. Т. 7 / Под ред. В.А. Филова, Ю.И. Мусийчука, Б.А. Ивина. СПб.: Изд-во СПХФА, НПО «Мир и Семья-95», 1998. 504 с.

Ichikawa S., Sparrow A.H., Thompson K.H. Morphologically abnormal cells, somatic mutations and loss of reproductive integrity in irradiated *Tradescantia* stamen hairs // *Rad. Bot.*, 1969. № 9. P. 195-211.

Mericle L.W., Mericle R.P. Genetic nature of somatic mutations for flower color in *Tradescantia*, clone 02 // *Rad. Bot.*, 1967. № 7. P. 449-464.

Underbrink A.G., Schaires L.A., Sparrow A.H. *Tradescantia* Stamen Hairs: A radiobiological test system applicable to chemical mutagenesis // *Chemical mutagenesis: Principles and Methods for their detections*, 1973. Vol. 3. № 4. P. 159-175.

Ma T.H., Kong M.S. Genotoxicity of contaminated soil and well water detected by plant bioassays // (Abstr. 28th Annu. Meet. Environ. Mutagen Soc., Minneapolis, Min., Apr. 19-23, 1997) / *Environ. and Mol. Mutagenes*, 1997. Vol. 29. № 28. P. 32.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ *GYMNADENIA CONOPSEA* (L.) R. BR. НА ЮЖНОМ ТИМАНЕ

О.Е. Афанасьева

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: aphanasjeva@ib.komisc.ru

Процесс возникновения новых видов рода *Gymnadenia* (сем. *Orchidaceae*), по мнению Л.В. Аверьянова (1981), носит симпатрический политопный характер и осуществляется за счет обособления сосуществующих форм в специфических экологических нишах. Особенно ярко это выражено на северной границе ареала, где совокупность всех факторов среды оказывает мощное воздействие на признаки и свойства растений.

Объект нашего исследования – *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br., или кокушник комарниковый – вид с довольно широким фитоценотическим и экологическим диапазоном (Вахрамеева и др., 1993), широко распространен в Европе и Азии. По данным систематиков, кокушник обладает довольно высокой внутривидовой изменчивостью: выделено несколько подвидов (рассматриваемых в ранге видов), разновидностей и форм.

Цель данной работы заключается в изучении изменчивости морфометрических признаков *Gymnadenia conopsea* под влиянием экологических факторов.

Изменчивость внешнего облика под действием разных экологических факторов называется экологической формой внутривидовой изменчивости растений (Мамаев, 1972). Изучение внутривидовой изменчивости, ее уровней и направленности имеет большое значение, поскольку позволяет дать оценку природным процессам формообразования и эволюции, является обязательным этапом таксономических исследований (Мамаев и др., 2004).

В Республике Коми вид находится на северной границе своего распространения, встречается преимущественно в южных и юго-западных районах, где произрастает на сыроватых лугах, в травяно-сфагновых сосняках, в сырых травяных смешанных лесах, ольшаниках, высокотравных ивняках (Флора Северо-Востока..., 1976). Наиболее северные местонахождения *G. conopsea* приурочены к обнажениям известняков Тимана, где экологические условия местообитания растений на склонах различной экспозиции значительно отличаются по факторам увлажнения и теплового режима.

Изучение ценопопуляций (ЦП) *G. conopsea* проводили в 2005 г. в районе выхода известняков на Южном Тимане (реки Сойва и Нижняя Омра, Троицко-Печорский р-н Республики Коми, территория флористического заказника «Сойвинский»). Исследовано три ЦП с северных склонов (С) и три ЦП со склонов южной экспозиции (Ю). В каждой ЦП на 30 генеративных особях были проведены измерения некоторых размерных и числовых признаков: высоты генеративного побега, длины и ширины листовой пластинки,

длины соцветия, числа цветков в соцветии. Изменчивость генеративной сферы, как наиболее стабильной части растений, нами не рассматривалась.

В камеральный период по общепринятым методикам проведена статистическая обработка данных с использованием программ для PC Excel 7.0 и Statistica. Сравнительная характеристика средних значений морфологических признаков генеративного побега *G. conopsea* осуществлена с применением t-критерия Стьюдента. Оценку уровня изменчивости того или иного признака вида и сравнение его амплитуды проводили в соответствии с предложенной С.А. Мамаевым (1972) классификацией форм изменчивости растений. Для характеристики экологических условий произрастания брали фитоиндикационные экологические шкалы Д.Н. Цыганова (1983).

Мы классифицировали местообитания кокушника комарникового на Южном Тимане с помощью экологических шкал. В координатах индексов увлажнения и теплового режима видно, что кокушник произрастает на северных склонах в холодных и влажных местообитаниях, а на южных – в сравнительно сухих и теплых (рис. 1).

У растений кокушника комарникового, произрастающего на Южном Тимане, наиболее вариабельны длина соцветия, число цветков и ширина листовой пластинки. Средний уровень изменчивости отмечен для высоты генеративного побега и длины листа. К наименее изменчивым признакам относится число листьев (см. таблицу).

При анализе средних значений признаков по t-критерию Стьюдента разница между особями ценопопуляций с С склонов оказалась недостоверной по всем признакам, кроме числа цветков. Для растений из ценопопуляций с Ю склонов отмечено, что разница достоверна только при сравнении параметров высоты растений и числа цветков. Возможно, это связано с высоким уровнем изменчивости, наблюдаемым для перечисленных признаков, и неоднородностью ценоотических условий на Ю склонах.

Выявлено, что фактор экспозиции, т.е. экологический фактор, не влияет на принадлежность признака к тому или иному уровню изменчивости, т.е. уровень изменчивости сохраняется постоянным для признаков особей и с северных, и с южных склонов. Однако с ухудшением условий местообитания, (от Ю хорошо прогреваемых склонов к прохладным и влажным С) значение коэффициента вариации всех признаков уменьшается, но в пределах обозначенного уровня изменчивости (рис. 2). При сравнении амплитуды изменчивости в разные годы выявлено, что размах изменчивости признаков из года в год практически не меняется (Афанасьева, Тетерюк, 2004).

Характеристика уровней изменчивости признаков *G. conopsea* и их размах на склонах известняков Ю и С экспозиции

Параметры	Размах признаков		Уровень изменчивости (Cv, %)
	Ю склоны	С склоны	
Высота генеративного побега, см	25.1-32.9	21.7-24.8	15-20
Длина соцветия, см	5.75-10.82	5.76-6.92	21-30
Число цветков, шт.	22.5-34.8	16.1-20.5	23-29
Число листьев, шт.	4.6-5.8	4.17-4.2	9-12
Длина листа, см	10.34-13.07	10.46-11.26	14-19
Ширина листа, см	0.75-1.06	0.62-0.69	23-30

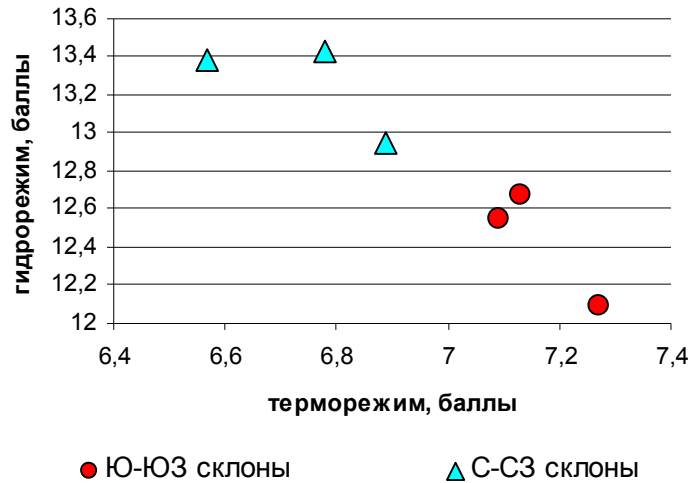
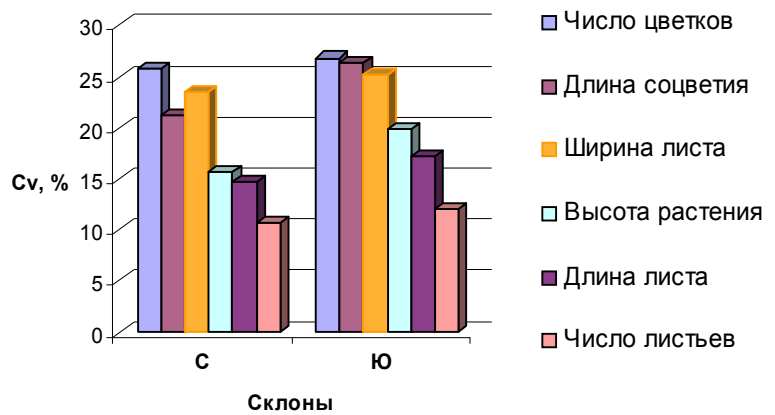


Рис. 1. Характеристика местообитаний *G. conopsea* на Южном Тимане в градиенте факторов теплообеспеченности и гидрорежима на основе значений экологических шкал Д.Н. Цыганова.

При сравнительном анализе изменчивости генеративного побега кокушника комарникового выявлено, что средние показатели размерных признаков у растений с Ю больше, чем у растений с С склонов. Например, размах средних значений высоты генеративного побега *G. conopsea* между крайними вариантами, обитающими на склонах различной экспозиции,

Рис. 2. Характеристика уровней изменчивости признаков и их варьирование под действием экологических факторов. Уровни изменчивости: низкий ($C_v = 8-12\%$), средний ($C_v = 13-20$), повышенный ($C_v = 21-30$), высокий ($C_v = 31-40$).



достаточно велик: растения с южных склонов выше растений с северных в 1.3 раза (см. таблицу). Это объясняется возможностью

вида через габитус растений реагировать на экологические условия произрастания, т.е. более холодные условия жестко ограничивают потенциальные возможности роста.

Подтверждением наличия высокой межпопуляционной изменчивости также будет служить сравнение средних показателей по t-критерию Стьюдента: отличие ценопопуляций Ю склонов от ценопопуляций С склонов в высшей степени достоверно по всем признакам.

Экологическая изменчивость кокушника комарникового выражается в дифференциации популяций с северных и южных склонов по морфометрическим признакам. Она позволяет проследить направления адаптации вида к определенным типам экотопов на северной границе ареала.

ЛИТЕРАТУРА

- Аверьянов А.В. Видообразование и изменчивость видов рода *Gymnadenia* R.Br. в северной части ареала // Биологические проблемы Севера: Тез. докл. IX Междунар. симп. Ч. 1. Сыктывкар, 1981. С. 10.
- Афанасьева О.Е., Тетерюк Л.В. Изменчивость морфометрических признаков *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br. на известняках Южного Тимана // Материалы докладов пятнадцатой Коми республиканской молодежной научной конференции. Т. II: Одиннадцатая молодежная научная конференция ИБ Коми НЦ УрО РАН (Сыктывкар, 19-23 апреля 2004 г.). Сыктывкар, 2004. С. 13-15.
- Вахрамеева М.Г., Виноградова И.О., Татаренко И.В., Цепляева О.В. Кокушник комарниковый // Биологическая флора Московской области. Вып. 9. Ч. 1. М.: Изд-во МГУ, 1993. С. 53-55.
- Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М.: Наука, 1972. 282 с.
- Мамаев С.А., Князев М.С., Куликов П.В., Филиппов Е.Г. Орхидные Урала: систематика, биология, охрана. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 123 с.
- Флора Северо-Востока европейской части СССР. Т. 2. Л.: Наука, 1976. 316 с.
- Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 198 с.

АДАПТАЦИЯ ПЧЕЛ К МАЛЫМ ДОЗАМ МЫШЬЯКА

Е.Н. Байкова

Удмуртский государственный университет
E-mail: motobayker@yandex.ru

Мышьяк относят к группе примесных элементов, которые постоянно содержатся в организме человека и животных, однако их биологическая роль выяснена мало или неизвестна.

Основными источниками антропогенного поступления мышьяка в окружающий мир являются сельское хозяйство, переработка мышьяксодержащих руд, нефти, угля и производство цветных металлов. Его применяют в перспективных отраслях промышленно-

сти и медицине. В конце XIX–начале XX в. были синтезированы высокотоксичные мышьяксодержащие органические соединения, пригодные к использованию в качестве боевых отравляющих веществ (Живородова и др., 2000).

В работе рассмотрено влияние малых доз мышьяксодержащих веществ на биохимическую адаптацию пчел. В качестве анализируемых систем выбраны ферменты инвертазы КФ 3.2.1.26 и каталазы КФ 1.11.1.6.

Использование биохимических тест-функций позволит выявить первичные молекулярные механизмы действия веществ-загрязнителей и пути биодетоксикации промышленных ядов, детерминирующие возможность адаптации к ним различных организмов (Цветков и др., 1997).

Объект исследования – вид пчела медоносная, у которой существует несколько преимуществ по сравнению с другими опытными (Ломаев и др., 2005).

Для проведения опыта использовались пчелы среднерусской породы – *A. mellifera mellifera*, они наиболее приспособлены к нашему климату.

В период с 14 по 22 сентября 2005 г. на опытной пасеке дер. Макарово производилась подкормка пчелиных семей сахарным сиропом с разным количеством мышьяка. В опыте участвовало пять пчелосемей.

Сироп представлял 50% -ный раствор сахарозы, к которому добавлялся водный раствор арсенита кальция- $\text{Ca}_3(\text{AsO}_3)_2$. Для каждой семьи была разработана своя доза сиропа с определенной концентрацией мышьяка, учитывающая количество в улье пчел, расплода, продуктивность матки. Подкормка производилась ежедневно.

До и по окончании дачи рабочих сиропов был проведен отбор проб (пчел) для исследования изменения активности ферментов: каталазы и инвертазы по методикам М.В. Жеребкина.

Обнаружена зависимость между поступающей концентрацией мышьяка и биохимическими показателями. Данные

отражены на рис. 1 для инвертазы и рис. 2 – для каталазы.

За 100% были приняты первоначальные активности ферментов в каждой пчелосемье, исходя из которых высчитывался прирост активности.

Очень интересны данные о действии мышьяка на фермент инвертазы, выделяемый слюнными железами пчел. Этот фермент отвечает за расщепление сахарозы, которая поступает с пищей (сиропом или нектаром). Имеются данные об арсенолитическом действии, прежде всего в процессах гликолиза, в том числе на ранних его стадиях. Эта теория базируется на сходстве арсенат- и фосфатионов, которые принимают участие в расщеплении моносахаров. Еще в начале XX в. были получены сведения об ускорении брожения сахара. Ускорение гликолиза арсенатом наблюдается уже при очень низкой концентрации, а при более высоких концентрациях арсената отмечается угнетение гликолиза (Гамаюрова, 1993).

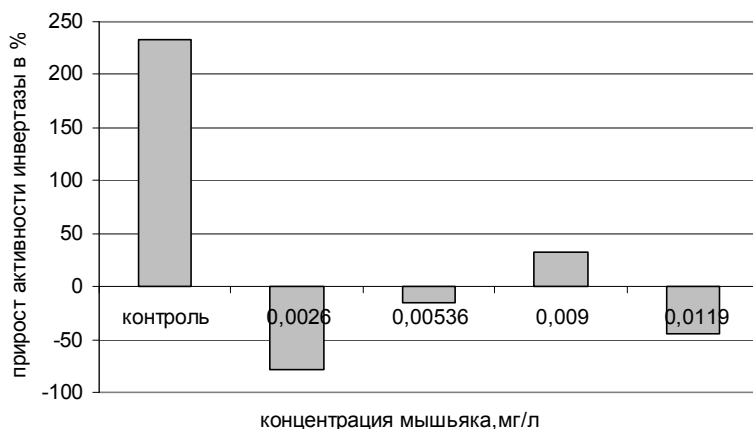


Рис. 1. Изменение активности инвертазы.

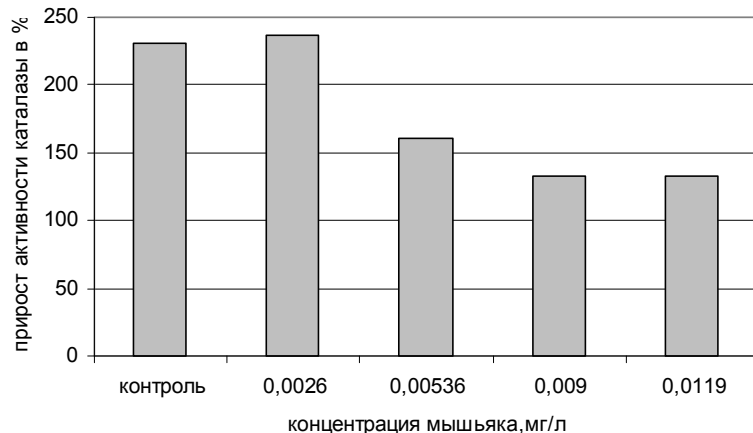


Рис. 2. Изменение активности каталазы.

Эти данные согласуются с полученными. При концентрации 0.00268 мг/л (рис. 1) наблюдается снижение активности инвертазы на 312.3%, по отношению к контролю. Полученные результаты можно трактовать как положительный арсенолитический эффект, поскольку пчелам не нужно вырабатывать так много данного фермента, хотя сироп, даваемый пчелам, состоит из сахарозы, которую и расщепляет инвертаза. Ее активность должна возрасти во много раз, что мы и видим в контроле (рис. 1). Постоянное кормление пчел сахарным сиропом может привести к деградации слюнных желез. Таким образом, данная доза предотвращает этот процесс (Кривцов и др., 1999).

При повышении концентрации мышьяка в сиропе до 0.0536 и 0.009 мг/л (рис. 1) отмечается увеличение активности фермента по отношению к семье, получившей минимальную дозу мышьяка, примерно в 3 и 5 раз соответственно. Следовательно, пчелами осуществляется компенсаторный механизм в ответ на угнетение гликолиза.

Доза мышьяка максимальной концентрации 0.01198 мг/л явно вызывает отрицательный эффект у пчел, поскольку активность фермента инвертазы вновь падает и составляет отрицательный прирост – 45%. Организм пчел не справляется с такой дозой мышьяка. Возможно, происходит недостаточное усвоение моносахаров и/или недостаточное расщепление дисахаров, а также общее токсическое угнетение.

Эффекты, вызываемые действием мышьяка на каталазу, имеют другое распределение (рис. 2). Наблюдается постепенное снижение активности фермента с +273 до +160-+132% при увеличении поступления мышьяка от 0.00536-0.01198 мг/л. Эти эффекты могут быть связаны с антагонистическим взаимодействием Fe и As (Химия тяжелых металлов, мышьяка и молибдена в почве, 1985), так как каталаза – это железосодержащий фермент. Механизм уменьшения активности фермента связан с расходом железа на образование нерастворимых комплексов с мышьяком, для нейтрализации токсичности последнего.

Каталаза является важным приспособительным механизмом организма пчел и всех живых организмов. Она осуществляет процессы нейтрализации перекисей, образующихся при распаде веществ. Чем выше показатель активности этого фермента, тем меньше будет сказываться отрицательное действие перекиси водорода, а клетки тканей не будут испытывать дефицита в кислороде (Чернов и др., 2003).

Минимальная доза мышьяка в опыте – 0.00268 мг/л – не вызывает значительных отклонений активностей фермента от нормы (рис. 2).

Выводы

1. Пчелы приспособлены и могут активно справляться с очень низкими концентрациями мышьяка (0.00268 мг/л). За счет ускорения гликолиза их организм меньше тратит сил на выработку инвертазы. Активность каталазы – в пределах нормы;

2. Увеличение дозы вызывает компенсаторные реакции в организме пчел, выражающиеся в повышении активности фермента инвертазы и понижении активности каталазы;

Первый эффект связан с борьбой организма пчел с ингибированием мышьяком гликолиза. Второй – с расходом железа из фермента на связывание мышьяка в нерастворимый комплекс;

3. С концентрацией 0.01198 мг/л пчелы не справляются, их функции угнетаются. Падает активность и инвертазы, и каталазы;

4. Еще раз подтверждена высокая чувствительность пчел к загрязнителям.

Благодарю за помощь в разработке дозы сиропа и мышьяка для каждой пчелосемьи М.Г. Ломаеву – научного сотрудника ИТЭБ РАН (Институт теоретической и экспериментальной биологии, г. Пущино); за помощь в постановке опыта Г.В. Ломаева – профессора Ижевского государственного технического университета (ИжГТУ) и подготовку пчелосемей и уход за ними – О.В. Чуракова – аспиранта ИжГТУ.

ЛИТЕРАТУРА

Апимониторинг загрязнения окружающей среды / Г.В. Ломаев, Т.Г. Габричидзе, Н.В. Бондарева и др. // Апидология и пчеловодство. Вып. 1. Ижевск: Ассоциация «Научная книга», 2005. 126 с.

- Гамаюрова В.С. Мышьяк в биологии и экологии. М.: Наука, 1993. 207 с.
- Жеребкин М.В. Методика прогнозирования зимостойкости пчелиных семей по активности каталазы ректальных желез // Информационный листок. Рязань, 1970. 8 с.
- Жеребкин М.В. Физиологический контроль за степенью подготовленности пчел к медосбору // Информационный листок. Рязань, 1970. 4 с.
- Живодрова С.А., Панкратов В.М., Антошин А.Э. Мышьяк в природных средах и токсикология мышьяка / Российский Зеленый Крест. М., 2000. 28 с.
- Кислая фосфатаза гидробионтов как фермент-индикатор биохимической адаптации к воздействию токсических веществ / И.Л. Цветков, С.Л. Зарубин, Г.А. Урванцева и др. // Известия АН. Сер. биологическая. М., 1997. № 5. С. 539-545.
- Кривцов Н.И., Лебедев В.И., Туников Г.М. Пчеловодство. М.: Колос, 1999.
- Химия тяжелых металлов, мышьяка и молибдена в почве / Под. ред. Н.Г. Зырина, Л.К. Садовниковой. М.: Изд-во МГУ, 1985. 206 с.
- Чернов Н.С., Смольникова Е.А. Активность каталазы у пчел среднерусской, серой горной кавказской, карпатской пород и их помесей // Новое в науке и практике пчеловодства. Рыбное: ГНУ НИИП Россельхозакадемии, 2003. С. 106-108.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИМБИОЗА ЛЯДВЕНЦА РОГАТОГО И КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО С РИЗОБИЯМИ В УСЛОВИЯХ ПОДЗОНЫ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА

Е.И. Баймиев

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: baimiev@ib.komisc.ru

Фиксация и ассимиляция атмосферного азота по своей значимости для растений сравнимы только с фотосинтезом (Newbould, 1989). Производство высококачественной богатой белком пищи существенно зависит от снабжения растений азотом. Однако внесение в почву азотных удобрений в последнее время стало дорогостоящим, а также создало экологические проблемы, обусловленные выделением в атмосферу значительного количества оксидов азота и накоплением нитратов в грунтовых водах (Kinzig, Socolow, 1994). Избежать эти проблемы возможно благодаря интенсификации биологического восстановления азота атмосферы азотфиксирующими прокариотами. В большинстве агросистем основная часть молекулярного азота (около 80%) фиксируется при симбиозе бобовых с ризобиями. Для повышения уровня симбиотической азотфиксации применяют инокуляцию бобовых высокоэффективными штаммами ризобий. Однако инокуляция не всегда гарантирует получение высокого хозяйственного эффекта, поэтому актуально изучение симбиоза бобовых с ризобиями в конкретных условиях (Bliss, 1993).

Цель работы – оценить эффективность симбиоза бобовых растений лядвенца рогатого и козлятника восточного при инокуляции различными штаммами ризобий по морфофизиологическим параметрам.

Объекты и методы

Объектами исследования служили лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.) сорт Солнышко, козлятник восточный (*Galega orientalis*) сорт Гале, а также производственные штаммы ризобиальных микроорганизмов – *Bradyrhizobium* sp. 363a и *Rhizobium galegae* 913 и 916. Штаммы ризобий получали из ВНИИСХМ.

Перед посевом на участок однократно были внесены удобрения из расчета $N_{45}P_{45}K_{45}$ для повышения плодородия почвы, в последующие годы опыта удобрения не вносились. Почва на участке была типичная подзолистая, сформированная на покровных суглинках средней степени окультуренности.

Инокуляция семян лядвенца производилась *Bradyrhizobium* sp. штамм 363a, а козлятника – *Rhizobium galegae* штаммы 913 и 916. Посев семян, проинокулированных ризобиальными микроорганизмами, произведен в середине июня 2003 г. Лядвенец сеяли узкорядным способом, козлятник – широкорядным, вручную на делянках площадью 12

м² в 4-кратной повторности. Общая площадь заложенного опыта – 420 м². Изучали морфометрические параметры и накопление биомассы растений первого, второго и третьего года жизни. Отбор образцов осуществляли в фазу цветения. Подсчитывали число розовых клубеньков на одном растении.

Результаты и их обсуждение

Показано существенное увеличение сухой массы и числа клубеньков у инокулированных растений лядвенца на третьем году жизни (табл. 1). Клубеньки инокулированных растений были крупнее, чем клубеньки контрольных растений. Увеличение количества клубеньков, их сухой массы и размеров у инокулированных растений возможно было связано с большей конкурентоспособностью ризобий штамма *Bradyrhizobium* sp. 363a и наличием большей массы бактериальной ткани, по сравнению с дикими штаммами. Следует отметить устойчивую тенденцию к увеличению длины и массы корней инокулированных растений. К третьему году жизни инокулированные растения лядвенца на 38% превышали контрольные растения по высоте надземной части.

Опыты с растениями козлятника, инокулированными штаммами 913 и 916, показали следующие результаты (табл. 2). Максимальное влияние оказал штамм 913, что выразилось в увеличении количества (на 36%) и сухой массы (на 61%) клубеньков, высоты надземной части (на 35%), длины корневой системы и сухой массы надземной части (в два раза) к третьему году жизни, по сравнению с контролем. Показано более слабое влияние штамма 916 на растения козлятника. Отмечена лишь тенденция к повышению количества и сухой массы клубеньков, высоты и сухой массы надземной части, длины корневой системы.

Таблица 1

Влияние инокуляции на ростовые показатели растений лядвенца рогатого

Параметр	Контроль			Опыт		
	1	2	3	1	2	3
Высота побегов, см	33 ± 7	33 ± 8	59 ± 14	36 ± 8	41 ± 9	95 ± 21*
Длина корней, см	19 ± 3	19 ± 2	26 ± 5	19 ± 2	19 ± 2	31 ± 6
Сухая надземная биомасса, г/растение	4 ± 1	9 ± 6	36 ± 5	5 ± 2	13 ± 6	58 ± 16
Сухая масса корней, г/растение	0.92 ± 0.36	1.54 ± 0.85	11 ± 4	1 ± 0.5	2 ± 1	16 ± 6
Количество клубеньков, шт./растение	35 ± 17	230 ± 160	670 ± 110	57 ± 18	350 ± 170	900 ± 110*
Сухая масса клубеньков, г/растение	0.03 ± 0.01	0.05 ± 0.03	0.19 ± 0.03	0.04 ± 0.01	0.08 ± 0.04	0.31 ± 0.07*

Примечание: 1 – первый год, n = 80 растений; 2 – второй год, n = 32 растения; 3 – третий год, n = 5 растений; * различия достоверны при P < 0.05.

Таблица 2

Влияние инокуляции на ростовые показатели растений козлятника восточного

Параметр	Контроль		Растение + штамм 913		Растение + штамм 916	
	2	3	2	3	2	3
Высота побегов, см	34 ± 14	102 ± 34	47 ± 10	160 ± 23*	36 ± 9	134 ± 27
Длина корней, см	30 ± 7	34 ± 7	30 ± 5	52 ± 9*	33 ± 7	46 ± 12
Сухая надземная биомасса, г/растение	11 ± 4	80 ± 20	21 ± 9	163 ± 41*	21 ± 8	150 ± 52
Сухая масса корней, г/растение	4 ± 2	41 ± 16	6 ± 2	65 ± 25	6 ± 1	53 ± 21
Количество клубеньков, шт./растение	430 ± 250	790 ± 98	665 ± 220	1300 ± 290*	620 ± 170	1290 ± 440
Сухая масса клубеньков, г/растение	0.15 ± 0.09	0.31 ± 0.143	0.27 ± 0.09	0.790 ± 0.270*	0.20 ± 0.04	0.700 ± 0.270

Примечание: 2 – второй год, n = 16 растений; 3 – третий год, n = 5 растений; * различия достоверны при P < 0.05.

Сравнение двух штаммов показывает, что штамм 913 конкурентоспособнее, образует эффективный симбиоз с козлятником в условиях подзоны средней тайги европейского Северо-Востока. Растения козлятника проявляют большую штаммспецифичность к штамму 913, а также меньше ингибируют процесс инфекции по сравнению со штаммом 916. Аналогичные данные были получены И.В. Рашевской (2005) в условиях Северо-Запада Нечерноземной зоны России при инокуляции штаммами *Rhizobium galegae* 912, 913 и 914 растений козлятника восточного сорта Гале. Показано, что предпосевная инокуляция семян козлятника этими штаммами способствовала увеличению накопления сухого вещества, усилению нитрогеназой активности и повышению содержания азота в биомассе растений.

Таким образом, установлено, что у инокулированных растений к третьему году жизни увеличивались высота и масса надземной части, длина корневой системы, количество и масса клубеньков. Выявлено положительное влияние штамма 913 на рост и накопление биомассы растений козлятника третьего года жизни. Штамм 913 был эффективнее штамма 916, что свидетельствует о более высокой конкурентоспособности и сортоспецифичности штамма 913. Литературные данные и собственные результаты подтверждают успешное использование штамма *Rhizobium galegae* 913 при возделывании козлятника восточного сорта Гале в условиях северных широт.

ЛИТЕРАТУРА

Рашевская И.В. Рост миниреального питания и продуктивности козлятника восточного при семях клубеньковыми и ассоциативными ризобактериями: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2005. С. 7.

Bliss F.A. Systemic regulation of nodulation in legumes // Plant and Soil, 1993. Vol. 152. P. 71.

Kinzig A.P., Socolow R.H. Nitrogen fixation: some perspectives and prospects // Physics Today, 1994. Vol. 47. P. 24.

Newbould P. Energy in Plant Nutrition and Pest Control // Plant and Soil, 1989. Vol. 115. P. 297.

БИОТОПИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ШМЕЛЕЙ (*BOMBUS*, *PSITHYRUS*) ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.С. Балуква

Вологодский государственный педагогический университет

E-mail: nbalukova@yandex.ru

Шмели – одни из важнейших опылителей многих энтомофильных видов растений, что определяет их важное место в экосистемах бореального и субарктического поясов (Березин и др., 1996).

Изучение фаунистических комплексов шмелей началось в Европе в конце XIX–первой половине XX в., в результате чего были составлены фаунистические списки шмелей многих европейских стран. Исследование региональных фаун позволило определить ареалы для многих видов шмелей (Ефремова, 1990). К началу XX в. относятся первые работы по Вологодской области (Белизин, 1926), обнаружено 24 вида шмелей.

Наши исследования проводились в 2001–2005 гг. в 17 районах Вологодской области. Сбор насекомых осуществлялся качественно (сачком на лету) и количественно (кошением на учетных площадках). Собрано около 1700 экз. Состав и структура биоценологических комплексов шмелей исследовались на 25 пробных площадках в Вожегодском районе в течение трех лет, проведено 153 учета. Исследования осуществлялись в шести типах биогеоценозов (табл. 1). Для сравнительного анализа выбраны два пойменных и два суходольных луга, которые разобщены в пространстве и отличаются составом флоры. Пойменные луга расположены в долине р. Вожега на расстоянии около 45 км. Расстояние между суходольными лугами примерно 1.5 км, один луг находится в 50 м от хвойно-мелколиственного леса, а второй – на окраине деревни. Характеристика структуры биоценологических комплексов шмелей и особенностей обследованных биогеоценозов отражена в табл. 1

Таблица 1

Характеристика исследованных биотопов

Номер биоценоза	Тип биоценоза	Флора
1	Опушка леса	Ястребинка, тимopheевка, короставник, тмин, пшеница, бодяк, овсяница, клевер луговой, тысячелистник и др.
2	Пойменный луг (склон водораздела)	Короставник, трясунка, василек скабиозный, подмаренник, зверобой, клевер луговой
3	Пойменный луг (берег реки)	Горошек мышиный, подорожник ланцетолистный, клевер луговой, овсяница, клевер белый, василек скабиозный, таволга, тимopheевка, пустырник
4	Суходольный луг (в 50 м от смешанного леса)	Погремok, василек скабиозный, короставник, клевер белый, ежа сборная, тимopheевка, мятлик, овсяница, тмин, трясунка, клевер луговой, колокольчик
5	Суходольный луг (окраина деревни)	Горошек мышиный, короставник, бодяк, нивяник, одуванчик лекарственный, зверобой, тимopheевка, мятлик, ежа сборная, клевер луговой, фиалка трехцветная
6	Заросли кипрея	Кипрей лесной, ежа сборная, тимopheевка, мятлик
7	Лесная дорога	Валериана, черноголовка, купырь, василек скабиозный
8	Верховое болото	Сосна лесная, клюква, голубика

и 2.

Фауна шмелей Вологодской области достаточно разнообразна, к настоящему времени выявлено 28 видов. В данный период на территории области не подтверждаются находками семь видов, обнаруженных в начале XX в. (Белизин, 1926). Широко распространенными видами на территории области являются *Bombus lucorum* L., *B. agrorum* F. К часто встречающимся относятся *B. hortorum* L., *B. lapidarius* L., *B. derhamellus* Kirby, *B. equestris* F., *B. soroensis* F., *B. distinguendus* F. Mor. Эти виды предпочитают специфические местообитания, т.е. являются преферентами (Яхонтов, 1969). Распространение шмелей по территории области различно. Наряду с видами, сравнительно равномерно распределенными (*B. lucorum* L., *B. agrorum* F., *B. hortorum* L., *B. equestris* F.), существуют виды, зафиксированные только в некоторых районах. Такие виды, как *B. terrestris* L. и *B. derhamellus* Kirby, были встречены лишь в центральной и северо-западной частях области, а *B. semenoviellus* Scovikov – в северо-восточной и центральной.

При подготовке материалов для региональной Красной книги составлен список редких шмелей области, включающий 12 видов. Из них пять видов рекомендовано для занесения в Красную книгу Вологодской области: *Bombus consobrinus* Dhlb., *B. subbaicalensis* Vogt., *B. silvarum* L., *B. sporadicus* Nyl., *Psithyrus barbutellus* Kby. Остальные редкие виды шмелей включены в список претендентов, нуждающихся в биологическом контроле.

Анализ видового богатства разных экосистем на территории Вологодской области показал, что 29% шмелей обитают преимущественно в лесных биотопах, 32% – в луговых, а 39% являются фактически эврибионтами и встречаются в разных местообитаниях. Исследование биоценологических комплексов выявило отличие в видовом богатстве и численности шмелей в зависимости от типа биоценоза и состава растительности.

Число видов в разных биоценологических комплексах шмелей варьирует от 3 до 11. Наибольшим видовым разнообразием отличается биоценоз опушки леса (табл. 2). Минимальное количество видов зарегистрировано на пойменном и суходольном лугах в 2003 г. От четырех до девяти видов отмечено на суходольном лугу, который включает часть опушки леса и где в растительной ассоциации преобладает кипрей лесной. Присутствие одного вида растений ограничивает видовое разнообразие.

Наиболее активная динамика численности, а также значительное повышение видового разнообразия и усложнение структуры населения шмелей наблюдаются на опушке леса. Это обусловлено постепенной сменой растительности биоценоза. Зафиксировано зарастание пшеничного (с включением ястребинки) биоценоза кормовыми растениями шмелей (например, васильком скабиозным и др.). В данном биоценозе зарегистрированы такие редкие виды региональной фауны, как *B. consobrinus* Dhlb. (2004 г.), *B. schrenki*

Таблица 2

Доля шмелей в биоценозах

Комплекс	1		2		3		4		5		6	
	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2005 г.	2003 г.	2003 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.
B. agrorum F.	11.11	25.64	5.36	—	—	—	4.69	3.92	—	3.19	12.50	22.22
B. consobrinus Dhlb.	—	2.56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B. derhamellus Kirby	—	20.51	17.86	20.00	—	—	15.63	19.61	10.42	37.23	—	—
B. distinguendus F. Mor.	—	7.69	—	—	28.57	14.29	15.63	3.92	20.83	3.19	—	22.22
B. equestris F.	—	20.51	—	6.67	—	—	10.94	11.76	—	18.09	9.26	—
B. hortorum L.	—	5.13	1.79	20.00	28.57	—	—	3.92	—	10.64	18.52	—
B. hypnorum L.	—	2.56	—	—	—	—	—	—	10.42	10.64	25.00	—
B. lapidarius L.	—	—	7.14	—	—	—	—	—	41.67	13.83	50.00	22.22
B. lucorum L.	88.89	10.26	57.14	40.00	42.86	71.42	42.19	47.06	6.25	3.19	15.74	—
B. pratorum L.	—	—	5.36	6.67	—	—	—	—	—	—	—	—
B. schrenki F. Mor.	—	—	1.79	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B. semenoviellus Skorikov	—	2.56	1.79	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B. silvarum L.	—	—	1.79	—	—	—	—	—	10.42	—	14.81	22.22
B. solstitialis Pz.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15.87
B. soroensis F.	—	—	17.86	6.67	—	—	10.94	3.92	—	—	—	7.94
Psithyrus barbutellus Kirby	—	—	—	—	—	—	—	3.92	—	—	—	—
Ps. bohemicus Seidl	—	—	5.36	—	—	14.29	—	—	—	—	—	—
Ps. norvegicus Sparre-Schneider	—	2.56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание. Характеристику исследованных биоценозов см. в табл. 1.

F. Mor., *B. silvarum* L. (2005 г.) и *B. semenoviellus* Skorikov. В биоценозе с преобладанием кипрея в 2005 г. отмечено появление редких видов *B. solstitialis* Pz. и *B. silvarum* L. Последний вид был обнаружен и на суходольном лугу на окраине деревни.

При анализе биотопического распределения разных видов шмелей выявлено, что *B. lucorum* L. доминирует практически во всех биоценозах, составляя от 10.26 до 88.9%. Это является следствием эврибионтности и политрофии данного вида. Исключение составляет биоценоз суходольного луга, включая опушку леса, где преобладает кипрей, и вид теряет доминирующее положение, которое занимают другие виды. Возможно, это объясняется большей специализацией вида к кормовому растению благодаря такой морфологической особенности, как более длинный хоботок.

Виды *B. derhamellus* Kirby и *B. hortorum* L. и *B. distinguendus* F. Mor., тоже являясь эврибионтами, предпочитают луговые местообитания. Их доля здесь имеет максимальное значение – 37.23, 28.57 и 28.57% соответственно. Такой вид, как *B. equestris* F., практически во всех луговых местообитаниях является субдоминантом, составляя от 6.67 до 18.09% численности. В то же время он зафиксирован и на опушке леса (20.51% численности). Отметим приуроченность *B. agrorum* F. к опушечным и лесным биотопам. Более широко распространен *B. lapidarius* L., который был встречен в разных типах биоценозов: на опушке, суходольном лугу. Интересно заметить, что в кипрейных зарослях данный вид доминирует, составляя от 20.22 до 50% численности шмелей. Такой вид, как *B. pratorum* L., обнаружен только на опушке и лугу, где составляет 5.36-6.67% от общей численности шмелей.

При анализе видовой структуры шмелей в разных биоценозах выявлены их общие доминирующие виды. Так, на опушке леса, пойменном и суходольном лугах, где в составе растительности преобладают виды рода погребок, доминирует *B. lucorum* L. Исключения составляют суходольный луг на окраине деревни и кипрейные заросли на опушке леса. Здесь в структуре комплекса шмелей доминантом является *B. lapidarius* L., субдоминантом *B. agrorum* F., присутствуют *B. distinguendus* F. Mor., *B. hypnorum* L. и *B. lucorum* L., включая редкий вид *B. silvarum* L. В лесном биоценозе около дороги чаще других был встречен *B. agrorum* F., также обнаружены *B. lucorum* L., *B. soroensis* F., *B. distinguendus* F., *B. lapidarius* L., *B. pratorum* L., *B. equestris* F., *B. hortorum* L., *B. hypnorum* L. Отмечается видовое сходство комплекса шмелей лесного биоценоза, где произрастает кипрей лесной, с комплексом шмелей в кипрейных зарослях на опушке леса и суходольном лугу. Наблюдается снижение разнообразия шмелей на верховом болоте до четырех видов: *B. lucorum* L., *B. agrorum* F., *B. distinguendus* F., *Psithyrus rupestris* F. Выявлена смена доминирующих видов в 2003-2004 гг. на суходольном лугу (окраина деревни), где вместо *B. lapidarius* L. стал преобладать *B. derhamellus* Kirby. Это вызвано увеличением доли мышиного горошка в составе растительности, как кормового растения, предпочитаемого *B. derhamellus* Kirby.

Таким образом, при изучении биотопического распределения шмелей выявлены экологические особенности видов региональной фауны и определены их биоценотические комплексы. Анализ видовой структуры комплексов различных местообитаний позволил проследить ее динамику. Показано, что распределение шмелей по территории области во многом зависит от географического положения районов, особенностей биотопов и состава растительных ассоциаций.

ЛИТЕРАТУРА

- Белизин А.П. Материалы к изучению энтомофауны Череповецкой губернии. Череповец, 1926. Вып. 1.
- Березин М.В, Бейко В.Б., Березина Н.В. Анализ структурных изменений населения шмелей (*Bombus*, *Apidae*) Московской области за последние 40 лет // Зоол. журн., 1996. Т. 75. Вып. 2. С. 212-221.
- Ефремова З.А. Материалы по истории изучения фауны и экологии шмелей // Экология насекомых и их охрана: Межвуз. сб. науч. тр. Ульяновск, 1990. С. 50-62.
- Определитель насекомых европейской части СССР. Т. III. Перепончатокрылые. Первая часть. Л.: Наука, 1978. 584 с.
- Яхонтов В.В. Экология насекомых. М.: Высшая школа, 1969. 488 с.

МАЛОЩЕТИНКОВЫЕ ЧЕРВИ (OLIGOCHAETA) В ЭКОСИСТЕМАХ МАЛЫХ РЕК БАСЕЙНА РЕКИ ВЫЧЕГДА

М.А. Батурина

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: baturina@ib.komisc.ru

Общее число малых рек, которые являются начальным звеном речной сети, на территории Республики Коми определяется десятками тысяч (Зверева и др., 1955). Малые водотоки в значительной степени определяют гидрологический режим и качество воды крупных и средних рек. Интенсивная эксплуатация природных ресурсов в их бассейнах (бесконтрольная распашка пойм, склонов долин рек под пашни и огороды, вырубка леса, захламливание берегов, промышленные и коммунальные стоки) приводит к истощению и загрязнению водных ресурсов. Небольшие объемы стока, низкие скорости течения и в силу этого – меньшая способность самоочищения малых рек, обеспечивают быстрый отклик на изменения, происходящие на их водосборе в условиях антропогенной нагрузки.

В июне-июле 2005 г. проведены рекогносцировочные исследования для оценки экологического состояния и структурных изменений природных комплексов рек Важелью и Юил в естественных и нарушенных условиях. Анализ фауны и количественных показателей развития олигохет составлял часть проведенных исследований. Олигохеты определялись из гидробиологических проб бентоса, которые отбирали согласно методике, принятой в Институте биологии Коми НЦ УрО РАН, гидробиологическим скребком и обрабатывали стандартными методами (Шубина, 1986). Одновременно замеряли глубину, температуру воды, скорость течения (с помощью поплавка) и отмечали характер грунта.

Реки Важелью и Юил (притоки р. Вычегда) относятся к категории самых малых, их протяженность не превышает 25 км. Река Важелью исследована на трех станциях, р. Юил – на одной. Верхняя станция на р. Важелью (станция 1) находится вдали от населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных предприятий, однако русло реки в месте отбора проб захламлено автопокрышками, обломками бетонных блоков и т.п.. В среднем течении (станция 2) в реку попадают стоки птицефабрики, расположенной на ее левом берегу, а в нижнем течении (станция 3) она испытывает пресс сельскохозяйственного освоения ее бассейна. Ширина рек составляла от 3 до 6, глубина – 0.3-0.7 м, прозрачность воды – до дна, скорость течения 0.1-0.3 м/сек, грунт в основном песчаный, гравийно-песчаный со слоем наилка или детрита. В среднем течении р. Важелью (ст. 2) дно покрыто охристым налетом. Река Юил протекает по территории лесного заказника «Юил» (Кадастр особо охраняемых ..., 1995). Нами не выявлены факты прямого антропогенного влияния на качество воды р. Юил, и по этой причине она выбрана в качестве контрольного водоема.

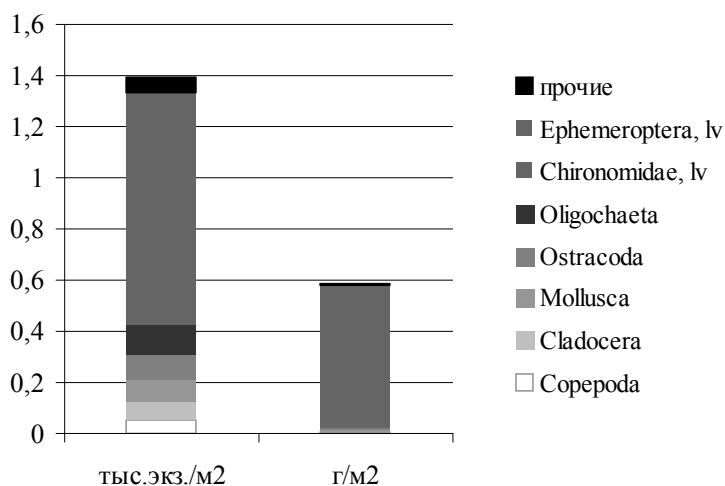


Рис. 1. Значения численности (тыс. экз./м²) и биомассы (г/м²) некоторых групп бентоса в р. Юил, июль 2005 г.

Фауна исследованных водотоков включает 15 видов олигохет, относящихся к трем семействам: *Naididae* (пять видов), *Lumbriculidae* (1), *Tubificidae* (шесть видов и три формы, до вида не определенные). В р. Юил малощетинковые черви (*Oligochaeta*) играют незначительную роль в общей численности (2.9%) и биомассе (0.4%) бентоса (рис. 1).

Фауна олигохет в р. Юил представлена пятью видами: *Tubifex tubifex* (Muller), *Spirosperma ferox* Eisen, *Limnodrilus* sp., *Lumbriculus variegatus* (Muller), *Nais pseudobtusa* Piguet. Максимальное значение в ее составе играют пеллофильные виды тубифи-

цид (рис. 2), что объясняется наличием мягких заиленных грунтов с большим количеством детрита.

В верхнем участке р. Важелью (условно был принят за чистый, расположен выше стоков птицефабрики) отмечены минимальная численность (4.1 тыс. экз./м²) и биомасса (1.0 г/м²) бентоса (рис. 3), из них доля олигохет составляла 7.8% общей численности и 2.0% – его общей биомассы бентоса. На второй станции количественные показатели развития бентоса возрастают (30.4 тыс. экз./м² и 15.9 г/м²), при этом увеличивается и доля олигохет в его составе. Малощетинковые черви на данном участке составляют уже 56% общей численности и 18% – общей биомассы бентоса. На последней станции (ст. 3) при наибольших показателях численности бентоса (32.2 тыс. экз./м²) несколько снижается его биомасса (7.5 г/м²). Олигохеты в составе бентоса занимают ведущее положение, составляя 70% общей численности и 25% – общей биомассы бентоса.

Структура фауны малощетинковых червей на разных станциях была неоднородна. Доминировали виды сем. *Tubificidae*, численность которых вдоль продольного профиля реки от истока к устью увеличивается в 10 раз (рис. 4). При этом на верхнем участке в сообществе по численности преобладает вид *T. tubifex*, а также ювенильные формы лимнодрилов и тубифицид (ближе до вида не определенные). На втором участке отмечались три вида и три формы тубифицид (ближе до вида не определенные), по численности доминировали лимнодрилы. На третьем участке (в устье реки) сообщество олигохет представлено одним видом сем. *Tubificidae* – *T. tubifex*.

Как известно, зообентос, являясь одним из основных компонентов водных экосистем, играет важную роль в самоочищении и служит надежным индикатором состояния водоема (Экологическое состояние ..., 2003). Для оценки качества вод с использованием биологических методов контроля чаще используют индексы Гуднайта и Уитлея, Д, Д₂, индекс отношения массовых видов к общей численности олигохет (Батурина, 2001). Согласно значениям этих индексов

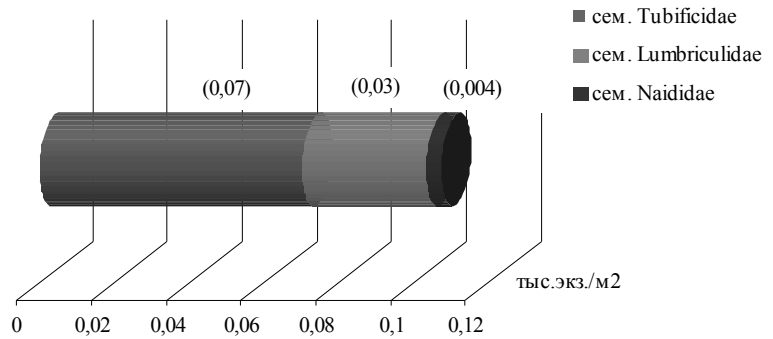


Рис. 2. Количественные показатели развития отдельных семейств олигохет в р. Юил, июль 2005 г. (в скобках указана численность семейств в тыс. экз./м²).

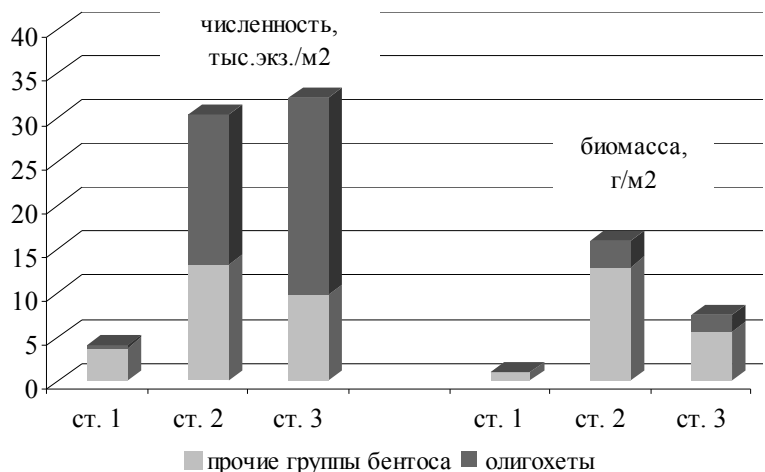


Рис. 3. Показатели численности (тыс. экз./м²) и биомассы (г/м²) бентоса на разных станциях в р. Важелью, июль 2005 г. (приводится соотношение количественных показателей развития олигохет и прочих групп бентоса).

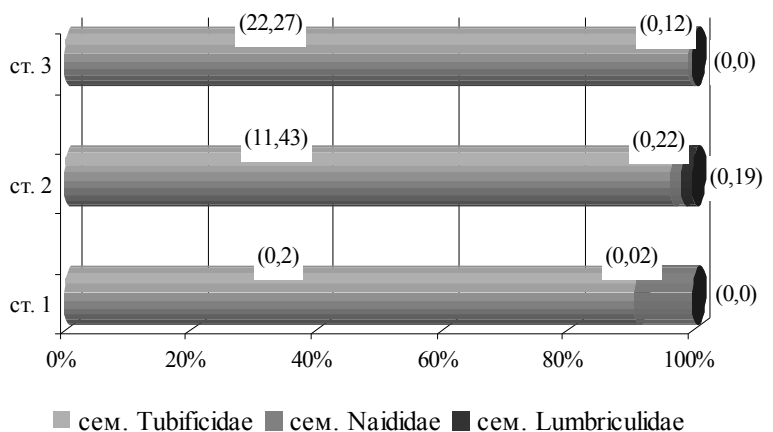


Рис. 4. Количественные показатели развития отдельных семейств олигохет на разных станциях в р. Важелью, июль 2005 г. (в скобках указана численность семейств в тыс. экз./м²).

качество воды в верхнем течении р. Важелью оценивается в пределах «чистая» или «слабо загрязненная», в среднем течении положение ухудшается, и вода характеризуется как «сомнительного состояния». Самая тяжелая ситуация наблюдается в нижнем течении реки, где качество воды оценивается как «сильно загрязненная».

Таким образом, по данным предварительного анализа состояния сообщества малощетинковых червей двух малых рек бассейна р. Вычегда можно утверждать, что экосистема р. Важелью испытывает комплексное антропогенное воздействие: в бентосе увеличиваются численность и биомасса гидробионтов на фоне снижения числа групп (при этом доминируют олигохеты, а именно вид *T. tubifex*). Имеющиеся сведения о гидробионтах р. Юил, в частности о малощетинковых червях, не показывают явных признаков негативного воздействия, и выбранный пункт (а при необходимости дополнительные пункты вдоль р. Юил) может служить контрольным для проведения наблюдения за состоянием экосистем малых рек региона в условиях антропогенной нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

- Зверева О.С., Кучина Е.С., Соловкина Л.Н. Рыбные богатства Коми АССР и пути их освоения. Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1955. 106 с.
- Кадастр охраняемых природных территорий Республики Коми. Сыктывкар, 1995. Ч. II. 60 с.
- Экологическое состояние малых рек Верхнего Поволжья. М., 2003. 389 с.
- Батурина М.А. Донные беспозвоночные в оценке качества поверхностных вод (на примере класса Oligochaeta). Сыктывкар, 2001. 24 с. (Науч. докл. / Коми научный центр УрО РАН; Вып. 441).

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МОЛЛЮСКОВ ОЗЕР СОЛОВЕЦКОГО АРХИПЕЛАГА

Ю.В. Беспалая

Институт экологических проблем Севера УрО РАН

E-mail: felix@dvina.ru

Структура сообществ животных в экосистемах определяется их видовым составом, возрастным и размерным составами популяций, динамикой численности и биомассы организмов, трофическими связями и степенью разветвленности последних. Один из возможных показателей структуры сообществ и экосистем – их разнообразие (Алимов, 1994). Моллюски в этом смысле являются удобным объектом для изучения, поскольку резко реагируют на изменение внешней среды.

Видовое разнообразие моллюсков изучали на о-ве Большой Соловецкий в июне-августе 2005 г. В ходе полевых работ были проведены гидробиологические исследования восьми наиболее крупных и значимых озер о-ва Большой Соловецкий. Отбор материала осуществляли по общепринятым в гидробиологии методикам. Общий объем материала составил 3374 экз. моллюсков. Сходство фаун по видовому составу оценивали на основе индекса Чекановского-Серенсена. Характер связей между фаунами моллюсков определялся методом классификации – кластерного анализа по обилию видов. Для нахождения относительного обилия видов использовали пятибалльную логарифмическую шкалу (Песенко, 1982).

Соловецкий архипелаг расположен в юго-западной части Белого моря при входе в Онежский залив. Климат архипелага сравнительно мягкий, морской, переходящий к континентальному. Исследованные озера являются ультрапресными. Исключение составляет лишь озеро Варваринское, которое можно отнести к категории пресных водоемов (224.85 мг/л). Воды озер Большое Лобское и Западное Лобское характеризуются слабокислой реакцией среды. Остальные исследованные водоемы имеют реакцию среды, близкую к нейтральной. По совокупности морфологических черт строения котловины, невысокой минерализации и насыщению кислородом значительное число водоемов о-ва Большой Соловецкий относится к категории олиготрофных, Большое Лобское и Лесное – мезотрофных. Представителем эвтрофных водоемов является оз. Западное Лобское (Григорьев и др., 1965).

В изученных водоемах о-ва Большой Соловецкий обнаружен 21 вид моллюсков, которые принадлежат к 5 семействам, 14 родам. Наиболее распространенными видами являются *Anisus acronicus*, *Cingulipisidium nitidum* и *Roseana borealis*. Моллюски встречаются на всех основных биотопах озер. В литорали они заселяют зону растений и открытые песчаные и каменисто-песчаные грунты, с разной степенью заиления и количеством растительных остатков. Разнообразие биотопов этой зоны и наличие в ней высшей водной растительности обусловили богатый видовой состав и высокую численность моллюсков (Лешко, 1998). В профундали моллюски обитают на открытых илистых грунтах с разной примесью растительных компонентов и детрита. Экологические условия здесь достаточно однообразны, вследствие чего малакофауна профундали весьма скудна.

Малакофауна изученных озер включает от десяти до 16 видов моллюсков. Видовой состав моллюсков озер Варваринское, Большое Лобское и Западное Лобское обеднен и представлен 10-12 видами (см. таблицу). Набор численно преобладающих видов оз. Варваринское (*Roseana borealis*, *Cingulipisidium nitidum* и *Anisus acronicus*) аналогичен большинству озер о-ва Большой Соловецкий, однако доля доминирующих видов составляет здесь 16-56%. На долю обычных видов приходится 2-3% от выборки. Моллюски *Anisus albus*, *A. laevis*, *Henslowiana lilljeborgi*, *Cyclocalyx obtusalis*, *Cincinna frigida* редки и представлены 1-2 баллами обилия. Питание водоема происходит с участием поверхностных и грунтовых вод и выражается сравнительно высокой минерализацией, а также достаточным содержанием органических веществ – этим обусловлена высокая численность моллюсков в озере (Новосельцев, Попченко, 1972). Для водоемов Большое Лобское и Западное Лобское состав массовых видов схож: *Roseana borealis*, *Henslowiana lilljeborgi* и *Cingulipisidium nitidum*, на их долю приходится 15-36% сборов. Обычные виды (3-й балл обилия) *Valvata cristata*, *Hiberneuglesa normalis* характерны для обоих озер. К числу редких тут относятся *Pseudeupera subtruncata* и *Amesoda transversale* (1-2%).

В оз. Красноармейское высокое обилие (4-й балл) характерно для *Sphaerium westerlundi* и *Amesoda transversalis*. Только здесь данные виды являются доминантами, в остальных озерах они принадлежат к обычным и малочисленным. К обычным видам относятся *Cingulipisidium nitidum*, *Roseana borealis*, *Anisus laevis*, *A. acronicus* (5-8%); остальные отличаются низким обилием и составляют 0.5-3% от всего состава.

Моллюски оз. Святое представлены 14 видами, из них доминируют виды *Roseana borealis*, *Cingulipisidium nitidum*, *Valvata cristata* (13-30% от выборки). На долю обычных видов приходится 3-9%, к малочисленным относятся *Anisus albus*, *A. laevis*, *A. acronicus*, *A. spirorbis*, *A. contortus*, *Sphaerium westerlundi*, *Henslowiana lilljeborgi*.

Максимальное число видов отмечено в водоемах Банное, Нижний Перт и Лесное. Для оз. Нижний Перт наиболее многочисленными являются *Anisus laevis*, *Pseudeupera subtruncata*, *Cingulipisidium nitidum*, имеющие 4-й балл обилия. В оз. Банное в состав преобладающих входят *Valvata cristata*, *Pseudeupera subtruncata*, *Cingulipisidium nitidum* (доля особей 15%), обычные моллюски *Sphaerium westerlundi*, *Roseana borealis*, *Anisus acronicus*, *Cyclocalyx obtusalis* и *Anisus laevis* (7-10%). Обилие остальных видов составляет 0.57-2.87%.

В оз. Лесное массовыми являются *Anisus laevis* и *A. acronicus* (36-49%), что намного выше, остальные виды малочисленны (2 балла), за исключением *Anisus albus* (3-й балл обилия).

К обильным для большинства изученных озер принадлежат моллюски *Roseana borealis* и *Cingulipisidium nitidum*, другие массовые виды по-разному варьируют в озерах. Во всех озерах к малочисленным относятся виды, тяготеющие к зарослям водной растительности: *Cincinna frigida*, *Lymnaea glutinosa*, *Armiger crista*, *Anisus spirorbis*, *A. contortus*, *Tetragonocyclus tetragona*.

По результатам кластерного анализа количественного сходства выборок моллюсков можно выделить три группы (см. рисунок). Анализ первой группы показывает, что по этому коэффициенту наиболее сходны озера Нижний Перт, Банное, Красноармейское (сходство в среднем около 70%). Вторая группа, включающая водоемы Варваринское, Святое, Большое Лобское, Западное Лобское, близка к предыдущей (около 60%). Таким образом, можно сказать, что количественная структура населения моллюсков в изученных озерах

Видовой состав и относительное обилие моллюсков в озерах о-ва Большой Соловецкий

Вид	Нижний Перт			Банное			Лесное			Варваринское			Красноармейское			Святое			Большое Лобское			Западное Лобское		
	N	I _d	B	N	I _d	B	N	I _d	B	N	I _d	B	N	I _d	B	N	I _d	B	N	I _d	B	N	I _d	B
<i>Lymnaea fragilis</i> (L., 1758)	0	0.00		1	0.57	1	1	0.22	1	0	0.00		0	0.00		0	0.00		0	0.00		0	0.00	
<i>L. glabra</i> (Mull., 1774)	0	0.00		0	0.00		0	0.00		0	0.00		0	0.00		1	0.32	1	0	0.00		0	0.00	
<i>L. glutinosa</i> (Mull., 1774)	7	2.13	2	0	0.00		0	0.00		0	0.00		0	0.00		0	0.00		0	0.00		0	0.00	
<i>Armiger crista</i> (L., 1758)	0	0.00		1	0.57	1	4	0.89	2	0	0.00		0	0.00		0	0.00		0	0.00		0	0.00	
<i>Anisus contortus</i> (L., 1758)	0	0.00		0	0.00		1	0.22	1	0	0.00		1	0.47	1	1	0.32	1	0	0.00		0	0.00	
<i>A. albus</i> (Mull., 1774)	9	2.74	2	1	0.57	1	13	2.89	3	5	0.32	2	1	0.47	1	2	0.63	1	4	2.04	2	0	0.00	
<i>A. spioribis</i> (L., 1758)	2	0.61	1	0	0.00		5	1.11	2	0	0.00		0	0.00		3	0.95	1	0	0.00		0	0.00	
<i>A. acronicus</i> (Fer., 1807)	32	9.76	3	1	0.57	1	219	48.67	5	253	16.17	4	14	6.64	3	8	2.54	2	0	0.00		1	0.74	1
<i>A. laevis</i> (Alder, 1838)	36	10.98	4	13	7.47	3	160	35.56	5	7	0.45	2	15	7.11	3	3	0.95	1	4	2.04	2	0	0.00	
<i>Amesoda transversale</i> (West., 1898)	5	1.52	2	1	0.57	1	8	1.78	2	0	0.00		60	28.44	4	0	0.00		3	1.53	1	2	1.48	1
<i>Sphaerium westerlundii</i> (Clessin, 1873)	27	8.23	3	3	1.72	1	7	1.56	2	0	0.00		72	34.12	4	4	1.27	2	12	6.12	3	4	2.96	2
<i>Roseana borealis</i> (Glessin, 1877)	32	9.76	3	18	10.34	3	5	1.11	2	330	21.09	4	10	4.74	3	94	29.84	4	32	16.33	4	20	14.81	4
<i>Pseudouperla subtruncata</i> (Malm, 1855)	85	25.91	4	26	14.94	4	3	0.67	1	24	1.53	3	6	2.84	2	11	3.49	3	2	1.02	1	3	2.22	1
<i>Henslowiana liljeborgi</i> (Clessin, 1886)	5	1.52	2	5	2.87	2	8	1.78	2	1	0.06	1	7	3.32	2	6	1.90	2	56	28.57	4	49	36.30	4
<i>Cyclocalyx obtusalis</i> (C. Pfeiffer, 1821)	9	2.74	2	12	6.90	3	0	0.00		2	0.13	1	0	0.00		29	9.21	3	22	11.22	3	4	2.96	2
<i>Hiberneugetes normale</i> Stelfox, 1929	8	2.44	2	8	4.60	2	1	0.22	1	0	0.00		1	0.47	1	24	7.62	3	12	6.12	3	8	5.93	3
<i>Cingulipisidium nitidum</i> (Jenyns, 1832)	58	17.68	4	50	28.74	4	3	0.67	1	877	56.04	5	17	8.06	3	40	12.70	4	28	14.29	4	34	25.19	4
<i>Tetragonocyclus tetragona</i> (Nom., 1845)	10	3.05	2	5	2.87	2	0	0.00		0	0.00		6	2.84	2	0	0.00		0	0.00		0	0.00	
<i>Valvata cristata</i> Mull., 1774	0	0.00		27	15.52	4	12	2.67	2	50	3.19	3	1	0.47	1	89	28.25	4	15	7.65	3	10	7.41	3
<i>Cincinna frigida</i> (West., 1873)	3	0.91	1	2	1.15	1	0	0.00		16	1.02	2	0	0.00		0	0.00		6	3.06	2	0	0.00	
Всего	328	100.0		174	100.0		450	100.0		1565	100.0		211	100.0		315	100.0		196	100.0		135	100.0	

Примечание. N – число особей вида в сборах, экз.; I_d – доля особей вида в сборах, %; B – обилие вида по 5-балльной логарифмической шкале (Песенко, 1982).

достаточно однородна. Исключение составляет оз. Лесное, обладающее минимальным сходством с остальными озерами, поскольку здесь в выборке моллюсков на фоне общего низкого обилия выделяются два массовых вида.

Основу фауны озер о-ва Большой Соловецкий составляют палеарктические и европейско-западно-сибирские виды моллюсков.

В малакофауне Соловецких озер максимальное распространение получили эвритопные пело- и фитопсаммофильные виды. Исследования выявили руководящее положение *Euglesidae* в малакофауне озер о-ва Большой Соловецкий.

Происхождение озер, их гидрологические и гидрохимические параметры определили зональность распределения моллюсков в водоемах, видовой состав и численность. Таким образом, структура сообщества животных, измеряемая их разнообразием, определяется действием абиотических и биотических факторов (Алимов, 1994).

Работа выполнена при частичной поддержке грантов РФФИ (№ 05-04-97508, 05-05-97512, 05-05-64430), администрации Архангельской области и Соловецкого музея-заповедника.

Автор выражает благодарность с.н.с., к.б.н. Института биологии Коми НЦ УрО РАН Ю.В. Лешко за помощь в определении материала.

ЛИТЕРАТУРА

Алимов А.Ф. Разнообразие, сложность, стабильность, выносливость экологических систем // Журн. общей биологии, 1994. Т. 55. № 3. С. 285-301.

Григорьев С.В., Фрейндлинг В.А., Харкевич Н.С. Озера и реки Карелии и их особенности // Фауна озер Карелии. М.-Л.: Наука, 1965. С. 21-40.

Лешко Ю.В. Моллюски. Фауна европейского Северо-Востока России. СПб.: Наука, 1998. Т. 5. ч. 1. 168 с.

Новосельцев Г.Е., Попченко В.И. Донная фауна озер Большого Соловецкого острова // Материалы по комплексному изучению Соловецких озер. Петрозаводск: Карелия, 1972. С. 68-83.

Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. С. 1-182.

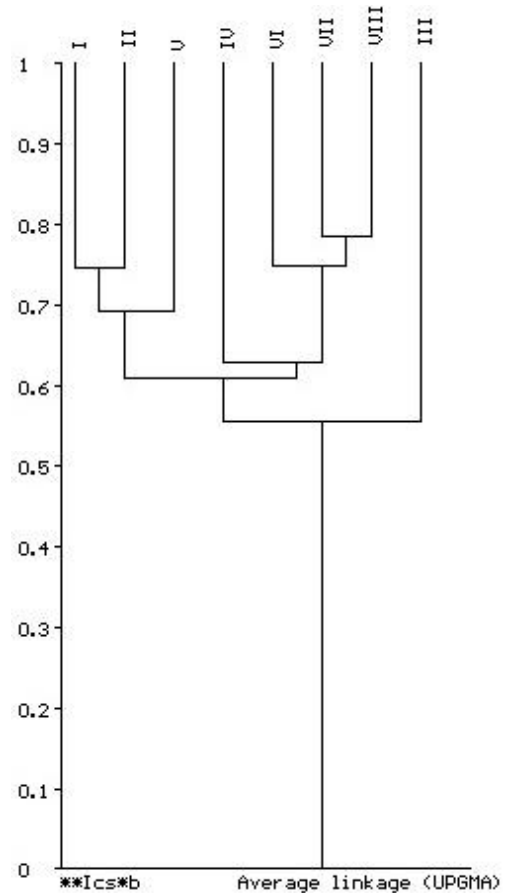


Рис. Дендрограмма кластерного анализа выборок моллюсков из озер о-ва Большой Соловецкий (коэффициент Чекановского-Серенсена, количественная форма *b*). Водоемы: I – Нижний Перт, II – Банное, III – Лесное, VI – Варваринское, V – Красноармейское, VI – Святое, VII – Большое Лобское, VIII – Западное Лобское.

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ЛУКА *ALLIUM SCHOENOPRASUM* L.

И.В. Бешлей, А.Л. Швецова¹

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: beshley@ib.komisc.ru

¹ Сыктывкарский государственный университет

Растения рода *Allium* семейства луковых Alliaceae J. Agardh привлекают внимание значительного круга исследователей благодаря высокому содержанию ценных биологически активных веществ (БАВ). Род *Allium* – самый большой в семействе луковых. По данным различных авторов, он включает от 500 до 600 видов (Казакова, 1978). На территории России и сопредельных государств насчитывается 332 вида лука (Черепанов, 1995).

Условия произрастания лука разнообразны, они встречаются во всех зонах – от полупустынной до альпийской и тундровой. При всем многообразии и широком распространении лука по земному шару лишь один вид – *A. schoenoprasum* L. (лук скорода, резанец, шнитт) – заходит в Арктику до 75° с.ш. В Республике Коми шнитт-лук встречается в Большеземельской тундре, на Полярном, Приполярном и Северном Урале; на юге доходит до р. Вычегда (Флора Северо-Востока ..., 1976). В культуре различают две его разновидности – среднерусскую и сибирскую. Среднерусская сильно кустится, листья мелкие, длиной до 20-25 см. Сибирская обладает более крупными листьями длиной до 30-35 см, но ветвится меньше (Юрьева, Кокорева, 1992). На территории России *A. schoenoprasum* выращивается повсеместно. Во многих странах мира культивируется как овощное и декоративное растение.

Шнитт-лук ценится прежде всего как растение для круглогодичного получения зелени. Нежные и ароматные листья широко используются в пище – в салатах, в качестве приправы, зимой его можно хранить в консервированном виде. Он быстро отрастает ранней весной и дает большую зеленую массу. По урожайности и качеству зеленой массы шнитт-лук превосходит лук-батун. По количеству витаминов он является одним из наиболее ценных овощных луков. Так, в период цветения в листьях шнитт-лука содержится 524 мг аскорбиновой кислоты на 100 г сухого вещества, поэтому он может служить природным источником витамина С в весеннее время. Накопление аскорбиновой кислоты зависит от условий произрастания и увеличивается при продвижении с юга на север (Казакова, 1978). В *A. schoenoprasum* обнаружено до 0.15 мг% витаминов В₁ и В₂, до 1.6 мг% витамина Е, до 6 мг% каротина. Во время первой срезки в зелени содержится до 9.3% углеводов (Юрьева, Кокорева, 1992). Кроме того, шнитт-лук содержит эфирные масла, необходимые для человека соли, аминокислоты и другие физиологически активные вещества. Характерным для представителей этого рода является присутствие полисахаридов типа инулина – высокомолекулярных соединений из гомологического ряда фруктозанов, содержащих цепь из 30-34 D-фруктозановых единиц (Gibbs, 1974). Самостоятельный интерес, как источник незаменимых высших жирных кислот – олеиновой, линолевой, линоленовой и др., а также простагландинов, представляют нейтральные липиды (НЛ), которые получают при подготовке растительного сырья к выделению БАВ.

A. schoenoprasum представляет декоративную ценность, поскольку дает много ярко-зеленых листьев, образует ажурные шаровидные соцветия от розовой до красно-фиолетовой окраски. Он может быть использован как красивое цветущее бордюрное растение. Кроме того, это отличный медонос (Юрьева, Кокорева, 1992).

Сравнительно недавно в растениях рода *Allium* были обнаружены стероидные гликозиды (СГ), которые обладают разнообразными биологическими свойствами: гипохолестеринемическим, антиоксидантным, противовоспалительным, противоопухолевым, контрацептивным действием, проявляют фунгицидные и антимикробные свойства, способствуют устойчивости растений к фитопатогенным микроорганизмам, обладают аллелопатическими свойствами, играя определенную роль во взаимоотношениях между растениями. Известны СГ с сильным антифидантным действием на насекомых-фитофагов (Пасешниченко, 1992).

К настоящему времени из растений рода *Allium* выделено более 40 гликозидов фураностаноловой и спиростаноловой природы, в состав углеводных цепей которых входят D-глюкоза, D-ксилоза, D-галактоза, L-рамноза и L-арабиноза. Из открытых к концу прошлого столетия 26 генинов самым распространенным является диосгенин, найденный в 18 видах лука. Например, в наиболее изученном виде *A. nutans* содержится 2.3% диосгенина (Дейнеко, 1985). Это позволяет предположить, что представители рода *Allium* могут быть использованы в качестве источника сырья для получения стероидных препаратов.

Несмотря на широкое распространение шнитт-лука, его химический состав недостаточно хорошо изучен, а сведений о содержании в нем СГ в научной литературе нет.

Нами был проведен анализ содержания двух важных групп БАВ во всех частях растения *A. schoenoprasum* – липидов и СГ. Растения были взяты из коллекции Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Сбор растительного сырья произво-

дился в мае-июне, семян – в июле-августе 2000 и 2002 гг. Корни и корневища тщательно промывали от земли. Растения расчленили на корни и/или корневища, луковичи, покровные чешуи, соцветия, семена, зеленую массу (листья). Измельчали и сушили при температуре +60 °С и постоянном вентилировании. Семена измельчали на мельнице.

Извлечение НЛ является предварительной стадией подготовки растительного сырья, так как их присутствие осложняет дальнейшее выделение БАВ, а особенно – обнаружение и идентификацию при помощи хроматографических методов. Экстракцию проводили диэтиловым эфиром в аппарате Сокслета или гексаном при комнатной температуре и постоянном перемешивании. Выход липидных фракций представлен в таблице.

Как и следовало ожидать, содержание НЛ в семенах значительно выше, чем в других органах растения и достигает 5.2-9.8%, довольно высокое содержание в покровных чешуях и соцветиях, самое низкое – в корнях и луковичах. НЛ представляют собой маслообразные жидкости со специфическим «луковым» запахом, окраска которых зависит от части растения.

Качественный состав полученных НЛ определяли при помощи метода тонкослойной хроматографии (ТСХ) на пластинках «Silufol» (Чехия) в системе растворителей (гексан : диэтиловый эфир : ледяная уксусная кислота = 73 : 25 : 5 v/v/v). Обнаружение компонентов НЛ осуществляли обработкой высушенных пластинок 10%-ным раствором фосфорно-молибденовой кислоты в этаноле с последующим выдерживанием в сушильном шкафу при температуре +100 °С до появления темно-синих пятен. В качестве стандартов для идентификации НЛ использовали *Lipid Standart* (Sigma).

Согласно данным ТСХ-анализа, НЛ разных частей лука содержат от четырех до шести соединений и отличаются как по качественному составу, так и количественному содержанию отдельных групп веществ. Все части растения содержат стерин и их эфиры, свободные жирные кислоты и их эфиры, триглицериды. В НЛ луковичи отсутствуют эфиры стерина, что может быть связано с их довольно низкой концентрацией, а НЛ соцветий содержат еще и соединение, по коэффициенту подвижности соответствующее моно- и диацилглицеридам. Преобладающим компонентом НЛ семян являются триацилглицериды, что характерно для растительных масел.

Для выделения СГ обезжиренное сырье подвергли трехкратной экстракции 70%-ным водным раствором этанола. Экстракты объединяли, упаривали до полного удаления спирта. Водный остаток подкисляли соляной кислотой до pH 2-3 и сутки выдерживали на холоде. Выпавший осадок, представляющий собой сумму СГ (ССГ) в основном спиростаноловой группы, отделяли центрифугированием. Выход ССГ представлен в таблице. Самый высокий выход получен из соцветий, зеленой массы и корней; в остальных частях растения он значительно ниже.

Качественный состав ССГ определяли методом ТСХ на пластинках «Sorbfil» (Россия) в системе растворителей (хлороформ : метанол : вода = 105 : 47 : 8 v/v/v). Для обнаружения СГ в качестве проявителей использовали реактив Эрлиха, специфический

Содержание биологически активных веществ в различных частях лука *A. schoenoprasum*

Часть растения	Масса образца, г	Растворитель	Выход общих липидов		Растворитель	Выход ССГ	
			г	%		г	%
Зеленая масса*	30.2	–	–	–	70%-ный этанол	0.61	2.0
Корни	18.8	ДЭ	0.11	0.6	То же	0.32	1.7
Луковичи	18.5	ДЭ	0.15	0.8	–/–	0.20	1.1
Покровные чешуи	8.4	ДЭ	0.14	1.7	–/–	0.07	
Соцветия	13.4	Гексан	0.27	2.0	–/–	0.28	2.1
Семена: сбор 2000 г.	3.4	Гексан	0.18	5.2	–/–	0.03	0.8
сбор 2000 г.	107.3	Гексан	8.02	7.47	–/–	0.29	0.5
сбор 2002 г.	60.3	Гексан	5.92	9.8	–/–	0.8	0.7

* Методика выделения ССГ исключает стадию обезжиривания, ДЭ – диэтиловый эфир.

для фураностаноловых гликозидов, ванилин-фосфорную кислоту и реактив Санье, позволяющие обнаружить как спиростаноловые, так и фураностаноловые гликозиды. Результаты ТСХ-анализа позволяют констатировать, что ССГ всех частей лука содержит от семи до восьми индивидуальных соединений, из которых три по коэффициентам подвижности соответствуют диосгенину – генину большинства СГ спиростанолового ряда, дельтозиду и протодиосцину – представителям СГ ряда фураностана. Данные ТСХ были подтверждены методом обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии.

ЛИТЕРАТУРА

- Дейнеко Г.И. Липиды, жирные кислоты и углеводы видов *Allium* L. // Раст. ресурсы, 1985. Т. 21. Вып. 2. С. 221-229.
- Казакова А.А. Культурная флора СССР. Л.: Колос, 1978. Т. 10. 264 с.
- Пасешниченко В.А. Успехи в изучении физиологической активности терпеноидов и стероидов // Биохимия, 1992. Т. 57. № 7. С. 986-1002.
- Флора Северо-Востока европейской части СССР / Под ред. А.И. Толмачева. Л.: Наука, 1976. Т. 2. 316 с.
- Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб., 1995. 991 с.
- Юрьева Н.А., Кокорева В.А. Многообразие луков и их использование. М.: МСХА, 1992. 160 с.
- Gibbs R.W. Chemataxonomy of flowering plants. Montreal, 1974. Vol. 1. 290 p.

АНАЛИЗ НАСЕЛЕНИЯ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ДОЛИНЫ РЕКИ ВЯТКА

Д.П. Бородин

Кировский филиал ФГУ «Камуралрыбвод»

E-mail: cervus_bor@mail.ru

В настоящей работе анализируется население мелких млекопитающих в интразональных биотопах долинного природного комплекса (ПК) среднего течения р. Вятка под влиянием природных факторов. В ПК надпойменная терраса покрыта приспевающими зеленомошными сосново-еловыми лесами. Пойменную часть образуют преимущественно заболоченные леса с участием широколиственных пород, в том числе дубняки, сохранившиеся в европейской части РФ только в долине Вятки на своем северном пределе (58°04' с.ш. и 48°29' в.д.). В прирусловой части находятся некрупные массивы пойменных лугов. Сырые и мокрые местообитания занимают вместе с болотами более 30% территории, весной заливаются до 95% площади заповедника. Затопление высоких участков длится двое-пять суток, низин и прирусловой части – до 1.5 месяцев.

В 1995-2005 гг. объем учетов в ПК методом ловушко-линий составил 36278 ловушко-суток (л-с). Наблюдения велись на четырех стационарных биотопах (на 16 ловчих линиях) весной и осенью, после разливов и перед зимовкой. В каждой вариации биотопов отловы велись на четырех линиях по 25 ловушек, расставленных с интервалом 5 м в течение пяти суток. Результаты приведены в табл. 1.

В целом состав населения типичен для равнинных охраняемых территорий части Волжского бассейна (Бородин, 1999), но здесь, в северных аналогах неморальных сообществ, отсутствуют желтогорлая мышь, лесная мышовка и равнозубая бурозубка, но обычна красная полевка, очень редкая в других заповедниках. Основные показатели населения в разных элементах ПК приводятся в табл. 2.

В сосняках боровой части ПК основу населения по обилию составляют лесная мышь и рыжая полевка, но к постоянным (65%) обитателям можно отнести только лесную мышь. Рыжая полевка здесь – дополнительный вид (25%), встречающийся в уловах не ежегодно, но иногда в большом обилии. В пойменных лесах оба эти вида господствуют над остальными (табл. 2), так же, как и в прирусловых лугах. Население лесной части ПК дополняет красная полевка, в луговой – полевка-экономка (табл. 2). Другие виды (табл. 1, 2) отлавливались нерегулярно.

Таблица 1

Состав и соотношение видов мелких млекопитающих в ПК долины р. Вятка

Вид	Составляющие ПК			В ПК в целом
	Сосняки борового террасы	Пойменные леса	Пойменные луга	
Бурозубка малая – <i>Sorex minutus</i>	0.7	0.1	1.2	0.4
Б. средняя – <i>S. caecutiens</i>	1.9	0	0.8	0.3
Б. обыкновенная – <i>S. araneus</i>	13.2	1.3	12.1	4.0
Кутора обыкновенная – <i>Neomys fodiens</i>	0	0	1.5	0.3
Полевка рыжая – <i>Clethrionomys glareolus</i>	50.0	59.5	44.4	56.1
П. красная – <i>C. rutilus</i>	3.9	10.7	1.7	8.6
П.-экономка – <i>Microtus oeconomus</i>	0	0.05	7.5	1.4
П. обыкновенная – <i>M. arvalis</i>	0	0.2	5.6	1.2
П. темная – <i>M. argestis</i>	0	0	0.4	0.05
Мышь-малютка – <i>M. minutus</i>	0	0	0.4	0.05
М. полевая – <i>Apodemus agrarius</i>	0.7	0.1	2.1	0.5
М. лесная – <i>A. sylvaticus</i>	29.6	28.1	22.3	27.1
Всего особей	152	1968	480	2600
Всего видов	7	8	12	12

В весенний период наиболее разнообразный видовой состав населения отмечен в пойменных лугах и незаливаемых пойменных лесах. Заметные отличия в составе наблюдаются в заливаемых и незаливаемых участках пойменных лесов (табл. 2).

Весенний аспект населения. Весной главный фактор формирования населения мелких млекопитающих – разливы р. Вятка. Весенний аспект населения поймы является отражением способности видов переживать наводнения. Адаптации видов заключаются в умении плавать, лазать по деревьям и кустарникам, переживать на плавающих предметах и переходить на замещающие корма (Максимов и др., 1981).

Хорошо плавают и ориентируются на воде полевка-экономка и кутора. Лесные полевки – рыжая и красная, хорошо плавают и лазают. Мыши и бурозубки хорошо лазают, но беспомощны на воде. Луговые полевки – обыкновенная и темная – менее адаптирова-

Таблица 2

Видовой состав населения (экз.%) и численность (экз./100 л-с) населения мелких млекопитающих в разных составляющих ПК

Вид*	Сосновые леса		Пойменные незаливаемые леса		Пойменные заливаемые леса		Прирусловые луга	
	Весна	Осень	Весна	Осень	Весна	Осень	Весна	Осень
Б. м.	0	0.9	0	0.2	0	0.3	0	1.8
Б. с.	0	2.7	0	0	0	0	0	1.2
Б. об.	0	18.0	0.5	2.4	0.5	1.3	0	17.4
К. о.	0	0	0	0	0	0	0	2.1
П. р.	39.0	54.1	68.9	50.6	64.2	57.9	31.5	50.0
П. к.	4.9	3.6	4.2	19.2	3.1	12.3	0	2.1
П-э.	0	0	0.2	0	0	0	11.6	5.7
П. о.	0	0	0.2	0.2	0	0.3	4.8	6.0
П. т.	0	0	0	0	0	0	0.7	0.3
М-м.	0	0	0	0	0	0	0	0.3
М. п.	0	0.9	0	0.2	0.3	0	0	3.0
М. л.	56.1	19.8	26.0	27.2	31.9	27.9	51.4	10.1
Численность	0.6	3.0	7.9	14.1	7.3	16.8	3.4	8.9
видов*, %	33.3	58.3	66.7	58.3	55.5	50.0	66.7	100.0
особей*, %	4.1	6.9	42.0	33.5	39.0	38.9	14.9	20.7

Примечания: виды указаны по: Павлинов и др., 2002; сокращенные названия видов соответствуют полным названиям в табл. 1. * От общего числа видов и особей, отловленных по сезонам.

ны к плаванию и лазанию и, следовательно, к переживанию разливов. Спасаются плаванием виды численно преобладают в лесных незаливаемых участках (три вида, 73.2% особей) и прирусловых лугах (два вида, 43.1% особей). Лазающие виды шире представлены в заливаемых лесах (три вида, 32.7% особей), чем в незаливаемых (два вида, 26.5% особей). Луговые полевки во время разливов обычно мигрируют на незаливаемые участки лесов. Их присутствие в прирусловых лугах можно объяснить наличием островков суши, плавающим мусором, не вывезенными копнами сена, остожьями и/или перемещением из лесных незатопляемых участков уже ко времени начала учетов.

Осенний аспект населения составляет биологическая группа лесных полевок, с доминированием рыжей полевки. Совместное обитание с красной полевкой возможно в силу большей семеноядности и ограничения численности рыжей полевки при отсутствии красно-серой полевки. К тому же при отсутствии желтогорлой мыши лесная уступает место только рыжей полевке (Башенина, 1977).

Сходные отношения строятся между лесной мышью и красной полевкой, но на последнюю оказывает давление рыжая полевка. Полевая мышь занимает подчиненное положение, поскольку нуждается в посевах, хотя она, как и все мыши, хорошо лазает, но этого оказывается недостаточным для обитания в пойме.

В группе луговых (серых) полевок четко выражен антагонизм между всеми тремя видами. Выявляется определенная «цепочка» доминантности видов: эконожка – темная – обыкновенная. С увеличением числа эконожек и темных полевок уменьшается число обыкновенных, которые не выдерживают конкуренции с эконожкой даже в своих оптимальных условиях. Но темная полевка в северо-восточных областях РФ повсеместно редка (Башенина, 1977), что дает преимущества обыкновенной.

В сообществе землероек уровень численности малой бурозубки ниже, чем у обыкновенной. Она всегда немногочисленна в пойме, в том числе и из-за конкурентного давления обыкновенной бурозубки. Наибольшая агрессивность в отношениях регистрируется между обыкновенной бурозубкой и куторой. Менее враждебны отношения куторы с малой и средней бурозубками. Средняя бурозубка – типичный житель таежных местообитаний и для нормального существования в пойме ей не хватает природных местообитаний.

Напомним, что для долинного ПК Вятки характерно наличие дубняков и других высоко продуктивных растительных ассоциаций южного типа со значительной долей неморальных видов, существенно увеличивающих кормовую базу мелких млекопитающих. Кроме того, здесь отсутствуют виды мелких млекопитающих, сосуществующие в других районах Волжского бассейна, следовательно, экологические ниши не переполнены, а конкуренция за ресурсы является не решающим, а лишь одним из факторов в формировании населения.

Население борového участка ПК не может быть резервом из-за малочисленности в нем особей. Население возрождается и пополняется за счет зверьков, сохранившихся в пойменных лесах.

ЛИТЕРАТУРА

- Башенина Н.В. Пути адаптаций мышевидных грызунов. М.: Наука, 1977. 354 с.
- Бородин П.Л. Мышевидные грызуны и бурозубки // Научные исследования и состояние природных комплексов заповедников и национальных парков ассоциации «Средняя Волга» 1995-1996 гг. Н. Новгород, 1999. С. 56-81.
- Максимов А.А., Ермаков Л.Н., Сергеев В.Е., Салтыков В.В. Сукцессии населения землероек и грызунов в пойме среднего течения Оби // Сукцессии животного населения в биоценозах поймы реки Оби. Новосибирск: Наука, 1981. С. 5-63.
- Павлинов И.Я., Крускоп С.В., Варшавский А.А., Борисенко А.В. Наземные звери России. М.: Изд-во КМК, 2002. 298 с.

РАЗВИТИЕ АЛЬГО-МИКОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЛЕСНЫХ И ЛУГОВЫХ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ СВИНЦА

А.И. Варакина

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: anya_var@mail.ru

Тяжелые металлы (ТМ), попадая в окружающую среду, имеют тенденцию накапливаться в отдельных звеньях биологического круговорота, аккумулируясь в биомассе микроорганизмов и растений, далее по трофическим цепям попадают в организм человека и животных. С другой стороны, тяжелые металлы способны влиять на экологическую обстановку, подавляя развитие и биологическую активность многих организмов.

Актуальность проблемы воздействия тяжелых металлов на почвенные микроорганизмы определяется тем, что именно в почве сосредоточена большая часть всех процессов минерализации органического вещества, обеспечивающих сопряжение биологических и геологических круговоротов. Проблема взаимодействия тяжелых металлов и микроорганизмов исследуется в нескольких направлениях: во-первых, изучение изменений различных биохимических, физиологических, генетических и других особенностей микроорганизмов, связанных с контактом ТМ и чистых культур организмов; во-вторых, изучение микроорганизмов на предмет возможности их использования при добыче металлов из руд и очистке загрязненных объектов окружающей среды; и, наконец, проблема сдвига экологического равновесия (Звягинцев, 1989).

Одним из самых опасных поллютантов является свинец, который содержится почти во всех объектах окружающей среды в очень небольших количествах. Деятельность человека, связанная с добычей, переработкой, использованием свинца и его соединений, приводит к накоплению этих веществ в объектах окружающей среды, в основном в почве.

Цель нашей работы – изучение изменения структуры альго-микологического комплекса почвы под влиянием различных доз свинца в образцах луговой и лесной почв. Были взяты образцы дерново-подзолистой почвы, так как этот тип наиболее распространен на пахотных угодьях, и аллювиальные дерново-глеевые, как самые обычные в поймах рек Кировской области. Поставили три серии опытов. Первая проводилась с лесной аллювиальной дерново-грунтово-глеевой почвой, вторая с лесной дерново-подзолистой, а третья – с луговой дерново-подзолистой. Серия из образцов луговой и лесной дерново-подзолистой включала пять вариантов, концентрации свинца были соответственно фоновая, 6, 60, 600, 6000 мг/кг почвы (ПДК по свинцу 6мг/кг), а серия лесной аллювиальной дерново – грунтово-глеевой четыре варианта. Наличие четырех вариантов в последней серии объясняется изначально высокой концентрацией свинца, превышающей 6 мг/кг. Почву помещали в чашки Петри и увлажняли до 60% раствором, содержащим ацетат свинца. Поверхность выравнивали и в каждую чашку раскладывали по четыре стекла обрастания. Через некоторые промежутки времени проводили микроскопирование. При микроскопировании подсчитывали общее количество одноклеточных зеленых водорослей, диатомовых водорослей, цианобактерий, грибных спор, измеряли длину грибного мицелия. На основании полученных данных рассчитывали вклад конкретной группы микроорганизмов в общую биомассу микробного комплекса. Результаты представлены на рис. 1-3.

Во всех вариантах трех серий со временем наблюдается увеличение общей биомассы. Кроме того, общая биомасса сообщества в первой серии изначально меньше, что может объясняться тем, что первоначальная концентрация токсичных веществ в данном образце выше.

Некоторые особенности хода сукцессии в сериях объясняются наличием у почвы такого свойства, как буферность. На пятые сутки в сериях прослеживается четкая закономерность: увеличивается содержание свинца – уменьшается вклад в общую биомассу фототрофов. Но во всех трех сериях этот вклад различный. Чем ниже буферная емкость, тем сильнее проявляется токсичное действие свинца, тем меньше доля биомассы фототрофов. На 11-е сутки зависимость сохраняется в первой серии, а во второй и третьей при

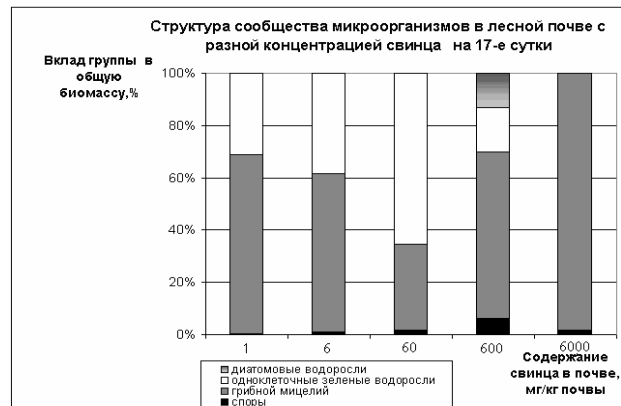
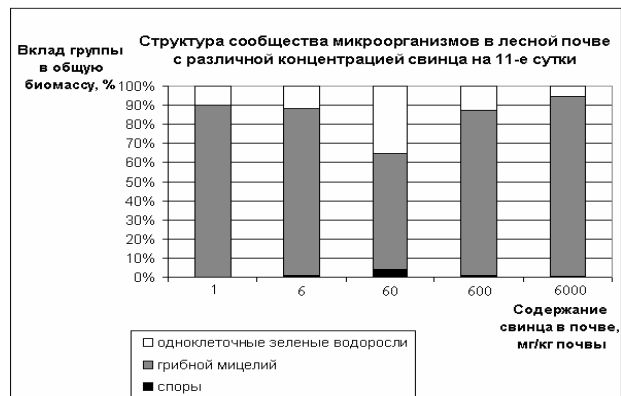
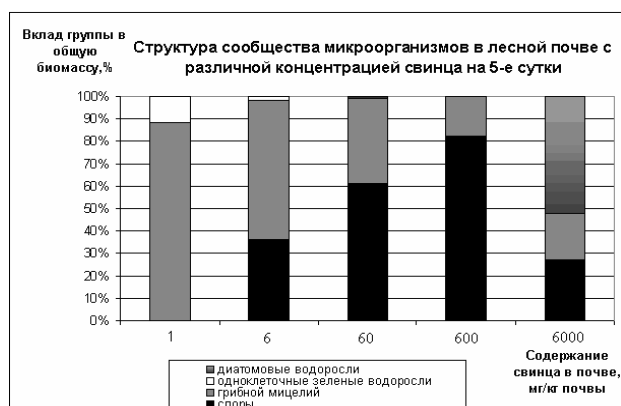


Рис. 1. Динамика структуры сообщества микроорганизмов в лесной аллювиальной дерново-гумусно-глеевой почве с различной концентрацией свинца в течение 48 суток.

Рис. 2. Динамика структуры сообщества микроорганизмов в лесной дерново-подзолистой почве с различной концентрацией свинца в течение 48 суток.

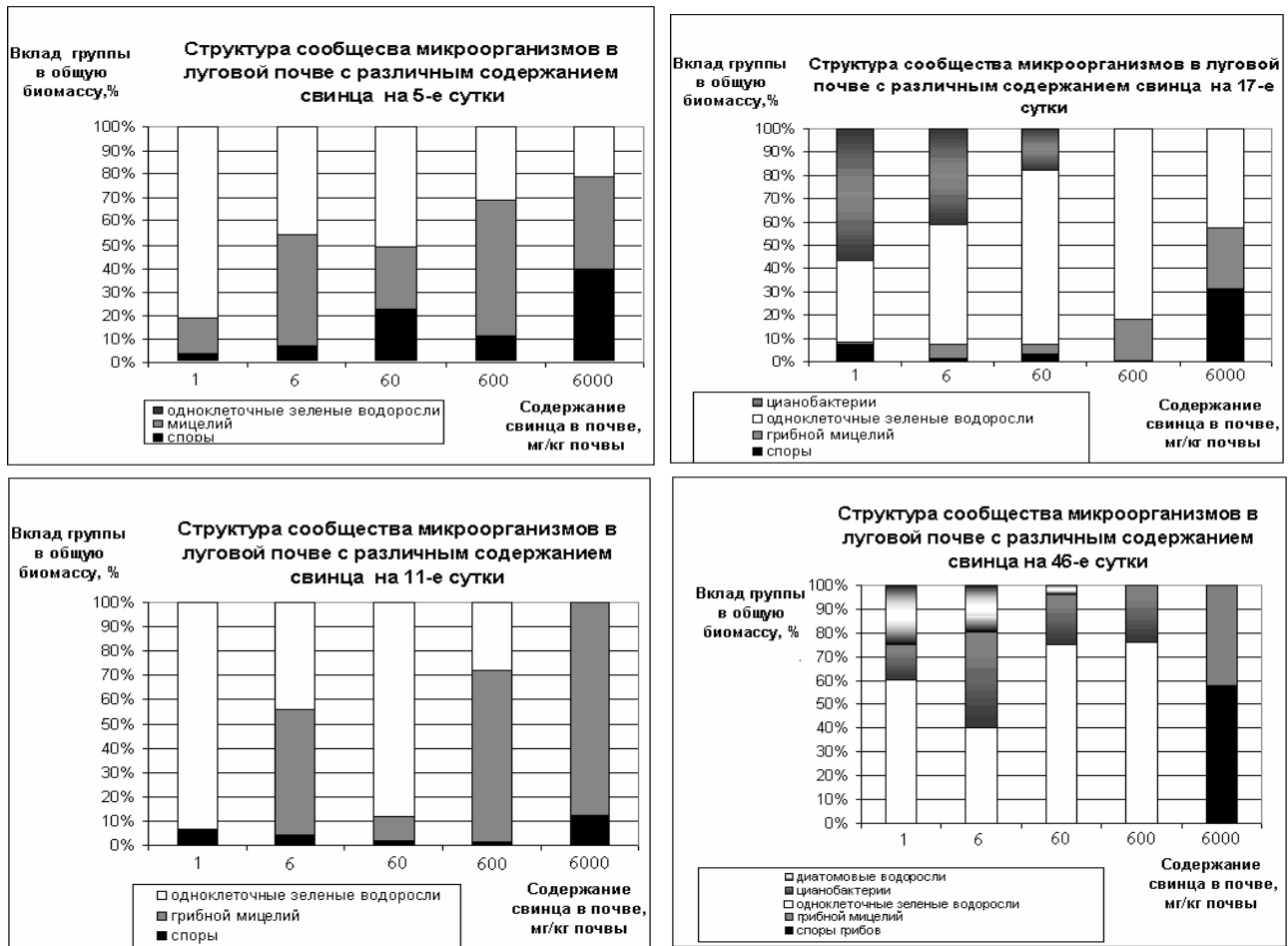


Рис. 3. Динамика структуры сообщества микроорганизмов в луговой почве с различной концентрацией свинца в течение 46 суток.

содержании поллютанта 60 мг/кг наблюдается «провал» в закономерности. Лишь на 17-е сутки такой же «провал» появляется в первой серии. К концу опыта во всех сериях в вариантах до 600 мг/кг Pb включительно, начинают превалировать по биомассе одноклеточные водоросли. В аллювиальной дерново-грунтово-глеевой при всех концентрациях свинца преобладают по биомассе водоросли. Последние два факта говорят о наличии другого регулирующего фактора. Увеличение доли водорослей со временем, возможно, объясняется появлением благоприятных для их развития условий вследствие первоначального роста грибов и поглощения ими свинца и перевода его в неподвижные соединения. Известно, что грибы могут выделять вещества, способные связывать тяжелые металлы и переводить практически в неподвижное состояние, а также адсорбировать их на мицелии (Зименко, 1986; Домрачева и др., 2005). Уменьшение токсикоза почвы дает возможность развиваться другим микроорганизмам. «Провал» при концентрации свинца 60 мг/кг, видимо, объясняется тем, что повышение концентрации свинца дает возможность развиваться преимущественно грибам. Их биомасса постепенно достигает уровня, при котором начинают развиваться фототрофы, и чем выше концентрация, до определенных пределов, тем интенсивнее развиваются грибы. Очевидно, быстрее всего полностью детоксицирующий уровень биомассы грибов достигнут в четвертом варианте. Для первой серии, вероятно, детоксикация свинца за счет совокупного действия грибов и буферной емкости почвы произошла и в последнем варианте. Для других серий концентрация свинца в последнем варианте выходит за пределы и детоксицирующих факторов, и толерантности фототрофов, поэтому на момент последнего микроскопирования их вклад в общую биомассу сообщества стремился к нулю. Из всего вышесказанного ясно, что буферная емкость изученных образцов почвы по отношению к свинцу снижается в следующем поряд-

ке: аллювиальная дерново-грунтово-глеевая под лесным биоценозом → дерново-подзолистая под луговым биоценозом → дерново-подзолистые под лесным биоценозом почвы.

В качестве вывода хочется отметить, что работу по выявлению устойчивых видов микроорганизмов следует продолжать, определять роль каждого компонента альго-микологического сообщества в жизнедеятельности почв, загрязненных свинцом. И как говорилось выше, именно микроорганизмы участвуют в сопряжении биологических и геологических круговоротов биосферы. Познавая роль микробов, мы можем найти уникальное средство для установления равновесия в природе, на смещение которого так влияет человек.

ЛИТЕРАТУРА

Вараксина А.И. Развитие микроорганизмов под влиянием различных концентраций свинца в образцах луговых и лесных почв // Актуальные проблемы регионального экологического мониторинга: научный и образовательный аспекты: Матер. Всерос. науч. школы. Киров, 2005. С. 73-77.

Домрачева Л.И., Вараксина А.И. Изменение структуры альго-микологических комплексов лесных почв под влиянием свинца // Актуальные проблемы регионального экологического мониторинга: научный и образовательный аспекты: Матер. Всерос. науч. школы. Киров, 2005. С. 69-73.

Зименко Г.Г., Маркова Н.Л. Микробы в охране почв от промышленных загрязнений. Минск: Наука и техника, 1986. 46 с.

Микроорганизмы и охрана почв / Под ред. Д.Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1989. 206 с.

ВЛИЯНИЕ МАЛЫХ ДОЗ ХРОНИЧЕСКОГО γ -ОБЛУЧЕНИЯ В ДОРЕПРОДУКТИВНЫЙ ПЕРИОД НА УРОВЕНЬ ПОВРЕЖДЕНИЯ ДНК ЛИМФОЦИТОВ СЕЛЕЗЕНКИ И КРОВИ И ЧАСТОТУ АПОПТОЗА ЛИМФОЦИТОВ СЕЛЕЗЕНКИ МЫШЕЙ ЛИНИИ СВА

И.О. Велегжанинов, А.А. Москалев¹

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: vellio@yandex.ru

¹ Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: amoskalev@list.ru

Существует множество исследований, показывающих, что облучение в малых дозах, так же, как и малые дозы других генотоксических агентов, может вызывать эффект увеличения жизнеспособности организма, по сравнению с интактным: так называемый гормезис (Parsons, 1999). Интерес вызывает наблюдение собственно генотоксических эффектов – повреждение ДНК и апоптоз, которые могут частично прояснить картину механизма этого явления. Цель данной работы – определить влияние хронического γ -облучения интенсивностью 4 мР/час с эмбрионального периода до двухмесячного возраста на уровень повреждения ДНК лимфоцитов селезенки и крови и частоту апоптоза лимфоцитов селезенки мышей линии СВА.

Материалы и методы. Животные в возрасте 52 дней были поставлены на размножение: пять пар в обычные условия и пять пар – в условия облучения. У тех и других анализировались два помета в возрасте два месяца (± 4 дня). Различия между датами рождения помётов – два месяца, при этом родители все это время оставались под облучением. Анализ количества однонитевых разрывов и щелочнолабильных сайтов ДНК проводился методом электрофореза ДНК в геле («метод комет») (Tice et al., 2000). Для каждого препарата подсчитывалось по 200 клеток (для крови – по 100), рассчитывался средний индекс комет (СИК) по формуле:

$$\text{СИК} = (1 \times n_1 + 2 \times n_2 + 3 \times n_3 + 4 \times n_4) / N,$$

где n_1 - n_4 – число комет в категориях 1-4 N – сумма всех подсчитанных комет, включая число комет в категории 0 (Мязин и др., 2002).

Анализ частоты апоптоза проводили методом диффузии ДНК в геле, подсчитывали 1000 клеток с каждого препарата, результат выражали в промилях (Singh, 2000). Статистическая обработка данных была проведена с помощью t-критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждение. Мыши, которые в течение дорепродуктивного периода находились под γ -облучением мощностью 4 мР/час, имеют меньший, приблизительно на 37% ($p < 0.01$), уровень повреждений ДНК, как клеток селезенки, так и крови (рис. 1, см. таблицу).

Уровень апоптоза в опыте и контроле достоверно не различается ($p < 0.05$). Наблюдаем небольшое увеличение частоты апоптоза у интактных мышей второго помета, в сравнении с мышами первого ($p < 0.05$) (рис. 2), параллельно с уменьшением числа повреждений ДНК в облученной группе второго помета ($p < 0.01$). Также фиксировали достоверное ($p < 0.001$) повышение размеров селезенки в облученной группе по сравнению с контрольной.

После острого γ -облучения можно наблюдать естественное обновление пула лимфоцитов в красном костном мозгу и селезенке с выходом поврежденных клеток в кровь (по результатам, полученным ранее). Можно предположить компенсацию функции лимфоидных органов и, как следствие, их гипертрофию при хроническом облучении в малых дозах. Элиминация при этом поврежденных клеток апоптозом и интенсивное обогащение пула лимфоцитов крови и селезенки молодыми клетками объясняли бы снижение уровня повреждений ДНК в опытной группе. Однако достоверного повышения частоты апоптоза не отмечается в данном эксперименте. В таком случае возможно, что апоптоз самых слабых предшественников лимфоцитов в кроветворной ткани под действием облучения произошел на ранней стадии развития, в результате чего сохранялись лишь самые резистентные к повреждающему фактору клоны клеток, потомки которых имеют более низкий уровень повреждения ДНК и в совокупности показывают схожую частоту перехода к апоптозу, что и в контрольной группе. В пользу такого предположения говорят данные о выработке радиоадаптивного ответа у мышей и уменьшение спонтанного уровня цитогенетических повреждений в процессе старения животных после облучения малыми дозами (Заичкина и др., 2003).

Существует, кроме того, предположение, что снижение уровня повреждений ДНК, детектируемых методом ДНК-комет, может быть вызвано увеличением числа ДНК-ДНК и ДНК-белковых сшивок. Однако сшивки образуются в основном под действием бифункциональных химических повреждающих агентов и, кроме того, могут вызывать появление двойных разрывов ДНК в процессе репликации и одонитевых – в процессе эксцезионной репарации (Sancar et al., 2004).

В облученной группе наблюдается снижение уровня повреждений ДНК во втором помете по сравнению с первым. Так как родители находились к моменту рождения второго помета замет-

Влияние хронического γ -облучения на уровень повреждения ДНК лимфоцитов селезенки и крови и частоту апоптоза лимфоцитов селезенки мышей линии СВА

Показатель	Экспериментальная группа	N	$\bar{X} \pm s_x$
СИК селезенки	Весь контроль	22	0.383±0.043
	Все облученные	25	0.24±0.026**
СИК крови	П2 контроль	10	0.104±0.027
	П2 облучение	16	0.017±0.004**
СИК селезенки	Контроль П1	6	0.294±0.061
	Контроль П2	16	0.416±0.053
СИК селезенки	Облучение П1	9	0.327±0.053
	Облучение П2	16	0.191±0.019**
СИК селезенки	П1 контроль	6	0.294±0.061
	П1 облучение	9	0.327±0.053
СИК селезенки	П2 контроль	16	0.416±0.053
	П2 облучение	16	0.191±0.019***
Апоптоз селезенки, %	Весь контроль	23	10.87±1.003
	Все облученные	21	9±0.840
Апоптоз селезенки, %	Контроль П1	7	7.43±0.869
	Контроль П2	16	12.37±1.221*
Апоптоз селезенки, %	Облучение П1	7	7.57±1.307
	Облучение П2	14	9.51±1.056
Относительная масса селезенки, %	Весь контроль	26	0.299±0.011
	Все облученные	26	0.359±0.012***

* Различие с контролем достоверно при $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. СИК – средний индекс комет. П1 и П2 – первый и второй пометы.

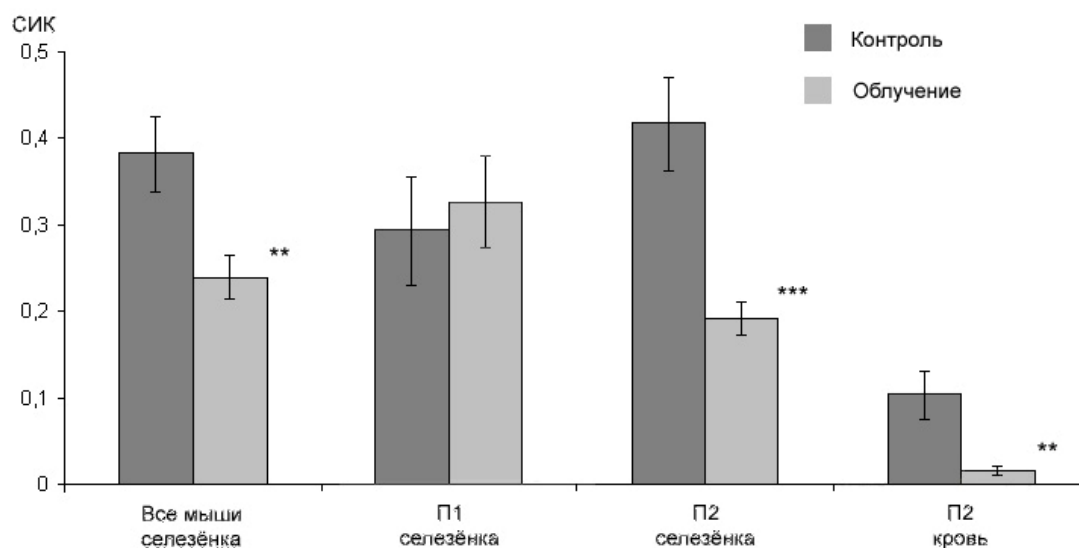


Рис. 1. Средний индекс комет клеток селезенки и крови в контрольной и облученной группах. ** Достоверно при $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. П1 и П2 – первый и второй пометы.

но дольше в условиях облучения, чем к моменту рождения первого помета, это может говорить, в частности, о каких-то адаптационных изменениях в яйцеклетках самок или об определенной их селекции.

Выводы:

1. Мыши, развивавшиеся в условиях хронического облучения, имеют меньший уровень детектируемых методом ДНК-комет повреждений ДНК лимфоцитов как селезенки, так и периферической крови;

2. Частота апоптоза во втором помете повысилась по сравнению с первым;

3. Уровень повреждения ДНК в облученной группе уменьшился во втором помете по сравнению с первым;

4. Увеличились относительные размеры селезенки в облученной группе в сравнении с контролем.

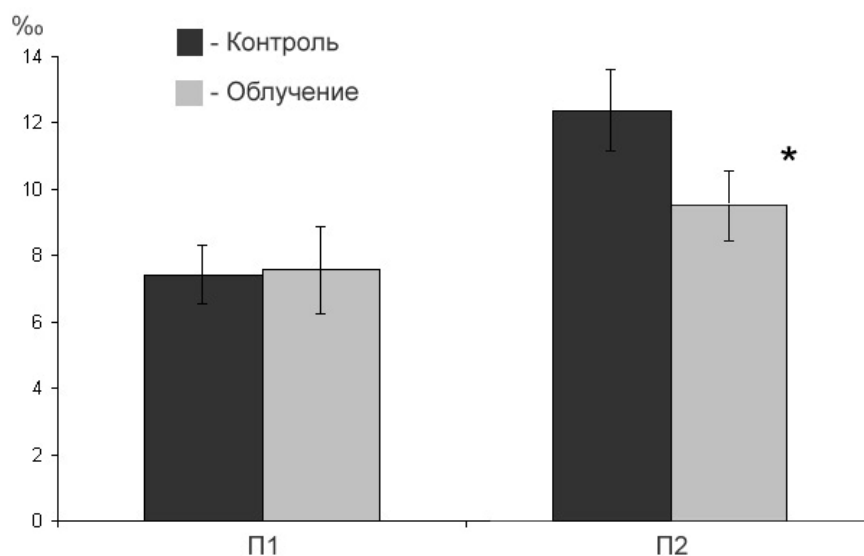


Рис. 2. Частота апоптоза у мышей первого и второго помётов. * Достоверно при $p < 0.05$. П1 и П2 – первый и второй помёты.

ЛИТЕРАТУРА

Заичкина С.И., Розанова О.М., Колоков Ю.Д. и др. Малые дозы радиации снижают уровень спонтанного и г-индуцированного хромосомного мутагенеза в клетках костного мозга мышей *in vivo* // Радиационная биология. Радиоэкология, 2003. Т. 43. № 2. С. 153-155.

Мязин А.Е., Осипов А.Н., Елаков А.Л. и др. Оценка методом ДНК-комет одноклеточных разрывов ДНК лимфоцитов селезенки в отдаленные сроки после острого облучения мышей в сублетальных и среднелетальных дозах // Радиационная биология. Радиоэкология, 2002. Т. 42. № 6. С. 731-734.

Parsons P.A. Low level exposure to ionizing radiation: do ecological and evolutionary considerations imply phantom risks // Perspectives in Biology and Medicine, 1999. № 43. P. 57-68.

Tice R.R., Agurell E., Anderson D. et al. Single cell gel/comet assay: guidelines for *in vitro* and *in vivo* genetic toxicology testing // Environmental and molecular mutagenesis, 2000. № 35. P. 206-221.

Sancar A., Lindsey-Boltz L.A., Unsal-Kacmaz K., Linn S. Molecular mechanisms of mammalian DNA repair and the DNA damage checkpoints // Annu. Rev. Biochem., 2004. № 73. P. 39-85.

Singh N.P. A simple method for accurate estimation of apoptotic cells // Experimental cell research, 2000. № 256. P. 328-337.

ДИНАМИКА БИОМАССЫ ПОЧВЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В ПОЙМЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

Ю.А. Виноградова, А.А. Колесникова, А.А. Таскаева

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: vinogradova@ib.komisc.ru

Живое население – растительность, почвенная фауна, микроорганизмы – неотъемлемая составная часть любой почвы. Жизнедеятельность почвенной биоты определяет и обуславливает биологическую активность почв (БАП). БАП – комплексный показатель, который можно охарактеризовать количественным, качественным составами и активностью почвенной фауны, микроорганизмов и ферментов почвы.

В настоящее время выделяют две основные группы методов изучения биологической активности почв (Методы..., 1980). Это методы изучения актуальной (естественной, полевой), т.е. реальной активности почв, и потенциальной активности, которая измеряется в сугубо искусственных условиях. В качестве одного из таких показателей в практике почвенно-экологического мониторинга и на Западе, и в России все активнее используется такой показатель, как величина биомассы микроорганизмов (Тейт, 1991; Якутин, 1994; Brooks, 2001). Это обусловлено тем, что величина биомассы микроорганизмов является одной из фундаментальных характеристик состояния почвенного микробоценоза. По величине биомассы микроорганизмов и ее динамике можно судить о состоянии и особенностях функционирования подземного блока наземных экосистем. Она является важным компонентом легкоминерализуемого органического вещества в экосистемах, которое после гибели микробных клеток включается в процессы синтеза гумусовых соединений в почве (Тейт, 1991).

По данным литературы (Сезонная динамика..., 2001), масса почвенных микроорганизмов составляет не более 4% от запасов общего органического углерода ($C_{орг}$) в различных почвах, но при этом она является наиболее динамичной частью почвенного органического вещества. На ее величину влияют такие факторы, как доступность энергетического субстрата, используемого микроорганизмами для своей жизнедеятельности, температура, влажность, сложные трофические взаимодействия микрофлоры с другими компонентами почвообитающей биоты, характер растительного покрова и т. д.

В последние годы с целью определения биомассы микроорганизмов помимо прямых микроскопических стали активно использовать биохимические методы, основанные на измерении содержания в почве тех или иных компонентов микробных клеток – АТФ, ДНК, мурамовой кислоты, хитина, диаминопимелиновой кислоты, углерода и других соединений. Наибольшее распространение среди них получил так называемый метод фумигации-инкубации, или фумигационный метод (Тейт, 1991; Brookes, 2001). Он основан на явлении интенсификации дыхания (выделения CO_2) почвенного образца после обработки парами летучих токсических веществ – фумигантов. Предполагается, что фумигант не разрушает мертвое органическое вещество, а единственным источником дополнительного, по сравнению с контролем, количества CO_2 служит некромасса микроорганизмов, т.е. масса тех микробов, которые были убиты в ходе фумигации. Фумигационный метод лишен многих недостатков, свойственных прямым микроскопическим определениям: результаты учета количества микроорганизмов хорошо воспроизводимы, полученные разными исследователями данные можно уверенно сопоставлять между собой, анализ является более производительным и точным, его можно автоматизировать.

Однако фумигационный метод имеет и недостатки. В частности, его нельзя применять для определения биомассы микроорганизмов в почвах кислых, высококарбонатных и после внесения высоких доз органических удобрений (Тейт, 1991). Этот метод длителен, процедура определения состоит из многих этапов: очистки фумиганта от примесей, собственно фумигации, многократного вакуумирования почвенного образца для удаления фумиганта, инокуляции обработанной почвы, 10–20-суточной инкубации контрольного и инкубированного образцов почвы и, наконец, определения выхода CO_2 с последующим расчетом биомассы. В качестве фумигантов используются токсичные для человека вещества – хлороформ, бромформ, сероуглерод. Поэтому некоторые авторы выделяют как более простой и точный метод определения биомассы микроорганизмов в почве, свободный от большей части перечисленных ранее недостатков – регидратационный метод (Регидратационный..., 1987). Мягкое высушивание почвы (65–70 °C, 24 ч) избирательно действует на живые микроорганизмы, нарушается целостность цитоплазматических мембран, которая может быть в зависимости от природы конкретного микроорганизма полной (необратимой) или обратимой. На мертвое органическое вещество почвы высушивание при относительно низкой температуре практически не действует. В ходе регидратации высушенной почвы (встряхивание почвенного образца с водой или слабым раствором негидролизующей соли) внутриклеточные компоненты высвобождаются в раствор и могут быть определены любым достаточно чувствительным аналитическим методом, например, суммой органических соединений.

Цель данной работы заключалась в оценке динамики микробной биомассы в аллювиальных почвах таежной зоны, формирующихся под пологом пойменных лесов.

Объектом исследования послужил спелый осиново-березовый лес, расположенный в центральной части пойменной террасы долины р. Сысола (приток р. Вычегда, средняя тайга). На территории лесного массива были выделены ключевые участки, существенно различающиеся по экологическим условиям биотопов (т.е. длительности затопления паводковыми водами, глубине залегания грунтовых вод, типу почвы и т.д.). Это вершина гривы (почва аллювиальная дерново-лесная), выровненный участок поймы (почва аллювиальная лугово-лесная) и межгрядное понижение (почва аллювиальная лугово-болотная лесная).

Как показали результаты проведенных двухлетних исследований, величина углерода биомассы микроорганизмов динамична. Она изменяется по срокам отбора, варьируя от 60 до 400 мг углерода на 100 г почвы в минеральных гумусоаккумулятивных горизонтах и от 60 до 800 мг углерода на 100 г почвы в лесных подстилках (см. рисунок). В целом все типы почв довольно близки по параметрам биомассы микроорганизмов, хотя в отдельные сроки в некоторых типах почв может наблюдаться явный всплеск численности биомассы микроорганизмов, например, в дерново-лесной почве вершины гривы – в осенний период, в почвах полу- и гидроморфного ряда (лугово-лесная, лугово-болотная лесная) – в июле и сентябре. Причем во всех типах почв, особенно в 2003 г., можно отметить некоторое снижение активности микроорганизмов в августе, что проявляется в уменьшении величины их биомассы в тот период. Следует подчеркнуть, что в почвах вершины гривы (дерново-лесных) в оба года картина по динамике содержания биомассы микроорганизмов практически идентична.

Величина биомассы микроорганизмов в лесных подстилках значительно коррелирует с общей численностью бактериальной флоры ($r = 0.68$). Причем более тесные связи в дерново-лесной почве (наиболее «сухой» в исследуемом ряду почв) прослеживаются с нитрификаторами ($r = 0.62$) и олигонитрофилами ($r = 0.81$). В полугидроморфной (лугово-лесной) – средняя связь с олигонитрофилами, педотрофами и денитрификаторами, в гидроморфной – с минерализаторами азота ($r = 0.84$). В минеральных горизонтах, как правило, все связи слабые, за исключением лугово-болотной почвы, для которой отмечена средняя корреляционная связь с олиготрофами ($r = 0.66$) и минерализаторами азота ($r = 0.55$).

Для почвы вершины гривы также четче прослеживается связь величины микробной биомассы с влажностью почвы ($r = 0.69$) и численностью мезофауны ($r = 0.92$).

Таким образом, в результате исследований установлены пределы варьирования углерода биомассы микроорганизмов в аллювиальных лесных почвах. Показано, что содер-

жание биомассы микроорганизмов варьирует в зависимости от срока отбора в лесных подстилках в пределах 60-800 мг С/100 г почвы, в минеральных горизонтах – 60-400 мг С/100 г почвы. Выявлено, что выраженные корреляционные связи между содержанием биомассы микроорганизмов с абиотическими и биотическими параметрами прослеживаются в аллювиальной дерново-лесной, формирующейся в условиях отсутствия влияния грунтовых вод. В полу- и гидроморфных почвах, формирующихся в условиях воздействия длительного стояния паводковых и близкого залегания грунтовых вод, нестабильность биотического комплекса обуславливает отсутствие выраженных корреляционных связей между величиной биомассы микроорганизмов и параметрами среды.

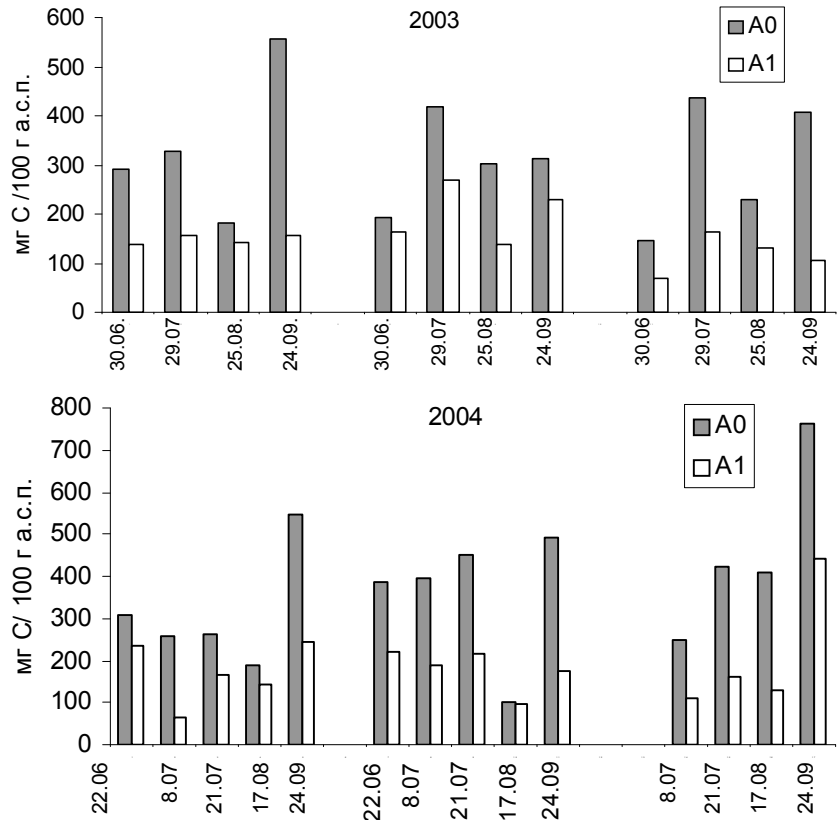


Рис. Содержание углерода биомассы микроорганизмов в аллювиальных лесных почвах.

ЛИТЕРАТУРА

- Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. проф. Д.Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1980. 224 с.
- Регидратационный метод определения биомассы микроорганизмов в почве / С.А. Благодатский, Е.В. Благодатская, А.Ю. Горбенко, Н.С. Паников // Почвоведение, 1987. № 4. С. 64-71.
- Сезонная динамика почвенной микроббиомассы в солонцово-солончаковых комплексах Восточной Барабы / М.В. Якутии, В.А. Казанцев, Т.Н. Елизарова, Л.А. Магаева // Сибирский экологический журнал, 2001. № 3. С. 305-314.
- Тейт Р. Органическое вещество почвы: биологические и экологические аспекты. М.: Мир, 1991. 400 с.
- Якутии М.В. Биомасса микроорганизмов в засоленных почвах Восточной Барабы // Сибирский экологический журнал, 2000. № 4. С. 299-304.
- Brookes Philip. The soil microbial biomass: Concept, measurement and applications in soil ecosystem research // Microb. and Environ., 2001. Vol. 16, № 3. Pp. 131-140.

НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ ИНТРОДУКЦИИ СЕМЕЙСТВА ARACEAE JUSS. В УСЛОВИЯХ ОРАНЖЕРЕИ

А.В. Вокуева

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: avokueva@ib.komisc.ru

Интродукция растений семейства *Araceae* Juss. (ароидные) в Ботаническом саду Института биологии представляет интерес как для сохранения генофонда и создания экспозиции растений влажных тропических и субтропических лесов, так и для расширения ассортимента растений, применяемых в фитодизайне.

Цель работы – изучение видов семейства ароидных в коллекции оранжереи Ботанического сада и выявление наиболее перспективных видов для озеленения.

Коллекция семейства ароидных оранжереи Института биологии в настоящее время включает 118 таксонов из 71 вида, относящихся к 19 родам. Полнее представлены в коллекции родовые комплексы: *Aglaonema* – 19 таксонов, *Anthurium* – 12, *Dieffenbachia* – 13, *Philodendron* – 15, *Spathiphyllum* – 7, *Syngonium* – 11. Коллекция заложена в 1984 г. (Каталог..., 1994) и постоянно пополняется. В работе представлены данные по 47 видам, которые исследуются не менее трех лет и количество которых в коллекции удовлетворяет методикам первичного изучения интродуцентов, разработанным в Главном Ботаническом саду РАН (Смирнова, 1980; Коровин и др., 2001).

Ароидные отличаются большим разнообразием жизненных форм. Есть травы с клубнями или корневищами, лианы, эпифиты и полуэпифиты. Многие виды и формы декоративны листьями разных формы, размера и окраски.

Наиболее характерный признак ароидных – толстое мясистое соцветие – початок, у основания которого находится листовидное образование – покрывало. В коллекции оранжереи покрывало некоторых представителей имеет яркую окраску (красную, розовую, желтую, белую). В связи с этим такие виды, как *Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng., *Z. elliotiana* (W.Wats.) Engl., *Z. rehmannii* Engl., *Anthurium andreanum* Linden и *A. scherzerianum* Schott, являются высокодекоративными и могут использоваться для срезки. Цветки мелкие (0.1-0.9 см), редуцированные, плотно сидящие на початке. Плоды – сочные одно- и многосеменные ягоды, расположенные в соплодии.

Успех интродукции зависит от выявления самых пластичных видов. Чтобы их определить, была предложена шкала оценки успешности с учетом специфических особенностей для оценки реакции видов семейства ароидных на искусственные условия оранжереи и установления их перспективности для внутреннего озеленения. В основе шкалы лежит комплекс (5) признаков, отражающих жизненный цикл интродуцентов в условиях оранжереи: семенное и вегетативное размножение, выживаемость в неблагоприятных условиях, продолжительность вегетации, повреждаемость болезнями и вредителями. При оценке каждого показателя использовали трехбалльную шкалу. По сумме баллов вид относили в одну из групп: очень перспективную (14-15 баллов), перспективную (10-13) и неперспективную (менее 10).

Семенное размножение. В данной работе искусственные методы размножения испытанных видов не рассматривались. Изучали семенное размножение 47 видов ароидных. Виды, содержащиеся в коллекции, условно разделили на три группы:

1 – в условиях оранжереи практически не цветут (29 видов): *Homalomena aromatica* (Roxb.) Schott, *Monstera obliqua* (Miq.) Walp., *M. pertusa* (L.) de Vriese, *Pothos seemannii* Schott, все виды родов *Syngonium*, *Scindapsus*, *Philodendron scandens* C. Koch et Sello, *Ph. krebsii* Schott, *Ph. ornatum* Schott, *Ph. bipennifolium* Schott и др.;

2 – ежегодно цветут, но не плодоносят (14 видов): *Anthurium andreanum* Linden, *A. scherzerianum* Schott, *A. magnificum* Linden, виды родов *Dieffenbachia*, *Spathiphyllum*, *Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng, *Z. elliotiana* (W.Wats.) Engl., *Z. rehmannii* Engl.;

3 – ежегодно цветут и плодоносят (четыре вида): *Anthurium scandens* (Aubl.) Engl., *Monstera deliciosa* Liebm., *Aglaonema commutatum* Schott, *A. modestum* Schott ex Engl.

Все виды семейства ароидных на основании их способности к семенному размножению в условиях оранжереи оценены по трехбалльной шкале. Виды, дающие ежегодно семена и обильный самосев – 3 балла. Из ароидных туда не входит ни один вид, самосев никогда не наблюдался. Виды, у которых семенное размножение ограниченное, самосев не отмечен (растения третьей группы) – 2 балла, четыре вида. Виды, которые практически не цветут (первая группа); цветут, но семян не завязывают (вторая группа) – 1 балл, 43 вида. Отсутствие плодоношения у растений могло быть вызвано несоответствием экологических факторов, отсутствием специализированных опылителей, морфологическими барьерами и другими причинами.

Вегетативное размножение. Способность вида к размножению и возобновлению при интродукции – важный показатель жизнеспособности в новых условиях (Аврорин, 1956). В природе многие тропические и субтропические растения способны вегетативно распрост-

раняться. По терминологии М.С. Шалыта (1960), это понятие не следует отделять от вегетативного размножения.

Все виды семейства ароидных способны к вегетативному размножению. У 19 видов и их сортовых образцов отмечено активное вегетативное размножение. Для особого выделения этих видов к оценке 3 балла добавляется 2. Среди них преобладают виды с ползучими и лежащими стеблями: виды родов *Philodendron*, *Syngonium*, *Scindapsus*, *Monstera obliqua* (Miq.) Walp. Стебли таких растений активно “ползут” по поверхности, укореняясь в каждом узле, и образуют куртины. Быстрота роста и легкость размножения способствуют их массовому распространению в фитодизайне. Виды, разрастающиеся за счет ветвления корневищ, оцениваются в 3 балла. К ним относятся шесть видов растений: *Spathiphyllum wallissii* Regel, *Sp. blandum* Schott, *Sp. cannifolium* (Dryand.) Schott, *Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng, *Z. elliotiana* (W.Wats.) Engl., *Z. rehmannii* Engl., корневища которых несут розетки. Остальные 22 вида вегетативно размножаются, но не интенсивно (2 балла). Это луковичные и клубнелуковичные – *Amorphophallus bulbifer* (Roxb.) Blume, *A. konjac* C. Koch, виды рода *Alocasia*, *Caladium*. Значительно количество видов с розеточной и кустовидной формами роста, образующих партикулы. Партикулянты, состоящие из одного или нескольких надземных побегов с соответствующими участками корневой системы, остаются на материнском растении, но способны к самостоятельному существованию. Это явление отмечено для *Anthurium andreanum* Linden, *A. scherzerianum* Schott, *A. magnificum* Linden, *Aglaonema commutatum* Schott, *A. modestum* Schott, *A. simplex* Blume.

Интенсивность семенного и вегетативного размножения находится в обратной зависимости. Например, у видов родов *Syngonium*, *Scindapsus* с интенсивным вегетативным размножением цветение отсутствует. Но есть и исключения. Так, *Anthurium scandens* (Aubl.) Engl., *Aglaonema commutatum* Schott, *A. modestum* Schott размножаются и семенами, и вегетативно.

Выживаемость в неблагоприятных условиях. Тропические растения термофильные, термофильность – глубоко консервативное наследственное свойство, поэтому для прохождения всех фаз развития интродуцентам необходимы высокие температурные показатели. Большинство оранжерейных растений чувствительны к изменениям температуры, ее резким перепадам.

Падение температуры в зимний период ниже 10 °С отрицательно сказывается на состоянии растений. Необходимо иметь в виду, что корневая система находится во влажной среде, отчего температура земли всегда ниже, чем температура воздуха на 1-2 °С.

В мае 2004 г. в период поздних весенних заморозков (после отключения отопления в оранжерее) температура в оранжерее понизилась до 3 °С. Были повреждены все виды семейства ароидных. От повреждения вегетативных органов и корневой системы погибли семь видов – *Alocasia micholitziana* Sander., *Dieffenbachia leopoldii* Bull., *D. × memoria-Corsii* Fenzl, *D. seguine* (Jacq.) Schott, *Philodendron verrucosum* Mathieu ex Schott, *Ph. mamei* Andre, *Pothos seemannii* Schott. У остальных видов пострадали в основном надземные части: листья, генеративные органы. Почернели, скрутились, а затем опали листья и верхушечные почки. Через три-пять месяцев растения тронулись в рост, появились молодые листья. В аналогичные экстремальные периоды в списках пострадавших растений оказывались те же виды, что и в 2004 г. В результате анализа наблюдений по отношению к экстремальным условиям в семействе ароидных мы выделили две группы видов: виды (40) с повреждениями надземной части оценили в 2 балла; с повреждениями в надземной части и корневой системе – 1 балл (семь видов); виды с незначительными повреждениями – 3 балла – отсутствуют.

Продолжительность вегетации. Важным при озеленении является продолжительность вегетации. Высокую декоративность растениям придают листья разнообразных формы, размера и окраски. Из испытанных видов биологически вечнозелеными являются не все представители. К вечнозеленым относятся виды родов *Aglaonema*, *Anthurium*, *Dieffenbachia*, *Philodendron*, *Spathiphyllum*, *Syngonium*, *Scindapsus*, у которых массовый листопад не наблюдается (3 балла). Продолжительность жизни листьев – 15-20 месяцев. Период покоя у данной группы растений обычно наступает в ноябре и длится по январь, в это время резко замедляются ростовые процессы, но декоративность растений не снижается.

В группу листопадных растений входят: с непродолжительным (1.5-2 месяца) периодом покоя, во время которого сбрасывается лишь часть листьев – *Alocasia odora* (Lodd.) Spach, *A. macrorrhiza* (L.) G.Don, *Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng. (2 балла), и с продолжительным периодом покоя (3-5 месяцев), во время которого растения находятся в безлистном состоянии: *Amorphophallus bulbifer* (Roxb.) Blume, *A. konjak* C.Koch, *Caladium bicolor* (Ait.) Vent., *C. humboldtii* Schott, *Zantedeschia elliottiana* (W.Wats.) Engl., *Z. rehmannii* Engl. (1 балл).

Повреждаемость болезнями и вредителями. Нами ежегодно отмечались наличие повреждений и регулярность их появления. Виды, на которых не отмечено заметных повреждений, оценивались в 3 балла (39 вид); десять видов (*Alocasia odora* (Lodd.) Spach, *A. macrorrhiza* Sander., виды родов *Zantedeschia*, *Dieffenbachia*), на которых изредка появлялись повреждения паутинным клещом, не носящие критического характера, а также восемь видов (виды родов *Aglaonema*), повреждаемых мучнистым червецом, оценены в 2 балла. В целом испытанные виды устойчивы к болезням и вредителям, что является показателем хорошего состояния растений.

При подведении итоговой оценки реакции растения семейства ароидных распределяли на три группы: очень перспективные, перспективные, неперспективные. Из 47 видов семейства как очень перспективные оценены 16, как перспективные – 27, как неперспективные – четыре вида.

Таким образом, большая часть интродуцированных видов семейства ароидных с высокими декоративными качествами перспективна для внутреннего озеленения и может обогатить ассортимент интерьерно-декоративных растений.

ЛИТЕРАТУРА

- Аврорин Н.А. Переселение растений на Полярный Север. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 286 с.
 Каталог коллекции живых растений. Оранжерейные растения. Сыктывкар, 1994. Вып. 5. 68 с.
 Коровин С.Е., Кузьмин З.Е., Трулевич Н.В., Швецов А.Н. Переселение растений. Методические подходы к проведению работ. М.: Изд-во МСХА. 2001. 76 с.
 Смирнова Е.С. Методика наблюдений за растениями в интерьерах // Бюл. Гл. Ботан. сада, 1980. Вып. 117. С. 36-40.
 Шалыт М.С. Вегетативное размножение и возобновление высших растений и методы его изучения // Полевая геоботаника. М.: Изд-во АН СССР, 1960. Т. 2. С. 163-205.

ИСТОРИЯ ЛЕСА И БОЛОТ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «СОКОЛЬСКИЙ БОР» (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «РУССКИЙ СЕВЕР», ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е.М. Воронцова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
 E-mail: EMVoroncova@yandex.ru

Национальный парк «Русский Север» (НП) расположен в полосе перехода от южной к средней тайге. Ландшафтный памятник природы «Сокольский бор» представляет собой сосняк пирогенного происхождения с богатым и разнообразным составом нижних ярусов. Чистый сосновый древостой высотой около 25 м, одновозрастный (около 60 лет). Последний крупный пожар, которому подвергся прежний сосняк, произошел в 1947 г. Большая часть лесного массива представлена разными вариантами сосняков-зеленомошников (сосняк чернично-зеленомошный, сосняк разнотравно-зеленомошный и др.). Зеленые мхи, типичные для таежных лесов: *Pleurozium shcreberi*, *Dicranum rugosum*, *D. scoparium*, *Hylacomium splendens*, *Ptilium crista-castrensis*, *Polytrichum commune*; местами отмечены пятна лишайников (*Cladina rangiferina*, *C. stellaris*, *Cetraria islandica* и др.). Мхи расположены пятнами и куртинами, местами образуя сплошной ковер, проективное покрытие – от 40 до 100%. Подлесок состоит из единичных экземпляров рябины, ольхи серой, крушины высотой 1-5, можжевельника – от 0.5 до 2 м. Подрост представлен елью

(*Picea abies*) и березой (*Betula alba*). Еловый подрост разновозрастный, местами обильный; его высота от 0.2 м и выше, много экземпляров высотой 1-3 м; на некоторых участках высота ели достигла 10-15 м. Возобновление сосны отсутствует. Весь массив соснового леса охраняется от пожаров системой противопожарных рвов. Четко прослеживается естественная смена сосняка ельником. Видовой состав травяно-кустарничкового яруса указывает на сложную историю этой территории, ныне занятой сосновым лесом. Поскольку территория длительное время занята сосняком, естественно большое участие спутников сосны, что соответствует современной стадии развития растительного покрова. Здесь обычны *Calluna vulgaris*, *Antennaria dioica*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Chimaphila umbellata*, *Calamagrostis arundinacea*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Equisetum hyemale*, *Dianthus superbus*, *Silene nutans*, *Pulsatilla patens*, *Lycopodium clavatum*, *L. complanatum*, *L. inundatum*. Некоторые виды характерны для таежных ельников и обычны для вторичных сосняков, возникших на месте уничтоженных ельников: *Pyrola rotundifolia*, *P. media*, *P. chlorantha*, *Orthilia secunda*, *Moneses uniflora*, *Luzula pilosa*, *Goodyera repens*, *Trientalis europaea*, многочисленна *Vaccinium myrtillus*, местами обильна *Linnaea borealis*. Значительное участие в сложении травяно-кустарничкового яруса принимают неморальные виды: *Daphne mezereum*, *Convallaria majalis*, *Polygonatum odoratum*, *Orobus vernus* и др., что может свидетельствовать о присутствии широколиственных древесных пород в прежних стадиях существования леса. В травяном ярусе встречаются луговые виды, длительно удерживающие свою территорию (*Festuca pratensis*, *F. rubra*, *Leucanthemum vulgare* и др.). Встречаются сорные и рудеральные виды.

Под сосняками Сокольского бора сформировались иллювиально-гумусово-железистые поверхностные подзолы. Под подстилкой типа моор выделяется тонкий с белесым оттенком песчаный подзолистый горизонт мощностью 2-4 см, сменяемый небольшими по мощности иллювиальными горизонтами желтовато-бурого и охристого цветов, на глубине около 60 см переходящими в почвообразующую породу. Эволюция почв здесь связана с подзолистым процессом и постепенным выщелачиванием карбонатов в нижележащие горизонты; в горизонтах В2 и С отмечено резкое возрастание pH (Ливанцова, 2006). В почве постоянно попадают остатки углей или микроскопические углистые включения (вторые, возможно, от древних пожаров). Почва характеризуется близким к поверхности залеганием грунтовых вод – помимо сравнительно низкого гипсометрического положения этому способствует наличие примыкающего к лесу обширного Сокольского болота площадью 4218 га и с глубиной торфяной залежи до 3.5 м. Торфяные болота существенно влияют на уровень грунтовых вод на значительных площадях прилегающих суходолов. Этому способствует и создание искусственного водоема (Шекснинского водохранилища).

Леса и болота тесно взаимосвязаны, это компоненты одного ландшафта. В пределах Сокольского бора встречаются болота разных возраста и размера, по которым с помощью ботанического микроанализа торфа и спорово-пыльцевого анализа можно восстановить генезис и развитие этих болот и получить сведения по истории окружающего леса. Важно отметить, что все болота на территории Сокольского бора, в том числе и довольно древние (с глубиной торфа около 2 м), находятся в низинной стадии развития, что свидетельствует о длительном их питании достаточно богатыми минерализованными водами. Процессы заболачивания происходят и в настоящее время: близ Сизьменского разлива Шекснинского водохранилища заболачиваются даже углубления на месте вывалов деревьев, в которых накопилось уже около 20 см травяно-гипнового торфа со степенью разложения 15-20%. Там же низинное лесное болото с глубиной торфа 75 см представлено ныне осоковым сообществом с березой и ивами с преобладанием *Carex appropinquata*, *C. cespitosa*, *Equisetum fluviatile*. За время своего существования облик болота мало менялся, так как характеризуется по глубине разными соотношениями древесных и осоковых остатков. Высокая степень разложения торфа, около 50%, говорит о неустойчивом водном режиме этой депрессии в течение времени его существования. В лесу отмечены небольшие депрессии с березово-тростниково-осоковыми сообществами с примесью хвоща, вахты, гипновых мхов. Полностью низинным торфом (осоково-тростниковым) сложено торфяное болото близ Сокольского бора (около причала в пос. Топорня). Низинный осушенный торфяник близ с. Алешино имеет довольно древний возраст: сохранившаяся залежь в 260 см сложена

на перемежающимися слоями вахтового, древесного низинного (с преобладанием березы и ольхи), гипнового, осоково- тростникового и осокового торфов. Обследовано тростниково-вахтовое болото близ Сокольского бора: в современном фитоценозе преобладают *Carex cespitosa*, *C. lasiocarpa*, *C. appropinquata*, *Phragmites australis*, *Menyanthes trifoliata*, редкие экземпляры *Betula alba*. Мощность торфяной залежи – около 2 м. Известно, что скорость торфонакопления, меняясь в зависимости от климата и местных гидрологических условий, в среднем в голоцене составляла примерно 1 мм в год (Тюремнов, 1976). Болотообразование в этой депрессии началось около 2 тыс. лет назад с зарослей вахты; потом болото последовательно представляло собой тростниковый, осоково-тростниковый и осоковый низинные фитоценозы. Верхние 35 см торфа указывают на то, что последние сотни лет болото имело современный облик.

Ранее опубликованный материал по строению торфяной залежи Сокольского болота (Афанасьева и др., 1999), той его части, которая расположена близ Сокольского бора, глубиной 1.75 м, показывает, что болото, являющееся ныне сосново-кустарничково-сфагновым фитоценозом (с преобладанием *Sphagnum fuscum*), на протяжении почти 2 тыс. лет находилось в низинной и переходной стадиях развития, и лишь в последние десятилетия оторвалось от грунтового питания и перешло в верховую стадию. Наиболее древние болота на территории НП, в первую очередь озерного происхождения, начали развиваться с начала голоцена. Однако последние два тысячелетия, по-видимому, благоприятствовали возникновению и развитию болот.

По пыльце, регулярно накапливающейся и сохраняющейся в последовательных слоях в торфяной толще, можно судить о сменах лесов, вызванных как естественными, в основном климатическими причинами, так и антропогенным воздействием. Для исследования истории конкретного леса наибольший интерес представляют малые лесные болота внутри массива и окрайки крупных болот, примыкающих к лесу, т.е. отложения с преобладанием локального компонента в спорово-пыльцевых спектрах (так называемое палеофитоценологическое направление исследования). Спорово-пыльцевые диаграммы торфяных отложений показывают, что здесь длительное время господствовали еловые и елово-сосновые леса с постоянной примесью широколиственных пород (липы, дуба, вяза). Сосна стала доминировать лишь в последние столетия (резкое преобладание пыльцевых зерен сосны отмечено с глубины 40 см и выше). Одновременно исчез дуб, позже (с глубины 20 см) – пыльца липы, а затем и вяз. Сейчас дуб и вяз в окрестностях Сокольского бора отсутствуют, липа встречается редко (Сосудистые растения..., 2004). Спектры верхней части залежи указывают на стадии безлесья, имевшие место на территории: зафиксировано присутствие пыльцевых зерен сорняков, культурных растений, лугового разнотравья (пыльца злаков, в том числе ржи, крестоцветных, губоцветных, сложноцветных, щавеля, осок, розоцветных, лютиковых, бобовых) (Афанасьева и др., 1994). Сохранилась пыльца ели и широколиственных пород и в лесных почвах, что тоже подтверждает их существенное участие в прежних лесах на этой территории.

Таким образом, особенности современного растительного покрова Сокольского бора, спорово-пыльцевой анализ торфяных отложений и лесных почв показывают, что исходным коренным лесом здесь был елово-сосновый лес со значительной примесью широколиственных пород. Лес уничтожался в сельскохозяйственных целях, территория проходила стадии гари, пашни, луга. Лес возобновился в виде сосняка и неоднократно сгорал. В настоящее время идут процессы смены сосняка ельником. Для естественного восстановления широколиственных пород почти нет шансов из-за их отсутствия в окрестностях. Что касается исследованных нами болот, то здесь характерно преобладание низинной (эвтрофной) стадии развития. В Сокольском бору и его окрестностях встречаются болота, начавшие свое развитие примерно 2 тыс. лет тому назад и позже. Процессы заболачивания характерны и для настоящего времени. После длительной низинной и переходной стадий в верховую (олиготрофную) стадию перешло наиболее древнее обширное болото (болотный массив «Сокольский» с глубиной до 3.5 м).

Материалы, вскрывающие историю современных лесных фитоценозов, необходимо учитывать при организации природоохранных и рекультивационных мероприятий в национальном парке, а также в научно-просветительской работе.

ЛИТЕРАТУРА

- Афанасьева Н.Б., Березина Н.А., Гольева А.А. Изучение истории ландшафтов, памятников природы и вопросы реконструкции растительного покрова (национальный парк «Русский Север», Вологодская область) // Экологические проблемы сохранения исторического и культурного наследия. М., 1999. С. 200-217.
- Ливанцова С.Ю. Кислотность и катионообменные свойства почв лесных экосистем таежной зоны: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2006. 24 с.
- Сосудистые растения национального парка «Русский Север» // Флора и фауна национальных парков. М., 2004. Вып. 4. 62 с.
- Тюремнов С.Н. Торфяные месторождения. М., 1976. 487 с.

ОПУХОЛИ ГОЛЬЯНА ОБЫКНОВЕННОГО *PHOXINUS PHOXINUS* (L.) И ВОЗМОЖНАЯ РОЛЬ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ ГРИБОВ В ИХ ВОЗНИКНОВЕНИИ

А.В. Вострикова, В.А. Турбылева
Сыктывкарский государственный университет
E-mail: ecolog@syktsu.ru

Наличие опухолей отмечено у большинства гидробионтов, в том числе практически у всех таксонов рыб. Частота встречаемости опухолей у рыб является одним из показателей эколого-токсикологической ситуации в водоемах, влияет на способность рыб к воспроизводству и, следовательно, на численность их популяций.

К настоящему времени опубликовано значительное количество работ, где описываются новообразования рыб. Большая часть этих трудов основана на установлении взаимосвязи распространения опухолей рыб с антропогенным загрязнением (Боговский, 1997; Старовойтов, 1997). Кроме того, в последнее десятилетие появились работы, рассматривающие влияние опухолей на организм рыбы, паразитофауну и возможную роль паразитических организмов в возникновении новообразований (Старовойтов, 2003; Давыдов, 2004; Доровских, 2005). В современной литературе опубликованы данные о болезнях рыб, вызываемых грибами, – микозах (Нейш, Хьюз, 1984). Однако возможная роль паразитических грибов в образовании опухолей у рыб изучена на сегодняшний день недостаточно.

Цель данной работы – изучение опухолей гольяна обыкновенного *Phoxinus phoxinus* (L.) из бассейнов рек Вычегда и Печора.

В задачи исследования входило:

1. Определить частоту встречаемости новообразований у гольяна;
2. Провести гистологическое исследование обнаруженных опухолей;
3. Выявить наличие грибной микрофлоры в опухолях рыб.

С 2002 г. изучали наличие опухолей у гольяна обыкновенного из верхнего течения р. Печора, верхнего (в районе с. Помоздино) и среднего (в районе р. Човью) течения р. Вычегда. У собранного материала отмечали локализацию, цвет, размеры, вес, подсчитывали частоту встречаемости опухолей. Кусочки новообразований фиксировали для последующей гистологической обработки. При гистологическом исследовании опухолей изготавливали срезы толщиной 0.5 мкм. Полученные препараты окрашивали гематоксилин-эозином, метиленовым синим, железным гематоксилином по Гейденгайну. Микрофотосъемку полученных препаратов выполняли с помощью микроскопа Микмед-2, снабженного цифровой фотокамерой Nikon Coolpix 4500.

За исследуемый период выявлена тенденция к повышению зараженности рыб опухолями в течение последних трех лет (2002-2005 гг.). Так, в районе устья р. Гаревка (бассейн р. Печора) 4 августа 2002 г. среди двухлеток гольяна экстенсивность поражения составила 0.2, 1 августа 2003 г. – 0.1, 13 августа 2003 г. поднялась до 3, в июле-августе 2004 г. колебалась от 1 до 3, а в 2005 г. составила 5%. Частота встречаемости опухолей у гольяна в возрасте 1+ в июле 2004 г. наблюдалась от 0.4 до 1, а в 2005 г. повысилась до 4%. Среди сеголеток были поражены опухолями в июле 2004 г. из устья р. Гаревка 3% особей, в 2005 г. доля особей с опухолями в возрасте 0+ составила 5-6%.

В районе устья р. Шайтановка (бассейн р. Печора) 31 июля 2002 г. половозрелые голяны с опухолями составляли 0.4%. Доля пораженных особей голяна в возрасте 0+1+ из этой же реки в течение исследуемого сезона достигла 10%.

Частота встречаемости опухолей у голяна в возрасте 1+ из р. Човью (бассейн среднего течения р. Вычегда) в июне 2005 г. составила 0.8, в 2004 г. доля рыб с новообразованиями в июле насчитывала 2.5, а в сентябре-октябре поднялась до 2.9%. В верхнем течении р. Вычегда (в районе с. Помоздино) частота встречаемости опухолей у голяна в возрасте 1+ в августе 2004 г. составила 0.7%, однако в 2005 г. особи голяна, пораженные опухолями, обнаружены не были.

Макроскопически опухоли у голяна разные по размерам, они овально-шаровидной формы и выступают над кожей на высоту до 8 мм. Цвет опухолевых образований изменяется от светло-серого до интенсивно-черного; поверхность опухолей неровная, лишена чешуи. На одной рыбе регистрировали от одной до 12 опухолей.

Новообразования у голяна отмечены на плавниках, голове, спинной и брюшной сторонах тела. Опухоли на голове сосредоточены в основном на глазах, челюстях, а также жаберных крышках. В случаях, когда на рыбе фиксировали более одной опухоли, дочерние очаги новообразований наблюдались преимущественно на хвостовом и спинном плавниках.

В структуре новообразований черного цвета зафиксировано высокое число меланин-содержащих клеток. Эти опухоли характеризуются, как правило, малым количеством соединительнотканной стромы. Микроскопическое строение пораженной ткани отличается изменением ядерно-цитоплазматического индекса в связи с укрупнением ядер, появлением множества митозов. В таких опухолях наблюдается прорастание клеток опухоли в прилежащие ткани, а также образование метастаз в разных частях тела.

Опухоли серого цвета метастаз не образуют, хотя порой достигают значительных размеров (более 0.6 мм). По периферии данных новообразований наблюдается капсула, отделяющая прилежащие к опухоли ткани.

Исследования микобиоты опухолей голяна проводили летом 2005 г. в р. Човью (бассейн среднего течения р. Вычегда). Обработку проб проводили в день отбора. Изучали только те экземпляры голяна, которые имели на различных участках тела видимые наружные опухоли. Пораженных рыб просматривали под биноклем при увеличении 14×7, отмечали наличие на покровах тела мицелия грибов, признаки поражения грибами и степень микоза. Асептически удаляли опухоли с покровов тела с последующим высевом их содержимого на поверхность агаризованных питательных сред. Контролем послужили разные участки поверхности тела *Phoxinus phoxinus*.

Для выделения грибов и изучения их роста и морфологических признаков грибных колоний использовали стандартные питательные среды: Чапека, Сабуро с дрожжевым экстрактом, агаризованное пивное сусло. Изучение культуральных признаков колоний грибов заключалось в наблюдении за характером строения, формой, профилем поверхности, структурой колоний грибов, скоростью роста, окраской мицелия, пигментацией среды, наличием и отсутствием экссудата. Исследовали характерные особенности мицелия с использованием светового микроскопа при увеличении 12×20, 12×40 – диаметр мицелия, окраску, наличие септ, репродуктивных органов и др.

После высева содержимого опухолей на питательные среды было выделено семь изолятов грибов, которые отнесли к группе *Mycelia sterilia*. Они имели следующие морфологические особенности: все изоляты – с высокой скоростью роста (за семь дней диаметр колонии составлял в среднем 6.5 см), хорошо развитым воздушным мицелием и не давали репродуктивных органов (спор, конидий, плодовых тел) на среде Сабуро, Чапека, сусло-агаре.

Кроме того, нами исследованы морфолого-культуральные признаки выделенных колоний грибов.

Колонии одного и того же изолята, культивируемые на разных средах, различаются по морфологическим признакам: структуре колонии, окраске мицелия, пигментации среды, выделению экссудата.

По существующей в настоящее время классификации грибов *Mycelia sterilia* их невозможно отнести ни к одной из 17 выделенных групп, так как известные стерильные мицелии относятся в основном к отделу *Deuteromycotina*, классу *Hyphomycetes*, а это грибы с септированными гифами. Наши исследования показали, что грибы, встречающиеся на опухолях рыб, имеют чаще несептированный мицелий. К сожалению, классификация для стерильных несептированных мицелиев на сегодняшний день не разработана. Микологи считают возникновение стерильных мицелиев одним из прогрессивных направлений в эволюции грибов, которое позволяет им получить значительное превосходство над другими видами при захвате субстрата и распространении в пространстве.

Таким образом, частота встречаемости опухолей у гольяна за весь период исследования находится в пределах от 0.02 до 10%, причем преимущественно поражены рыбы в возрасте 0+1+; полученные гистологические препараты новообразований имеют отличительные микроскопические признаки опухоли от нормальных клеток и тканей; в результате изучения микобиоты было выделено семь изолятов грибов, которые отнесли к группе *Mycelia sterilia*.

Авторы выражают признательность и большую благодарность д.б.н. Г.Н. Доровских и к.б.н. Н.Н. Шергиной за научное руководство, помощь в сборе и обработке материала, а также д.б.н. Л.В. Воронину за ценные указания, полученные при выполнении этой работы.

ЛИТЕРАТУРА

- Боговский С.П. Этиология и распространение опухолей рыб в связи с антропогенным загрязнением // Научные труды ГосНИОРХ, 1997. Вып. 321. С. 17-28.
- Давыдов О.Н., Куровская Л.Я., Темниханов Ю.Д. Физиолого-биохимические изменения в организме рыб при совместном поражении гельминтами и опухолями // Болезни рыб. Сб. науч. тр. М., 2004. С. 67-73.
- Доровских Г.Н., Степанов В.Г., Седрисева В.А., Бознак Э.И. Встречаемость опухолей у *Phoxinus phoxinus* L. из верхнего течения реки Печора и их влияние на организм гольяна, паразитофауну и компонентное сообщество его паразитов // Труды Печоро-Илычского заповедника. Сыктывкар: Изд-во Коми НЦ УрО РАН, 2005. № 14. С. 289-298.
- Нейш Г., Хьюз Г. Микозы рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 96 с.
- Старовойтов В.К. Встречаемость опухолей у рыб Куршского залива как один из показателей состояния водоема // Экологический мониторинг паразитов: Матер. II съезда паразитологического об-ва РАН. СПб., 1997. С. 110-111.
- Старовойтов В.К. Опухоли пресноводных рыб как показатель загрязнения водоема и возможная роль паразитов в их возникновении // Проблемы современной паразитологии: Матер. конф. СПб., 2003. С. 124-125.

СТРУКТУРНЫЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ОБЫКНОВЕННОГО В ПОДЗОНЕ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ

Н.В. Герлинг

Сыктывкарский государственный университет

Можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis* L.) относится к семейству Cupressaceae роду *Juniperus* (Богданов, 1974). Этот вид является наименее изученным из хвойных растений, произрастающих на территории Республики Коми. В то же время можжевельник обыкновенный встречается практически во всех типах хвойных, хвойно-лиственных и лиственных лесов (Леса Республики Коми, 1999).

В условиях средней тайги самой распространенной жизненной формой можжевельника является образование кустов яйцевидной формы (рис. 1) с сильно ветвистой кроной. Образование такой формы куста обусловлено полеганием боковых ветвей, при этом рост главной оси ослабевает, и она теряется среди быстрее растущих боковых ветвей. Прижатость ствола к земле усиливается благодаря формированию придаточных корней, притя-

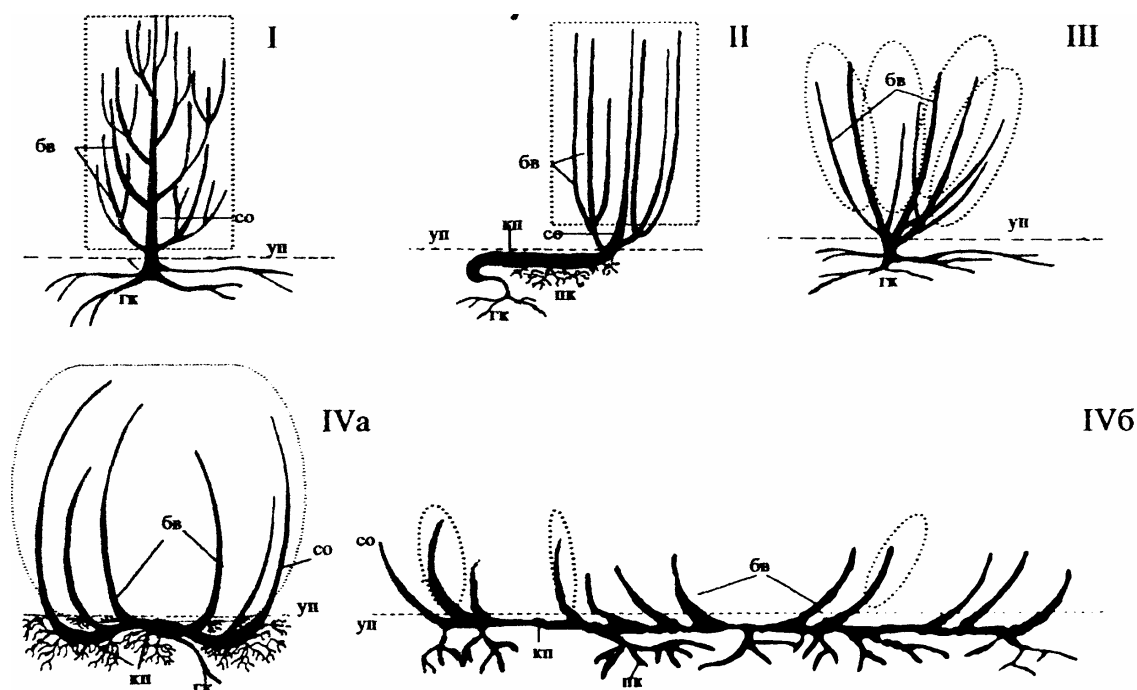


Рис. 1. Схемы жизненных форм можжевельника обыкновенного. I – одноствольное дерево, II – немногоствольное дерево, III – прямостоячий компактный кустарник, IVa – стелющийся кустарник, IVб – стелющийся кустарник шпалерного типа, уп – уровень почвы, гк – главный корень, пк – придаточные корни, кп – ксилоподий, со – скелетная ось, бв – боковые ветви, (.....) – форма кроны (Михеева, 2005).

гивающих его к поверхности почвы. Развитие обильно ветвящихся придаточных корней на стволе приводит к ослаблению функционального значения системы главного корня, который со временем отмирает (Серебряков, 1962).

Цель нашей работы состояла в выявлении экологической вариабельности структуры и физиологических параметров хвои и побегов можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.), произрастающего в еловых фитоценозах.

Были поставлены следующие задачи:

1. Выявление зависимости роста побегов и хвои можжевельника, произрастающего в разных типах еловых фитоценозов, от погодных условий текущего и предыдущего вегетационных периодов;
2. Определение содержания пигментов в хвое можжевельника обыкновенного;
3. Установление интенсивности CO_2 газообмена побегов можжевельника в зависимости от типа елового фитоценоза.

Исследование проводили на территории Ляльского лесозоологического стационара Института биологии Коми НЦ, расположенного в подзоне средней тайги. Обследовали куртины можжевельника, произрастающего в четырех типах ассоциаций: лиственно-еловом черничном (1), ельнике разнотравно-черничном (2), смешанном лиственно-сосновом черничном (3) и ельнике чернично-сфагновом (4). Число особей можжевельника составляло в этих типах фитоценоза 89, 1000, 300 и 214 соответственно. Образцы побегов можжевельника последних пяти лет развития были собраны с четырех пробных площадей. Для морфологической характеристики учитывали такие показатели, как длина побегов и средняя длина хвои. Для определения содержания пигментов навеска хвои не превышала 0.250 г. Фиксировали в кипящем уксусе с углекислым магнием (MgCO_3). Концентрацию пигментов определяли на спектрофотометре. Измерение CO_2 газообмена было выполнено инфракрасным газоанализатором LI-7000 (Li-COR, США) в июне-июле 2005 г.

На основе полученных результатов нами выявлено, что древовидная форма можжевельника, достигающая высоты трех метров, встречается лишь в смешанном лиственно-сосновом черничном фитоценозе (3). Абсолютный возраст этого можжевельника составил 77 лет. На остальных пробных площадях, где отсутствовала хозяйственная деятельность

человека, доминирует стелющийся кустарник, с образованием куртин, по высоте, не превышающей 1.5 м. В возрастном спектре популяций можжевельника во всех четырех ассоциациях нами не выявлены плодоносящие особи. Возможно, это связано с тем, что в хвойных фитоценозах, прежде всего еловых, недостаток света тормозит образование генеративных структур. Только в лиственно-сосновом черничном фитоценозе были обнаружены редкие плодоносящие особи. По всей видимости, такие экземпляры можжевельника были оставлены после рубки, которая была проведена здесь 58 лет тому назад. На это указывает резкое увеличение прироста по радиусу стволика можжевельника в 1947-1965 гг. В процессе лесовосстановления основных лесобразующих пород и увеличения сомкнутости крон этих деревьев постепенно снижалось количество света, поступающего под полог леса, что в свою очередь привело к снижению роста по диаметру. По нашим данным, это произошло около 40 лет тому назад (1965 г.).

На ветвях хвоя можжевельника сохраняется до девяти лет. Нами отмечено, что масса хвоя зависит от возраста побегов. Установлено, что сухая масса ассимилирующих органов с возрастом снижается.

Были выявлены отличия формирования хвоя и побегов можжевельника обыкновенного в погодных условиях текущего и предыдущего годов (рис. 2). Нами обнаружена тесная связь длины побега от погодных условий предыдущего года. При повышенной сумме эффективных температур вегетационного периода предыдущего года наблюдали снижение длины побега, а при росте суммарного количества осадков – ее увеличение. Это связано с тем, что закладка метамеров побегов осуществляется в предыдущий год и, следовательно, его погодные условия влияют на число метамеров, заложенных в меристеме почки.

Рост хвоя зависит от погодных условий текущего года, хотя примордии также закладываются в предыдущий год. Это связано с тем, что рост хвоя в длину осуществляется в основном за счет растяжения клеток. По отношению к сумме эффективных температур в период вегетации длина хвоя увеличивается при повышении температуры, но уменьшается при росте суммарного количества осадков.

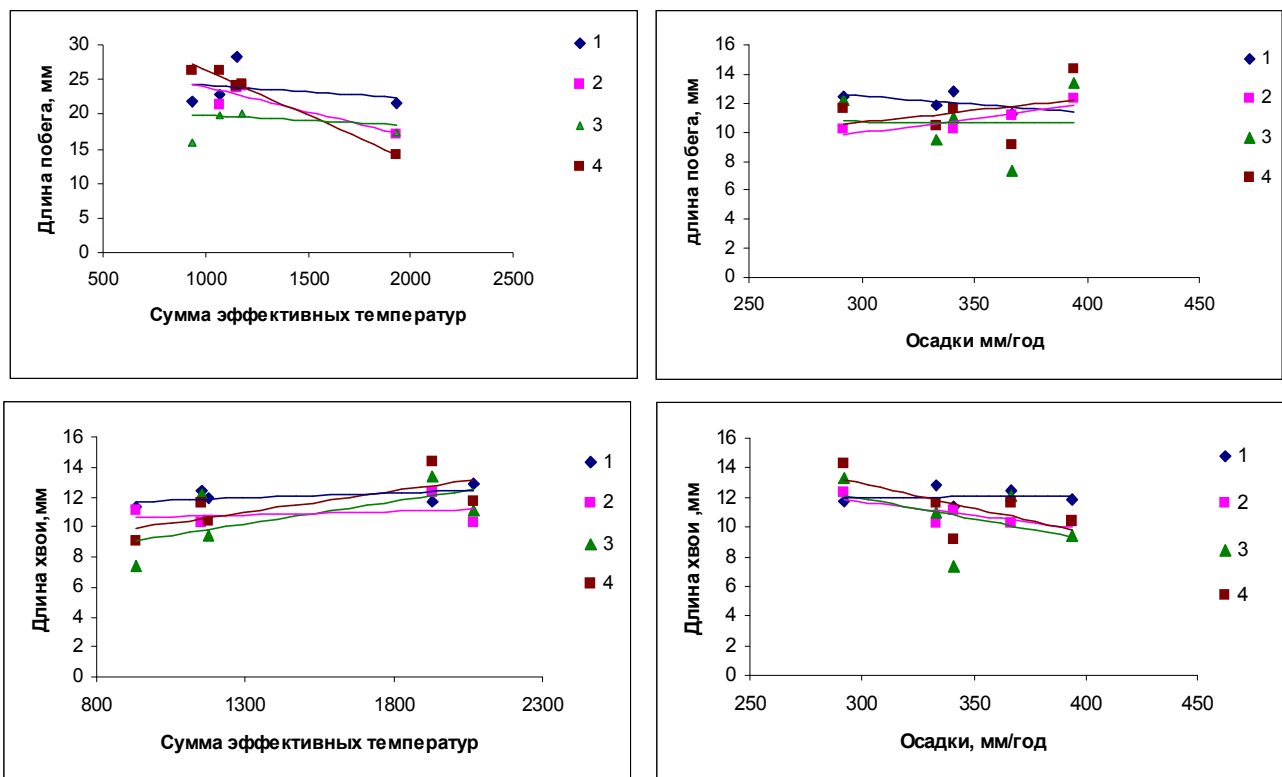


Рис. 2. Погодные условия периода вегетации с 2000 по 2004 г.

Мы рассчитали коэффициент вариации длины побега и хвои. В среднем для хвои он равен 21, а для побега – 46. Это свидетельствует о том, что структура хвои находится под более жестким генетическим контролем, в отличие от длины побега.

Наряду с вариативностью морфологических показателей можжевельника, анатомические параметры хвои являются достаточно стабильными.

Нами не установлены существенные различия по содержанию хлорофилла *a* и *b* и каротиноидов в хвое можжевельника, произрастающего в разных типах еловых фитоценозов, за исключением ельника черничного (5) (рис. 3). В этих условиях снижение суммарного содержания пигментов у можжевельника является, вероятно, реакцией ассимиляционного аппарата на освещение древостоя в результате сильного отпада ели, которое наблюдается на данном участке в настоящее время. Адаптивная реакция ассимиляционного аппарата можжевельника на увеличение потока радиации проявляется и при исследовании особей, имеющих разную высоту: с увеличением роста в высоту среднее содержание пигментов в хвое можжевельника сокращается.

Нами исследована скорость видимого фотосинтеза можжевельника обыкновенного на четырех пробных площадях (см. таблицу). В целом отмечается высокое сходство по скорости поглощения CO_2 у побегов, независимо от типа фитоценоза. На основании полученных данных можно отметить, что при высокой температуре воздуха, светового потока и низкой влажности воздуха наблюдается некоторое снижение фотосинтеза.

Фотосинтетическая активность хвои можжевельника

Дата наблюдений	Характер погодных условий	ФАР, $\text{мкмоль/м}^2\text{с}$	Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	Влажность воздуха, %	P, $\text{мкмоль CO}_2/\text{м}^2\text{с}$
30.06.2005	Переменная облачность	48-614	24.2-25.9	29-50	1.9-14.2
5.07.2005	Переменная облачность	50-237	14-14.5	47-54	2.5-10.4

ценность. В этой связи рубки в еловых насаждениях положительно влияют на рост можжевельника.

ЛИТЕРАТУРА

- Богданов П.Л. Дендрология. М.: Лесная промышленность, 1974.
 Леса Республики Коми. М.: Издательско-продюсерский центр «Дизайн. Информация. Картография», 1999. 332 с.
 Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. М.: Высшая школа, 1962. 379 с.

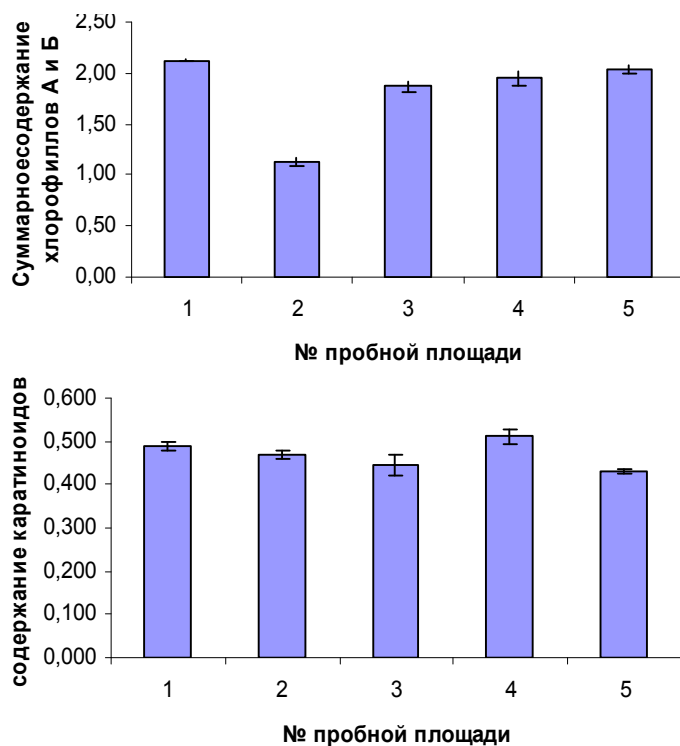


Рис. 3. Содержания пигментов в хвое можжевельника обыкновенного в исследуемых фитоценозах.

Таким образом, в условиях еловых фитоценозов можжевельник обыкновенный находится в угнетенном состоянии. Основным фактором, влияющим на жизнеспособность особей, является низкая освещенность.

МИКОСИМБИОТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТЕНИЙ ПОЙМЕННЫХ ЛУГОВ

В.С. Гладышева

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: botany@syktsu.ru

Микоризы, или микоризные ассоциации, являются важнейшим эволюционным и экологическим фактором в жизни наземных растений. Эндомикориза – самая распространенная и древняя форма симбиотических связей в растительном мире. Она характерна для большинства современных филогенетических групп растений, представлена во всех биомах Земного шара и зафиксирована у самых первых наземных групп растений (Селиванов, 1981).

Наиболее распространенный тип симбиотических отношений между растениями и грибами – это везикулярно-арбускулярная микориза (ВАМ), которая относится к эндотрофным микоризам. ВАМ образуется более 150 описанными видами зигомицетных грибов из порядка *Glomales*, которые колонизируют корни около 2/3 всех известных видов растений, включая большинство травянистых растений и тропических деревьев, в умеренной зоне преобладает в луговых фитоценозах.

Значение микоризных грибов для растений заключается в улучшении водно-минерального питания и защите корневых систем от фитопатогенных организмов. Кроме того, микориза снижает поступление тяжелых металлов в побеги растений, способствует повышению устойчивости растений к засолению на щелочных почвах; влияет на структуру почв и динамику популяций почвенных организмов. При наличии микоризы растения успешнее развиваются, повышается их фитоценотический статус, снижается внутри- и межвидовая конкуренция и возрастает видовое богатство растительных сообществ (Каратыгин, 1993; Мухин, Веселкин, 2004).

Работ, посвященных изучению распространения микоризы среди растительного покрова в северных районах Земного шара, немного (Сычева, 1955; Катенин, 1972). Поэтому многие важные аспекты функционирования микоризы еще не получили своего должного освещения. Сказанное относится, прежде всего, к изучению роли микоризы как экологического фактора на популяционном и ценоотическом уровнях.

Цель данной работы – изучение распространения ВАМ у растений пойменных лугов, выявление степени, частоты микоризной инфекции, а также роли микоризы на популяционном и ценоотическом уровнях. Нами были определены следующие задачи:

- 1) изучить распространенность эндомикоризы у растений пойменных лугов;
- 2) выяснить степень микотрофности у разных экологических и таксономических групп растений;
- 3) выявить частоту микоризной инфекции растений пойменных лугов;
- 4) дать анализ микотрофности травянистых растений по увлажнению, типу жизненных форм, строению корневой системы, ценоотической группы, продолжительности жизни растений.

Материал собрали в течение июля 2005 г. на злаково-разнотравных пойменных лугах правого и левого берегов р. Малая Визинга. Для определения микотрофности корней собирали по 5-10 экз. растений на разных фазах развития, отделяли молодые сосущие корни второго и третьего порядков с первичным строением не толще 500-600 мкм. Отобранные корни мацерировали в 15% -ном растворе КОН, отмывали от щелочи и окрашивали анилин-блау в молочной кислоте по методу Л.И. Курсанова в модификации И.А. Селиванова (1975). Корни раскладывали на предметное стекло в глицерин и рассматривали под микроскопом «Микмед-1» при увеличении $\times 100$, $\times 200$, $\times 400$. Фотографирование временных препаратов микоризных корней проводили с помощью микроскопа Микмед-2, снабженного цифровой фотокамерой Nikon Coolpix 4500.

Для определения обилия гриба на мацерированных препаратах эндомикоризных корней использовали балльную систему И.А. Селиванова (1979): балл 5 – вся мезодерма занята грибом в форме гиф, везикул, арбускул или зернистой массы; балл 4 – 3/4 клеток мезодермы заполнены грибом, а в остальных его нет; балл 3 – половина клеток мезодер-

мы занята грибом; балл 2 – примерно 1/4 клеток мезодермы заполнена эндофитом; балл 1 – микоризный гриб встречается лишь в отдельных клетках мезодермы.

Было собрано и исследовано на наличие микоризы 47 видов растений из 20 семейств и 39 родов. У 91% растений наблюдались эндомикоризы различного вида. У двух видов (*Vaccinium vitis-idaea* L., *Oxycoccus palustris* Pers.), которые попали в сборы из-за близости леса и болота, обнаружена эрикоидно-арбускулярная микориза. У 42 видов – зигомическая арбускулярно-везикулярная микориза (ВАМ). У микотрофных видов уровень развития микоризы сильно варьирует и по этому признаку их можно разделить на три группы: слабо-, средне- и высокомикотрофные. Большинство растений слабомикотрофные (43%), высокомикотрофные (17%), среднемикотрофные (35%) и у 5% микориза не была обнаружена.

К высокомикотрофным растениям можно отнести следующие виды растений: *Rumex acetosa* L., *Alopecurus pratensis* L., *Dactylis glomerata* L., *Ranunculus acris* L., *Ranunculus repens* L., *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. и др. Наличие гиф грибов характерно для всех видов, но активность мицелия у разных видов отличается. Это видно по наличию везикул и арбускул в клетках. Наблюдали везикулы, которые напоминают спороцисту, наполненную большим количеством округлых мелких телец наподобие спор.

У среднемикотрофных видов – *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv., *Agrostis tenuis* Sibth., *Festuca rubra* L., *Potentilla anserina* L., *Veronica officinalis* L. и у др. – обнаружены гифы, переваренные остатки гиф и незначительное количество арбускул.

У растений, которые предпочитают увлажненные местообитания, *Carex cespitosa* L., *Carex nigra* (L.) Reichard., *Carex rostrata* Stokes, корни микоризованы, но очень слабо. Гифы находятся в малом количестве в первом слое ризодермы. Также к слабомикотрофным видам относятся *Geranium sylvaticum* L., *Prunella vulgaris* L., *Erigeron acris* L., *Linaria vulgaris* L. и другие виды.

К немикотрофным растениям относятся *Alisma plantago-aquatica* L., семейство гвоздичные (*Cerastium arvense* L., *Coccyanthe flos-cuculi* (L.) Fourr., *Dianthus deltoides* L.). Одни авторы причиной отсутствия микоризы считают наличие толстостенного эпидермиса в корнях (Катенин, 1972). Другие связывают ее с химическим составом растений, поскольку многие из них содержат ядовитые или пахучие вещества (алкалоиды, сапонины, эфирные и горчичные масла).

Частота встречаемости микоризной инфекции у растений пойменных лугов высока: 96% – у семейств *Crassulaceae*, *Asteraceae*, *Scrophulariaceae*, *Fabaceae*, *Ranunculaceae*, *Poaceae*, *Cyperaceae*, до 88% – у *Polygonaceae*, *Rosaceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae*, 84% – у *Rubiaceae*. Но виды во многих семействах неравномерно микоризованы.

Развитие микоризы зависит от режима увлажнения местообитаний. В наименьшей степени микориза развита у гигрогидрофитов ($D = 1.2$) и суккулентов ($D = 1.68$). Они представлены слабомикотрофными видами. Уровень развития микоризы у ксеромезофитов составляет ($D = 2.4$), гигромезофитов ($D = 2.7$), т.е. они являются среднемикотрофными. Уровень развития микоризы у мезофитов (3.02), которые являются высокомикотрофными.

Среди однолетних растений преобладают умеренно- и высокомикотрофные виды. Уровень развития микоризы у однолетних растений в среднем равен 2.4 балла, у многолетних трав – 2.6. Такие значения характерны для слабо- и умеренномикотрофных видов.

Среди различных жизненных форм по строению подземных органов высокомикотрофными оказались стержнекорневые ($D = 3.5$), дерновинные ($D = 3.4$) многолетники и стержнекорневые однолетники ($D = 3.2$); умеренномикотрофными: корневищные ($D = 1.96$) и столонообразующие многолетники ($D = 1.86$); слабомикотрофными: стержнекорневые однолетники ($D = 1.1$), кистекарневые ($D = 0.87$) и ползучие многолетники ($D = 0.96$).

Анализ распределения микоризы по ценоотическим группам растений показал, что среди высокомикотрофных растений присутствуют лугово-лесные виды ($D = 3.5$), луговые ($D = 2.9$); умеренномикотрофных: лесо-луговые ($D = 2.04$), болотно-луговые ($D = 2.05$), лугово-болотные ($D = 1.92$); слабомикотрофных: суккуленты ($D = 1.68$), болотные виды ($D = 1.7$), полуводные ($D = 0.84$).

Если учитывать классификацию растений по Раункиеру (по жизненным формам), то среди гемикриптофитов ($D = 3.5$) и геофитов ($D = 2.8$) находятся высокомикотрофные виды; терофиты – умеренномикотрофны ($D = 2.4$), хамефиты – слабомикотрофны ($D = 1.2$).

ЛИТЕРАТУРА

Каратыгин И.В. Коэволюция грибов и растений // Труды Ботан. ин-та РАН. СПб.: Гидрометиздат, 1993. Вып. 9. 118 с.

Катенин А.Е. Микориза растений Северо-Востока европейской части СССР. Л.: Наука, 1972. 140 с.

Мухин В.А., Веселкин Д.В. Эволюционное и экологическое значение микоризных ассоциаций // Фундаментальные и прикладные проблемы популяционной биологии. Сб. тез. докл. Нижний Тагил, 2002. С. 114-116.

Селиванов И.А. Структура фикомицетных тамнискофаговых (везикулярно-арбускулярных) эндомикориз // Микориза растений: Уч. записки Пермского пединститута. Т. 142. Пермь, 1975. 160 с.

Селиванов И.А. Изменение структуры микориз и интенсивность развития микоризной инфекции в зависимости от высшего растения и гриба // Микориза растений: Уч. записки Пермского пединститута (Республ. сб. науч. тр.). Пермь, 1979. 105 с.

Селиванов И.А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. М.: Наука, 1981. 232 с.

Сычева З.Ф. Влияние условий среды на характер микоризы у некоторых травянистых растений // Тр. Карело-Финского филиала Академии наук СССР, 1955. С. 82-108.

БИОТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

А.А. Горбунов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: gorbunov@ib.komisc.ru

Подзолистые почвы Севера бедны органикой и при их освоении требуется внесение огромного количества органических и минеральных удобрений. Традиционно для этих целей используется торф. Вместе с тем, по имеющимся данным известно, что торфоразработками разрушено до 80% земель в разных районах Республики Коми и рекультивировано лишь в одном районе 0.5% земель, а в других – ни одного гектара. Хорошо известно, что болотные угодья являются источником биологических ресурсов, регуляторами водного баланса территорий. Разрушение болотных систем приводит к серьезным нарушениям экологической ситуации. С другой стороны, серьезной экологической проблемой является необходимость утилизации промышленных отходов и их вовлечения в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья.

Результаты исследований и проведенных испытаний свидетельствуют о возможности эффективно решать проблему утилизации отходов лесоперерабатывающих производств, в частности, гидролизного лигнина с одновременным решением упомянутых экологических проблем, а также для повышения плодородия северных земель.

Ранее лабораторией биологии почв и природовосстановления Института биологии Коми научного центра УрО РАН разработан и запатентован способ получения органоминерального удобрения (Арчегова и др., 1997) – биологически активный компост путем биологической трансформации гидролизного лигнина (отхода гидролизного производства кормовых дрожжей) с куриным пометом и древесными опилками. Гидролизный лигнин, использующийся непосредственно с производства, обладал высокой кислотностью и характеризовался повышенным содержанием фенолов, поэтому основными задачами в процессе его утилизации были снижение кислотности и деструкция фенолов. Данный эффект достигался за счет применения гриба *Pallilomices variotti*. Получаемое удобрение рекомендовалось к использованию для рекультивации техногенно-нарушенных земель.

Более десяти лет назад производство кормовых дрожжей на Сыктывкарском ЛПК было прекращено и на свалке остались многотоннажные отходы гидролизного лигнина. С

течением времени, под влиянием атмосферных осадков и процессов естественной деструкции, рН лигнина достиг нейтрального значения.

В связи с этим нами было проведено исследование по модификации ранее разработанного метода утилизации лигнина.

Были поставлены следующие задачи: изменение компонентов в компостируемой смеси, расширение и подбор более эффективно работающей ассоциации грибов; изучение динамики химического состава получаемого компоста по этапам периода процесса биотрансформации.

В работе опробован новый состав компостируемой смеси: гидролизный лигнин, взятый со свалки; куриный помет заменен на навоз крупного рогатого скота; из состава смеси исключены древесные опилки.

Использована ассоциация следующих грибов – *Panus tigrinus*, *Chrysosporium pannorum*, *Penicillium ochrochloron*, *Trichoderma lignorum*, *Trichoderma viride*. Данные культуры, полученные из Всероссийской коллекции микроорганизмов и выделенные из органогенного горизонта дерново-подзолистых почв Республики Коми, являются хорошими биодеструкторами органических остатков.

Совместно с микроорганизмами при утилизации гидролизного лигнина ввели в технологический процесс вермикультуру.

Дождевые черви, или люмбрициды, улучшают физические и химические свойства почвы (уменьшают кислотность, увеличивают емкость обмена, обогащают почву органическим веществом, азотом, кальцием). Поглощая вместе с почвой огромное количество растительного детрита (распадающихся мертвых растительных тканей), микробов, грибов, водорослей, простейших, нематод и т.д., черви их переваривают. С копролитами выделяется большое количество собственной кишечной микрофлоры, ферментов, витаминов, биологически активных веществ, которые препятствуют развитию болезнетворной микрофлоры, подавляют гнилостные процессы, устраняют выделение зловонных газов, обезвреживают и обеззараживают почву.

В процессе переваривания мертвых органических отходов растительного и животного происхождения в пищеварительном канале червей формируются гумусные вещества. Они отличаются по некоторым своим свойствам, в частности, химическому составу и спектру микроорганизмов, от гумуса, образующегося в почве при участии только микрофлоры. В пищеварительном канале червей образуются комплексные соединения с минеральными компонентами почвы. Гуматы (соли гуминовых кислот) лития, калия, натрия и аммония водорастворимы, а гуматы кальция, магния и других тяжелых металлов образуют нерастворимые в воде соединения, которые долго, сохраняются в почве в виде стабильных агрегатов (водоёмких, водостойких, гидрофильных и механически прочных). Они структурируют почву, делают ее водостойкой, водопроницаемой и воздухопроводной. В копролитах червей естественных популяций содержится 11-15% гумуса на сухое вещество, а в копролитах культивируемых червей содержание гумуса вдвое больше и составляет от 25 до 35% на сухое вещество.

Согласно этим данным в своих работах по биотрансформации отходов мы стали использовать промышленную популяцию, известную под торговой маркой «красный калифорнийский червь». Предварительно проведена работа по адаптации данного червя к лигнину, в ходе которой было выявлено, что субстрат не вызывает существенного снижения продуктивности червей и вполне пригоден для их нормальной жизнедеятельности. Этот червь довольно производителен, плодовит, но сильно подвержен воздействию внешних факторов, в частности, окружающей температуре, что несомненно сказывается на технологическом процессе. Оптимальным температурным режимом для жизнедеятельности красного калифорнийского червя является +25 °С. В связи с этим параллельно мы стали вести работу по возможному использованию дождевых червей из местной дикой популяции, температурный режим продуктивной жизнедеятельности которых находится в пределах +18 °С.

Основной целью при проведении опытов являлось получение органического удобрения, в составе которого находилось бы оптимальное количество веществ в доступной для растений форме при минимальном промежутке времени компостирования. Таким обра-

зом, изучив несколько различных вариаций компостирования массы по длительности проведения опыта (до восьми недель), очередности внесения ассоциации грибов и вермикультуры, мы остановились на варианте продолжительностью в четыре недели.

Итак, схема опытов включала использование двух вариантов компостируемой смеси, т.е. соотношение лигнина к навозу составляло 5:1 и 3:1 соответственно. Первоначальная обработка субстратов производится смешанным инокулятом грибных культур (2.5 г/л на сух. массу) в соотношении по объему 1:1:1:1 из расчета 1 л на 100 кг субстрата. Влажность компостируемой смеси находится в пределах 60-65%. Компостирование под воздействием ассоциации грибов проходит в течение двух недель. Далее вносится вермиккультура в количестве десяти взрослых особей на 1 дм³ субстрата и компостирование продолжается еще две недели.

Как видно из представленных графиков 1 и 2, после двухнедельного воздействия комплекса микроорганизмов наблюдается увеличение питательных элементов при обоих соотношениях лигнина к навозу, хотя при меньшей доле лигнина в смеси содержание фосфора и калия заметно больше. Содержание кальция и магния снижается, особенно в течение первой недели компостирования.

После внесения червей в течение третьей недели видны довольно резкое уменьшение азота, фосфора, калия (рис. 1, 2) и увеличение кальция и магния (рис. 3, 4). Завершающая четвертая неделя компостирования характеризуется в целом повышением содержания питательных веществ.

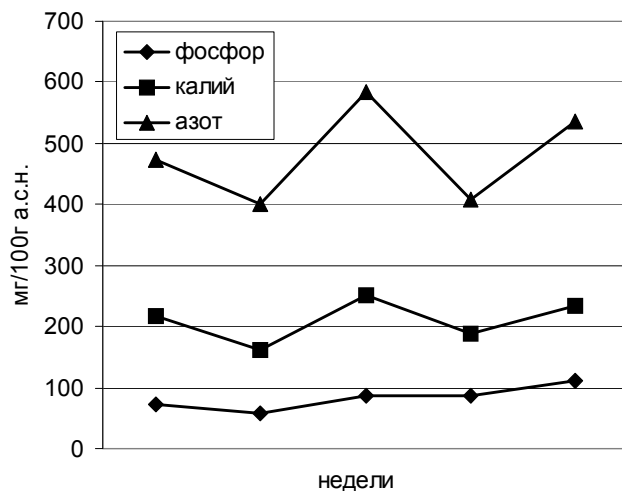


Рис. 1. Динамика количества веществ в процессе компостирования смеси в соотношении лигнина к навозу 5:1.

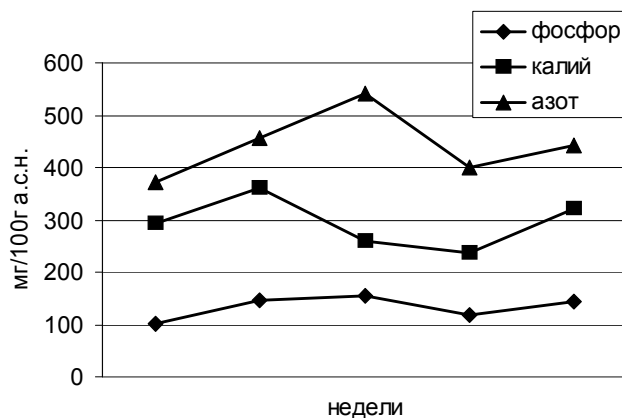


Рис. 2. Динамика количества веществ в процессе компостирования смеси в соотношении лигнина к навозу 3:1.

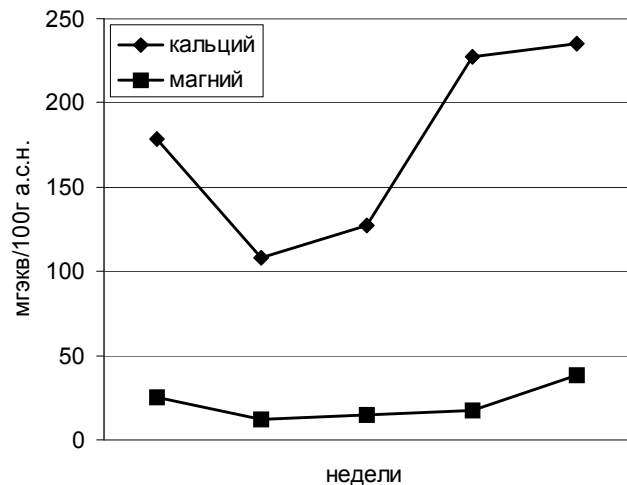


Рис. 3. Динамика количества веществ в процессе компостирования смеси в соотношении лигнина к навозу 5:1.

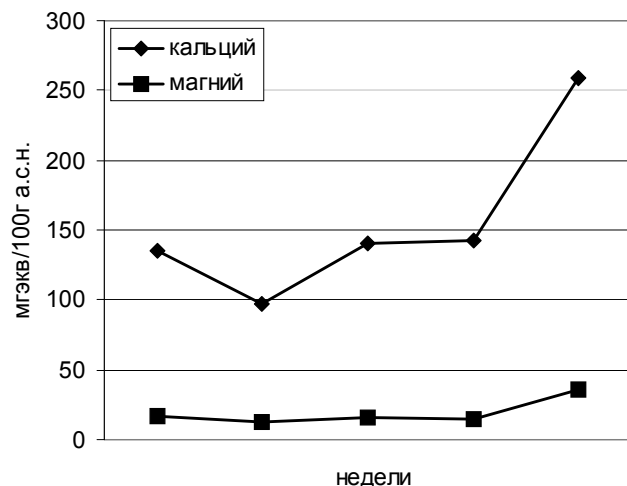


Рис. 4. Динамика количества веществ в процессе компостирования смеси в соотношении лигнина к навозу 3:1.

Итак, в течение четырех недель под влиянием ассоциации грибов и вермикультуры лигнин преобразуется в биологически активный компост, обогащенный легкодоступными для растений элементами питания, не токсичный, по своим свойствам сравнимый с хорошо известным биогумусом, что подтверждают наши лабораторные опыты на тест-растениях – кресс-салате и овсе.

Таким образом, ранее разработанный и модифицированный нами биотехнологический метод позволяет эффективно утилизировать один из широко распространенных промышленных отходов лесоперерабатывающих комбинатов, тем самым решая некоторые экологические проблемы, в том числе развития биологического земледелия.

ЛИТЕРАТУРА

Игонин А.М. Дождевые черви: как повысить плодородие почв в десятки раз, используя дождевого червя-«старателя». Ковров, 2002. 192 с.

Способ получения органического удобрения / И.Б. Арчегова, М.Ю. Маркарова, О.В. Громова. Заявка № 95109546/13 (016491) от 07.06.95. Решение о выдаче патента РФ № 2094414 от 29.08.96.

ИЗУЧЕНИЕ МЕЗОМАСШТАБНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА СОЛОВЕЦКИХ ОСТРОВАХ

М.Ю. Гофаров

Институт экологических проблем Севера УрО РАН

E-mail: felix@dvina.ru

Архипелаг расположен в устьевой части Онежского залива Белого моря. Наиболее крупным островом является Большой Соловецкий. Кроме него в состав архипелага входят острова Анзерский, Муксалмы, Заяцкие, а также значительное число еще более мелких островов. Соловецкие острова располагаются в пределах северной подзоны тайги. В растительности островов преобладают хвойные и смешанные леса (Шварцман, Болотов, 2005). Интересная черта ельников – отсутствие аконита северного (*Aconitum septentrionale*) (Киселева и др., 1997), типичного представителя таежного крупнотравья материковых лесов. Небольшие участки заняты лугами. На Соловецком архипелаге довольно широко распространены своеобразные растительные группировки, не характерные для материковых северотаежных ландшафтов. Березовые редколесья с *Betula tortuosa* и вороничные тундры наиболее развиты на о-ве Анзерский и в меньшей степени – на островах Заяцкие (Шварцман, Болотов, 2005).

Информация о распространении различных типов растительности на территории района получена на основе спектрозональных космических снимков с искусственных спутников Земли Landsat-7 (28 июня 2000 г.) и Landsat-4 (27 июня 1988 г. и 15 июня 1989 г.). В этих данных (Level 1G Product), находящихся в открытом доступе на специализированных ресурсах сети Internet (например, Global Land Cover Facility – <http://glcf. umiacs.umd.edu>), были проведены фотограмметрическая обработка и проецирование в географическую систему координат (UTM/WGS84). Технические параметры использованных данных ДЗЗ приведены в табл. 1. Эти снимки полностью включают Соловецкие острова и характеризуются отсутствием или очень малой облачностью.

Дешифрирование перечисленных выше данных ДЗЗ и выборка данных для анализа проводились с помощью ГИС-пакета GRASS 6.0.1. Для дешифрирования растительного покрова нами была применена методика многоэтапной классификации. Эта методика, описанная в зарубежных работах (Madhok, Landgrebe, 2002), учитывает специфику отражательной способности поверхности и уменьшает время, затрачиваемое на подготовку карт эталонов поверхности для неинтерактивной классификации с обучением. Нами методика была доработана для учета специфики островного расположения объекта исследований.

Таблица 1

**Скорость изменений
по отдельным выделенным классам
растительного покрова**

Класс растительности	Изменения площади, км ² /год
1. Еловые леса	0.003
2. Лиственные леса	0.025
3. Сосновые леса	-0.019
4. Смешанные леса с преобладанием лиственных пород	-0.051
5. Смешанные леса с преобладанием хвойных пород	0.085
6. Березовое редколесье (преимущественно заболоченное)	-0.018
7. Болота	-0.066
8. Кустарниковые заросли (ивняки и березовое криволесье)	0.036
9. Обнажения грунтов	0.001
10. Суходольные луга	0.004
Общая	0.307

При первичном анализе результатов дешифрирования выяснилось, что несовпадение фаз прилива и отлива в использованных данных ДЗЗ привело к сильному изменению площади обнажений грунтов. Однако так как в постановке задачи указан анализ изменений растительного покрова, то информацию об изменении водной поверхности было решено удалить. После этой операции результаты дешифрирования данных ДЗЗ 1988 и 1989 гг. стали идентичными и в дальнейшем анализе использовались итоги дешифрирования данных ДЗЗ 1988 и 2000 гг.

Другой, более трудной проблемой является смещение границ контуров выделенных классов поверхности. Это смещение может носить как действительный характер, так и быть вызванным техникой обработки данных ДЗЗ. Последние возникают при фотограмметрической обработке, проецировании и совмещении границ анализируемой территории. Для исключения подобных ошибок был проведен также анализ только ядер контуров классов с границей в 1 пиксель (28.5 м).

Анализ результатов дешифрирования проводился по площадным параметрам выделенных классов и их изменений. Была составлена карта плотности изменений растительного покрова в плавающем окне 9×9 пикселей (256.5×256.5 м), позволяющая визуально выделить участки, подвергшиеся наибольшему количеству изменений, за двенадцатилетний период.

Классы растительного покрова соответствуют типам территорий, выделенным при лесоустройстве, проведенном на Соловецких островах в 2000 г. (Ипатов и др., 2005). Однако были введены два класса растительного покрова: смешанные леса с преобладанием хвойных и мелколиственных пород. Выделение таких подтипов лесного типа растительности (хвойные, смешанные и лиственные) соответствует практике международной и отечественной геоботаники (Заугольнова, Морозова, 2006), что вносит трудности для сопоставления с лесоустроительными сведениями.

Основным результатом работы стало определение скорости изменений растительного покрова на Соловецких островах – около 0.3 км²/год. Подобная скорость немного выше временной динамики экотона лесотундры, составляющей, по современным данным (Харук и др., 2005, 2005а), около 0.2 км²/год. Наиболее лабильными сообществами являются смешанные леса и болота (табл. 1).

Большинство изменений носит экотонный характер и, следовательно, могут быть ошибками при субпиксельном смещении первичных данных ДЗЗ и последующей фотограмметрической обработке. При анализе ядер изменений остается только 445 га изменений растительного покрова (6.45% от всех изменений). Подавляющая площадь этих изменений локализована на двух участках: в центре о-ва Большой Соловецкий и на его северной оконечности (см. рисунок). Участки характеризуют два основных события – пожар на севере о-ва Большой Соловецкий и зарастание болот в его центральной части березовым криволесьем. Последнее связывается с упадком озерно-канальной системы острова и, следовательно, нарушением гидрологического режима его центральной части.

На основе данных, представленных в табл. 2, был построен оргграф направленности изменений растительного покрова Соловецких островов. Его анализ требует более тщательных наземных и архивных исследований. Однако можно уже сейчас выделить три группы изменений: циклические изменения хвойные ↔ лиственные леса; смешанные леса с доминированием хвойных пород → смешанные леса с преобладанием лиственных пород → лиственные леса; процессы, связанные с зарастанием открытых пространств

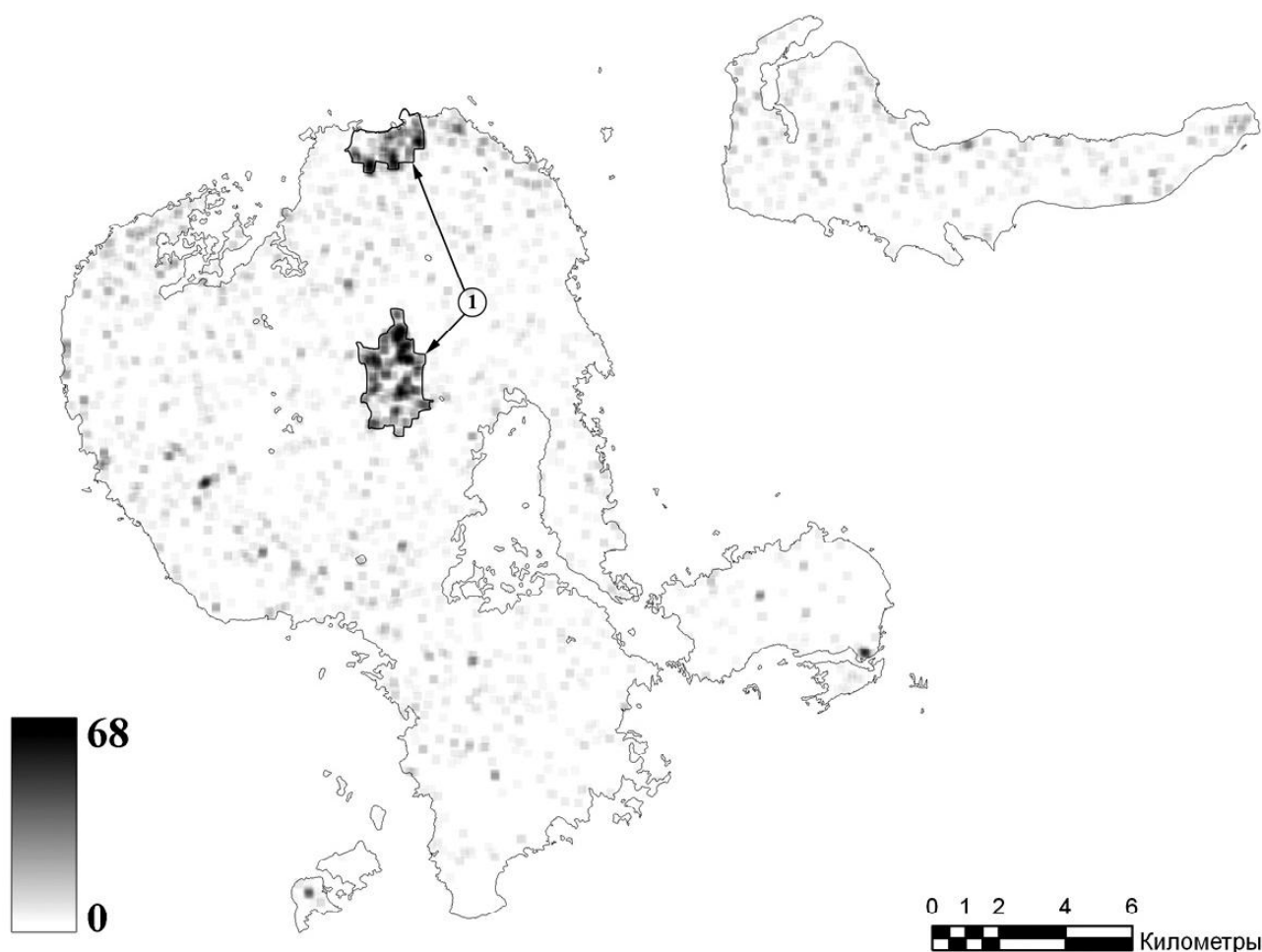


Рис. Плотность изменений растительного покрова Соловецких островов (генерализация плавающим окном 9×9 пикселей – 256.5×256.5 м) за период 1988–2000 гг. Единицы измерения плотности изменений растительного покрова – количество изменившихся пикселей (участков растительного покрова размером 28.5×28.5 м) в плавающем окне 9×9 пикселей (теоретический максимум – 81 участок). 1 – районы с наибольшей плотностью изменений.

Таблица 2
Направленность изменений растительного покрова – характер смены растительности по доминантам сообществ, га

Класс в 1988 г.	Класс в 2000 г.										Всего изменилось в классе, га	Процент
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	Изменения, га											
1	0	4.1	1.9	0.9	1.5	1.1	0.3	0.6	0.2	0.1	10.9	2.45
2	8.5	0	7.3	4.4	4.4	1.1	0.2	0.6	0.5	0.4	27.5	6.17
3	1.6	10.2	0	7.6	10.4	7.8	3.4	8.1	2.2	1.1	52.5	11.79
4	3.0	34.8	8.4	0	32.3	4.5	0.2	1.7	1.5	0.7	87.3	19.62
5	0.3	2.2	0.6	3.2	0	1.9	0.1	1.5	0.2	0.2	10.3	2.32
6	0.7	5.7	7.2	6.8	21.6	0	2.9	17.0	2.8	5.0	69.9	15.70
7	0.0	0.1	2.8	1.5	14.9	18.8	0	37.4	6.7	11.5	93.6	21.03
8	0.2	0.2	0.6	1.9	23.3	8.0	2.1	0	2.4	5.4	43.9	9.86
9	0.1	0.1	0.6	0.3	2.6	5.0	2.3	9.4	0	4.4	24.7	5.55
10	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.5	2.9	10.2	9.7	0	24.5	5.51
Всего изменилось на класс, га	14.5	57.4	29.5	26.5	112.3	48.7	14.5	86.6	26.2	28.8	445.0	100.00
Процент	3.25	12.91	6.63	5.95	25.23	10.95	3.27	19.46	5.90	6.46	100.00	

Примечание. Жирным шрифтом выделены максимальные значения.

(болот, лугов, обнажений грунтов), конечной фазой которых являются кустарниковые заросли или заболоченное березовое редколесье. Сосновые леса – факультативная сериальная стадия для двух последних групп изменений.

Проведенный анализ методик выявления короткопериодных изменений растительного покрова позволяет сделать вывод, что данные ДЗЗ с разрешением 30-15 м с учетом региональной специфики, позволяют выделять синтаксоны в ранге формаций (Заугольнова, Морозова, 2006). Более низкие ранги, требующие информации о нижнем ярусе и видовую дифференциацию в ярусах, по данным ДЗЗ выделить нельзя. Скорость изменений растительного покрова Соловецких островов за последние 12 лет XX в. была относительно высокой и носила в основном экотонный характер. Локальные очаги изменений растительного покрова связаны с нарушением гидрологического режима и пожарами на о-ве Большой Соловецкий.

ЛИТЕРАТУРА

Грицевская Г.Л., Кибилева Г.К., Николаева Л.А., Семенова В.И. Гидрология и гидрохимия Соловецких озер // Материалы по комплексному изучению Соловецких озер. Петрозаводск, 1972. С. 6-43.

Заугольнова Л.Б., Морозова О.В. Типология и классификация лесов Европейской России: методические подходы и возможности их реализации // Лесоведение, 2006. № 1. С. 34-48.

Соловецкий лес / Л.Ф. Ипатов, В.П. Косарев, Л.И. Проурзин, С.В. Торхов. Архангельск, 2005. 224 с.

Харук В.И., Двинская М.Л., Рэнсон К.Д., Им С.Т. Проникновение вечнозеленых хвойных деревьев в зону доминирования лиственницы и климатические тренды // Экология, 2005. № 3. С. 186-192.

Космоснимки высокого разрешения в анализе временной динамики экотона лесотундры / В.И. Харук, С.Т. Им, К.Д. Рэнсон, Г. Сан // Исследование Земли из космоса, 2005а. № 6. С. 46-55.

Шварцман Ю.Г., Болотов И.Н. Механизмы формирования экстразональных биоценозов на Соловецких островах // Экология, 2005. № 5. С. 1-9.

Madhok V., Landgrebe D. A. A Process Model for Remote Sensing Data Analysis // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2002. Vol. 40, № 3. P. 680-686.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННОЙ ОРДИНАЦИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Н.А. Гречушкина

Институт экологии Волжского бассейна РАН

E-mail: grenat@avtograd.ru

Метод композиционной ординации, разработанный Б.М. Миркиным и его сотрудниками (Миркин и др., 1978; Миркин, Розенберг, 1979), позволяет оценить особенности размещения видов растений вдоль оси градиентов различных факторов среды. Применение этого метода особенно актуально в том случае, когда экология растений недостаточно изучена или когда виды являются новыми для исследователя.

В данной работе рассматривается пример анализа размещения растений вдоль высотного топоклина на склонах Черноморского побережья Кавказа. Этот градиент является комплексным.

Ведущими факторами в формировании экотопов на приморских склонах Черноморского побережья являются гравитационные процессы, в результате которых образуются каменистые осыпи. Осыпной склон состоит из верхней денудационной части – осыпного сноса и нижней аккумулятивной части – осыпи (Кизевальтер и др., 1981), а следовательно, имеются различия в эдафических условиях, гидрологическом и радиационном режимах верхней и нижней его частей (например, выход грунтовых вод всегда приурочен к подножию склона). Поэтому в нашем случае анализ распределения видов вдоль оси вы-

Результаты композиционной ординации

Виды растений	М	σ
<i>Rumex scutatus</i> L. subsp. <i>hastifolius</i> (M. Bieb.) Borod.	1.05	0.21
<i>Heracleum stevenii</i> Manden.	1.06	0.21
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steudel	1.09	0.39
<i>Crambe koktebelica</i> (Junge) N. Busch	1.14	0.29
<i>Astrodaucus littoralis</i> (Bieb.) Drude	1.19	0.33
<i>Bupleurum woronowii</i> Manden.	1.20	0.36
<i>Onosma taurica</i> Pallas ex Willd.	1.22	0.40
<i>Glaucium flavum</i> Crantz	1.24	0.33
<i>Salvia aethiopis</i> L.	1.24	0.36
<i>Veronica multifida</i> L.	1.28	0.35
<i>Silene conica</i> L.	1.28	0.39
<i>Trigonella cretacea</i> (Bieb.) Grossh.	1.30	0.38
<i>Convolvulus cantabrica</i> L.	1.30	0.35
<i>Pimpinella tragium</i> Vill.	1.30	0.42
<i>Periploca graeca</i> L.	1.31	0.42
<i>Agropyron cristatum</i> ssp. <i>sclerophyllum</i> Novopokr. ex Tzvelev	1.32	0.36
<i>Alyssum murale</i> Waldst. & Kit.	1.32	0.32
<i>Centaurea solstitialis</i> L.	1.32	0.37
<i>Ephedra distachya</i> L.	1.34	0.33
<i>Allium globosum</i> Bieb. ex Redout'	1.34	0.41
<i>Lappula squarrosa</i> (Retz.) Dumort.	1.35	0.42
<i>Centaurea salonitana</i> Vis.	1.37	0.34
<i>Cephalaria coriacea</i> (Willd.) Roemer & Schultes ex Steudel	1.38	0.50
<i>Seseli ponticum</i> Lypski	1.39	0.40
<i>Melica ciliata</i> L.	1.39	0.41
<i>Bothriochloa ischaemum</i> (L.) Keng	1.40	0.29
<i>Euphorbia petrophila</i> C.A. Meyer	1.41	0.39
<i>Cruciata taurica</i> (Pallas ex Willd.) Ehrend.	1.42	0.39
<i>Anisantha tectorum</i> (L.) Nevski	1.42	0.33
<i>Orobancha crenata</i> ForskEl	1.42	0.32
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	1.43	0.38
<i>Lactuca viminea</i> (L.) J. & C. Presl	1.44	0.32
<i>Linaria genistifolia</i> (L.) Miller	1.44	0.37
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	1.44	0.37
<i>Echinops galaticus</i> Freyn	1.45	0.40
<i>Lamyra echinocephala</i> (Willd.) Tamamsch.	1.47	0.40
<i>Calepina irregularis</i> (Asso) Thell.	1.48	0.40
<i>Melilotus hirsutus</i> Lipsky.	1.48	0.33
<i>Centaurea novorossica</i> Klok.	1.49	0.48
<i>Bromus squarrosus</i> L.	1.50	0.32
<i>Thlaspi macranthum</i> N. Busch	1.50	0.41
<i>Cruciata chersonensis</i> auct.	1.50	0.50
<i>Cotinus coggygia</i> Scop.	1.51	0.48
<i>Pinus halepensis</i> ssp. <i>brutia</i> (Ten.) Holmboe	1.52	0.40
<i>Colutea cilicica</i> Boiss. & Balansa	1.52	0.36
<i>Anthemis tinctoria</i> ssp. <i>subtinctoria</i> (Dobroc. ex SoS) ex Smejkal	1.53	0.31
<i>Inula salicina</i> ssp. <i>aspera</i> (Poir.) Hayek	1.53	0.32
<i>Elytrigia elongata</i> (Host) Nevski	1.55	0.36
<i>Galatella linosyris</i> (L.) Reichenb.	1.55	0.30
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	1.58	0.33
<i>Jasminum fruticans</i> L.	1.59	0.35
<i>Cynanchum acutum</i> L.	1.59	0.26
<i>Salvia nemorosa</i> ssp. <i>tesquicola</i> (Klokov & Pobed.) SoS	1.60	0.47
<i>Rhus coriaria</i> L.	1.61	0.33
<i>Securigera varia</i> L. (Lassen)	1.62	0.39
<i>Asparagus verticillatus</i> L.	1.62	0.22
<i>Vulpia myuros</i> (L.) C.C. Gmelin	1.62	0.31
<i>Psoralea bituminosa</i> L. ssp. <i>pontica</i> (A. Khokhr.) A. Zernov	1.63	0.41
<i>Cephalaria transylvanica</i> (L.) Roemer & Schultes	1.64	0.25
<i>Echinops sphaerocephalus</i> L.	1.67	0.26
<i>Teucrium polium</i> L.	1.67	0.34
<i>Dorycnium herbaceum</i> Vill.	1.67	0.38
<i>Matthiola odoratissima</i> (Bieb.) R. Br.	1.68	0.29
<i>Clematis vitalba</i> L.	1.70	0.38
<i>Sesleria alba</i> Sibth. & Sm.	1.70	0.41
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) Beauv.	1.73	0.39
<i>Galium mollugo</i> L.	1.76	0.33
<i>Campanula komarovii</i> Maleev	1.78	0.35
<i>Origanum vulgare</i> L.	1.83	0.26

сотного градиента позволяет в некоторой степени понять экологические предпочтения вида.

Для композиционного анализа было использовано 326 геоботанических описаний, сделанных в западной части Кавказского побережья. Это приморские склоны в юго-восточной части Анапского района (местечко Утриш), в районах городов Новороссийск и Геленджик, в юго-западной части Туапсинского района (Голубая бухта вблизи горы Джубга).

Анализировали виды, которые встречались не менее чем в 10% описаний. Таких видов было 69. С использованием алгоритмов, предложенных Б.М. Миркиным и его соавторами, для каждого из этих видов были рассчитаны значения средневзвешенного положения (М) и дисперсии (σ) на оси комплексного градиента высоты над уровнем моря (см. таблицу). Полученные данные позволяют выделить растения, тяготеющие к различным частям склонов. Такие виды, как *Phragmites australis*, *Astrodaucus littoralis*, *Crambe koktebelica*, *Heracleum stevenii*, *Rumex scutatus* ssp. *hastifolius*, обычнее для нижней части склонов, а *Origanum vulgare*, *Campanula komarovii*, *Galium mollugo* тяготеют к верхней части склонов.

Интересным показателем, характеризующим экологический диапазон растения, является его дисперсия на оси высоты. Данный показатель позволяет выделить виды-стенотопы, имеющие узкий экологический диапазон, и виды-эвритопы с широким экологическим диапазоном. К первым относятся такие виды, как *Origanum*

vulgare, *Cynanchum acutum*, *Cephalaria transylvanica*, *Heracleum stevenii*, *Rumex scutatus* ssp. *hastifolius*; ко вторым – *Cruciata chersonensis*, *Cephalaria coriacea*, *Centaurea novorossica*, *Cotinus coggygia*, *Lappula squarrosa* и др.

Наш опыт показал полезность использования композиционной ординации на первых этапах изучения растительности и экологии растений в геоботанических работах.

Автор выражает благодарность А.П. Лактионову за помощь в определении видов растений и А.Н. Сорокину – за информационно-техническую поддержку. Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 04-04-48347, 05-04-63004).

ЛИТЕРАТУРА

Кизевальтер Д.С., Раскатов Г.И., Рыжова А.А. Геоморфология и четвертичная геология. (Геоморфология и генетические типы отложений). М.: Недра, 1981. 180 с.

Миркин Б.М., Бублиенко А.Н., Розенберг Г.С. Композиционная ординация: условия применения и оптимизации техники // Статистические методы анализа растительности и их связи. Уфа: Изд-во Башкирского филиала АН СССР, 1978. С. 129-135.

Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Количественные методы классификации, ординации и геоботанической индикации // Итоги науки и техники. Ботаника. М.: ВИНТИ, 1979. Т. 3. С. 71-137.

ЭКОЛОГО-ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ И БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВЫ ПОПУЛЯЦИЙ БОДЯКА ПОЛЕВОГО НА ОГОРОДНЫХ ЗАЛЕЖАХ

С.А. Грозовский

Костромской государственный университет им. Н.А. Некрасова

E-mail: papasergey@yahoo.no

Проведены исследования популяционной экологии и морфологии бодяка полевого на различных этапах его онтогенеза. Исследования проводились в Костромской области, в 8 км к юго-востоку от г. Кострома, в дачном поселке Сирень.

Целью работы являлось изучение экологической морфологии облигатно корнеотпрыскового растения бодяка полевого (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) – важного сорняка полей и огородов. Ее актуальность обусловлена слабой изученностью популяционной экологии и онтогенеза, а также химического состава этого широко распространенного трудно искоренимого сорного растения. В задачи исследования входило:

1) сочетая экологический и биохимический подходы изучить популяции бодяка полевого; 2) определить взаимосвязь химического состава растений и почвы, на которой они произрастают; 3) описать морфологию бодяка с учетом его онтогенеза.

Обзор литературы

Бодяк полевой — облигатно корнеотпрысковое поликарпическое сорное растение, имеющее важное отрицательное значение (Киселев, 1971). Согласно справочной литературе, бодяк полевой является двудомным растением, причем его мужские соцветия крупнее женских. Экологически обусловленная изменчивость бодяка довольно значительна. Зарубежные исследователи отмечают, что окраска корзинок не всегда бывает лиловой и известны формы с белыми корзинками, хотя встречаются они очень редко (Fægri, 1970).

До сих пор предпринимались попытки применения в этой области только экологического подхода, а также в отдельных научных работах делались замечания по поводу перспективности применения химических методов для исследования фитоценозов в связи с исключительной важностью растений как биогеоценообразующих организмов.

Методика

Изучалось три экотопа в пределах дачного поселка Сирень: на обочине автомобильной дороги, на куче опилок и берегу заболоченного пруда. Кроме того, в этом поселке исследовался заброшенный три года назад огород.

При обследовании пространственной структуры популяций бодяка полевого использован метод закладки трансект площадью 1 кв. м, состоящих из пробных площадок размером 25×25 кв. см. Кроме того, произведены раскопки на отдельных площадках для подсчета количества подземных элементов (корней размножения и гипогеегенных корневищ) и придаточных почек. В качестве единиц подсчета выбраны вегетативный побег и корень размножения (Журавлева и др., 1996). Сравнивались с биохимической точки зрения берег пруда и огородная залежь. Содержание некоторых основных элементов минерального питания (N, P, Ca, Mg) и микроэлементов (Mn, Fe, Cl) определяли с помощью титриметрических и фотометрических методик, описанных в литературе (Починок, 1976).

Экологическая морфология и онтоморфогенез

Выявлена структура виталитета в ценопопуляциях бодяка полевого – значительный разброс по размерам особей и отдельных органов данной особи, в частности, по длине листовой пластинки.

Нами изучено постепенное изменение морфологии листовой пластинки как основной визуальный показатель хода индивидуального развития организма бодяка полевого.

Листья в начале онтогенеза (состояния p, j) обратнояйцевидные, опушенные, мягкие, в длину достигают от 3-5 мм до 2-4 см (рис. 2, б). В состоянии im листовые пластинки становятся ланцетовидными, и опушение на их поверхности пропадает, край становится колючим, причем колючки все идентичны – мелкие и очень острые, длина листовой пластинки составляет 3-7 см (рис. 2, а). Постепенно растение переходит в v состояние, и край листовых пластинок видоизменяется, становится волнистым, а потом угловатым, в результате удлинения отдельных колючек и роста листовой поверхности в их направлении (рис. 1, а). В конце прегенеративного периода листья бодяка полевого становятся в той или иной степени непарно перисто рассеченными. В генеративный период типичные листовые пластинки имеют по три боковые лопасти с каждой стороны и непарную верхушечную лопасть, оканчивающуюся длинной острой колючкой (верхушка листовой пластинки у бодяка полевого заостренного типа) (рис. 1, б). Раметы, находящиеся к концу вегетационного сезона в прегенеративных жизненных состояниях, осенью отмирают, но на следующий год, весной, вновь отрастают из тех же гипогеегенных корневищ, и полицентрические клональные системы побегов продолжают свой онтогенез.

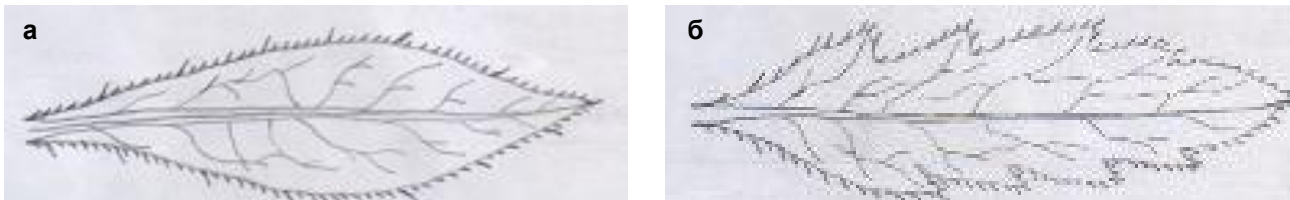


Рис. 1. Два разных типа основных листьев бодяка полевого, присущих взрослому растению: а – продолговато-ланцетный (возрастное состояние v); б – выемчато-ланцетный (возрастные состояния g).

Длина гипогеегенного корневища зависит от глубины залегания корней размножения, но всегда значительна: по нашим данным – от 15-20 см до 1.5 м. На корневище, вертикально вверх отходящем от растущего параллельно уровню поверхности почвы корня размножения, находится до 10-12 придаточных почек, каждая из которых находится в пазухе бесцветной чешуйки – зачатка первого листа. Из такой почки ранней весной начинается вегетация корневого отпрыска. Каждое корневище дает начало корневному отпрыску лишь раз в год, и в случае срезания рамета при косьбе восстановление из того же корневища в тот же год не происходит. Приживаемость

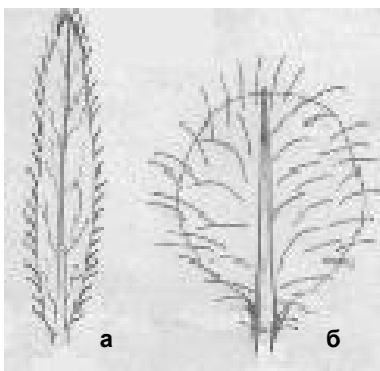


Рис. 2. Типы листьев, присущих недоразвитым растениям: а – продолговато-ланцетный (возрастные состояния j-im); б – обратно-яйцевидный (возрастное состояние p).

корней размножения существенно выше: при перерезке корня в результате пахоты или культивации корневище образуется из корневых почек незамедлительно, и уже через 1.5-2 недели при благоприятных погодных условиях появляется новый корневой отпрыск.

Нами не было выявлено резких морфологических и размерных различий между корзинками, однако отмечено, что одна половина корзинок несет только женские цветки, а вторая – только обоеполые (корзинок, несущих только мужские цветки, мы не обнаружили (рис. 3, 4). По нашим наблюдениям, морфологически отдельный женский трубчатый цветок отличается от обоеполого трубчатого наличием 5-кратного сростнолепестного надвенчика, который охватывает пестик примерно на 2/3 его длины. Размеры обоеполого и пестичного цветков идентичны: каждый цветок достигает в длину около 5 мм, диаметр разрезанного почти до основания 5-кратного венчика примерно 3 мм. Окраска венчика и надвенчика практически всегда лиловых тонов (красно-фиолетовая, красноватая, розоватая), очень редко (встречено лишь два рядом растущих рамета одного генета) – чисто-белая.

Данные по химическому составу

Источником минеральных веществ для растений является почва. На многолетней огородной залежи почвы несколько опережали таковые на берегу пруда по всем основным показателям: они характеризовались несколько большей кислотностью (рН соответственно 6 и 6.3), содержанием гумуса (соответственно 3.4 и 2.3%), влажностью (содержание воды соответственно 6.1 и 4%) и многих минеральных веществ. Результаты химического анализа почв представлены в табл. 3.

У генеративных побегов наиболее богаты золой оказались листья, а у виргинильных – стебли. Корневищная часть побегов чаще всего содержала столько же золы, сколько и стебли надземных побегов. В целом же генеративные побеги, в связи с их большей биомассой и биометрическими показателями, отличались соответственно и большим содержанием золы.

Несмотря на то, что огороднозалежные почвы несколько богаче по минеральному составу, различия в химизме особей двух популяций в первой половине июня незначительны. Учеты, проведенные во второй половине августа на берегу пруда, выявили резкое увеличение количества золы в корневых отпрысках бодяка полевого. К концу вегетационного периода повышаются биометрические показатели и биомасса, происходят функциональные изменения в связи с завершением онтогенеза. В побегах существенно возрастает содержание Mn и особенно Cl.

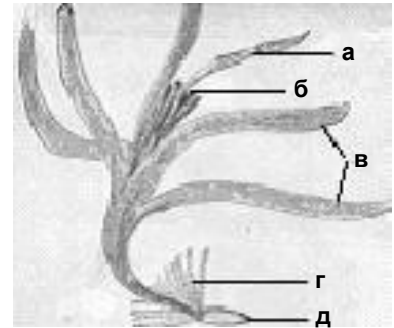


Рис. 3. Схематичное изображение обоеполого цветка: а – пестик; б – тычинки (в числе пяти); в – лопасти пятикратного венчика; г – паппус; д – семанка.

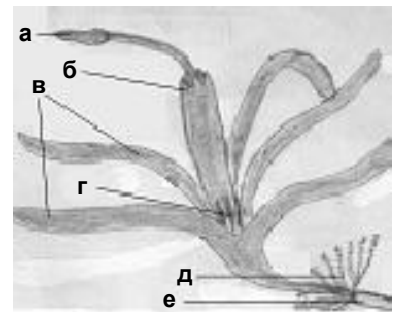


Рис. 4. Схематичное изображение женского цветка: а – пестик; б – пятикратный сростный надвенчик; в – лопасти пятикратного венчика; г – тычинки (в числе пяти); д – паппус; е – семанка.

Таблица 1

Некоторые биометрические показатели корневых отпрысков бодяка полевого в дачном поселке Сирень

Место отбора проб	Высота генеративных отпрысков, см	Число листьев на одной рамете корневого отпрыска		Длина листовой пластинки, см	
		v	g	V	g
Берег заболоченного пруда	–	19 (17-28)	–	9 (8-10)	–
Куча опилок	140 (100-165)	22 (19-30)	34 (28-44)	11 (10-12)	14 (13-15)
Обочина автомобильной дороги	150 (100-180)	25 (21-35)	28 (23-36)	14 (12-16)	15 (11.5-17)

Состав золы растений отражает геохимическое состояние почвы, на которой они произрастают, и даже всей окружающей местности. Содержание Са и Р в побегах было больше, чем в почве. Обратное соотношение наблюдалось для Fe и Mn. Процентное содержание Mg было примерно одинаково как в почве, так и в растениях. Подобные соотношения состава почвы и растений были характерны для обоих типов сообществ.

Данные вышеперечисленных химических исследований занесены в табл. 4 и 5.

Результаты

Числовые результаты приведены в табл. 1-5. Даются также схематичные рисунки по морфологии (рис. 1-4).

Таблица 3

Среднее содержание минеральных веществ в почве (дачный поселок Сирень, июнь 2004 г.)

Место отбора пробы	Содержание, % от воздушно-сухой навески							
	SiO ₂	SO ₃	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO
Береговой склон водоема	82.8	0.1	0.16	2.2	6.8	0.05	0.9	0.7
Многолетняя залежь	75	0.9	0.07	2.4	7.2	0.1	1.2	0.8

Таблица 4

Химический состав популяций бодяка полевого в дачном поселке Сирень

Место отбора проб	Онтогенетическое состояние	Содержание, %							
		Зола	CaO	MgO	MnO	Fe ₂ O ₃	Cl	P ₂ O ₅	N
Берег пруда (13.06.05)	Прегенеративное	0.26	0.23	0.008	0.001	0.004	0.002	0.17	0.13
	Генеративное	2.61	3.08	0.264	0.001	0.07	0.026	1.41	1.4
Огородная залежь (14.06.05)	Прегенеративное	0.49	0.2	0.061	0.001	0.004	0.077	0.24	0.23
	Генеративное	3.5	4.03	0.646	0.001	0.004	0.479	0.92	0.92

Таблица 5

Содержание минеральных веществ в корневых отпрысках бодяка полевого

Дата и место сбора	Онтогенетическое состояние	Вегетативный орган	Зола	CaO	MgO	MnO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅
04.06.05 огородная залежь	g1	Лист	6.92	3.31	0.65	0.003	0.024	1.75
		Стебель	4.41	2.24	0.66	0.001	0.027	1.53
		Корневище	1.17	8.79	1	0.001	0.055	1.61
		Среднее	4.17	4.79	0.77	0.002	0.035	1.63
13.06.05 берег пруда	v	Лист	0.66	2.61	0.09	0.003	0.038	2.03
		Стебель	4.08	1.7	0.01	0.001	0.048	1.76
		Корневище	4.93	4.39	0.01	0.001	0.06	1.92
		Среднее	3.22	2.9	0.04	0.002	0.049	1.9
	g2	Лист	4.89	3.5	0.72	0.003	0.022	1.64
		Стебель	3.29	2.74	0.58	0.001	0.024	1.49
		Корневище	0.6	9.01	0.68	0.001	0.045	1.52
		Среднее	2.97	5.11	0.63	0.002	0.03	1.55
13.08.05 берег пруда	v	Лист	0.66	1.43	0.48	0.004	0.061	1.87
		Стебель	4.98	1.9	0.38	0.002	0.011	1.6
		Корневище	4.93	0.99	0.36	0.002	0.022	1.7
		Среднее	3.52	1.44	0.41	0.003	0.031	1.72
	g1	Лист	14.42	4.35	0.52	0.005	0.059	1.73
		Стебель	9.03	4	0.27	0.005	0.016	1.6
		Корневище	7.65	1.7	0.3	0.005	0.055	1.62
		Среднее	10.37	3.35	0.36	0.005	0.043	1.65

ЛИТЕРАТУРА

Журавлева И.Б., Лебедев В.П., Фомичева Г.К. Функционирование полицентрических особей и популяций бодяка полевого (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) // Популяции и сообщества растений: экология, биоразнообразие, мониторинг: Тез. докл. V науч. конф. памяти проф. А.А. Уранова. Кострома, 1996. Ч. II. С. 122.

Киселев А.Н. Сорные растения и меры борьбы с ними. М.: Колос, 1971. С. 107-109.

Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений. Киев: Наукова думка, 1976. 334 с.

Fægri K. Norges planter i tre bind. J.W. Cappelens forlag A-S Oslo, 1970. 1018 с.

ВОДОРΟΣЛИ ВОДОЕМОВ БАССЕЙНОВ РЕК МАНИКУЯХА И ОЧЕТЫВИС (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

И.В. Демина

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: patova@ib.komisc.ru

Инвентаризация таксономического разнообразия водорослей Полярного Урала представляет ценный материал для выявления структуры и динамики естественных экосистем горных водоемов в связи с повышением биоценотической роли водорослей в экстремальных условиях природной среды.

Пробы водорослей планктона, перифитона и бентоса собраны в августе 2003 и 2004 гг. Наиболее ценным в таксономическом отношении оказалось изучение перифитона. Будучи экотонным сообществом, формирующимся под влиянием донных и планктонных альгоценозов, фитоперифитон дает достаточно полное представление об альгофлоре водоемов в целом (Комулайнен, 2003). Максимального развития обрастания достигают на поверхности твердого субстрата, формируя характерные литофильные альгоценозы.

Изучена таксономическая структура альгосообществ оз. Щучье, рек Сиратывис, Маникуяха (бассейн р. Маникуяха); оз. Очеты и ручьев, стекающих с ледников, оз. Сидиямбото, р. Сидиямботосе, оз. Заячье и некоторых мелких пересыхающих озер (бассейн р. Очетывис).

К настоящему времени альгофлора исследуемых водоемов и водотоков насчитывает 207 видов (220 с внутривидовыми таксонами) из шести отделов: в бассейне р. Большая Уса выявлено 167, р. Очетывис – 92 таксона (табл. 1).

Основу выявленного таксономического разнообразия составляют зеленые (148 видов с разновидностями, 67%) и синезеленые водоросли (59, 27%), которые вместе с диатомовыми (последние не рассматриваются в рамках данной работы) определяют ядро альгофлоры Крайнего Севера. Преобладание зеленых водорослей над синезелеными по числу видов можно рассматривать как особенность горнобореальной альгофлоры (Сафонова, 1997). Ведущие позиции в структуре водорослевых сообществ занимает порядок Desmidiaceae (74 вида с разновидностями, 34%), на долю которого приходится 50% таксономического богатства зеленых водорослей.

Таблица 1

Таксономическая структура водорослевых сообществ бассейнов рек Маникуяха и Очетывис

Отдел	Бассейн р. Маникуяха		Бассейн р. Очетывис	
	Число видов	Число видов с разновидностями	Число видов	Число видов с разновидностями
Cyanophyta	50	51	19	19
Euglenophyta	2	2	0	0
Chrysophyta	2	2	2	2
Xanthophyta	4	4	3	3
Chlorophyta	95	107	65	67
Charophyta	1	1	1	1
Всего	154	167	90	92

Низкий коэффициент сходства таксономической структуры водорослей водоемов бассейнов рек Маникуяха и Очетывис (0.23) свидетельствует о пространственной и временной неоднородности экологических факторов, определяющих состав и функционирование альгосообществ в конкретном местообитании в данное время. Это, вероятно, связано с разнотипностью исследуемых водоемов: разные происхождение и морфометрические особенности обуславливают в комплексе с климатическими и эдафическими факторами появление своеобразных гидрологических и гидрохимических режимов, тесно связанных с возможностью возникновения и направлением развития водорослевых сообществ. Наряду с этим существенно то, что основным абиотическим фактором, влияющим на организацию заполярных экосистем, является тепло. Неравномерность распределения тепла вызывает сильную дифференциацию всех параметров арктических экосистем в широтном направлении (Матвеева, 1998). Меньшее таксономическое разнообразие водорослей бассейна р. Очетывис, по сравнению с бассейном р. Большая Уса, является отчасти проявлением тенденции прогрессирующего обеднения флоры при продвижении к северу.

Отличия в структуре водорослевых сообществ проявляются уже на уровне отделов в соотношении Chlorophyta/Сyanophyta: для бассейна р. Уса – 2.2, для р. Очетывис – 3.5. На фоне сохранения состава трех ведущих по числу видов порядков изменяются их пропорции за счет выхода на первое место по разнообразию Desmidiaceae и заметного уменьшения доли Chlorococcales в водоемах бассейна р. Очетывис. Следует отметить снижение относительного количества видов хроококковых водорослей к северу.

Более существенные изменения в структуре сообществ прослеживаются на уровне семейств (табл. 2). Набор и доля во флоре ведущих семейств указывают на высокоширотное положение обследованных районов. Доминантом по числу видов остается семейство Desmidiaceae (бассейн р. Уса – 36 видов, 23%; бассейн р. Очетывис – 37 видов, 41%). В то же время Scenedesmaceae в оз. Очеты (четыре вида, 4%) теряет то ключевое положение, которое занимает в оз. Щучье (25 видов, 16%).

В результате неравномерности обеднения таксонов меняется спектр соотношения одно- и многовидовых семейств и родов (табл. 3). Доля одновидовых семейств и доля родов, представленных одним видом, возрастает, что отражает зональную специфику видового состава (Гецен и др., 1994).

В бассейне р. Маникуяха пять ведущих родов объединяют 65 видов (42%), в бассейне р. Очетывис – 33 вида (37%). Родовой спектр водорослей водоемов бассейна р. Очетывис позволяет судить о сформированности монодоминантной структуры альгосообществ (табл. 4).

Таким образом, в таксономическом аспекте обеднение альгофлоры состоит в уменьшении богатства на разных уровнях. Причем это обеднение носит не случайный характер, который состоит в выпадении одних таксонов при относительном процветании других.

Таблица 2

Положение ведущих семейств (место по числу таксонов)
в альгофлоре бассейнов рек Маникуяха и Очетывис

Семейство	Бассейн р. Маникуяха		Бассейн р. Очетывис	
	Число таксонов/%	Место в альгофлоре	Число таксонов/%	Место в альгофлоре
<i>Desmidiaceae</i>	41/24	1	37/41	1
<i>Scenedesmaceae</i>	28/17	2	4/4	4-5
<i>Nostocaceae</i>	15/9	3	8/9	2
<i>Hydrodictyaceae</i>	13/8	4	5/5	3
<i>Microcystaceae</i>	7/4	5	–	–
<i>Oocystaceae</i>	7/4	6	3/3	6-8
<i>Merismopediaceae</i>	6/4	7	–	4
<i>Rivulariaceae</i>	5/3	8	–	–
<i>Oscillatoriaceae</i>	4/2	9	3/3	6-8
<i>Ulothrichaceae</i>	–	–	4/4	4-5
<i>Chaetophoraceae</i>	–	–	3/3	6-8

Примечание: прочерк означает, что данное семейство не входит в число ведущих.

Таблица 3

Распределение семейств и родов по числу содержащихся в них видов и внутривидовых таксонов

Число таксонов в семействе	Число семейств/%		Число таксонов в роде	Число родов/%	
	Бассейн р. Маникуяха	Бассейн р. Очетывис		Бассейн р. Маникуяха	Бассейн р. Очетывис
1	13/36*	12/43*	1	38/60*	29/62*
2-4	10/28*	9/32*	2-4	13/21	9/20
5-14	5/14	2/7	5-14	5/8	3/7
>14	3/8	1/4	>14	4/6	1/2
Всего	36/100	28/100	Всего	63/100	46/100

* Виды, определенные до рода, не ранжировали.

Таблица 4

Положение ведущих родов (место по числу таксонов) в альгофлоре бассейнов рек Маникуяха и Очетывис

Род	Бассейн р. Маникуяха		Бассейн р. Очетывис	
	Число таксонов/%	Место в альгофлоре	Число таксонов/%	Место в альгофлоре
<i>Cosmarium</i>	32/19	1	16/20	1
<i>Scenedesmus</i>	17/10	2	—	—
<i>Pediastrum</i>	12/7	3	5/6	2-4
<i>Desmodesmus</i>	9/5	4	—	—
<i>Anabaena</i>	8/5	5	5/6	2-4
<i>Staurastrum</i>	—	—	5/6	2-4
<i>Ulothrix</i>	—	—	4/5	5

Примечание: прочерк означает, что данный род не входит в пять ведущих.

При общем обеднении видового состава, наряду с таксономической структурой альгофлоры, перестраивается ее географическая структура. Изменения сводятся в первую очередь к выпадению элементов более южных широтных групп, таких, например, как бореальный компонент. В оз. Очеты найден только один бореальный вид – *Coenocystis subcylindrica* Korsch. В то время как в оз. Щучье, помимо последнего, встречаются *Anabaena lemmermannii* P. Richt., *A. verrucosa* B. Peters и *Cosmarium difficile* Ltkem. var. *difficile*.

Анализ таксономической структуры горной альгофлоры водоемов бассейнов рек Маникуяха и особенно Очетывис показывает высокую степень ее асимметричности. Количественные показатели распределения видового разнообразия в таксономических спектрах обнаруживают большой разрыв между первым (ведущим) и следующим за ним членом спектра на уровне отделов, классов, порядков и семейств. Высокая степень асимметричности таксономической структуры свидетельствует об упрощенной организации альгоценозов, что, по-видимому, связано с существованием в высоких широтах узкого диапазона экологических условий.

Вышеупомянутые различия в таксономической структуре могут также носить субъективный характер. Для установления достоверной дифференциации рассматриваемых альгосообществ на широтном градиенте необходимы дальнейшие целенаправленные исследования.

ЛИТЕРАТУРА

- Гецен М.В., Стенина А.С., Патова Е.Н. Альгофлора Большеземельской тундры в условиях антропогенного воздействия. Екатеринбург: Наука, 1994. 148 с.
- Комулайнен С.Ф. Экология фитоперифитона малых рек Восточной Скандинавии. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2004. 182 с.
- Матвеева Н.В. Зональность в растительном покрове Арктики. СПб., 1998. 220 с.
- Сафонова Т.А. Водоросли горных водотоков юга Западной Сибири. Разнообразие и таксономическая структура // Сибирский экологический журнал, 1997. Вып. 1. С. 91-95.
- Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М., 1982. 287 с.

ЦЕНОТИЧЕСКАЯ РОЛЬ ВИДОВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ В ОСНОВНЫХ ТИПАХ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРЕДГОРНОЙ ЛАНДШАФТНОЙ ЗОНЫ УРАЛА

Ю.А. Дубровский

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: rt_yuri@fromru.com

Печоро-Илычский государственный природный заповедник и национальный парк «Югыд ва» – это крупные особо охраняемые территории федерального уровня, которые входят в состав объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО. Одним из приоритетных направлений исследований на данных территориях является исследование биологического разнообразия природных комплексов на ландшафтном, биоценотическом, видовом, генетическом уровнях.

Цель данной работы – изучение ценотического разнообразия ландшафтов предгорной ландшафтной зоны, анализ ценотической роли видов сосудистых растений, принимающих участие в формировании сообществ различных типов растительности.

В соответствии с этим были определены следующие задачи:

- выполнить геоботанические описания в основных типах растительности;
- определить ценотическую значимость видов сосудистых растений травяно-кустарничкового яруса, принимающих участие в сложении сообществ основных типов растительности;
- сравнить видовой состав различных типов растительных сообществ (ельников, березняков, пихтарников, лугов, бечевников);
- выявить показатели α -разнообразия для флористических комплексов травянистых и лесных сообществ.

Материал, представленный в работе, собран в 2004-2005 гг. В 2004 г. описания выполняли на территории Печоро-Илычского заповедника в бассейне среднего течения р. Илыч, в 2005 г. – в национальном парке «Югыд ва» в бассейне среднего течения р. Малый Паток.

В процессе полевых исследований совместно с д.б.н., зав. отделом флоры и растительности Севера Института биологии Коми НЦ УрО РАН С.В. Дегтевой проведено 143 геоботанических описания в основных типах растительности предгорной ландшафтной зоны Урала: лесных, луговых, болотных сообществах и на бечевниках. Описания выполняли с использованием стандартных методов. Величина пробной площади (ПП) для описаний лесных сообществ составляла 20 на 20 м, для луговых ценозов – 10 на 10 м. В пределах ПП осуществляли таксацию древесного и кустарничкового ярусов, а для каждого из присутствующих видов травяно-кустарничкового яруса отмечали ранг удельного обилия по шкале В.С. Ипатова (1998). Затем, в процессе анализа, для определения ценотической значимости видов травяно-кустарничкового яруса рассчитывали значения коэффициента участия – КУ, который учитывает данные об обилии и встречаемости того или иного вида (Ипатов, 1998). Для оценки уровня видового разнообразия сосудистых растений различных флористических комплексов определяли α -разнообразие – среднее число видов на пробной площади размером 400 м² в лесных сообществах, 100 м² – в травянистых. Сходство видового состава оценивали с использованием коэффициента Стюггена-Радулеску (Шмидт, 1984).

В результате анализа массива геоботанических описаний выявлено 318 видов сосудистых растений из 177 родов и 73 семейств. Сравнение видового состава при помощи коэффициента Стюггена-Радулеску (Шмидт, 1984) выявило относительно небольшое сходство между растительными сообществами рек Илыч и Малый Паток (значение коэффициента – 0.157).

В составе лесных сообществ зарегистрировано 190 видов. Средняя величина α -разнообразия для лесных ценозов составила 29 видов. Максимальные значения показателя отмечены для пойменных местообитаний – до 56 видов в конкретном сообществе. В таких фитоценозах доминируют вейник пурпурный – *Calamagrostis purpurea*, и представители крупнотравья: герань белоцветковая – *Geranium albiflorum*, аконит северный – *Aconitum*

septentrionale и др. Сообщества, которые формируются на водораздельных пространствах, характеризуются относительной бедностью видового состава, в них зарегистрировано от семи до 25 видов на 400 м². Наибольшим проективным покрытием в таких местообитаниях обладают кустарнички: черника – *Vaccinium myrtillus*, брусника – *Vaccinium vitis-idaea*. По мере приближения к пойме реки наблюдается рост видового богатства в конкретных местообитаниях, что связано с улучшением богатства почв.

Сравнение видового состава формаций ельников, произрастающих в среднем течении р. Илыч и среднем течении р. Малый Паток, показало небольшое сходство между ними (коэффициент Стюггена-Радулеску равен –0.07). Этот факт объясняется тем, что территория, исследованная в заповеднике, входит в подзону средней тайги, а Малый Паток протекает в подзоне северной тайги. Соответственно в еловых лесах бассейна Патока возрастает доля видов, принадлежащих к северным широтным группам, и увеличивается заболачивание, что приводит к заметному участию болотных видов.

В лесных сообществах, в целом, наибольшими значениями КУ отличаются виды, которые А.А. Ниценко (1969, 1970) рассматривает как принадлежащие «свите» ели. Так, значение КУ больше 0.1 отмечены для черники – 0.418, голокучника трехраздельного (*Gymnocarpium dryopteris*) – 0.365, линнеи северной (*Linnaea borealis*) – 0.182, кислицы (*Oxalis acetosella*) – 0.118. Эти виды являются типичными доминантами нижних ярусов лесных экосистем таежной зоны.

Исследовано два основных типа флористических комплексов травянистых сообществ: бечевники и пойменные луга.

На пойменных лугах зарегистрировано 166 видов сосудистых растений. Средний показатель α -разнообразия в луговых сообществах составил 40 видов. Видовая насыщенность конкретных фитоценозов варьирует от 11 видов на фоне доминирования осоки водной до 55 – в разнотравно-вейниковом сообществе. Величина коэффициента Стюггена-Радулеску при сравнении лугов Илыча с лугами Патока составила –0.05. Малое сходство по видовому составу внутри данного интразонального типа растительности можно объяснить тем, что луга в пойме Илыча представлены более разнообразными ассоциациями: осоковой, разнотравной, крупнотравной, злаковой, в то время как в пойме р. Малый Паток формируются в основном разнотравно-вейниковые сообщества. Соответственно и видовое богатство луговых ценозов Илыча (152 вида) заметно выше, чем общее число видов сосудистых растений лугов Малого Патока (116 видов).

В целом наибольшей ценотической значимостью на лугах обладают такие виды, как *Filipendula ulmaria* (КУ равен 0.2), *Calamagrostis purpurea* (0.187), *Phalaroides arundinacea* (0.185) и др., которые и составляют ядро флоры пойменных лугов предгорной ландшафтной зоны Урала.

Общее число видов сосудистых растений, зарегистрированных на бечевниках, составляет 189. Средний показатель α -разнообразия – 24 вида. Относительно малая насыщенность видами конкретных сообществ бечевников при большой пестроте флористического состава объясняется специфическим характером увлажнения и характеристиками субстрата, который представляет собой галечниковые или песчаные наносы. Размеры камней, образующих галечниковые наносы, колеблются в пределах 5-20 см. Пространство между камнями обычно плотно заполнено наилком, служащим субстратом для поселения растений (Флора и растительность..., 1997).

Значение коэффициента Стюггена-Радулеску (+0.16) указывает на различие между сообществами, сформировавшимися на бечевниках Илыча и Малого Патока. Разнообразие растений прибрежных сообществ р. Илыч также заметно выше общего числа видов, отмеченных на бечевниках среднего течения р. Малый Паток (162 и 99 видов соответственно). Это можно объяснить большей шириной бечевников, сформировавшихся вдоль русла р. Илыч. В таких сообществах уровень видовой насыщенности значительно выше (30-50 видов), чем в бедных видами (два-семь видов) фитоценозах, находящихся у самой кромки воды, в которых доминируют осоки и белокопытник.

Максимальные значения КУ на бечевниках зафиксированы для таких видов-гигрофитов, как *Petasites radiatus* (0.175), *Carex aquatilis* (0.172) и *Carex acuta* (0.07).

В бассейне среднего течения р. Малый Паток выполнено 13 геоботанических описаний в болотных сообществах, в то время как в среднем течении р. Илыч на исследованной территории болота не описаны. Это подтверждает закономерность увеличения заболачивания территории по мере продвижения на север. Общее число видов сосудистых растений на болотах – 78. Средняя величина α -разнообразия сосудистых растений составила 20 видов, видовая насыщенность конкретных сообществ варьирует от десяти до 31. Максимальными коэффициентами участия характеризуются такие болотные виды, как *Carex rostrata* (0.399), *Menyanthes trifoliata* (0.293), *Oxycoccus palustris* (0.107). Растения, обитающие на болотах, стенотопны и составляют обособленную эколого-ценотическую группу.

При анализе общей сводной таблицы геоботанических описаний выявили, что наибольшей ценотической значимостью в травяно-кустарничковом ярусе растительности на исследованной территории обладают виды из «свиты» ели: *Vaccinium myrtillus* (КУ равен 0.119), *Gymnocarpium dryopteris* (0.109). Также стоит отметить *Calamagrostis purpurea* (0.107). Эти данные отражают преобладание лесов в растительном покрове европейского Северо-Востока.

Некоторые виды (*Betula pubescens*, *Chamaenerion angustifolium*, *Solidago virga-urea*) отмечены во всех типах флористических комплексов – от ельников до антропогенных местообитаний, что говорит об их широкой экологической амплитуде в пределах исследованного региона.

В результате анализа списков видового состава разных типов растительности, полученных при выполнении геоботанических описаний в предгорной ландшафтной зоне Урала, показано, что самым большим разнообразием сосудистых растений отличаются сообщества, сформировавшиеся в пойменных экотопах (луга, бечевники, пойменные леса).

В лесных сообществах максимальные значения КУ у *Vaccinium myrtillus*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Linnaea borealis*. В травянистых фитоценозах ценотически значимы осоки и злаки. Болотные виды образуют обособленную группу.

При сравнении видового состава основных флористических комплексов с помощью коэффициента Стугрена-Радулеску выявлено незначительное сходство между лесными и травянистыми группами сообществ среднего течения р. Илыч и бассейна среднего течения р. Малый Паток.

ЛИТЕРАТУРА

- Флора и растительность Печоро-Илычского биосферного заповедника / С.В. Дегтева, Г.В. Железнова, Д.И. Кудрявцева, Н.И. Непомилуева и др. Екатеринбург, 1997. 385 с.
- Ниценко А.А. К истории формирования современных типов мелколиственных лесов северо-запада европейской части СССР // Бот. журн., 1969 а. Т. 54. № 1. С. 3-12.
- Ипатов В.С. Описание фитоценоза. Методические рекомендации. СПб., 1998. 93 с.
- Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья, 1995. 990 с.
- Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. Л., 1984. 288 с.

ПЕЧЕНОЧНИКИ ОКРЕСТНОСТЕЙ ОЗЕРА ДОНТЫ (РЕСПУБЛИКА КОМИ)

М.В. Дулин

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: dulin@ib.komisc.ru

Материалом для настоящей статьи послужили сборы печеночников, выполненные в окрестностях оз. Донты в 1999-2000 гг. Озеро Донты, или Дон (площадь поверхности около 4.6 км²) расположено на юге Республики Коми в Усть-Куломском районе вблизи с. Дон (61°38' с.ш.; 53°53' в.д.). Территория исследования находится в пределах Южного Тимана на водоразделе рек Куломью и Вычегда. Рельеф низменно-равнинный, отметки высот варьируют от 102 до 159 м над ур. моря. Растительность в приозерной депрессии

представлена в основном сфагновыми болотами (верховые и переходные), а на хорошо дренированных пространствах «Донского всхолмления» широко распространены смешанные хвойно-лиственные, еловые и сосновые леса преимущественно зеленомошного типа. Хозяйственная деятельность обусловила наличие в окрестностях села лугов, площади которых не велики.

На территории исследования выполнено 42 бриофлористических описания и собрано 455 образцов печеночников. Обследовались луговые, болотные, прибрежно-водные и пионерные растительные сообщества, а также различные типы лесов.

Исследование показало, что видовое разнообразие печеночников во флоре окрестностей оз. Донты невысоко. Выявлено лишь 48 видов и две разновидности, относящихся к 28 родам из 15 семейств, трех порядков и двух подклассов – *Marchantiidae* и *Jungermanniidae*. Список видов приведен в таблице. Виды расположены в алфавитном порядке, названия даются по списку печеночников и антоцеротовых бывшего СССР (Константинова и др., 1992) с некоторыми поправками в соответствии с последними отечественными работами (Konstantinova, Vasiljev, 1994; Konstantinova, Potemkin, 1996) и новым списком печеночников и антоцеротовых Европы и Макаронезии (Grolle, Long, 2000).

Исследованная флора включает преимущественно широко распространенные и обычные для таежной зоны Республики Коми виды печеночников. Особый интерес вызывают находки нескольких видов. *Kurzia pauciflora* – бореальный, почти циркумполярный вид, распространенный в основном в приокеанических районах. В нашей республике обнаружен впервые, был найден на гниющей древесине на сфагновом болоте вдоль северного берега оз. Донты. *Crossocalyx hellerianus* – бореальный циркумполярный вид, выступающий в качестве индикатора старовозрастных лесов; отмечен на гниющей древесине в папоротниково-разнотравном еловом лесу и чернично-зеленомошном сосняке. *Schistochilopsis laxa* – бореальный атлантический вид, включенный в Красную книгу Республики Коми (1998) с категорией охраны 3 (R). Этот редкий болотный печеночник обнаружен нами на гниющей древесине и среди побегов сфагнума на мезоолиготрофном клюквенно-сфагновом болоте, облесенном низкой березкой.

Анализ флористического списка позволил заключить, что исследованная флора обладает характерными для бореальных равнинных флор Севера европейской части России чертами. Так, во флоре печеночников окрестностей оз. Донты доминируют представители семейства *Lophoziaaceae* (13 видов, или 27.1% от общего числа видов). Господство видов этого семейства типично, в целом, для флор печеночников Севера Голарктики (Константинова, 1989, 1998). Среди родов по числу видов лидируют роды *Lophozia*, *Cephaloziella*, *Cephalozia* (по четыре вида, или 8.3%). Особенностью исследованной флоры является увеличение доли видов семейства *Geocalycaceae* (шесть видов или 12.5%), что обусловлено значительной заболоченностью территории исследуемого района.

Основу изученной флоры составляют арктобореально-монтанные (24 вида, или 50.0%) и бореальные (19 видов, или 39.6%) виды, что в целом характерно для флор печеночников таежной зоны. Во флоре отмечены космополитные (*Aneura pinguis*, *Cephalozia bicuspida*, *Marchantia polymorpha*) и арктомонтанные виды (*Cephaloziella subdentata* и *Marchantia alpestris*). Большинство выявленных в исследованной флоре видов печеночников имеют циркумполярный и почти циркумполярный тип ареала (всего 45 видов, или 93.8%), что хорошо согласуется с общей тенденцией, отмечающейся для Севера Голарктики (Константинова, 1998). Во флоре наблюдаются виды, характеризующиеся амфиокеаническим (*Solenostoma caespitium*) и атлантическим (*Cephalozia loitlesbergeri* и *Schistochilopsis laxa*) распространением.

Больше половины печеночников по отношению к условиям увлажнения относятся к группе мезофитов (26 видов, или 54.2%). В связи со значительной заболоченностью территории высока доля гигрофитов (десять видов, или 20.8%) и гигро-мезофитов (шесть видов, или по 12.5%).

В результате эколого-ценотического анализа установлено, что видовое богатство печеночников выше в лесных сообществах (31 вид). Лесные формации по числу выявленных в них видов печеночников можно ранжировать в следующий ряд: сосняки (19), березняки и ельники (по 14), смешанные хвойно-лиственные леса (восемь), ивняки (семь),

**Распределение видов печеночников по основным типам местообитаний
в окрестностях оз. Донты (Республика Коми)**

Виды печеночников	Типы местообитаний				
	лесные	прибрежно- водные	пионерные	болотные	луговые
<i>Aneura pinguis</i> (L.) Dumort.	—	—	+	—	—
<i>Barbilophozia barbata</i> (Schmidel ex Shreb.) Loeske	+	—	+	—	—
<i>Barbilophozia hatcheri</i> (A.Evans) Loeske	+	—	+	—	—
<i>Barbilophozia lycopodioides</i> (Wallr.) Loeske	+	—	—	—	—
<i>Blepharostoma trichophyllum</i> (L.) Dumort.	+	—	—	+	—
<i>Calypogeia muelleriana</i> (Schiffn.) K.Müll.	+	—	—	+	—
<i>Calypogeia sphagnicola</i> (H.Arnell et J.Perss.) Warnst. et Loeske	—	—	—	+	—
<i>Cephalozia bicuspidata</i> (L.) Dumort.	—	—	—	+	—
<i>Cephalozia loitlesbergeri</i> Schiffn.	—	—	—	+	—
<i>Cephalozia lunulifolia</i> (Dumort.) Dumort.	+	—	—	+	—
<i>Cephalozia pleniceps</i> (Austin) Lindb.	+	—	—	+	—
<i>Cephaloziella divaricata</i> (Sm.) Schiffn.	+	+	—	+	—
<i>Cephaloziella hampeana</i> (Nees) Schiffn.	+	—	—	—	—
<i>Cephaloziella rubella</i> (Nees) Warnst.	+	+	+	+	—
<i>Cephaloziella subdentata</i> Warnst.	—	—	—	+	—
<i>Chiloscyphus fragilis</i> (A.Roth) Schiffn.	+	—	—	—	—
<i>Chiloscyphus pallescens</i> (Ehrh. ex Hoffm.) Dumort.	+	—	—	+	—
<i>Chiloscyphus polyanthos</i> (L.) Corda	+	+	—	+	—
<i>Crossocalyx hellerianus</i> (Nees ex Lindenb.) Meyl.	+	—	—	—	—
<i>Geocalyx graveolens</i> (Schräd.) Nees	—	—	—	+	—
<i>Gymnocolea inflata</i> (Hads.) Dumort.	+	—	—	—	—
<i>Isopaches bicrenatus</i> (Schmidel ex Hoffm.) H.Buch	—	—	+	—	—
<i>Kurzia pauciflora</i> (Dicks.) Grolle	—	—	—	+	—
<i>Lepidozia reptans</i> (L.) Dumort.	+	—	—	+	—
<i>Lophocolea heterophylla</i> (Schräd.) Dumort.	+	—	—	+	—
<i>Lophocolea minor</i> Nees	+	+	—	+	—
<i>Lophozia excisa</i> (Dicks.) Dumort.	+	—	+	—	—
<i>Lophozia longidens</i> (Lindb.) Macoun	+	—	—	—	—
<i>Lophozia ventricosa</i>	+	—	—	—	—
<i>Lophozia silvicola</i> H.Buch	—	—	—	+	—
<i>Marchantia alpestris</i> (Nees) Burgeff	—	—	+	—	—
<i>Marchantia aquatica</i> (Nees) Burgeff	—	+	—	—	—
<i>Marchantia polymorpha</i> L.	+	+	+	—	+
<i>Mylia anomala</i> (Hook.) S.Gray	—	—	—	+	—
<i>Orthocaulis kunzeanus</i> (Huebener) H.Buch	—	—	—	+	—
<i>Pellia epiphylla</i> (L.) Corda.	+	+	—	+	—
<i>Pellia neesiana</i> (Gottsche) Limpr.	—	+	+	—	—
<i>Plagiochila porelloides</i> (Torrey ex Nees) Lindenb.	+	—	—	—	—
<i>Plectocolea hyalina</i> (Lyell) Mitt.	—	—	+	—	—
<i>Ptilidium pulcherrimum</i> (G.Web.) Vain.	+	—	—	+	—
<i>Radula complanata</i> (L.) Dumort.	+	—	—	—	—
<i>Riccardia latifrons</i> (Lindb.) Lindb.	+	—	—	—	—
<i>Scapania curta</i> (Mart.) Dumort.	+	—	+	—	—
<i>Scapania irrigua</i> (Nees) Nees	+	+	+	+	—
<i>Scapania paludicola</i> Loeske et K.Müll.	+	—	—	+	—
<i>Schistochilopsis laxa</i> (Lindb.) Konstantinova	—	—	—	+	—
<i>Solenostoma caespiticium</i> (Lindenb.) Steph.	—	—	+	+	—
<i>Tritomaria exsectiformis</i> (Breidl.) Schiffn. ex Loeske	+	—	—	—	—
Число видов	31	9	13	26	1

осинники (четыре вида). В лесах печеночники предпочитают поселяться на гниющей древесине, где и отмечается их наибольшее разнообразие. Здесь обычны такие виды, как *Cephalozia lunulifolia*, *Lophocolea heterophylla*, *Lophozia longidens*, *Lophozia ventricosa* var. *guttulata*, *Ptilidium pulcherrimum* и др.

Значительное число видов выявлено на болотах (26 видов). К характерным для обследованных болот видам относятся печеночники *Calypogeia sphagnicola*, *Cephalozia loitlesbergeri*, *Mylia anomala*, *Schistochilopsis laxa*.

В два раза меньше отмечено видов в антропогенно нарушенных местообитаниях (13 видов), а именно – на почве по дну песчаных карьеров и обочинам дорог. Здесь встречаются такие виды, как *Aneura pinguis*, *Cephaloziella rubella*, *Isopaches bicrenatus*, *Lophozia excisa*, *Marchantia polymorpha*, *Pellia neesiana*, *Scapania curta* и др.

В прибрежно-водных местообитаниях (берега оз. Донты и каналов, соединяющих его с р. Куломью) выявлено девять видов печеночников. Тут чаще всего можно обнаружить *Chiloscyphus polyanthos*, *Marchantia polymorpha*, *Pellia epiphylla*, *P. neesiana*, *Scapania irrigua*.

На лугах печеночников практически нет. На прибрежном осоково-крупнотравном лугу найден только один вид – *Marchantia polymorpha*.

Подводя итог, можно заключить, что исследованная флора печеночников окрестностей оз. Донты обладает типичными для небогатых бореальных равнинных флор Севера европейской части России чертами.

Исследование частично поддержано грантом РФФИ (06-04-48002).

ЛИТЕРАТУРА

- Константинова Н.А. Особенности таксономической структуры и сравнительная характеристика некоторых флор печеночников Севера // Проблемы бриологии в СССР. Л., 1989. С. 126-142.
- Константинова Н.А. Основные черты флор печеночников севера Голарктики (на примере сравнительного анализа флоры печеночников Мурманской области): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1998. 35 с.
- Константинова Н.А., Потемкин А.Д., Шляков Р.Н. Список печеночников и антоцеротовых территории бывшего СССР // Arctoa, 1992. № 1. С. 87-127.
- Красная книга Республики Коми. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. М., 1998. 528 с.
- Grolle R. & Long D.G. An annotated check-list of the Hepaticae and Anthocerotae of Europe and Macaronesia // Journal of Bryology, 2000. Vol. 22. Pt. 2. P. 103-140.
- Konstantinova N.A. & A.N. Vasiljev. On the hepatic flora of Sayan Mountains (South Siberia) // Arctoa, 1994. Vol. 3. P. 123-132.
- Konstantinova N.A., Potemkin A.D. Liverworts of the Russian Arctic: an annotated checklist and bibliography // Arctoa, 1996. Vol. 6. P. 125-150.

СОСТОЯНИЕ ПИГМЕНТНОГО АППАРАТА ТЕНЕВЫНОСЛИВЫХ РАСТЕНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЖИВУЧКИ ПОЛЗУЧЕЙ)

О.В. Дымова, Я.Н. Яцко¹

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: dymovao@ib.komisc.ru

¹ Коми государственный педагогический институт

Фотосинтетические пигменты – хлорофиллы и каротиноиды – обеспечивают поглощение, запасание и преобразование световой энергии. К настоящему времени достаточно полно исследованы главные функции и механизмы процессов с участием пигментов (Маслова и др., 1996; Кочубей, 2005). Вместе с тем, видовое разнообразие растений и экологические условия их обитания делают актуальным изучение роли пигментов в устойчивости и регуляции активности фотосинтетического аппарата. Ранее нами были изучены характеристики фотосинтетического аппарата живучки ползучей (*Ajuga reptans* L.), произрастающей в природных условиях под пологом леса и культивируемой на открытой

делянке (Дымова, Головки, 1998). Установлено, что при адаптации к высокой освещенности повышались удельная поверхностная плотность листовых пластинок (в 2.3 раза) и максимальная скорость видимого фотосинтеза в расчете на единицу листовой поверхности (на 20-30%), снижались содержание зеленых пигментов (в 1.3-1.4 раза) и соотношение хлорофиллы/каротиноиды. Изучение световой зависимости CO_2 -газообмена листьев растений, произрастающих под пологом леса, выявило подавление видимого фотосинтеза при ФАР свыше 100 Вт/м^2 . В отдельных случаях такую же реакцию наблюдали у растений на делянке. Кроме того, были установлены некоторые функциональные и биохимические особенности зимне- и летнезеленых листьев растений *A. reptans* в связи с их произрастанием в условиях холодного климата (Дымова, Головки, 2001). Так, листья растений могли фотосинтезировать со скоростью, близкой к максимальной, при умеренных температурах 8-12 °С. Зимнезеленые листья были способны к фотосинтезу поздней осенью после сильных заморозков и ранней весной после перезимовки. Сохранению функциональной активности фотосинтетического аппарата длительновегетирующего вида способствовало накопление растворимых углеводов и свободных аминокислот.

При адаптации к световому и температурному режимам эффективность фотосинтетического аппарата во многом определяется состоянием пигментного комплекса. Сезонные и суточные изменения содержания пигментов детально изучены на культурных видах растений. Данные по суточной и сезонной динамике пигментного аппарата дикорастущих видов немногочисленны (Лукьянова и др., 1986; Koniger et al., 2000).

Цель нашей работы – сравнительное изучение суточных и сезонных колебаний пигментного пула и оценка состояния деэпоксидации пигментов ксантофиллового цикла в листьях растений *Ajuga reptans* L. из разных местообитаний.

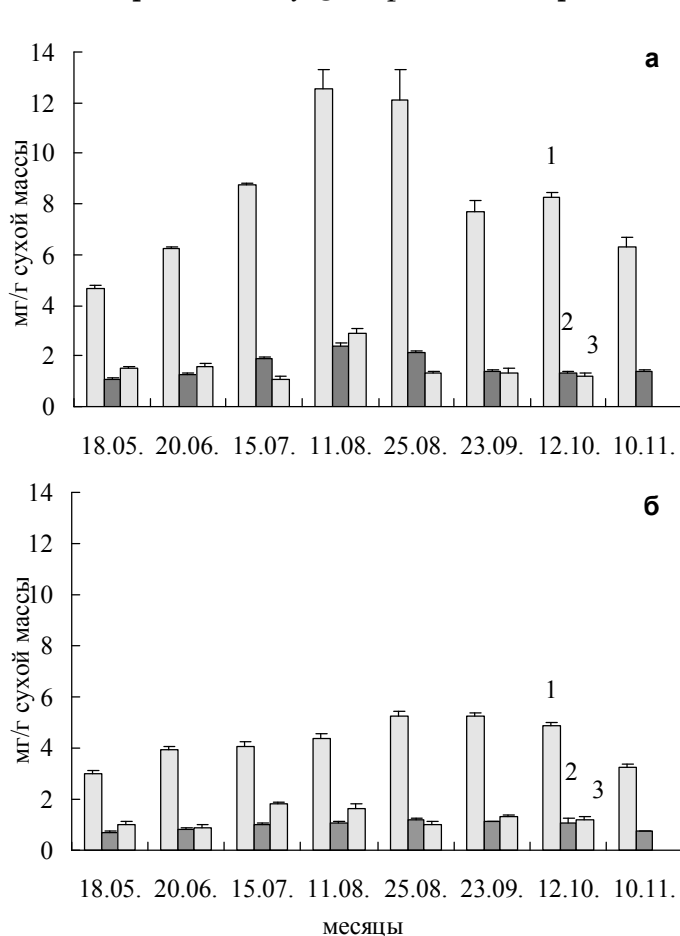


Рис. 1. Сезонная динамика накопления пигментов в листьях *Ajuga reptans* L., произрастающих в лесу (а) и выращенных на делянке (б), 2004 г. 1 – хлорофиллы, 2 – каротиноиды, 3 – антоцианы.

Содержание пигментов определяли спектрофотометрически при длинах волн 662, 644 (хлорофиллы), 470 (каротиноиды), 510 нм (антоцианы). Разделение каротиноидов проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) («Jasco», Япония), а полевые определения флуоресценции интактных листьев – с помощью портативного флуориметра PAM-2100 («Walz», Германия).

Получена сезонная динамика содержания хлорофиллов, каротиноидов и антоцианов в листьях живучки ползучей, произрастающей под пологом леса (теневые растения) и культивируемой на открытой делянке (световые растения) (рис. 1). Анализ данных показал, что в расчете на сухую массу листьев теневых растений отличались от световых существенно более высоким содержанием фотосинтетических пигментов и антоцианов. По сумме хлорофиллов *a* и *b* теневые листья превышали световые в два-три раза, а по содержанию каротиноидов – примерно вдвое. Отчетливый максимум накопления хлорофиллов в листьях теневых растений отмечен в августе – в период максимального развития листовой. Осенью концентрация зеленых пигментов заметно снизилась у теневых растений. Наблюдае-

мое нами в конце августа-начале сентября повторное цветение световых растений на делянке позволило сохранить концентрацию пигментов на прежнем уровне (5 мг/г сухой массы). Весной следующего года содержание зеленых пигментов в перезимовавших листьях растений обоих вариантов снизилось в среднем на 20-30% (за счет хл *a*). Перезимовавшие листья содержали 2/3 от максимального количества хлорофилла (в летний период) и были способны к активной ассимиляционной деятельности. В весенне-летний период (май-август) концентрация нефотосинтетических пигментов – антоцианов – в листьях теневых растений была в среднем в полтора раза выше, чем в световых. По-видимому, повышенное содержание антоциановых пигментов в листьях теневых растений живучки связано с их защитной функцией. Это согласуется с гипотезой (Gould et al., 2000) о том, что антоцианы обеспечивают защиту теневых хлоропластов от высокой радиации в необлиственном лесу весной и от ярких вспышек проникающих под полог световых бликов летом.

У теневых растений выявлены суточные изменения в содержании пигментов (табл. 1). В утренние и дневные часы концентрация хлорофиллов в листьях была на 20-25, а каротиноидов – на 28% выше, чем в вечернее время. Различия между вариантами сохранялись и при расчете содержания пигментов на единицу площади листьев (итоги не приведены). Как следует из данных табл. 2, у листьев теневых растений проявлялась тенденция к уменьшению соотношения хл *a/b* и повышению доли хлорофиллов, принадлежащих светособирающему комплексу (ССК). У световых растений достоверно ниже соотношение зеленых и желтых пигментов, что свидетельствует об относительно высоком содержании каротиноидов в фонде фотосинтетических пигментов. Среди каротиноидов протекторную функцию при адаптации фотосинтетического аппарата растений к избыточной радиации выполняют ксантофиллы – виолаксантин (V), антераксантин (An), зеаксантин (Z), участвующие в светоиндуцированных превращениях (Маслова и др., 1996). Оценка состояния дезпоксидации виолаксантина по соотношению $[(Z+0.5An)/(V+An+Z)]$ показывает, что дезпоксидированное состояние пигментов виолаксантинового цикла (ВЦ) у световых растений было существенно (на порядок) выше, чем у теневых растений (табл. 2). Уровень дезпоксидации пигментов световых растений сохранялся высоким на протяжении суток. Судя по состоянию дезпоксидации, в условиях высокой освещенности в листь-

Таблица 1
Содержание пигментов в листьях *Ajuga reptans* L.,
12 августа 2004 г., мг/г сухой массы, n = 5

Время суток, ч	Вариант	Хл <i>a+b</i>	Каротиноиды	Антоцианы
6.00	Теневые	13.15 ± 0.45*	2.37 ± 0.11*	2.7 ± 0.2*
	Световые	4.05 ± 0.24	0.94 ± 0.05	1.7 ± 0.1
12.00	Теневые	12.53 ± 0.78*	2.39 ± 0.12*	2.9 ± 0.2*
	Световые	4.37 ± 0.27	1.06 ± 0.09	1.6 ± 0.2
18.00	Теневые	9.90 ± 0.53*	1.71 ± 0.21*	2.4 ± 0.3*
	Световые	4.06 ± 0.18	0.92 ± 0.03	1.4 ± 0.1
24.00	Теневые	11.56 ± 0.83	2.18 ± 0.02*	2.3 ± 0.1*
	Световые	4.59 ± 0.38	1.10 ± 0.04	1.2 ± 0.1

* Здесь и в табл. 2 различия между вариантами достоверны при $P \leq 0.05$.

Таблица 2
Параметры листового аппарата листьев *Ajuga reptans* L., 12 августа 2004 г., n = 5

Время суток, ч	Вариант	Хл <i>a/b</i>	Доля хл в ССК, %	Хлорофилл каротиноиды	DEPS, %
6.00	Теневые	2.6 ± 0.1	61.0	5.5 ± 0.1*	2.4 ± 0.1*
	Световые	2.8 ± 0.1	57.8	4.3 ± 0.1	23.9 ± 0.1
12.00	Теневые	2.7 ± 0.1	59.8	5.4 ± 0.1*	2.6 ± 0.2*
	Световые	3.1 ± 0.1*	53.5	4.4 ± 0.1	31.7 ± 9.5
18.00	Теневые	2.4 ± 0.1	65.1	5.8 ± 0.2*	2.7 ± 0.1*
	Световые	2.7 ± 0.1	60.2	4.4 ± 0.1	43.0 ± 11.5
24.00	Теневые	2.7 ± 0.2	59.6	5.3 ± 0.1*	2.7 ± 0.1*
	Световые	2.8 ± 0.2	52.6	4.2 ± 0.2	34.8 ± 1.4

Примечание: DEPS – состояние дезпоксидации компонентов виолаксантинового цикла.

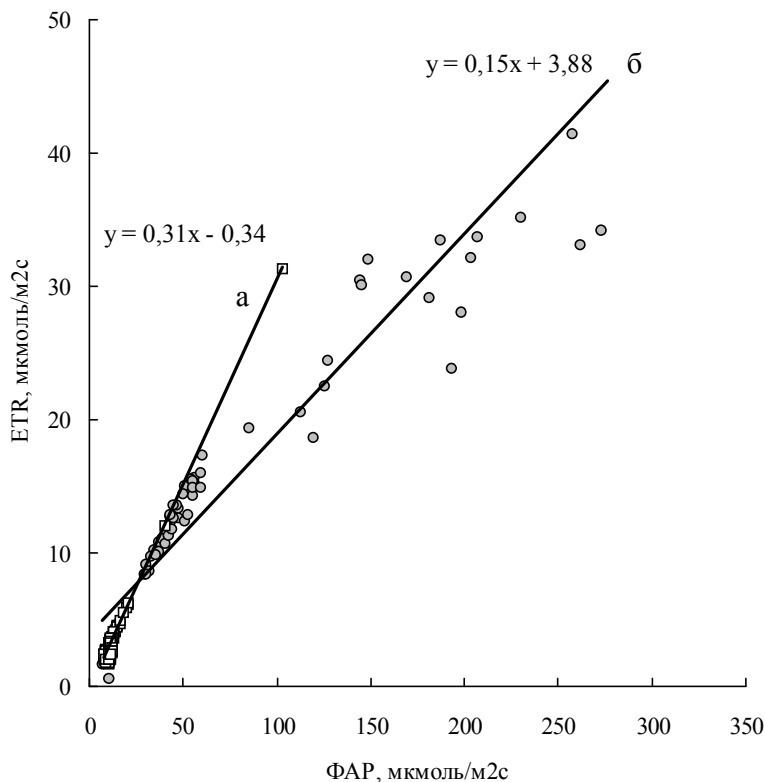


Рис. 2. Световая зависимость скорости потока электронов (ETR) в тилакоидах хлоропластов листьев *Ajuga reptans* L., произрастающих в лесу (а) и выращенных на делянке (б), 12 августа 2004 г.

ющего отношение выхода флуоресценции в данное время к максимальному выходу флуоресценции (F_t/F_m'), у теневых и световых растений варьировала в пределах 0.62-0.79. Скорость транспорта электронов (ETR) в тилакоидах хлоропластов листьев световых и теневых растений возрастала пропорционально увеличению ФАР в исследуемом диапазоне освещенности, зависимость удовлетворительно описывалась уравнением линейной регрессии (рис. 2). При этом угол наклона кривых различался: у теневых листьев он был вдвое больше, чем у световых. Увеличение угла наклона начального участка кривой при затенении можно рассматривать в качестве адаптивного признака, способствующего повышению эффективности фотосинтеза в области малых интенсивностей света.

Таким образом, нами выявлены адаптивные реакции теневыносливого растения живучки ползучей на уровне пигментного аппарата. В условиях полной освещенности в листьях снижается содержание зеленых пигментов, уменьшается доля хлорофиллов, принадлежащих светособирающему комплексу, повышается деэпоксидация пигментов ВЦ. Накопление зеаксантина и активация виолаксантинового цикла обеспечивают диссипацию избыточной энергии в виде тепла у листьев световых растений.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 04-04-48255).

ЛИТЕРАТУРА

- Дымова О.В., Головки Т.К. Адаптация к свету фотосинтетического аппарата теневыносливых растений (на примере *Ajuga reptans* L.) // Физиология растений, 1998. Т. 45. № 4. С. 521-528.
- Дымова О.В., Головки Т.К. Структурно-функциональные свойства фотосинтетического аппарата *Ajuga reptans* L. в холодном климате // Физиология растений, 2001. Т. 48. № 3. С. 406-413.
- Кочубей С.М. Латеральная гетерогенность и динамические свойства ультраструктуры хлоропластов // Физиология и биохимия культ. растений, 2005. Т. 37. № 3. С. 230-241.
- Лукиянова Л.М., Локтева Т.Н., Булычева Т.М. Газообмен и пигментная система растений Кольской Субарктики (Хибинский горный массив) / Под ред. В.Л. Вознесенского. Апатиты, 1986. 130 с.

ях световых растений происходит накопление одного из компонентов ВЦ – зеаксантина, способствующего защите хлорофиллов от окислительной деградации. Зеаксантин способен перехватывать от возбужденного хлорофилла избыточную энергию и рассеивать ее в виде тепла еще до передачи в реакционный центр (Demmig-Adams, Adams, 1992). Можно полагать, что диссипация энергии в ВЦ играет значительную роль в защите фотосинтетического аппарата теневыносливых растений, адаптированных к полному свету. Этим объясняется и установленный нами ранее (Дымова, Головки, 1998) факт сравнительно небольшого (20-30%) превышения скорости фотосинтеза выращенных на делянке растений над лесными при насыщающей интенсивности света.

Флуоресценция хлорофилла позволяет исследовать разные функциональные уровни фотосинтеза. Величина параметра, характеризую-

Маслова Т.Г., Попова И.А., Корнюшенко Г.А., Королева О.Я. Развитие представлений о функционировании виолаксантинового цикла в фотосинтезе // Физиология растений. 1996. Т.43. №3. С.437-449.

Demmig-Adams B., Adams III W.W. Photoprotection and Other Responses of Plants to High Light Stress // Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 1992. Vol. 43. P. 599-626.

Koniger M., Harris G.C., Kibler E. Seasonal Changes in the Physiology of Shade Leaves of *Acer saccharum* // J. Plant Physiol., 2000. Vol. 157. № 6. P. 627-636.

Gould K.S., Markham K.R., Smith R.H., Goris J.J. Functional Role of Anthocyanins in the Leaves of *Quintia Serrata* A. Cunn. // J. Experimental Botany, 2000. Vol. 51. № 347. P. 1107-1115.

ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИЕ ГРИБЫ ПИНЕЖСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

О.Н. Ежов, Р.В. Ершов, А.В. Руоколайнен¹

Институт экологических проблем Севера УрО РАН

E-mail: felix@dvina.ru

¹ Институт леса Карельского НЦ РАН

E-mail: annaruo@krc.karelia.ru

В настоящее время одним из приоритетных направлений в современной биологии является изучение биологического разнообразия живых организмов в различных регионах. Представители разных царств и отделов органического мира исследованы неравномерно. Грибы относятся к наименее изученным макротаксонам на территории России. В Архангельской области исследования по инвентаризации видового состава грибов значительно отстают от подобных исследований в других районах на европейском Севере.

Скучные сведения о нахождении на данной территории представителей этой группы грибов имеются в определителях А.С. Бондарцева (1953), Т.Л. Николаевой (1961), М.А. Бондарцевой и Э.Х. Пармasto (1986), М.А. Бондарцевой (1998), У. Кыльяга (Kõljalg, 1996). В последние годы проводились исследования на территории Онежского п-ова и Кожозерского природного парка.

На территории Архангельской области, расположенной в разнообразных и уникальных ландшафтно-зональных условиях (карсты), сохранились крупные лесные массивы, не затронутые хозяйственной деятельностью человека, для некоторых древесных растений здесь проходит северная граница их ареалов. Сейчас увеличивается антропогенное воздействие на леса таежной зоны Европы. В результате лесные экосистемы трансформируются и возникает опасность исчезновения не только отдельных видов и родов, но и более крупных таксономических групп.

Дереворазрушающие грибы в лесных экосистемах широко распространены и являются ведущей эдафической группой. Их видовой состав формируется в результате взаимодействия комплекса факторов (субстрат, условия влажности, состояние и возраст древостоев и др.), определяющих сукцессию видов дереворазрушающих грибов и их разнообразие в различных типах леса.

Основным объектом исследования являются непластинчатые базидиальные макромицеты, преимущественно ксилотрофы на аборигенных древесно-кустарниковых породах, а также почвенные сапротрофы из группы афиллофороидных. Большинство видов этой группы – сапротрофы на сухостое древесных пород, валежной древесине, корнях и погребенной в почве древесине, на опаде, плодовых телах макромицетов и почве; им принадлежит доминирующая роль в разложении древесины и обеспечении круговорота веществ в лесных экосистемах.

Наличие определенного спектра видов афиллофороидных грибов, включая редкие виды, при оценке состояния лесных экосистем считается надежным показателем «здоровости» или нарушенности лесной экосистемы (Kotiranta, Niemelä, 1996).

Научные исследования по данной работе осуществляются в рамках фундаментальной проблемы – оценка состояния и вопросы сохранения биоразнообразия.

Таксономическая структура дереворазрушающих грибов Пинежского заповедника
и распределение по породам

Порядок, семейство, вид	Породы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cantharellales									
<i>Hydnaceae</i>									
<i>Hydnum repandum</i> L. : Fr.							Напочвенный		
Coriolales									
<i>Coriolaceae</i>									
<i>Cerrena unicolor</i> (Bull. : Fr.) Murrill	+								
<i>Pycnoporus cinnabarinus</i> (Jacq. : Fr.) P. Karst	+							+	
<i>Trametes gibbosa</i> (Pers. : Fr.) Fr.		+							
<i>T. hirsuta</i> (Wulfen : Fr.) Pilát	+	+							
<i>T. ochraceae</i> (Pers.) Gilb. et Ryvarden		+							
<i>T. versicolor</i> (L. : Fr.) Pilát	+								
<i>Fomitaceae</i>									
<i>Fomes fomentarius</i> (L. : Fr.) Fr.	+					+			
Fomitopsidales									
<i>Phaeolaceae</i>									
** <i>Amylocystis lapponica</i> (Romell) Singer							+		+
* <i>Pycnoporellus fulgens</i> (Fr.) Donk							+		+
<i>Laetiporus sulphureus</i> (Bull. : Fr.) Murrill							+	+	
* <i>Leptoporus mollis</i> (Pers. : Fr.) Pilát							+		+
<i>Fomitoidaceae</i>									
<i>Antrodia serialis</i> (Fr.) Donk									+
<i>Gloeophyllum sepiarium</i> (Wulfen : Fr.) P. Karst.		+					+		+
<i>Fomitopsis cajanderi</i> (P. Karst.) Kotl. et Pouzar									+
<i>F. officinalis</i> (Vill. : Fr.) Bondartsev et Singer								+	
<i>F. pinicola</i> (Sw. : Fr.) P. Karst.	+					+	+	+	+
* <i>F. rosea</i> (Alb. et Schwein. : Fr.) P. Karst.									+
<i>Piptoporus betulinus</i> (Bull. : Fr.) P. Karst.	+								
Ganodermatales									
<i>Ganodermataceae</i>									
<i>Ganoderma lipsiense</i> (Batsch) G. F. Atk.		+							
Hericiales									
<i>Hericiaceae</i>									
<i>Hericium coralloides</i> (Scop. : Fr.) Pers.		+							
Hymenochaetales									
<i>Hymenochaetaceae</i>									
<i>Hymenochaete tabacina</i> (Fr.) Lév.								+	
<i>Inonotaceae</i>									
<i>Inonotus obliquus</i> (Pers. : Fr.) Pilát	+					+			
<i>Onnia triquetra</i> (Lenz.) Imazeki									+
<i>Phellinaceae</i>									
* <i>Phellinus chrysoloma</i> (Fr.) Donk								+	+
<i>Ph. conchatus</i> (Pers. : Fr.) Quél.		+		+	+				
<i>Ph. igniarius</i> (L. : Fr.) Quél.	+			+	+	+			
<i>Ph. laevigatus</i> (Fr.) Bourdot et Galzin	+								
* <i>Ph. nigrolimitatus</i> (Romell). Bourdot et Galzin							+		+
* <i>Ph. pini</i> (Thore : Fr.) A. Ames.							+		
<i>Ph. populicola</i> Niemelä		+							
<i>Ph. tremulae</i> (Bondartsev) Bondartsev et Borissov		+							
Hyphodermatales									
<i>Bjerkanderaceae</i>									
<i>Bjerkandera adusta</i> (Willd. : Fr.) P. Karst.	+	+		+					
<i>B. fumosa</i> (Pers. : Fr.) P. Karst.	+	+							

Порядок, семейство, вид	Породы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Ischnoderma benzoinum</i> (Wahlenb. : Fr.) P. Karst.									+
<i>I. resinosum</i> (Schrاد. : Fr.) P. Karst.	+	+							
Steccherinaceae									
<i>Trichaptum abietinum</i> (Pers. : Fr.) Ryvarden							+		+
<i>T. fuscoviolaceum</i> (Ehrenb. : Fr.) Ryvarden							+		+
<i>T. laricinum</i> (P. Karst.) Ryvarden							+	+	
Perenniporiales									
Perenniporiaceae									
<i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.) Bref.							+	+	+
Phanerochaetales									
Rigidoporaceae									
<i>Ceriporia viridans</i> (Berk. et Broome) Donk	+								
Polyporales									
Polyporaceae									
<i>Polyporus varius</i> Fr.	+	+							
Schizophyllales									
Schizophyllaceae									
<i>Chondrostereum purpureum</i> (Pers. : Fr.) Pouzar	+	+				+			
<i>Gloeoporus dichrous</i> (Fr. : Fr.) Bres.	+								
* <i>G. taxicola</i> (Pers. : Fr.) Gilbn et Ryvarden							+		
<i>Phlebia radiata</i> Fr.	+								
<i>Phlebia tremellosa</i> (Schrاد. : Fr.) Burds. et Nakasone	+	+							
Stereales									
Chaetodermataceae									
<i>Veluticeps abietina</i> (Pers. : Fr.) Hjorstam et Tellería									+
Peniophoraceae									
<i>Amylostereum chailletii</i> (Pers. : Fr.) Boidin								+	
<i>Stereum hirsutum</i> (Willd. : Fr.) Gray	+								
<i>S. sanguinolentum</i> (Alb. et Schwein. : Fr.) Fr.							+	+	+
Thelephorales									
Bankeraceae									
<i>Sarcodon imbricatus</i> (L. : Fr.) P. Karst.									
Xylariales									
Xylariaceae									
<i>Daldinia concentrica</i> Winter.	+					+			
Общее число видов грибов на породах	20	15	-	3	2	6	14	10	17

Примечание. Породы: 1 – береза, 2 – осина, 3 – черемуха, 4 – ива, 5 – рябина, 6 – ольха, 7 – сосна, 8 – лиственница, 9 – ель. Статус вида: * индикаторные виды для старых и ** очень старых хвойных лесов (Kotiranta, Niemelä, 1996).

Сбор образцов проводился на территории Пинежского заповедника маршрутным методом, во время которого осматриваются живые, сухостойные, валежные стволы, ветви и пни хвойных и лиственных пород в разных типах леса (ельники, сосняки, осинники, березняки). Обращается внимание на характерные участки для развития грибов, растущих на корнях, подстилке и почве. Для каждого образца плодового тела гриба указываются место и дата сбора, субстрат, его состояние, местообитание (тип леса и другие условия).

Идентификация собранного материала проводится в лаборатории экологической биологии Института экологических проблем Севера УрО РАН и лаборатории лесной микологии и энтомологии Института леса Карельского НЦ РАН с использованием гербария.

На территории Пинежского заповедника на данный момент зарегистрировано 52 вида дереворазрушающих грибов, относящихся к 34 родам, 19 семействам, 13 порядкам по системе издания Nordic Macromycetes (1997) с некоторыми изменениями. В таблице показаны таксономическая структура и приуроченность видов грибов к разным древесным породам. Наибольшее число видов представлено в двух порядках: *Fomitopsidales* (11) и *Hymenochaetales* (11) и трех семействах: *Coriolaceae* (шесть видов), *Fomitopsidaceae* (семь) и *Phellinaceae* (восемь).

Подавляющее большинство найденных видов грибов – сапротрофы (85%), заселяющие сухостойную и валежную древесину. Всего восемь видов, известных как возбудители гнилей, были отмечены на живых деревьях. На хвойном субстрате обнаружено 25 видов, лиственном – 25, хвойном и лиственном – два, напочвенные – два. На сосне зарегистрировано 14 видов, ели – 17, лиственнице – 10, березе – 20, осине – 15, ольхе – шесть, иве – три, рябине – два.

Наиболее распространенными на данной территории являются *Bjerkandera adusta*, *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*, *F. rosea*, *Phellinus chrysoloma*, *Ph. igniarius*, *Ph. pini*, *Ph. tremulae* и *Piptoporus betulinus*.

Кроме того, восемь видов афиллофороидных грибов, выявленных на территории Пинежского заповедника, являются индикаторами старовозрастных – *Fomitopsis rosea*, *Gloeoporus taxicola*, *Leptoporus mollis*, *Phellinus nigrolimitatus*, *Ph. pini*, *Ph. chrysoloma*, *Pycnoporellus fulgens* – и очень старых (девственных) лесов – *Amylocystis lapponica*.

Представленный список будет дополняться при продолжении исследований и дальнейшем определении уже собранных образцов.

ЛИТЕРАТУРА

Бондарцев А.С. Трутовые грибы европейской части СССР и Кавказа. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1953. 1006 с.

Бондарцева М.А. Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые. Вып. 2: Семейства альбатрелловые, апорпиевые, болетопсиевые, бондарцевиевые, ганодермовые, кортициевые (виды с порообразным гименофором), лахнокладиевые (виды с трубчатым гименофором), полипоровые (роды с трубчатым гименофором), пориевые, ригидопоровые, феоловые, фистулиновые. СПб.: Наука, 1998. 391 с.

Бондарцева М.А., Пармасто Э.Х. Определитель грибов СССР. Порядок Афиллофоровые. Вып. 1: Семейства гименохетовые, лахнокладиевые, кониофоровые, шелелистниковые. Л.: Наука, 1986. 192 с.

Николаева Т.Л. Ежевиковые грибы. Флора споровых растений СССР. Т. 6. М.-Л., 1961. 433 с.

Kotiranta H., Niemelä T. Uhanalaiset käävät Suomessa. Toinen, uudistettu painos. Helsinki: S. Y. E., 1996. 184 p.

Nordic Macromycetes. Ed. L. Hansen, H. Knudsen, Vol. 3: Heterobasidioid, aphyllorphoroid and gastromyceloid Basidiomycetes. Copenhagen: Nordsvamp, 1997. 445 p.

ФАУНА И ЭКОЛОГИЯ СТРЕКОЗ (*INSECTA: ODONATA*) ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

О.В. Еропкина

Вологодский государственный педагогический университет

E-mail: olya_er19@mail.ru

Изучение фауны и экологии стрекоз проводится в рамках исследования биоразнообразия Вологодской области и связано как с недостаточной изученностью отряда, так и его значимостью в экосистемах. В Вологодской области наблюдения и регулярные сборы личинок и имаго стрекоз осуществляли в течение 2002-2005 гг. на территории 19 административных районов. Аннотированный список с указанием характера распространения и встречаемости опубликован нами ранее (Еропкина, Белова, 2005).

К настоящему времени в Вологодской области обнаружено 33 вида стрекоз (предположительно 83% от возможного количества видов в регионе), принадлежащих к 18 родам и девяти семействам. Преобладающими семействами являются *Coenagrionidae* (восемь видов) и *Libellulidae* (семь), остальные семейства менее разнообразны (*Corduliidae*, *Aeschnidae* – по четыре вида; *Lestidae* и *Gomphidae* – по три; *Calopterygidae* – два; *Platycnemidae*, *Cordulegasteridae* – по одному). Доминируют рода *Aeschna* (5), *Coenagrion* (3), а большинство родов представлено одним-двумя видами.

Широко распространены и имеют высокую численность 20 видов (66%). Таковыми, например, являются *Sympetrum flaveolum* L., *Lestes sponsa* Hans., *Aeschna grandis* L., *Platycnemis pennipes* Pall. и др. Это связано с их высокой экологической пластичностью и низкой селективностью по отношению к местообитаниям. Виды, имея узкую экологическую нишу, являются редкими (*Cordulegaster annulata* Latr. и *Ophiogomphus serpentinus* Schn.). Для *Cordulegaster annulata* Latr. в пределах региона известно всего одно местонахождение на территории Кирилловского района. Его имаго встречаются вблизи водотоков с чистой водой, быстрым течением и густой древесной растительностью по берегам. Причем обнаруженная популяция характеризуется довольно высокой численностью. Вид *Ophiogomphus serpentinus* Schn. известен всего по трем экземплярам, собранным в разных районах области. Имаго были отмечены вдоль берегов рек с сильным течением и преимущественно песчаным дном. Вероятно, данный вид чувствителен к качеству воды и развивается только в чистых водотоках. Оба вида стрекоз рекомендованы к включению в региональную Красную книгу.

Анализ биотопического распределения стрекоз затруднен, так как это гетеротопные насекомые, их личинки и имаго развиваются в разных средах. Личинки стрекоз развиваются в водной среде и у многих видов являются стенотопными. К стоячим водоемам в регионе приурочены 18 массовых и часто встречающихся видов (59% от общего числа). При этом в интенсивно зарастающих водоемах с илистым дном развиваются личинки 13 видов: *Lestes sponsa* Hans., *L. dryas* Kirby., *Coenagrion puella* L., *C. hastulatum* Charp., *C. armatum* Charp., *C. pulchellum* V.d.Lind., *Sympetrum danae* Sulzer., *Leucorrhinia dubia* V.d. Lind., *L. rubicunda* L., *Sympycna annulata* Selys., *Pyrrhosoma nymphula* Sulz., *Erythromma najas* Hans., *S. metallica* V.d. Lind. В водоемах со слабой растительностью обнаружены виды *Epitheca bimaculata* Charp., *Somatochlora arctica* Zett., а также личинки видов рода *Aeschna*.

Личинки семи видов (23%) заселяют небольшие проточные водоемы. Эти стрекозы, как правило, в сборах встречаются реже. Виды рода *Calopteryx* обычно заселяют водотоки с малой скоростью течения, а личинки *Cordulegaster annulatus* Latr и семейства *Gomphidae* – относительно быстрые реки.

Оставшиеся семь видов (23%) эвриотопны, их развитие проходит в различных водотоках и водоемах вне зависимости от степени развития растительности, скорости течения и характера грунтов. По-видимому, они менее требовательны к качеству воды. Эти виды (*Platycnemis pennipes* Pall, *Ischnura elegans* V.d.Lind., *Enallagma cyathigerum* Charp., *Cordulia aenea* L., *Somatochlora metallica* V.d.Lind., *Libellula quadrimaculata* L., *Sympetrum flaveolum* L.) имеют высокую численность и широкое распространение в области.

Имаго стрекоз встречаются в разных типах наземных местообитаний (см. таблицу). Анализ биотопического распределения взрослых насекомых показал, что 56% видов стрекоз обитают в различных биотопах, что, по всей вероятности, связано с их низкой избирательностью к местообитаниям и хорошо выраженной способностью к полету.

Взрослые насекомые 43% видов населяют близкие по условиям местообитания, например, берега водоемов или водотоков с разным типом растительности. Только 1% имаго стрекоз обитают в биотопах одного типа (*Cordulegaster annulatus*, *Ophiogomphus serpentinus*, *Sympycna annulata*).

Таким образом, в структуре фауны стрекоз Вологодской области преобладают экологически пластичные виды личинки, которые развиваются в различных водоемах и водотоках, а имаго характеризуются широким спектром местообитаний. Биотопическая при-

Биотопическое распределение имаго стрекоз

Вид	Тип биотопов*							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Calopteryx virgo</i> L.			+	+				
<i>C. splendens</i> Harr.			+	+				
<i>Lestes sponsa</i> Hans.	+				+	+	+	+
<i>L. dryas</i> Kirby.	+					+	+	
<i>Sympycna annulata</i> Selys	+							
<i>Platycnemis pennipes</i> Pall.	+	+	+	+	+	+		+
<i>Ischnura elegans</i> V.d.Lind.	+	+	+	+		+		
<i>Enallagma cyathigerum</i> Charp.	+	+	+	+		+		
<i>Coenagrion hastulatum</i> Charp.	+	+	+	+		+	+	+
<i>C. armatum</i> Charp.	+		+			+		
<i>C. pulchellum</i> V.d.Lind.	+	+	+	+		+		+
<i>Pyrrosoma nymphula</i> Sulz.	+		+			+		
<i>Erythromma najas</i> Hans.	+		+			+		
<i>Onychogomphus forcipatus</i> L.			+	+				
<i>Ophiogomphus serpentinae</i> Schn.			+	+				
<i>Gomphus vulgatissimus</i> L.			+	+		+	+	
<i>Aeschna juncea</i> L.		+			+	+	+	+
<i>A. elisabethae</i> Djak.		+			+	+	+	
<i>A. grandis</i> L.		+		+	+	+	+	+
<i>A. cyanea</i> Mull.		+			+	+	+	+
<i>A. coerules</i> Strom.		+			+	+		
<i>Cordulegaster annulatus</i> Latr.				+				
<i>Epitheca bimaculata</i> Charp.		+				+		
<i>Cordulia aenea</i> L.	+	+	+	+		+	+	+
<i>Somatochlora arctica</i> Zett.	+	+			+	+		
<i>S. metallica</i> V.d. Lind	+	+	+	+		+		+
<i>Libellula depressa</i> L.			+	+				
<i>L. quadrimaculata</i> L.		+		+	+	+	+	+
<i>Sympetrum flaveolum</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>S. danae</i> Sulzer.	+	+			+		+	
<i>Leucorrhinia dubia</i> V.d. Lind.	+	+			+			
<i>L. rubicunda</i> L.	+	+			+			

* Типы биотопов: 1 – берега водоемов с травянистой растительностью; 2 – берега водоемов с древесной растительностью; 3 – берега водотоков с травянистой растительностью; 4 – берега водотоков с древесной растительностью; 5 – лес; 6 – луг; 7 – болото, 8 – урбанизированные территории.

уроченность имаго оказывается слабо выраженной, лишь незначительное число видов может рассматриваться как стенотопные. Как правило, редкие виды являются стенотопами на всех стадиях развития и сопряжены с чистой водой водотоков.

Следует отметить, что такие виды, как *Calopteryx virgo* L. и *C. splendens* Harr., редкие в большинстве областей Северо-Запада России, имеют в Вологодской области довольно высокую численность. В фауне Вологодской области редкими являются *Cordulegaster annulatus* Latr. и *Ophiogomphus serpentinae* Schn.

ЛИТЕРАТУРА

Еропкина О.В., Белова Ю.Н. Стрекозы Вологодской области // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов европейского Севера: Сб. материалов IV (XXVII) Междунар. конф. Ч. 1. (Вологда, 5-10 декабря 2005 г.). Вологда, 2005. С. 141-143.

АВТОМОРФНЫЕ ПОЧВЫ СРЕДНЕГО ТИМАНА

Е.В. Жангуров

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: zhangurov@ib.komisk.ru

Изучение почв Тиманского кряжа представляет значительный интерес, так как с каждым годом возрастает добыча полезных ископаемых на Тимане; возникают проблемы рационального использования земельных ресурсов, охраны и мониторинга состояния почвенного покрова. Географическое положение Тиманского кряжа, его геологическое строение, разнообразие природных условий формируют почвенный покров с определенными характерными признаками.

Цель настоящей работы – исследование строения автоморфных таежных почв в равнинных и низкогорных ландшафтах Среднего Тимана в связи с их географическим положением, литогенными особенностями.

Исследования проводили в 2005 г. в бассейне верховьев р. Вымь на Вымско-Вольской гряде с высотами 250-340 м над ур.м. Абсолютные высоты равнинной части исследований, где были заложены почвенные разрезы, достигают 160-190 м над ур. м. Рельеф этой части Тимана отличается расчлененностью. Согласно почвенно-географическому районированию данная территория входит в Тиманскую низкогорную почвенную провинцию северной тайги (Материалы..., 1962).

Особенности почв и почвенного покрова территории в основном определяются характером почвообразующих пород. Равнинная часть территории исследований сложена моренными суглинистыми породами, как правило, перекрытыми плащом пылеватых суглинков более легкого гранулометрического состава. Тем самым, почвообразование протекает на двучленных отложениях. На холмистой части территории почвы развиты на маломощном суглинистом обильно щебнистом элюво-делювии метаморфических сланцев.

Автоморфные почвы равнинной части исследований представлены разрезом, сделанным на плоской вершине водораздельного увала с абсолютной высотой 160 м над ур. м. под бруснично-зеленомошным ельником (разрез 2). В подросте ель, береза, в подлеске – рябина, можжевельник, в напочвенном покрове – гипновые мхи.

Ранее выполненными исследованиями сотрудниками отдела почвоведения Института биологии в этих условиях выделялись глееподзолистые почвы, которые диагностируются по сизоватому оглеенному подзолистому горизонту и более тяжелому по гранулометрическому составу с ореховато-призматической структурой горизонту В (Забоева, Казаков, 2000). В новой классификации данный горизонт соответствует текстурному горизонту ВТ. В наших полевых исследованиях делается попытка проанализировать глееподзолистые почвы с позиций новой классификации (Классификация..., 2004).

О 0-8 см. Рыхлая серовато-коричневая подстилка, густо пронизана древесными и кустарничковыми корнями. В нижней части более разложена. Переход резкий.

Е 8-13(18) см. Серовато-белесая супесь, редкие корни. Элементы горизонтальной делимости. Переход резкий, граница волнистая.

ВН₁ 13(18)-23 см. Светло-охристая супесь-легкий суглинок, рыхлый, свежий. Структура мелкокомковато-порошистая. Переход постепенный, граница волнистая.

СРМ 23-33 см. Желтовато-бурый легкий суглинок, несколько уплотнен. Структура мелкоореховатомковатая. Размеры структурных отдельностей 7-15 мм, переход постепенный по структуре и механическому составу.

СРМ₂ 33-48 см. Несколько более бурый средний суглинок, слабоопесчанен, уплотнен. Структура ореховато-комковатая, размеры педов 1-2 см. Слабовыраженные скелетаны, по граням структурных отдельностей кутаны.

ВТ₁ 48-73 см. На срезе бурый, с белесоватыми языками до 65 см, тяжелый опесчаненный суглинок. Структура ореховато-призматическая, призмы выражены плохо. На стенках педов отчетливо выраженные кутаны.

ВТ₂ 73-98 см. Цвет такой же, отличается более грубой ореховато-призматической структурой. Тяжелый суглинок. Переход постепенный.

ВС 98-140 см. Бурый тяжелый суглинок, бесструктурный, вязкий, плотный.

Профиль почвы состоит из двух толщ, различающихся по гранулометрическому составу: супесчано-легкосуглинистый слой до 40-50 см, ниже – тяжелосуглинистый с включением гальки и неокатанного обломочного материала. Граница между наносами достаточно четкая, что позволяет судить о литологической неоднородности почвообразующих пород. В пределах верхнего легкого наноса формируется вложенный микропрофиль альфегумусового подзола, состоящего из подзолистого (E), мощностью до 5 см и иллювиально-железистого (BNF) микрогоризонтов. Ниже залегает горизонт, диагностируемый по нашим предположениям, как криометаморфический (CRM), бурых тонов, с отчетливо выраженной рассыпчатой комковато-ореховатой структурой с размерами структурных отдельностей 7-15 мм. Встречаются рыхлые округлые мелкие отдельности и твердые темные Fe-Mn конкреции диаметром 1-2 мм.

Криометаморфический горизонт переходит в текстурный горизонт ВТ тяжелосуглинистый, бурый с белесоватыми языками до 65 см, структура ореховато-призматическая. Грани педов покрыты более темными, чем внутрипедная масса глинистыми кутанами. В нижней части горизонта идет постепенное увеличение плотности, скелетаны почти исчезают, переход постепенный, заметный по структуре. Почвы с таким строением профиля по новой классификации могут быть названы светлосемами иллювиально-железистыми текстурно-дифференцированными в отделе криометаморфических почв.

Почвы высокой холмистой части Среднего Тимана характеризуются двумя разрезами автоморфных почв (разрез 3, 6), формирующихся на суглинистом элюво-делювии коренных пород. Их особенностью является маломощность профиля, близкое залегание изверженных и метаморфических коренных пород.

На возвышенных увалах (300-350 м над ур. м.) под разреженным еловым лесом с чернично-зеленомошным покровом на элюво-делювии метаморфических сланцев формируются иллювиально-гумусовые железистые подзолы.

Разрез 3 заложен на уплощенной вытянутой вершине горы Бабадач, абсолютная высота – 330 м над ур. м. Ельник чернично-зеленомошный с редкой березой, высота ели до 15 м, сомкнутость 0.4-0.3. В подлеске обилие рябины высотой 1-1.5 м, в кустарничковом ярусе – черника. В напочвенном покрове – гипновые мхи.

O_{ao} 0-8 см. Серовато-коричневая оторфованная рыхлая подстилка. В нижней части фрагментарно грубогумусированный материал (механическая смесь органических остатков разной степени разложения с минеральными компонентами). Переход отчетливый по цвету.

E 8-16 см. Серовато-белесый мелкозем – пылеватый легкий суглинок. Горизонтально ориентированный плитняк сланцев сверху не имеет пленок, с нижней стороны – темно-гумусовые пленки. Переход резкий по цвету.

BNF 16-19 см. Светло-коричневый бурый суглинистый, пленки на сланцах с нижней стороны. Переход отчетливый по цвету.

BF 19-30 см. Более яркий желтоватый суглинок. Обилие плиток сланцев. Переход постепенный по цвету.

BC 30-35 см. Светло-желтый мелкозем, средний суглинок.

Иллювиально-гумусовый процесс выражен в образовании на нижней стороне горизонтально ориентированных плиток щебня сланцев темных гумусовых пленок иллювиирования. Весь профиль сильно щебнистый, 50-80% от массы горизонта. С глубины 30-35 см идет сплошное подстилание плитами метаморфических сланцев.

На вершинах и пологих склонах увалов с абсолютной высотой 280 м и более при подстилании суглинистого элюво-делювия кристаллических пород основного состава (базальты) с примесью моренного материала в растительном покрове зеленомошного ельника значительное место занимает ярус трав (аконит, ожика, майник, герань и др.). Высота ели до 20 м, в кустарничковом ярусе черника, брусника. Формирующиеся здесь почвы имеют характерное строение (разрез 6).

O 0-3 см. Темно-бурая оторфованная слаборазложившаяся подстилка. Много корней.

AУ_{ao} 3-8 см. Коричневато-серый легкий суглинок (грубогумусовый материал), мелкокомковатая структура, масса белых гифов грибов, корни. Рыхлый, переход по цвету.

АУВ 8-20 см. Коричневато-бурый средний суглинок комковатой структуры, уплотнен. Редкие небольшие по размеру включения окатанной и неокатанной гальки. Переход постепенный по цвету.

ВФМ 20-40 см. Желтовато-бурый средний суглинок, комковатая структура. Больше обломочного материала.

ВФМт 40-65 см. Цвет такой же. Структура ореховатая, педы покрыты гумусово-глинистой кутаной. Переход по обилию обломочного материала.

ВС 65-75 см. Средний суглинок. Содержание обломочного материала (базальт) резко возрастает.

Отличительной особенностью данных почв является наличие серого гумусового горизонта АУ мощностью от 2 до 8 см под одернованной подстилкой, структура мелкокомковатая, иногда встречаются дождевые черви. В средней части горизонта большое количество округлых (до 3 мм) темно-бурых, на срезе черных Fe-Mn конкреций. Морфологические признаки подзолистого горизонта отсутствуют, признаков иллювиирования (плёнок) на поверхности щебней нет. С глубины 10-20 см и глубже (30-40) развит желтовато-бурый железисто-метаморфический горизонт ВФМ, среднесуглинистый с комковатой структурой. Окраска горизонта – от желтовато-бурых или охристых тонов до коричневато-бурых оттенков – объясняется, по-видимому, накоплением красящих гидрооксидов железа в результате выветривания на месте богатых железом первичных минералов. Специфика почвообразующих пород (щебнистый суглинистый элюво-делювий коренных пород) обеспечивает свободный внутренний дренаж и преобладание окислительной обстановки (Классификация..., 2004). Глубина подстилания элюво-делювием кристаллических пород разная – от 40 до 80 см. Эти почвы по прежней классификации назывались низкогорно-таежными дерновыми. Согласно работе «Классификация и диагностика почв России» они могут быть идентифицированы как ржавоземы.

Таким образом, наши полевые исследования на Среднем Тимане выявляют литогенную зависимость строения автоморфных почв от характера почвообразующих пород и типа напочвенного покрова и положения почв в рельефе. Выполненные исследования характеризуют почвы с позиций новой классификации. В последующие полевые сезоны будут изучены почвы на Среднем и Южном Тимане.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 06-04-48129-а.

ЛИТЕРАТУРА

Забоева И.В., Казаков В.Г. Почвы Тимана. Рукопись. Отдел почвоведения Института биологии Коми НЦ УрО РАН, 2000. 50 с.

Классификация и диагностика почв России. Смоленск, 2004. 343 с.

Материалы по почвам Коми АССР и сопредельных территорий / Отв. ред. Е.Н. Иванова. М.-Л., 1962. С. 57-73.

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ СТРУКТУРЫ И ОБМЕНА КОЛЛАГЕНА У БОЛЬШОГО ПОДКОВОНОСА *RHINOLOPHUS FERRUMEQUINUM*

Т.В. Жукова, Ю.Г. Кот, О.Н. Карнаух

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина

E-mail: zhoo-zhoo@ukr.net

Среди комплекса факторов, обеспечивающих температурную адаптацию животных, большой интерес представляет механизм, поддерживающий соответствие между структурной стабильностью коллагена – основного конструкционного компонента соединительной ткани – и температурой окружающей среды. Хорошо известно, что температура денатурации коллагена, которая определяется его структурной стабильностью, у холоднокровных животных близка к верхнему пределу температуры среды обитания, а у теплокровных – к температуре их тела (Бурджанадзе, 1990). Эта зависимость обусловлена особенностями обмена коллагена, необходимым этапом распада которого является денатурация фрагментов, образующихся после его расщепления тканевыми коллагеназами при температуре тела. Обнаружена положительная корреляция температуры денатура-

ции коллагена как с суммарным содержанием в нем аминокислот, так и с относительным количеством остатков оксипролина (Бурджанадзе, 1990). Значительно меньше работ посвящено адаптационным изменениям белков за счет модифицирования их структуры. Тем не менее, известно, что модификации первичной структуры и более высоких уровней организации биополимеров играют важную роль в процессах морфогенеза, развития и регенерации (Кузнецов, 1998; Zohen, 2001).

Одним из белков, для которого показана важная роль модификации структуры в данных процессах, является коллаген. Между тем, поскольку коллаген – один из самых распространенных белков животного организма, эти изменения должны играть серьезную роль в адаптации (Кузнецов, 1998; Berg, 1973). Одним из факторов, который должен влиять на структуру коллагена путем изменения активности ферментов синтеза, процессинга и распада, является температура. До последнего времени, однако, не было выяснено влияние температуры на конкретные изменения структуры коллагена, как на молекулярном, так и надмолекулярном уровне.

Исследованные нами летучие мыши – представители гибернанных млекопитающих вида *Rhinolophus ferrumequinum* – относятся к семейству подковоносовых, подотряду кожановых из природной популяции, обитающей в пещерах пос. Липцы Харьковской области. Температура тела у животных этой группы изменяется в зависимости от состояния организма. В активном состоянии температура колеблется от 34.5 до 40.5 °C. Во время сна в летнее время температура снижается до 15-30 °C. В период зимней спячки температура тела такая же, как и в укрытии, в котором они зимуют – 0-10 °C (Zohen, 2001).

Таким образом, для животных данной группы характерны непостоянство температуры тела, а ее изменения в течение коротких промежутков времени, например, при переходе от состояния бодрствования к спячке, и наоборот (Zohen, 2001).

В настоящее время никакие другие теплокровные, у которых температура тела изменялась бы в таких широких пределах, неизвестны.

Летательная перепонка летучих мышей представляет собой кожный вырост, поэтому можно предположить, что основная масса ее коллагена у взрослых животных представлена молекулами типа I, как и в коже всех исследованных теперь видов млекопитающих.

Мышей наркотизировали эфиром, декапитировали и в качестве объекта исследования брали кожную перепонку крыла, очищенную от подкожного жира и волосяного покрова. Образцы кожной перепонки крыла (20×5 мм) инкубировали в растворе Рингера-Кребса, содержащего ³H-пролин с радиоактивностью 0.4 мБк/мл в течение шести часов при диапазоне температур 5-40 °C. После инкубации образцов коллаген I типа экстрагировали из кожи раствором 1M NaCl (Никитин, Перский, 1977). Концентрацию коллагена в образцах рассчитывали по содержанию в них оксипролина (Stegemann, 1967). Интенсивность синтеза коллагена оценивали по удельной радиоактивности в нем ³H-пролина и ³H-оксипролина. Гидроксилирование пролина определяли по соотношению ³H-Опро/(³H-Про + ³H-Опро) после разделения радиоактивных пролина и оксипролина (Замараева, 1977). О величине поперечного связывания судили по степени растворимости свежесинтезированного коллагена в экстракционном растворе. Статистическую обработку экспериментальных результатов и оценку значимости между группами полученных данных проводили с использованием стандартных статистических методов (Иванов, 1990).

Результаты исследований, проведенных на летучих мышах, представлены на рис. 1 и 2. На рис. 1 приведена кривая, отображающая зависимость интенсивности синтеза коллагена (рис. 1, а) от температуры. Как видно, максимальная удельная радиоактивность обнаруживается при температуре 15 и 25 °C, что свидетельствует о наибольшей интенсивности синтеза коллагена при таких температурах. Первый максимум интенсивности синтеза у летучих мышей находится при 15 °C, второй – в области более высоких температур – при 25 °C. Таким образом, это свидетельствует о том, что температура непосредственно регулирует активность ферментов синтеза коллагена. Интенсивность гидроксилирования пролина (рис. 1, б) имеет в данном температурном диапазоне тоже два пика, но уже при температуре 15 и 35 °C. Максимальная степень гидроксилирования

коллагена наблюдается при 35 °С. Как известно, пролилгидроксилаза осуществляет гидроксильрование остатков пролина, степень гидроксильрования определяет, в свою очередь, зрелость, а значит, и структурную стабильность молекулы коллагена (чем больше степень гидроксильрования пролина, тем большая структурная стабильность у молекулы) (Кузнецов, 1997, 1998; Zohen, 2001). Наличие двух максимумов, по меньшей мере, может указывать на наличие у *Rhinolophus ferrumequinum* двух форм пролилгидроксилазы, работающих при соответствующих температурах.

На рис. 2 показано, что интенсивность распада коллагена (рис. 2, а) имеет максимум при 10 °С, при увеличении температуры снижается аутоколлагенолиз и минимум достигается при 35 °С. Следует отметить, что при этой температуре наблюдается интенсификация синтеза. Это говорит о том, что при более высоких температурах уменьшение аутоколлагенолиза и параллельная интенсификация синтеза будут приводить к росту коллагена в ткани и как следствие – росту ее структурной стабильности при данной температуре. Наличие одного пика может говорить о том, что, по-видимому, стадия распада коллагена представлена одной изоформой коллагеназы.

Растворимость свежесинтезированного коллагена (рис. 2, б) кожной перепонки крыла летучих мышей вида *Rhinolophus ferrumequinum* линейно понижается при увеличении температуры. Максимум растворимости наблюдается при 5 °С, а минимум – при 40 °С. Видно, что активность ферментов, обеспечивающих данные модификации коллагена, возрастает с повышением температуры. Все это ведет к росту при более высокой температуре структурной стабильности вновь синтезируемых коллагеновых образований, что указывает на изменение активности сразу нескольких посттрансляционных и постсинтетических модификаций коллагена в зависимости от температуры: изменения в молекуле относительного количества модифицированных остатков лизина и оксилизина, развития сети поперечных межмолекулярных ковалентных сшивок в надмолекулярных коллагеновых структурах соединительной ткани.

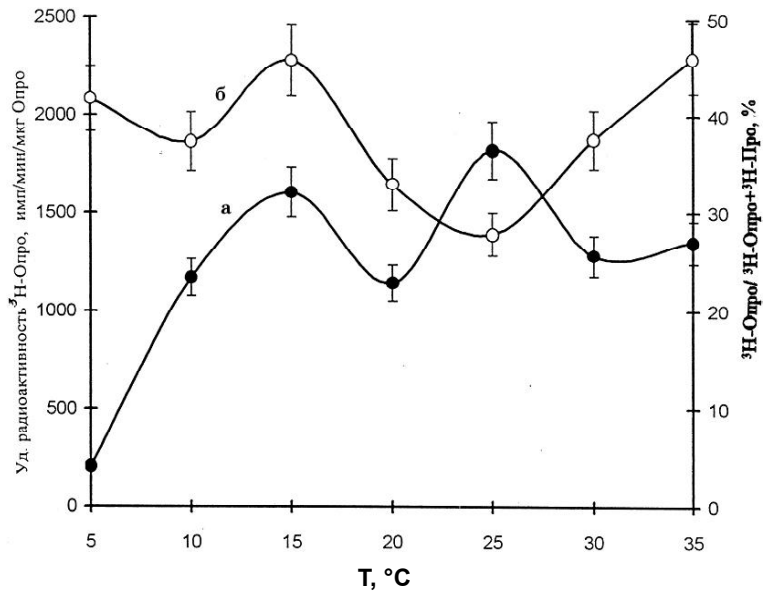


Рис. 1. Зависимость интенсивности синтеза коллагена (а) и гидроксильрования пролина (б) у летучих мышей от температуры.

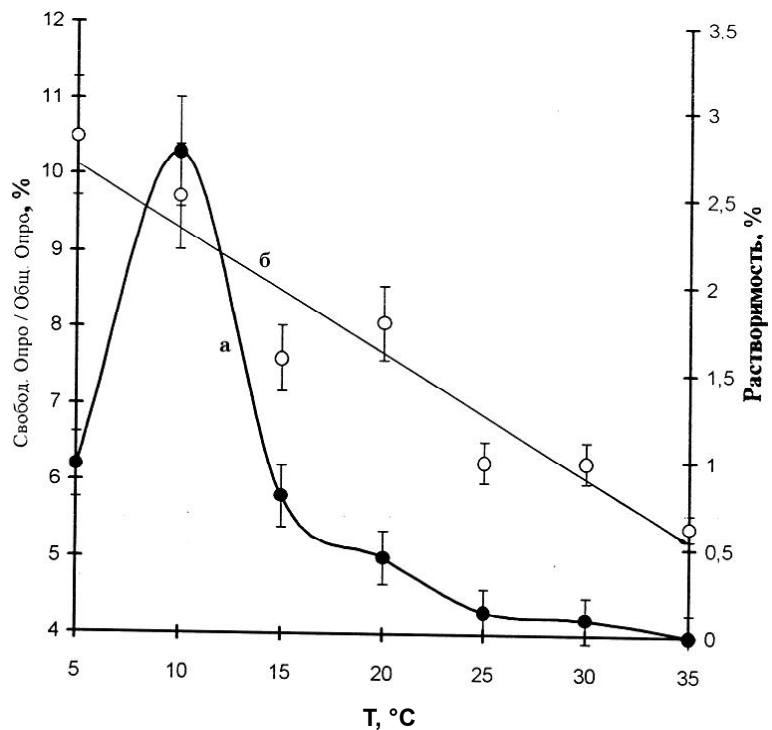


Рис. 2. Зависимость интенсивности распада коллагена (а) и растворимости свежесинтезированного коллагена (б) у летучих мышей от температуры.

Таким образом, показано, что у типичных представителей гибернантных млекопитающих летучих мышей вида *Rhinolophus ferrumequinum* могут существовать две системы синтеза и постсинтетических модификаций коллагена, адаптированных к температуре тела в состоянии спячки и бодрствования.

ЛИТЕРАТУРА

- Бурджанадзе Т.В. Филогенетический аспект стабилизации структуры коллагена: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Тбилиси, 1990. 31 с
- Замараева Т.В. Определение ^{14}C -оксипролина как метод для изучения синтеза коллагена в модельных системах // Совр. методы в биохимии. М.: Медицина, 1977. С. 265-270.
- Иванов Ю.И., Погорелюк О.Н. Статистическая обработка результатов медико-биологических исследований на микрокалькуляторах по программам. М.: Медицина, 1990. 224 с.
- Кузнецов И.В., Гарбузенко О.Б., Кузьмис Е.А. и др. Особенности обмена коллагена кожи позвоночных животных при температурной адаптации // Проблемы криобиологии, 1997. № 3. С. 27-31.
- Кузнецов І.В., Наглов О.В., Утевська Л.А. Механізми швидкої структурно-метаболічної адаптації колагену шкіри до температури // Фізіологічний журн., 1998. № 3. Т. 44. С. 295.
- Никитин В.Н., Перский Е.Э., Утевская Л.А. Возрастная и эволюционная биохимия коллагеновых структур. Киев: Наукова думка, 1977. 242 с.
- Berg R.A., Prochop D.J. The thermal transition of a nonhydroxylated form of collagen. Evidence for a role for hydroxyproline in stabilizing the triple helix of collagen // Biochem. Biophys. Res. Com., 1973. Vol. 52, № 1. P. 115-120.
- Stegemann H., Stalder K. Determination of hydroxyproline // Clin. Chem. Acta, 1967. Vol. 18, № 2. P. 267-273.
- Zohar S., Gross J. Biosynthesis and metabolism of collagen and its role in tissue repair processes // Isr. J. Med. Sci., 2001. Vol. 27, № 5. P. 537-561.

ФАУНА И ЭКОЛОГИЯ ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫХ (*HETEROPTERA*) УДОРСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КОМИ

А.Н. Зиновьева

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: zinovjeva@ib.komisc.ru

Полужесткокрылые, или клопы, – одна из многочисленных и в то же время наименее исследованных групп насекомых на европейском Севере. Экологически хорошо приспособленные к разнообразным условиям среды, клопы представлены как водными, так и наземными формами. Данные насекомые широко распространены, а их популяции в биоценозах иногда достигают большой численности. Среди представителей отряда имеются опасные вредители сельского, лесного и рыбного хозяйства, паразиты человека и животных. В этой связи изучение полужесткокрылых имеет не только научный, но и практический интерес.

Цель нашей работы – изучение эколого-фаунистических особенностей полужесткокрылых Удорского района Республики Коми.

Исследования проводились в июне 2005 г. в окрестностях поселков Междуреченск и Селэгвож Удорского района Республики Коми. По природной зональности этот район относится к подзоне средней тайги (Производительные силы, 1954). Сборы осуществлялись по общепринятой методике эколого-фаунистических исследований полужесткокрылых (Кириченко, 1957; Кержнер, Ячевский, 1964). Разделение насекомых на группы в зависимости от степени увлажнения местообитаний и определение трофических связей проведены согласно работе В.В. Нейморовца (2004). Распространение видов указывалось по каталогам *Heteroptera* Палеарктики (Aukema & Rieger, 1995, 1996, 1999, 2001). В основе зоогеографического анализа лежит схема, предложенная К. Б. Городковым (1984).

В результате исследований в окрестностях поселков Междуреченск и Селэгвож Удорского района Республики Коми было обнаружено 78 видов настоящих полужесткокры-

лых из 55 родов и 15 семейств. Впервые для Республики Коми и европейского Северо-Востока России указаны восемь новых видов клопов. Среди них подкорник *Aradus pictus* Baer., три слепняка – *Deraeocoris punctulatus* Fall., *Hoplomachus thunbergii* Fall., *Psallus graminicola* Zett. и четыре наземника – *Nysius ericae* Schill., *Microplax interrupta* Fieb., *Trapezonotus desertus* Seid., *Acompus pallipes* H.-S. В таксономическом отношении наиболее широко представлены сем. *Miridae* (35 видов) и *Lygaeidae* (11 видов), сем. *Pentatomidae* и *Gerridae* включают семь и шесть видов соответственно. Из сем. *Corixidae* отмечено четыре, *Nabidae* и *Rhopalidae* – по три вида, *Anthocoridae* состоят из двух видов, остальные семейства (*Notonectidae*, *Veliidae*, *Saldidae*, *Aradidae*, *Berytidae*, *Coreidae*, *Acanthosomatidae*) представлены лишь одним видом.

Биотопическое распределение полужесткокрылых неоднородно и зависит от многих экологических факторов, главными из которых являются температура окружающей среды, влажность и кормовая база. По типу увлажнения все виды исследуемого района можно разделить на следующие группы. К обитателям толщи воды относятся все *Corixidae* и *Notonectidae* (6.4%). Поверхностными обитателями озер, рек и временных водоемов являются *Gerridae* и *Veliidae* (9.0%). Большую часть времени эти виды держатся на поверхности воды, но могут также находиться на корягах и листьях водной и прибрежной растительности. Околоводники представлены клопом-прибрежником *Saldula saltatoria* L., встречающимся в непосредственной близости с водой, по берегам луж, ручьев (1.3%). К гигро-мезофилам относятся клопы, населяющие переувлажненные участки леса, болота, а именно *Cymus glandicolor* Hahn., *Psallus betuleti* Fall., и *Psallus graminicola* Zett. (3.8%). Мезофилы населяют открытые и затененные местообитания с умеренной степенью увлажненности, по количеству видов эта группа преобладает над остальными и включает 56 клопов (все *Anthocoridae*, *Nabidae*, большинство *Miridae*, многие *Lygaeidae* и *Pentatomidae* и другие семейства, составляющие 71.8% от общего числа видов). Мезо-ксерофилы – обитатели засушливых местообитаний, типичных сухоходольных лугов, встречающихся вдоль линии железной дороги. Здесь отмечены представители семейств *Miridae* (*Myrmecophyes alboornatus* Stal., *Hoplomachus thunbergii* Fall.), *Lygaeidae* (*Nithecus jacobaeae* Shill., виды рода *Nysius* sp.) и *Rhopalidae* (*Rhopalus parumpunctatus* Shill.) составляющие 7.7%.

Изучение характера питания клопов представляет значительный практический интерес, так как многие виды при массовом размножении могут наносить вред человеку. По пищевой специализации клопы исследованного района делятся на шесть групп. Зоофагия присуща 17 видам клопов из семи семейств (21.8%); среди водных насекомых она отмечена у *Notonecta lutea* Mull., *Microvelia reticulata* Burm., *Aguarius* sp., *Gerris* sp., *Limnoporus rufoscutellatus* Latr; облигатными хищниками из наземных форм являются *Nabis* sp., *Anthocoris nemorum* L., *Elatophilus stigmatellus* Zett., *Saldula saltatoria* L., *Deraeocoris punctulatus* L., у щитников подсемейство *Asopinae*. Зоофитофагия свойственна *Cymatia* sp., *Callicorixa* sp., *Sigara* sp., *Closterotomus fulvomaculatus* D., и *Psallus betuleti* Fall., *Ps. aethiops* Zett., *Ps. graminicola* Zett., *Ps. ambiguus* Fall, составляющим 11.5%. Клопы со смешанным типом питания наряду с растительной могут употреблять и животную пищу. Мицетофаг *Aradus pictus* Baer., семейства подкорников, питается гифами гриба трутовика окаймленного *Fomitopsis pinicola*. Фитофагия – наиболее распространенный тип питания клопов, разделяющийся по широте специализации на полифагов, широких и узких олигофагов. Полифаги питаются на растениях, относящихся к разным семействам. Эта группа включает 28 видов клопов (35.9%), среди них многие мириды – *Neottiglossa pusilla* Gmel., *Capsodes* sp., *Lygus* sp., *Chlamydatus* sp., *Stenodema* sp., *Plagiognathus* sp, лигиды – *Nysius ericae* Schill., *Nysius groenlandicus* Zett., *Cymus glandicolor* Hahn., *Eremocoris abietis* L., *Trapezonotus arenarius* L., *Rhyparochromus pini* L., ропалиды – *Corizus hyoscyami* L., *Rhopalus parumpunctatus* Schill., *Stictopleurus crassicornis* L., краевик – *Coreus marginatus* L., древесный щитник – *Elasmotethus interstinctus* L., настоящие щитники – *Dolycoris baccarum* L., *Carpocoris fuscispinus* Boh. В питании преобладают семейства бобовых и сложноцветных, однако насекомые отмечались и на розоцветных, злаковых, зонтичных, пасленовых. Широкие олигофаги употребляют растения разных родов, относящихся к одному семейству, например, олигофагия бобовых. Эта группа объединяет 13 видов (16.7%). Травяной клоп, *Monalocoris filicis* L., питается папоротниками сем.

Polypodiaceae. Злаки предпочитают *Capsus cinctus* Kol., *Leptopterna* sp., *Stenodema laevigata* L., *Trigonotylus ruficornis* Geof., *Labops sahlbergii* Fall., *Myrmecophyes alboornatus* Stel. Бобовыми питается *Berytinus clavipes* F. Сложноцветные употребляет *Microplax interrupta* Fieb. На крестоцветных культурах держится *Eurydema oleracea* L. Узкие олигофаги питаются на растениях одного рода и представлены четырьмя видами (5.1%). *Charagochilus gyllenhalii* Fall., *Polymerus unifasciatus* F., *Polymerus nigrita* Fall. встречаются на подмареннике, *Hoplomachus thunbergii* Fall. – на ястребинке. Для шести видов (7.7%) характер питания не установлен: *Macrotylus cruciatus* Sahlb., *Monosynamma bohemanni* Fall., *Nithecus jacobaeae* Schill., *Acompus pallipes* H-S., *Acompus rufipes* Wolff., *Sciocoris umbrinus* Wolf.

Полужесткокрылые, обитающие в сходных условиях среды и занимающие одинаковые экологические ниши, обладают сходными приспособительными признаками, на основании которых можно выделить следующие жизненные формы: гидро-, герпето-, дендро- и хортобионты. Сравнение таксономического состава разных экологических групп показало доминирование последней по уровню разнообразия видов, родов, семейств. Максимальное число видов-обитателей травостоя выявлено у слепняков (32), щитников (6), наземников (4), булавников и хищников-набид (3), краевиков и коленчатоусых палочковидов (1). К гидробионтам относятся все водные представители, а именно водомерки (5), гребляки (4), гладыши и вельи (1). Среди обитателей деревьев и кустарников слепняки представлены *Psallus ambiguus* Fall. и *Agnocoris rubicundus* Fall., наблюдающиеся на ивах и хвойных деревьях. Хищники-крошки включают *Anthocoris nemorum* L. и *Elatophilus stigmatellus* Zett., распространенные на лиственных. *Aradus pictus* Baer. предпочитает ели, *Elasmotherus interstinctus* L. и *Rhacognathus punctatus* L. встречаются на ивах и березах. Среди полужесткокрылых-герпетобионтов обнаружены типичные представители, населяющие поверхность почвы, а именно околотовные прыгуны и собственно наземники.

Географический анализ гемиптерофауны исследуемого района показал преобладание видов температурной широтной группы (62.8 %), включающей следующие семейства *Miridae* (24 вида), *Corixidae*, *Lygaeidae*, *Pentatomidae* (4), *Nabidae* (3), *Gerridae* и *Anthocoridae* (2), *Notonectidae*, *Veliidae*, *Berytidae*, *Rhopalidae*, *Aradidae* и *Acanthosomatidae* (1), большинство видов которой широко распространено в таежной зоне. Полизональных видов несколько меньше (34. 6%), среди них отмечены *Miridae* и *Lygaeidae* (по шесть видов), *Gerridae* (4), *Pentatomidae* (3), *Rhopalidae* (2), *Saldidae* и *Coreidae* (1). Доля бореальных видов невелика и составляет всего лишь 1.3%, этот тип ареала характерен для *Stenodema trispinosa* Reut. и *Eremocoris abietis* L. По численности видов среди долготных групп в фауне клопов преобладают голарктическая (29.5%), трансевразийская (28.3%) и транспалеарктическая (15.4%) группы, причем последняя имеет несколько меньший уровень видового разнообразия, нежели предыдущие. В первом случае отмечены *Miridae* (16 видов), *Nabidae* и *Lygaeidae* (2), *Gerridae*, *Saldidae* и *Acanthosomatidae* (1), составляющие в основном ядро гемиптерофауны района. Среди видов с трансевразийским типом распространения ареала преобладают *Miridae* (11 видов), *Corixidae*, *Lygaeidae*, *Pentatomidae* (2), *Gerridae*, *Veliidae*, *Anthocoridae*, *Berytidae*, *Rhopalidae* (1), также часто встречающиеся в таежной зоне. Транспалеаркты представлены относительно небольшим числом видов из типичных семейств *Lygaeidae* (5 видов), *Gerridae*, *Pentatomidae* (2), *Miridae*, *Coreidae*, *Rhopalidae* (1). Мультирегиональный комплекс (7.6%) включает в себя виды, встречающиеся не только в Палеарктике и Неарктике, но и других зоогеографических областях. Этот тип ареала типичен для *Aguarius paludum* F., *Lygus gemellatus* H-S. и *L. pratensis* L., *Microplax interrupta* Fieb., *Coriuz hyoscyami* L. и *Zicrona caerulea* L. Доля евро-сибирских видов, объединяющих евро-ленскую и евро-байкальскую группы, невелика (10.3%). Первая образована видами, отделенными от Пацифики узкой полосой вдоль Охотского и Японского морей, этот тип ареала характерен для *Eremocoris abietis* L., *Sigara semistriata* Fieb., *S. distincta* Fieb., *Notonecta lutea* Mull., *Nabis brevis* Scholtz., *Elatophilus stigmatellus* Zett. Вторая группа представлена *Sciocoris umbrinus* Wolf., *Carpocoris fuscispinus* Boh., широко распространенными в Европе, но их ареал в Сибири постепенно сужается и ограничивается Байкалом. Собственно европейский ареал присущ *Aradus pictus* Baer. Такие

виды, как *Psallus ambiguus* Fall. и *Hoplomachus thunbergii* Fall., имеют евро-уральско-кавказский тип ареала, широко распространены в европейской части России до Урала.

Таким образом, фауна полужесткокрылых Удорского района Республики Коми включает 78 видов из 55 родов и 15 семейств. Впервые для Республики Коми и европейского Северо-Востока России указаны восемь новых видов. В таксономическом отношении полнее представлены *Miridae* (35) и *Lygaeidae* (11), в остальных семействах число видов колеблется от одного до семи. Питание полужесткокрылых довольно разнообразно и включает зоофагию, зоофитофагию, фитофагию и мицетофагию. Гемиптерофауна исследованного района состоит в основном из температурных видов трансевразийского (28.21%) и голарктического распространения (21.79%) и имеет ярко выраженный мезофильный характер (71.8%).

ЛИТЕРАТУРА

- Городков К.Б. Ареалы насекомых европейской части СССР. Атлас. Карты 119-221. Л., 1984. С. 3-20.
- Кержнер И.М., Ячевский Т.Л. Определитель насекомых европейской части СССР. М., 1964. Т. 1. 659 с.
- Кириченко А.Н. Методы сбора настоящих полужесткокрылых и изучение местных фаун. М., 1957. 122 с.
- Нейморовец В.В. Полужесткокрылые (Heteroptera) северо-западного Кавказа: Автореф. дис. ... к.б.н. СПб., 2004. 28 с.
- Производительные силы Коми АССР. М., 1954. Т. 3. 243 с.
- Aukema & Rieger (edit.). Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. 1995. Vol. 1. 222 p.; 1996. Vol. 2. 361 p.; 1999. Vol. 3. 577 p.; 2001. Vol. 4. 346 p. Netherlands Entomological Society.

ДЕМУТАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ПОСЛЕ ПОРОЕВ КАБАНОВ НА ПОЙМЕННЫХ ЛУГАХ В УСЛОВИЯХ ЗАПОВЕДНОГО РЕЖИМА

Т.В. Иванова

Марийский государственный университет,
Государственный природный заповедник «Большая Кокшага»
E-mail: ecology@marsu.ru

В настоящее время для заповедных территорий одной из наиболее существенных проблем становится зарастание луговых сообществ, их постепенная трансформация в лесные сообщества. Эти процессы обусловлены отсутствием антропогенного влияния – пастбища скота и сенокосения, при которых неизбежно выпадение отдельных видов растений луговой и опушечной эколого-ценотической группы (ЭЦГ). Отсюда – необходимость изучения зоогенных факторов, препятствующих в той или иной степени данному процессу. Одним из наиболее мощных средообразователей на внутриценотическом уровне организации луговых сообществ является кабан (*Sus scrofa* L.). Порои, создаваемые животными этого вида, определяют неоднородность и динамические процессы в напочвенном покрове растительных сообществ.

Для сукцессионных преобразований растительного покрова значимее следующие особенности поведения кабанов: 1) формирование пороев среди сомкнутого травяного покрова с созданием свободных от растительности участков, необходимых для приживания конкурентно слабых растений; 2) использование кормной территории по «переложной» системе, при которой порои оставляются на неопределенное время, что связано с уменьшением их кормности. Все это определяет циклическое развитие пятен растительности на пороях и их пространственное перераспределение в пределах ценоза (Евстигнеев и др., 1999).

Цель работы – охарактеризовать демутационные процессы в пойменных луговых фитоценозах после пороев кабанов в условиях заповедного режима.

В качестве модельного объекта был выбран злаково-разнотравный пойменный в центральной пойме р. Большая Кокшага. В составе лугового ценоза выявлено 63 вида растений, средняя видовая насыщенность составляет 11 видов на 1 м². Доминанты сообщества – *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim, *Heracleum sibiricum* L., *Carex lachenalii* Schkuhr.

В исследуемом сообществе проводили стандартные геоботанические описания, обработка которых проводилась по диапозонным шкалам Д.Н. Цыганова (1983) в программном комплексе «Ecoscale» (Жомаров и др., 1991). Луговой ценоз характеризуется достаточно широкими диапозонами экологических условий: увлажнение – от лугово-степного до влажно-лесолугового, от слабо до умеренно переменного, почвы – от небогатых до богатых, от бедных до достаточно обеспеченных азотом, от кислых до слабокислых.

Для выяснения тенденций развития микрогруппировок растительности подбирали разновозрастные порою. Возраст пороев определяли визуально по степени проективного покрытия и возрастному состоянию растений. Были выделены следующие стадии: 1) свежие порою; 2) порою двух-трехлетней давности; 3) старые порою.

Свежие порою. Отличаются незначительным проективным покрытием растительности (10-15%) и разрыхленной почвой. На таких участках нами зарегистрировано увеличение показателей флористического разнообразия. Общее число видов составляет 29, средняя видовая насыщенность – 12 видов на 1 м².

Только на свежих пороях произрастают виды боровой (*Sedum acre* L, *Potentilla argentea* L.), лугово-степной (*Potentilla heptaphylla* L.), нитрофильной (*Artemisia vulgaris* L.), околотовой (*Polygonum amphibium* L.), бореально опушечной (*Artemisia absintium* L.) и луговой (*Plantago media* L., *Pimpinella saxifraga* L., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth.) ЭЦГ. Отсутствие данных видов в исследуемом ценозе позволяет предположить два возможных источника их появления: 1) семенная инвазия; 2) накопление жизнеспособных семян в почве и их прорастание после зоогенных нарушений растительного покрова. Этому, в свою очередь, способствуют следующие биологические особенности: высокая семенная продуктивность, возможность диаспор длительное время сохранять жизнеспособность, растянутый период их прорастания.

Среди видов растений, отмеченных только на свежих пороях, *Sedum acre*, *Potentilla heptaphylla*, *Artemisia vulgaris* являются либо стеновалентными, либо гемистеновалентными по отношению к фактору освещенности, предпочитая хорошо освещенные местообитания (Жукова, 2004). К этой же группе принадлежат наиболее обильные на свежих пороях виды – *Linaria vulgaris* Mill., *Festuca pratensis* Huds., *Leucanthemum vulgare* Lam.

На свежих пороях увеличивается доля видов с резко выраженной эксплерентной стратегией, реагирующих таким образом на появление свободного пространства. Кроме того, существенно изменяется соотношение ценотической значимости видов разных типов стратегий. В сомкнутых группировках доминирование принадлежит конкурентным видам – *Rumex acetosa* L., *Deschampsia cespitosa*, *Heracleum sibiricum*, а на свежих пороях – реактивным, к которым принадлежат *Artemisia absintium*, *Linaria vulgaris* Mill., *Leucanthemum vulgare*. Перечисленные виды являются слабо конкурентноспособными, их существование в ценозе зависит от нарушения травяного покрова.

Свежие порою характеризуются экологическим режимом, благоприятным для приживания проростков, экологические пределы толерантности которых уже, чем для взрослых особей (Евстигнеев и др., 1999). Здесь преобладают особи прегенеративного периода семенного происхождения. Популяции на свежих пороях можно охарактеризовать как инвазионные.

Из вышесказанного можно заключить, что свежие порою кабанов являются одним из условий для существования в луговом ценозе светолюбивых реактивных видов. Наличие свободного пространства обеспечивает возможность семенной инвазии растений.

Стадия пороев двух-трехлетней давности отличается снижением показателей флористического разнообразия, что определяется выпадением некоторых видов: *Alopecurus pratensis* L., *Leucanthemum vulgare*, *Pimpinella saxifraga*, *Plantago media*. Видовое разнообразие составляет 20 видов, средняя видовая насыщенность – десять видов на 1 м².

Кроме того, уменьшается доля реактивных видов с одновременным увеличением проективного покрытия толерантных видов растений – *Glechoma hederacea* L., *Lysimachia nummularia*. Общее проективное покрытие достигает 30-60%.

Возможность семенной инвазии на двух-трехлетних пороях резко сокращается, что обусловлено увеличением проективного покрытия растений и накоплением ветоши. Кроме того, здесь снижается вероятность приживания проростков из-за увеличения конкуренции, изменения условий освещенности в сторону ее уменьшения.

Стадия старых пороев отличается практически полным проективным покрытием – до 80-100%. Видовая насыщенность составляет девять видов на 1 м², общее число отмеченных видов – 18. На этих пороях возрастает ценотическая роль отдельных видов растений – *Deschampsia caespitosa*, *Filipendula ulmaria*, *Heracleum sibiricum*, *Carex lachenalii*.

Таким образом, на ценотическом уровне организации луговых сообществ, благодаря трофической деятельности кабанов, непрерывно формируются демутационные ряды развития растительности: от группировок однолетних растений на свежих пороях через группировки многолетних реактивных и толерантных видов на двух-трехлетних пороях до зарослей конкурентных видов на старых пороях. Роль конкурентных видов проявляется в постепенном вытеснении реактивных и толерантных растений на пороях. Такие циклические микросукцессии являются одним из механизмов поддержания видового разнообразия за счет пространственного перераспределения пятен травяного покрова с доминированием видов разных типов поведения в пределах сообщества (Евстигнеев и др., 1999).

Однако это возможно только при отсутствии внедрения древесных видов растений в луговые ценозы, чему способствует антропогенное влияние – сенокошение и выпас скота. Так как в настоящее время в заповеднике наблюдаются процессы залесения лугов, считаем правомерным предположить, что при зарастании луговой растительности лесной в условиях заповедного режима даже при переложной системе использования кормных мест кабанам будут проходить однонаправленные сукцессии в сторону образования лесных сообществ.

Такого же мнения придерживаются отдельные авторы (Восточноевропейские..., 1994), считая, что копытные, в частности кабаны, в отличие от зубров не способны поддерживать светолюбивую флору и фауну в связи со значительно меньшими размерами и не выраженной стадностью. В качестве механизмов адаптации реактивных видов растений на популяционном уровне, обеспечивающих их постоянное присутствие в растительном сообществе либо в активном (в составе травостоя), либо в пассивном (в виде жизнеспособных диаспор в почве) состоянии, на данном этапе сукцессий можно отметить высокую семенную продуктивность, способность диаспор длительное время сохранять жизнеспособность, растянутый период их прорастания.

Автор благодарит д.б.н., проф., Заслуженного деятеля науки РФ Л.А. Жукову за обсуждение материала и ценные советы. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 04-04-49152.

ЛИТЕРАТУРА

- Восточноевропейские широколиственные леса / Р.В. Попадюк, А.А. Чистякова, С.И. Чумаченко и др.; под ред. О.В. Смирновой. М.: Наука, 1994. 364 с.
- Евстигнеев О.И., Коротков В.Н., Браславская Т.Ю. Кабан и циклические микросукцессии в травяном покрове широколиственных лесов // Биогеоценотический покров Неруссо-Деснянского Полесья: механизмы поддержания биологического разнообразия. Брянск, 1999. С. 131-143.
- Жукова Л.А. Оценка экологической валентности видов основных эколого-ценотических групп // Восточноевропейские леса. История в голоцене и современность. М.: Наука, 2004. С. 256-270.
- Комаров А.С., Ханина Л.Г., Зубкова Е.В. О компьютерной реализации наиболее трудоемких методов обработки геоботанических описаний // Биол. науки, 1991. № 8. С. 45-51.
- Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М., 1983. 196 с.

АНАЛИЗ ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ МОРСКИХ ВОДОРΟΣЛЕЙ, ПРИУРОЧЕННЫХ К РАЗЛИЧНЫМ МЕСТООБИТАНИЯМ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ОСТРОВА ЖИЖГИНСКИЙ (БЕЛОЕ МОРЕ)

Н.А. Иевлева

Институт экологических проблем Севера УрО РАН

E-mail: ievleva_n@mail.ru

Благодаря разнообразию жизненных форм, ярусной структуре фитоценозов и эпифитизму, присущему морским водорослям, макрофиты занимают любую освобождающуюся экологическую нишу и формируют такой покров, в котором слоевища часто переплетаются и покрывают друг друга. Эти заросли занимают всю прибрежную зону в виде сплошного ковра, прерывающегося лишь в местах с неблагоприятными условиями (илистые, песчано-илистые или песчаные грунты; высокая взмученность воды).

Исследования состава жизненных форм макрофитов проводились в прибрежной зоне о-ва Жижгинский (Белое море). Для района исследования характерны слабо защищенные участки побережья с хорошей аэрацией, сильные течения, мелководья, небольшой уклон дна, сравнительно высокая соленость в летний период (около 26-27 промилле) и небольшая взмученность воды. На литорали здесь можно выделить преимущественно песчано-каменистые и каменисто-песчаные фации (рис. 1; Калугина, 1958). В прибрежной зоне острова есть участки с песчано-илистыми грунтами и пологим дном (губы Кислая и Ливтеиха). Кроме того, имеются участки с валунной литоралью (рис. 2). Верхний и средний горизонты преимущественно лишены водорослей. Только в нижнем горизонте встречаются фукусовые водоросли. В нашей работе была исследована сублитораль с песчано-каменистым дном.

Полевые исследования проводились в августе 2003 г., было отобрано 36 качественных проб.

На основании собранного материала для анализа жизненных форм макрофитобентоса мы использовали систему жизненных форм Ж. Фельдмана (Feldmann, 1937, цит. по: Петров, 1974) и классификацию согласно функциональной морфологии водорослей (Виноградова, 1990).

Ж. Фельдман создал классификацию биологических типов бентосных водорослей на основе продолжительности жизни, способа переживания неблагоприятных условий и формы слоевища. Для построения своей системы жизненных форм он использовал те же принципы, что и Раункиер для наземных растений. Группы у Фельдмана называются так же, как у Раункиера. Он разделил водоросли на две большие группы – однолетние и многолетние. К однолетним отнесены виды, встречающиеся в течение всего года, и виды, встречающиеся часть года. Группу многолетних водорослей он разделил на виды, у которых слоевище сохраняется целиком в течение всего года (виды рода *Fucus*, *Ascophyllum nodosum*), и виды, сохраняющие за этот период только часть слоевища (ламинарии). В 80-х гг. XX в. в морской альгологии была разработана классификация жизнен-



Рис. 1. Остров Жижгинский. Песчано-каменистая (галечная) литораль.

Рис. 2. Остров Жижгинский. Валунная литораль.



ных форм, в основе которой лежит такой признак, как площадь поверхности слоевища. В соответствии с ней выделены тонконитчатые, тонколистовидные, грубоцилиндрические, толстопластинчатые, членистые известковые и корковые формы макрофитов. Каждая из этих групп объединяет водоросли с определенной величиной удельной поверхности слоевища, хотя и разной морфологии.

На побережье о-ва Жижгинский макрофиты представлены в основном однолетними тонконитчатыми и тонколистовидными формами (50.77%); эпифитов – 15.39% от общего числа видов. Многолетние грубоцилиндрические, толстопластинчатые, членистые известковые и корковые формы составляют 33.85%.

На литорали список водорослей в целом включает 29 видов. Так, верхний горизонт на песчано-каменистой литорали представлен однолетними тонконитчатыми и тонколистовидными водорослями: *Cladophora sericea*, *Monostroma grevillei*, *Enteromorpha prolifera* (рис. 1). В среднем и нижнем горизонтах среду обитания определяют фанерофиты (многолетние водоросли сем. *Fucaceae*) с грубоцилиндрическим слоевищем – *Fucus vesiculosus*, *Fucus distichus* и *Ascophyllum nodosum*. Под пологом фукоидов и эпифитно на них растут многочисленные виды зеленых, бурых и красных водорослей, имеющих тонконитчатую, тонколистовидную, грубоцилиндрическую, толстопластинчатую и корковую форму таллома (*Cladophora rupestris*, *Acrosiphonia arcta*, *Monostroma grevillei*, *Enteromorpha prolifera*, *Pilayella littoralis*, *Pilayella varia*, *Ectocarpus fasciculatus*, *Petalonia fascia*, *Ralfsia deusta*, *Porphyra abyssicola*, *Rhodomela confervoides*, *Cystoclonium purpureum*, *Dumontia contorta* и др.) (рис. 3-4).

В верхнем и среднем горизонтах каменисто-песчаной литорали растут однолетние тонконитчатые и тонколистовидные водоросли: *Cladophora sericea*, *Spongomorpha aeruginosa*, *Monostroma grevillei* и *Enteromorpha prolifera*. В нижнем горизонте на редких камнях встречаются *Fucus vesiculosus* и *F. distichus*. На мягком грунте, на камнях под фукоидами и эпифитно друг на друге растут однолетние водоросли с тонконитчатой, тонколистовидной и грубоцилиндрической формами слоевища (*Cladophora sericea*, *Spongomorpha aeruginosa*, *Stictyosiphon tortilis*, *Dictyosiphon hispidus*, *Eudesme virescens*), микроскопические эпифиты (*Pringsheimiella scutata*, *Bolbocoleon piliferum*) (рис. 5-6).

В губах Кислой и Ливтеиха растительность не столь разнообразна, и на литорали представлена главным образом зелеными водорослями с тонконитчатыми и тонколистовидными талломами (*Enteromorpha prolifera* и *Monostroma grevillei*, *Cladophora rupestris*), которые располагаются отдельными пятнами

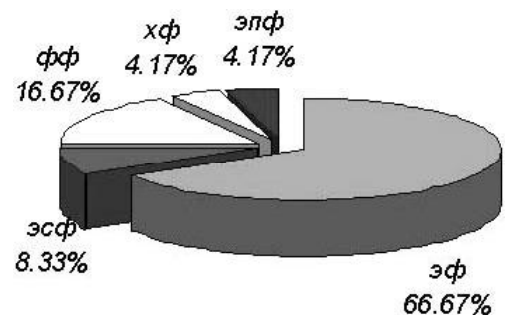


Рис. 3. Спектр жизненных форм водорослей на песчано-каменистой литорали (по классификации Фельдмана): эф – эфемерофиты; эсф – эклипсиофиты; фф – фанерофиты; хф – хамефиты; эпф – эпифиты.

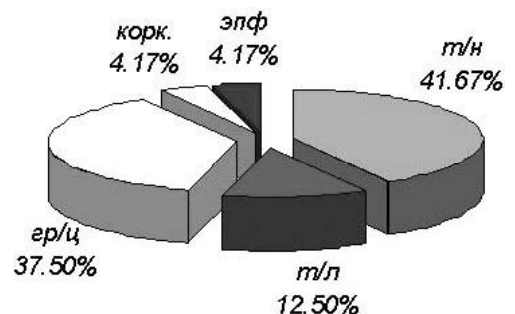


Рис. 4. Спектр жизненных форм водорослей на песчано-каменистой литорали (функциональная морфология): т/н – тонконитчатые; т/л – тонколистовидные; гр/ц – грубоцилиндрические; корк. – корковые; эпф – эпифиты.

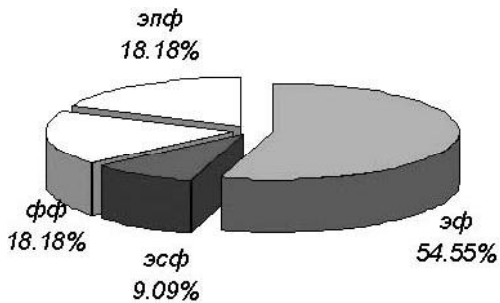


Рис. 5. Спектр жизненных форм водорослей на каменисто-песчаной литорали (по классификации Фельдмана): эф – эфемерофиты; эсф – эклипсиофиты; фф – фанерофиты; эпф – эпифиты.

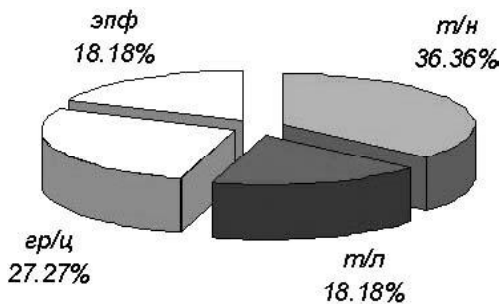


Рис. 6. Спектр жизненных форм водорослей на каменисто-песчаной литорали (функциональная морфология): т/н – тонконитчатые; т/л – тонколистовидные; гр/ц – грубоцилиндрические; эпф – эпифиты.

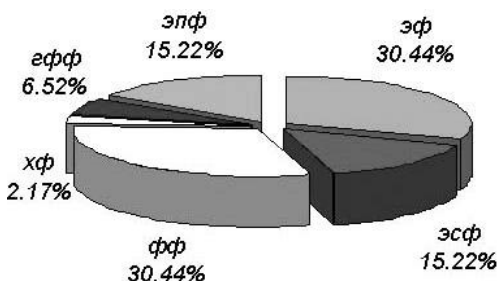


Рис. 7. Спектр жизненных форм водорослей в сублиторали (по классификации Фельдмана): эф – эфемерофиты; эсф – эклипсиофиты; фф – фанерофиты; хф – хамефиты; гфф – гемифанерофиты; эпф – эпифиты.

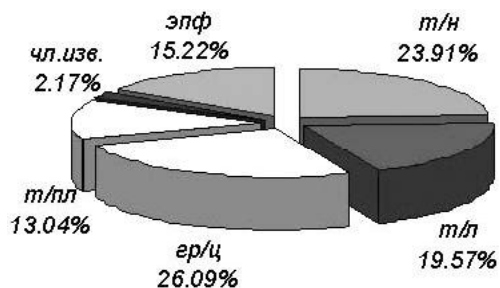


Рис. 8. Спектр жизненных форм водорослей в сублиторали (функциональная морфология): т/н – тонконитчатые; т/л – тонколистовидные; гр/ц – грубоцилиндрические; т/пл – толстопластинчатая; чл. изв. – членистые известковые; эпф – эпифиты.

(небольшими куртинками). Но и здесь (в нижнем горизонте) можно встретить многолетние водоросли с грубоцилиндрическим талломом. Это отдельные особи *Fucus vesiculosus* и *Fucus distichus*, имеющие мелкие размеры и цепляющиеся своими подошвами за камни, замываемые песком или илом.

Растительность верхней сублиторали (0.5-6 м) представлена большим видоразнообразием макрофитов (46 видов). Спектр жизненных форм включает однолетние водоросли с тонконитчатой, тонколистовидной и грубоцилиндрической формами слоевища (*Cladophora rupestris*, *Acrosiphonia sonderi*, *Ulvaria obscura*, *Pilayella varia*, *Chorda filum*, *Polysiphonia arctica*, *Porphyra miniata*, *Cystoclonium purpureum* и др.), а также – многолетние грубоцилиндрические, толстопластинчатые, членистые известковые и корковые виды (*Sphacelaria plumosa*, *Fucus serratus*, *Laminaria digitata*, *Laminaria saccharina*, *Corallinaceae*, *Corallina officinalis*, *Fimbrifolium dichotomum*, *Ptilota plumosa*, и др.). Кроме того, в это флористическое разнообразие входят эпифиты (*Chlorochytrium inclusum*, *Audouinella efflorescens*, *Antithamnionella floccosa*, *Scagelia pylaisei*) (рис. 7-8).

Таким образом, на литорали и в сублиторали преобладают однолетние мелкоталломные водоросли. На песчано-каменистой литорали в среднем и нижнем горизонтах среду обитания формируют фанерофиты с грубоцилиндрическим слоевищем (*Fucus distichus*, *Fucus vesiculosus* и *Ascophyllum nodosum*). На каменисто-песчаной и песчано-илистой литорали сплошные заросли макрофитов не отмечены и средообразующие виды выделить не удалось. Здесь сообщества однолетних водорослей расположены отдельными пятнами (это вид *Enteromorpha prolifera*; среди ее зарослей встречаются *Monostroma grevillei*, *Cladophora sp.* и *Spongomorpha aeruginosa*), а многолетние приурочены к редким камням, как открытым, так и замываемым песком или илом (главным образом *Fucus distichus* и *Fucus vesiculosus* мелких размеров). В верхней сублиторали эдификаторами выступают гемифанерофиты с толстопластинчатым талломом (*Laminaria saccharina*, *Laminaria digitata*).

ЛИТЕРАТУРА

- Виноградова К.Л. Проблема жизненных форм у морских бентосных водорослей // Бот. журн., 1990. Т. 75. № 4. С. 454-461.
- Калугина А.А. Состав и распределение водорослей у берегов Соловецкого архипелага // Бот. журн., 1958. Т. 43. № 2. С. 270-277.
- Петров Ю.Е. Принципы выделения жизненных форм у морских водорослей // Новости сист. низш. раст., 1974. Т. 11. С. 19-28.
- Feldmann J. Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée. La côte d'Albères. – Rev. algol., 1937. № 10.

РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА ДОРОГ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Л.Н. Истомина

Сыктывкарский госуниверситет, Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: istomina@ib.komisc.ru

Влияние транспорта – наиболее распространенное нарушение зональных растительных сообществ тундр, проявляющееся в механическом повреждении растительного покрова.

Цель настоящей работы – изучение растительности дорог в условиях горных тундр Приполярного Урала. Для выполнения цели поставлены следующие задачи: определить особенности видового состава и структуры растительных сообществ дорог с различной степенью антропогенной нагрузки; оценить устойчивость компонентов естественных фитоценозов горной тундры к механическому воздействию; выявить факторы, способствующие восстановлению растительного покрова в условиях горных тундр Приполярного Урала. Полевые работы проведены в июле 2005 г. в горнотундровом и гольцовом поясах Приполярного Урала (высота над ур. м. – 600-1100 м), северной части национального парка «Югыд ва», в окрестностях оз. Большое Балбанты. Исследованы растительные сообщества обочины и межколеяного пространства грунтовой дороги вдоль оз. Большое Балбанты, используемой как туристический маршрут, грунтовой дороги, ведущей к штольням по добыче кварца на горе Баркова, в местах проезда оленеводов (ворга) и зимней вездеходной дороге в подножии хр. Малдынырд.

Естественная растительность в районе работ представлена пятнистыми тундрами, занимающими вершины холмов, склоновыми ерниками, ивняковыми сообществами, приуроченными к понижениям в рельефе, луговинами в руслах ручьев, рек, озер – в поясе горных тундр; курумами с пятнистой тундрой в гольцовом поясе. Дороги расположены на возвышениях для предотвращения размыва и улучшения их проходимости в зимнее время. Вследствие чего естественными фитоценозами, подвергающимися воздействию транспорта, являются пятнистые тундры и ерники.

Всего в сообществах дорог нами зарегистрировано 88 видов сосудистых растений, относящихся к 50 родам, 23 семействам, более 30 видов мхов и лишайников. Флора дорог включает большую часть флоры антропогенных местообитаний данного района, в которой отмечено 127 видов сосудистых растений из 77 родов, 32 семейств, свыше 70 видов мхов и лишайников. Ведущими семействами являются *Poaceae*, *Asteraceae*, *Salicaceae*, доминируют злаки (*Poa*, *Calamagrostis*, *Festuca*), виды родов *Lusula*, *Carex*. В растительном покрове ворги, наиболее близком к естественным фитоценозам, в основном представлено семейство *Ericaceae*, меньше доля семейств *Poaceae*, *Juncaceae*, по сравнению с сообществами грунтовых дорог.

Дороги представляют собой накатанную поверхность, расчищенную от крупных камней, которые образуют своеобразный бортик обочины, отсыпка дороги проведена только для выравнивания приручьевых понижений. Это позволяет считать, что в межколеяном пространстве древесные виды (*Betula nana* L., *Ledum decumbens* (Ait.) Lodd. ex Steud., *Empetrum hermaphroditum* Hagerup, *Salix nummularia* Anderss.) сохранились от первоначальной растительности. На обочины эти же виды могут переходить с ненарушенного сообщества придорожной части.

Общее проективное покрытие (ОПП) на горной дороге, по которой регулярно проезжает тяжелая техника, менее 1%. Лишь на обочине встречаются единичные растения. В более увлажненных экотопах (микронизациях и приручьевых участках) отмечены обрастания *Polytrichum ssp.*, криптогамные корочки (протонема мхов и почвенные водоросли). На кварцевом песке, по которому течет ручей (участок дороги выше действующей штольни), ОПП составляет 20%, из них до 5% приходится на долю травянистых растений и мхов, 15 – проективное покрытие (ПП) криптогамных корочек. Единично наблюдаются *Calamagrostis sp.*, *Salix phylicifolia* L., *Betula nana*. Также интенсивность зарастания зависит от размера частиц обломочного материала, являющегося субстратом для ра-

стений, и наличия достаточного количества мелкозема. На крупном щебне (диаметром свыше 10 см) растения практически отсутствуют – ОПП менее 5 % (2 % – мхи, до 2 – травы, есть криптогамные корочки). Доминируют *Polytrichum alpinum* Hedv., *Eriophorum* sp., единично встречаются *Carex arctisibirica* (Jurtz.) Czer., *Hierochloë alpina* (Sw.) Roem. & Schult., *Lusula confusa* Lindeb., *Salix phylicifolia*, *Betula nana*. На более мелком щебне (менее 5 см) ПП возрастает до 40 % (25 % – криптогамные корочки, 15 – мхи, 5-7 – травы). Доминируют те же виды, но добавляются новые: *Juncus trifidus* Lindeb., *Empetrum hermaphroditum*, *Ledum decumbens*, *Salix glauca* L., *Diapentzia lapponica* L., *Harrimanella hypnoides* (L.) Cov., появляются лишайники – *Flavocetraria nivalis* (L.) Kärnefelt & Thell, *Fl. cucullata* (Bellardi) Kärnefelt & Thell.

На малоиспользуемых дорогах (вдоль оз. Большое Балбанты, на горе Баркова выше действующей штольни) напочвенный покров развитее, причем его ОПП на обочине выше, чем в межколежном пространстве, находящемся на том же уровне (30 и 20% соответственно). Максимальное отмеченное нами ОПП межколежного пространства 50, обочины – 60%. Среднее число видов на площади 10 м² – 10-12. Более заселенными участками являются подножие склона обочины дороги, микропонижения в межколежном пространстве, мхи образуют разрастания вокруг крупных камней. Доминируют злаки (*Festuca ovina* L., *Poa pratensis* L., *Hierochloë alpina*), мхи *Ptilidium* ssp., *Polytrichum commune* Hedv., *P. piliferinum* Hedv. и *P. juniperinum* Hedv.

Изучение растительного покрова грунтовых дорог важно в плане прогнозирования зарастания сильно нарушенных сообществ ерника и пятнистой тундры при сохранении островков первичной растительности. Для оценки устойчивости тундровых фитоценозов к механическому воздействию исследованы зимняя дорога и места проезда оленеводов.

На территории, испытывающей воздействие от проезда тяжелой техники в зимнее время, структура и видовой состав растительных сообществ за счет защиты снежного покрова сохраняются, но кустарниковый ярус, представленный карликовой березкой и видами ив, более угнетен по сравнению с ненарушенными сообществами. На фоне растений отчетливо выделяются крупные камни, отмечено сокращение площади, занятой лишайниками-эпилитами, что также является признаком механического воздействия.

На ворге образуются продольные следы от полозьев саней (нарт), выделяется межколежное пространство, на котором в большей степени, чем в колеях сохраняется первичная растительность. ОПП межколежного пространства ворги в пятнистой тундре составляет 60, в ернике – до 80, в ивняке – 90%. При прогоне оленей максимально повреждается пятнистая тундра, которая приурочена к сухим возвышенным местам, намного меньше – ивняки и луговины вдоль ручьев (рис. 1). Так как это влажные места, то здесь значительно меньше проявляется механическое воздействие полозьев, хотя и образуются колеи, где во время дождя скапливается вода. Ивняки отличаются большим восстановительным потенциалом: на площади 25 м² произрастает более 40 видов (в ернике и пятнистой тундре – порядка 20), растительный покров восстанавливается за счет растений, характерных для данных экотопов, незначительное проникновение других видов обусловлено спецификой местообитания.

Доля лишайников в напочвенном покрове больше в ернике лишайниково-моховом, чем в пятнистой тундре – в конкретном случае проявляется защитная способность кустарника *Betula nana*. При большей нагрузке на сообщества ерника карликовая березка замещается ивами, характеризующимися большей скоростью роста. При сохранении черт естественной растительности на ворге увеличивается доля вегетативно подвижных видов (злаков, осок, ожик).

Для сравнения сходства видового состава исследуемых экотопов нами использован качественный коэффициент сходства Сьеренсена-Чекановского (K_{sc}), рассчитанный в программном модуле «Graphs» (Новаковский, 2004). Установлено, что сообщества грунтовых дорог сходны между собой (рис. 2). Сообщества ворги и грунтовых дорог имеют невысокие коэффициенты сходства, что объясняется большим сохранением естественной растительности в местах проезда оленеводов. Низкий K_{sc} (32-33%) между экотопами ворги связан с тем, что исследовались нарушенные участки разных типов естественных сообществ: ерника, пятнистой тундры и ивняка.

На плеяде Терентьева (рис. 3), построенной с применением того же коэффициента, видно, что сообщества менее используемой горной дороги вдоль оз. Большое Балбанты отличаются значительным видовым богатством по сравнению с дорогой на гору Баркова. Это может быть связано как с антропогенным фактором (интенсивностью механического воздействия), так и естественными причинами: дорога на гору Баркова расположена преимущественно в гольцовом поясе, который отличается меньшим видовым разнообразием, чем горные тундры.

Для территории равнинных тундр в условиях вечной мерзлоты отмечено, что уже при однократном проезде гусеничной техники по ерниково-моховой тундре нарушается целостность мохового покрова, сильно повреждаются кустарники и кустарнички (Биологическая рекультивация..., 1992). Большей устойчивостью обладают ерниковые сообщества, самые сильные нарушения почвенно-растительного покрова происходят на заболоченных участках, где протаивает многолетняя мерзлота, развиваются эрозионные процессы (Сумина, 1992; Гладков, 1988). В тундровых ивняках и луговинах воздействие транспорта приводит к застою увлажнению в колеях, заболачиванию территории, но пятна грунта быстро покрываются растительностью (Структурно-функциональная..., 1994). По данным Б.И. Груздева (1987), переход к естественному типу растительности на антропогенных экотопах Большеземельской тундры после прекращения воздействия намечается через 15 лет, по мнению О.А. Дружининой, смена травянистых группировок мохово-кустарничковыми сообществами длится до 30 лет (Антропогенная динамика..., 1995).

По нашим данным, при механическом воздействии на растительный покров горных тундр Приполярного Урала происходит изменение структуры сообществ: на грунтовых дорогах доминируют травянистые растения, на ворге, испытывающей минимальное антропогенное воздействие, в основном сохраняются кустарники и кустарнички, лишайники. Виды, активно заселяющие дорожные экотопы разной степени нагрузки – представители родов *Poa*, *Festuca*, *Calamagrostis*, *Lusula*, *Carex*, мхи *Ceratodon purpureus* (Hedv.)



Рис. 1. Устойчивость тундровых сообществ к механическому воздействию в местах проезда оленеводов.

Brid., *Polytrichum* ssp., *Dicranum* ssp. Виды, устойчивые к механическому воздействию в условиях горных тундр – *Betula nana*, *Empetrum hermaphroditum*, *Ledum decumbens*, *Salix nummularia*, *S. phylicifolia*, *S. glauca* и др. Видовая насыщенность сообществ горных дорог составляет 10-12 видов, ворги – более 30 (на площадь 10 м²). Проективное покрытие растительности дорог регулярного использования менее 1 %, дорог в тех же природных условиях с меньшей антропогенной нагрузкой – до 20-30, ворги – более 70 %. Особенность воздействия транспорта на горные экосистемы – эрозионная устойчивость субстрата и длительные сроки восстановления растительности: на неиспользуемом с 1960-х гг. участке дороги в гольцовом поясе отмечены лишь групповые разрастания мхов и злаков, единичные проростки кустарников *Betula nana*, *Salix* ssp., два вида лишайников *Flavocetraria nivalis*, *Fl. cucullata*. Самыми уязвимыми являются мелкокустарничковые лишайниковые тундры на маломощных почвах. Ивняковые сообщества имеют больший потенциал самовосстановления и устойчивость к антропогенному воздействию по сравнению с пятнистой тундрой и ерниками. Определяющие факторы процесса самовосстановления растительности на территории дорог в условиях Приполярного Урала – достаточная увлажненность и механические свойства грунта (величина частиц обломочного материала, количество мелкозема).

ЛИТЕРАТУРА

Антропогенная динамика растительного покрова Арктики и Субарктики: Принципы и методы изучения / Под ред. Б.А. Юрцева // Труды Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН. Вып. 5. СПб., 1995. 185 с.

Биологическая рекультивация на Севере (вопросы теории и практики) / Под ред. И.Б. Арчевой. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1992. 104 с.

Гладков В.П. Влияние гусеничного транспорта на протаивание многолетней мерзлоты // Влияние геологоразведочных работ на природную среду Большеземельской тундры. Сыктывкар, 1988. С. 36-48. (Тр. Коми НЦ УрО АН СССР, № 90).

Груздев Б.И. Антропогенная трансформация видового состава растительных

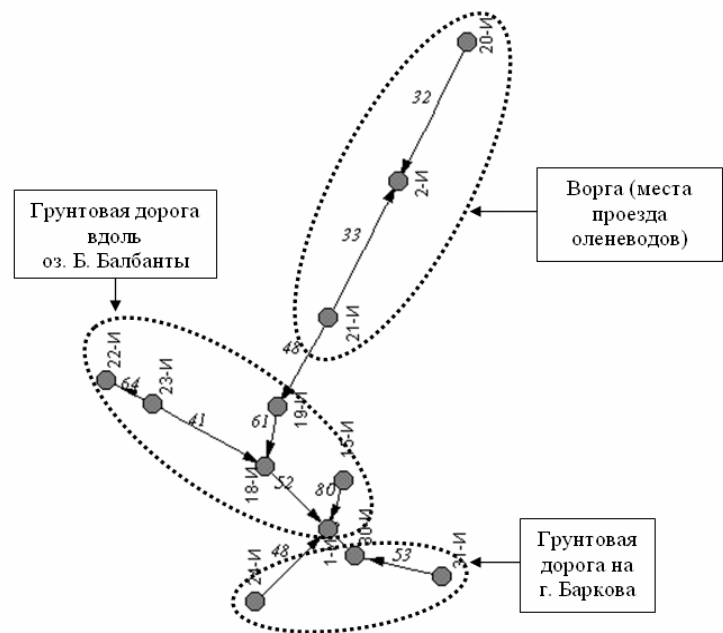


Рис. 2. Дендрит сходства видового состава исследуемых экотопов на основе качественного коэффициента Сьеренсена-Чекановского (K_{sc}). На ребрах графа отмечены значения K_{sc} .

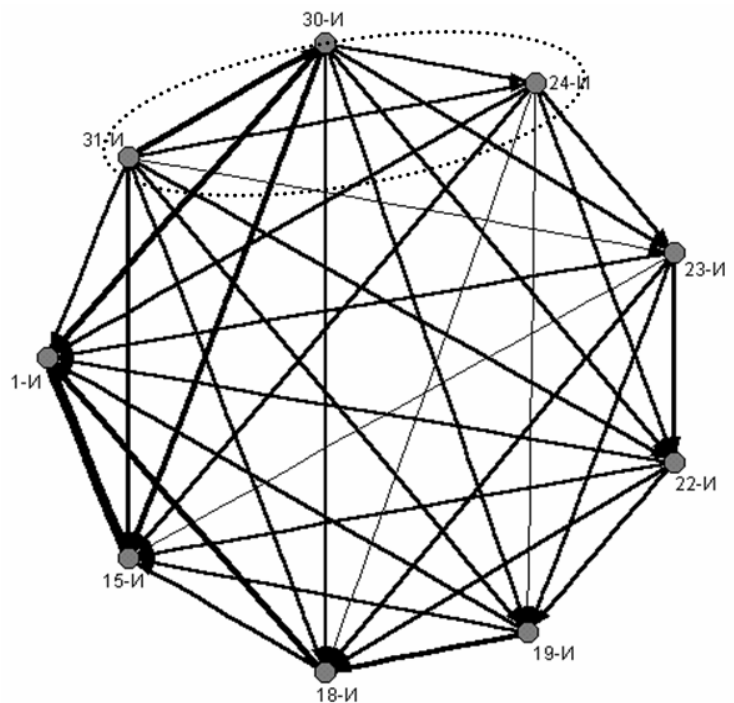


Рис. 3. Плеяда Терентьева сходства видового состава грунтовых дорог на основе качественного коэффициента Сьеренсена-Чекановского (K_{sc}). Пунктиром обозначены экотопы дороги на гору Баркова, остальные точки относятся к дороге вдоль оз. Большое Балбанты. Направления стрелок показывают более богатые по видовому составу экотопы при попарном их сравнении.

сообществ Большеземельской тундры // Эколого-ценотическое и флористическое изучение фитоценозов европейского Севера СССР. Сыктывкар, 1987. С. 58-66. (Тр. Коми филиала АН СССР, № 82).

Новаковский А.Б. Возможности и принципы работы программного модуля «GRAPHS» // Сыктывкар, 2004. 28 с. (Автоматизация научных исследований / Коми научный центр УрО РАН; Вып. 27).

Структурно-функциональная организация фитоценозов на Крайнем Севере / Под ред. М.В. Гецен, С.К. Назарова. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1994. 152 с.

Сумина О.И. Техногенные воздействия на тундровые экосистемы и рекультивация нарушенных территорий. СПб., 1992. 43 с.

КЛАССИФИКАЦИОННОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ПОЛУГИДРОМОРФНЫХ ПОЧВ НА ДВУЧЛЕННЫХ ПОРОДАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА

Д.А. Каверин, А.В. Пастухов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: kaverin@ib.komisc.ru

Широкое распространение двучленных отложений (с поверхностным наносом легко-го гранулометрического состава) на водораздельных пространствах способствует развитию застойных процессов и формированию почв полугидроморфного ряда.

Полугидроморфные подзолистые почвы на двучленных породах традиционно относят к болотно-подзолистым, отмечая и отражая в названиях (торфянисто-подзолисто-глеватые, торфяно-подзолисто-глеевые и др.) особенности их строения и свойств. Такое классификационное положение этих почв соответствовало логике эколого-генетической классификации почв страны (Классификация..., 1977).

Многообразие двучленных почвообразующих пород обуславливает существенные различия в морфологическом строении и свойствах формирующихся на них почв, что позволяет отнести исследуемые почвы к различным отделам и типам.

Используя профильно-генетический подход в изучении свойств почв можно выделить наиболее важный диагностический признак, позволяющий классифицировать болотно-подзолистые почвы на двучленных породах на высоком таксономическом уровне. Таким признаком представляется наличие (или отсутствие) в профиле текстурного горизонта. Почвы, имеющие этот горизонт, следуя принципам классификации почв России, диагностируются как тип торфяно-подзолисто-глеевых отдела текстурно-дифференцированных почв (Классификация..., 2004).

Полугидроморфные почвы с отчетливыми признаками альфегумусовой дифференциации, но без текстурного горизонта относятся к типу торфяно-подзолов глеевых отдела альфегумусовых почв. Полугидроморфные почвы, характеризующиеся отсутствием срединных горизонтов (текстурного, альфегумусового и др.) относятся к типу торфяно-подзол-элювоземов глеевых отдела элювиальных почв.

В морфологическом строении торфяно-подзолисто-глеевых почв ниже оторфованной подстилки (мощностью 10-20 см) залегает элювиальный подзолистый горизонт (часто с признаками оглеения). Текстурный горизонт ВТ формируется в пределах тяжелой части профиля на глубине 50-80 см. Для него характерны коричнево-бурая окраска, многопорядковая призмовидно-плитчато-ореховатая структура, глинистые кутаны на поверхности педов. Верхняя часть текстурной толщи имеет признаки элювиальной деградации (суб-элювиальный горизонт BEL). Среди таежных почв, в профиле торфяно-подзолисто-глеевых почв на двучленных породах наблюдается максимальное проявление морфологических признаков текстурного горизонта.

В рамках типа торфяно-подзолисто-глеевых почв наиболее яркие различия свойств отмечаются в пределах легкой части профиля и обусловлены, главным образом, интенсивностью проявления альфегумусового подзолообразования. Его результаты проявляются в виде двух основных форм: палевой окраски нижней части элювиального горизонта и

профиля альфегумусового подзола, представляющего собой систему подзолистого и иллювиально-железистого горизонтов. Соответственно этим диагностическим признакам можно выделить два подтипа торфяно-подзолистоглеевых почв: торфяно-палево-подзолистые глеевые T-EL-ELf-BT-CDg и торфяно-подзолистые глеевые иллювиально-железистые T-EL-BF-BT-CDg.

Почвы обоих подтипов формируются на супесях и легких суглинках, подстилаемых с 40-60 см тяжелыми моренными суглинками на слабодренированных позициях под еловыми долгомошно-сфагновыми лесами. Почвы с мощностью оторфованной подстилки более 10 см, отчетливыми признаками альфегумусовой дифференциации, но без текстурного горизонта относятся к отделу альфегумусовых почв, типу торфяно-подзолов глеевых. Торфяно-подзолы формируются на слабодренированных заболоченных позициях водораздельных увалов. Наряду с подзолистым горизонтом в верхней части профиля четко выражен иллювиально-гумусово-железистый горизонт охристого или бурого-охристого цвета. Дифференциация горизонтов верхней части профиля выражена четче, по сравнению с торфяно-подзолистыми почвами. Оглеение обычно проявляется по всему профилю.

Кроме очевидной гранулометрической дифференциации профиля, наблюдается определенное сходство торфяных подзолов с торфяно-подзолистыми почвами, которое выражается в деградации верхней части подстилающего наноса (белесые скелеты на стенках педов), а в отдельных случаях – признаках иллювиирования глины и специфического оструктурирования почвенной массы. В альфегумусовых почвах на двучленных породах данные педогенные признаки представлены в ослабленной форме, недостаточной для диагностики генетических горизонтов.

Основные отличия в морфологическом строении торфяных подзолов выражаются в свойствах контактного и альфегумусового горизонтов. На основании этого среди торфяно-подзолов глеевых предполагается выделение следующих подтипов: контактно-осветленные, контактно-глеевые и иллювиально-гумусовые.

Торфяно-подзолы контактно-осветленные T-E-BF-E-Dt-Dg развиваются на песках и супесях, подстилаемых с 40-60 см тяжелыми моренными суглинками под еловыми долгомошно-сфагновыми лесами. Основным диагностическим признаком этих почв является формирование контактно-осветленного горизонта в нижней части легкого наноса на границе с подстилающим субстратом. Контактный горизонт отличается серой или светло-серой окраской, мощностью от 10 до 20 см. Оглеение почв данного подтипа выражено слабее, чем в других подтипах торфяно-подзолов.

Торфяно-подзолы контактно-глеевые T-Eg-BH-EG-DG формируются на супесях, подстилаемых с 30-100 см моренными суглинками под еловыми сфагново-долгомошными лесами. Для верхней части этих почв характерен хорошо выраженный иллювиально-гумусовый горизонт BH. Ниже в пределах легкой части почвы формируется контактно-глеевый горизонт серо-сизого цвета. Деградация верхней части подстилающего наноса выражена слабо.

Торфяно-подзолы глеевые иллювиально-гумусовые (T-Eg-BHg-DG) наиболее характерны для рассматриваемого типа. Формируются на песках, подстилаемых с 30-70 см опесчаненными моренными суглинками под еловыми и сосновыми сфагново-долгомошными лесами. Мощность подстилки составляет 15-30 см. Подзолистый горизонт серо-сизого цвета, оглеен, прокрашен потечным гумусом. Под ним формируется четко выраженный иллювиально-гумусовый горизонт, ниже залегает оглеенная подстилающая суглинистая толща.

Отсутствие признаков иллювиирования глины и элювиальной деградации в тяжелой части профиля обычно является следствием неоднородности и опесчаненности подстилающего суглинка.

Почвы на двучленных породах, особенностью которых является наличие подстилочно-торфяного (свыше 10 см) и подзолистого горизонтов, при отсутствии срединных горизонтов (текстурного, альфегумусового и др.) относятся к типу торфяно-подзол-элювезомов глеевых отдела элювиальных почв T-E-D(g). Место срединного генетического горизонта занимает подстилающий суглинистый субстрат со слабыми признаками педогенного преобразования. Для почвенного профиля типично относительное простое морфологи-

ческое строение – элювиальные отбеленные горизонты непосредственно подстилаемые моренными суглинками. Эти почвы формируются на двучленных отложениях с верхним песчаным или супесчаным наносом, подстилаемым с 40-60 см тяжелыми суглинками на слабодренированных позициях под ельниками долгомошно-сфагновыми. Торфяно-подзол-элювоземы не являются распространенными таежными почвами, встречаются в комплексе с торфяно-подзолами.

Итак, в соответствии с принципами классификации почв России, болотно-подзолистые почвы, как и подзолистые, разделяются на высоком таксономическом уровне, относятся к разным типам и даже отделам (текстурно-дифференцированные, альфегумусовые, элювиальные).

Между торфяно-подзолисто-глеевыми почвами и торфяно-подзолами глеевыми на двучленных отложениях наибольшее генетическое сходство (наряду с оглеением и торфообразованием) наблюдается в проявлении альфегумусовой дифференциации в верхней части профиля. Мощность и степень выраженности Al-Fe-гумусового горизонта возрастают по мере облегчения верхнего наноса и увеличения глубины подстилания тяжелой породой, повышения степени гидроморфизма. Признаки иллювиирования глины и деградации тяжелого наноса при этом ослабевают.

ЛИТЕРАТУРА

Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 223 с.

Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ В РАСТЕНИЯХ ТЕХНОГЕННЫХ И ФОНОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Е.В. Калеева

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: kaleeva@ib.komisc.ru

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – соединения, проявляющие по отношению к живым организмам канцерогенные, мутагенные и токсичные свойства (Ильницкий, 1975). Они внесены в списки приоритетных загрязнителей Европейского сообщества (ЕС) и Агентства по охране окружающей среды, США (ЕРА). Растения являются важным объектом для контроля загрязнения среды полиаренами (Киреева и др., 2002). ПАУ представляют собой органические соединения бензольного ряда. Принято считать, что двух-четырёхядерные ПАУ – это легкие углеводороды, пяти-шестиядерные – тяжелые (Ровинский и др., 1988, Lehto et al., 2003). Наиболее характерными соединениями для антропогенных процессов являются четырех-семиядерные структуры (Геннадиев и др., 1992; Киреева и др., 2002).

Цель данной работы – оценка различных видов растений в качестве возможных индикаторов загрязнения полиароматическими соединениями.

Задачи исследования:

1. Изучить качественный и количественный составы полиаренов в растениях техногенных и фоновых ландшафтов;
2. Провести сравнительный анализ качественного и количественного составов ПАУ в образцах растений техногенных и фоновых территорий;
3. Сравнить содержание полиаренов в различных органах растений.

Были проведены исследования состава ПАУ растений, подверженных аэротехногенному воздействию выбросов Верхнеижемского сажевого завода (Сосногорский район), зона северной тайги. Фоновый участок располагался в Троицко-Печорском районе. Растения на обоих участках отбирали в смешанном елово-березовом лесу на торфянисто-подзолисто-глееватых почвах. Отобрано семь видов растений, наиболее характерных для флоры участков: мхи (*Ridi diadelfus*, *Helacomium splendens*), кустарнички (*Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*) и древесные формы (*Betula pendula*, *Picea abovata*, *Sorbus aucuparia*).

Количественный анализ ПАУ в выбросах сажевого завода показал, что в них преобладают легкие УВ, такие как фенантрен, флуорантен и пирен. Доля этих углеводородов от суммы всех ПАУ выбросов составляла 97%.

Анализ растительных образцов позволил выявить, что суммарное содержание полиаренов в растительных образцах загрязненной территории значительно превышает фоновые значения (рис. 1). Наибольшие кратности превышения фоновых значений наблюдались для *Vaccinium myrtillus* и *Picea abies*, что позволяет рассматривать эти растения как индикаторы загрязнения окружающей среды полиаренами. Минимальные кратности превышения фоновых значений были выявлены для мха *Helacomium splendens*. Наименьшее накопление полиаренов на обоих участках характерно для *Rhizidium diadelfus*.

В образцах растений, отобранных как на загрязненном, так и на фоновом участке, основную массу ПАУ составлял фенантрен. Значительное накопление этого соединения в растениях фоновых территорий могло быть обусловлено его преимущественно природным происхождением.

Максимальные кратности превышения содержания ПАУ в растениях на техногенной территории были типичны для легких ПАУ: флуорантена, пирена, хризена, бензоантрацена (рис. 2). Количество данных соединений для *Vaccinium myrtillus* в зоне действия Верхнеиземского сажевого завода в 4-40 раз превышало фоновые значения. На загрязненной территории наблюдалось существенное превышение содержания бензофлуоранте-

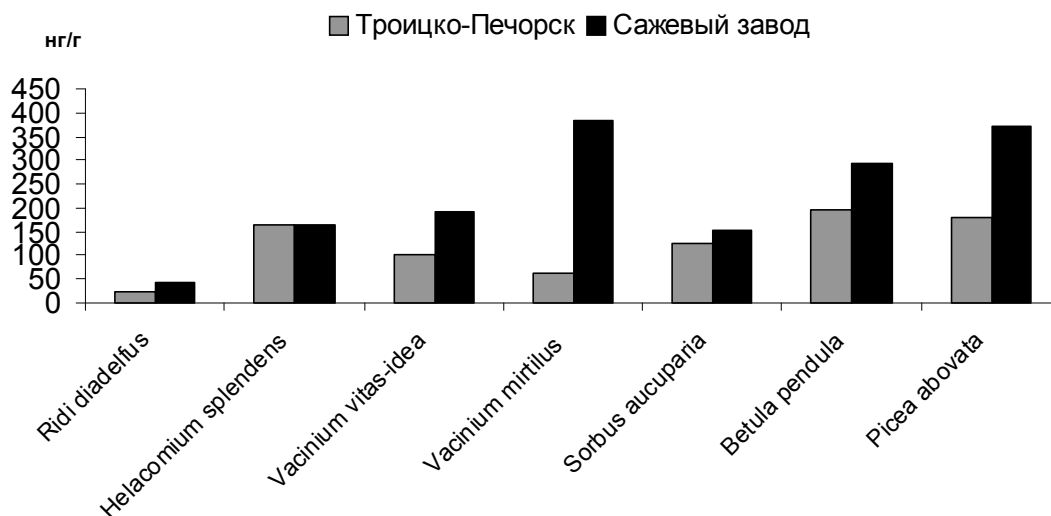


Рис. 1. Сумма ПАУ в растениях техногенных и фоновых территорий, нг/г.

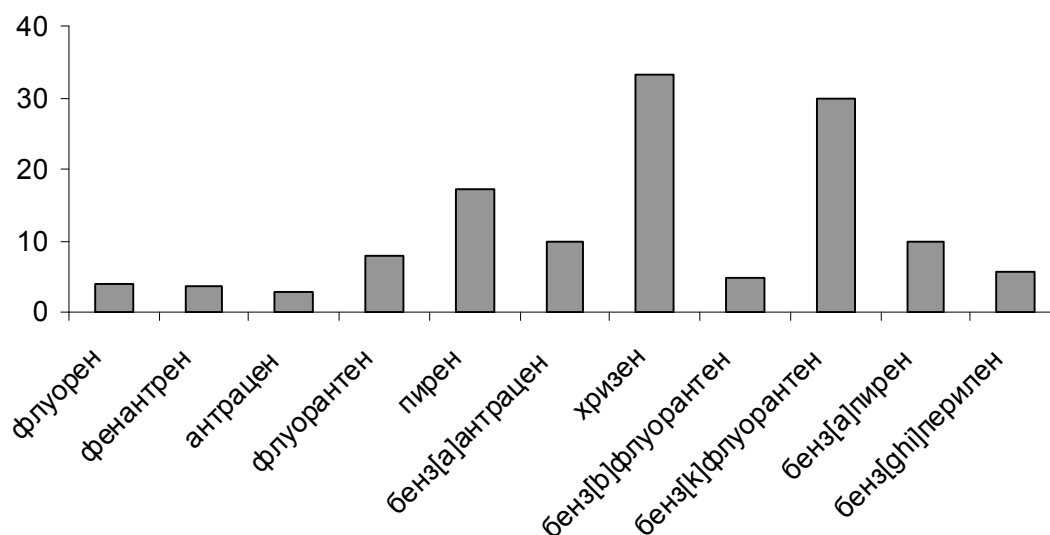


Рис. 2. Кратности превышения содержания ПАУ над фоновыми значениями, *Vaccinium myrtillus*.

на (рис. 3). Однако доля тяжелых ПАУ в общей сумме полиаренов в растениях загрязненной территории была незначительна и сравнима с фоновыми показателями (рис.3).

Качественный состав ПАУ растений фоновой и техногенной территорий был практически одинаков, коэффициенты корреляции составляли $r = 0.96$ для *Vaccinium myrtillus* и $r = 0.98$ (при $n = 8$, $P = 0.95$) – для *Picea abies*. Подобные закономерности были присущи и другим растениям.

Следует отметить, что для загрязненной территории были характерны высокие корреляции содержания полиаренов в выбросах предприятия, почвах и растениях. Коэффициенты корреляции выбросы/почва составляли: $r = 0.87$, при ($n = 8$, $P = 0.95$). Коэффициенты корреляции растения/выбросы и растения/почва для *Vaccinium myrtillus* составляли $r = 0.96$ и $r = 0.87$ (при $n = 8$, $P = 0.95$) соответственно. Таким образом, содержания ПАУ (в особенности низкомолекулярных) в выбросах, почве и растениях тесно коррелируют между собой. Это может говорить о том, что растения активно поглощают и накапливают полиарены из среды обитания – почвы и атмосферы.

В стеблях и листьях исследованных кустарничков и древесных форм отмечалось различное накопление ПАУ (рис. 4). Суммарное содержание ПАУ в стеблях растений как загрязненного, так и фоновой участка в 1.5 раза ниже, чем в листьях. Для загрязненного участка были характерны повышенные концентрации фенантрена в стеблях, листьях растений преобладали легкие полиарены. Качественный состав ПАУ стеблей и листьев фоновой участка был идентичен. Низкие значения коэффициентов корреляции кустарничков на загрязненной территории являются следствием накопления больших количеств легких ПАУ: флуорантена, пирена, хризена в листьях.

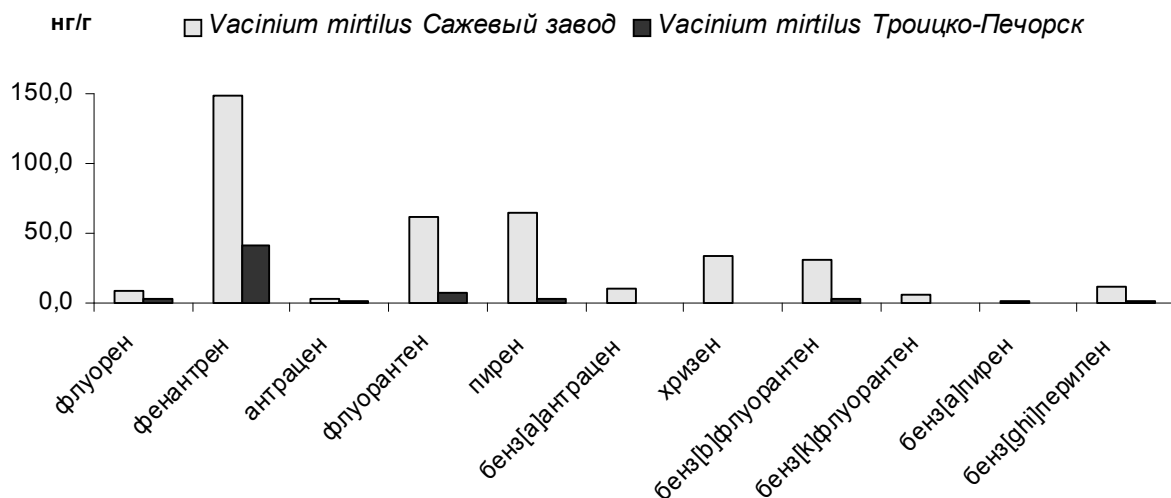


Рис. 3. Содержание индивидуальных ПАУ в растениях техногенной и фоновой территории, нг/г.

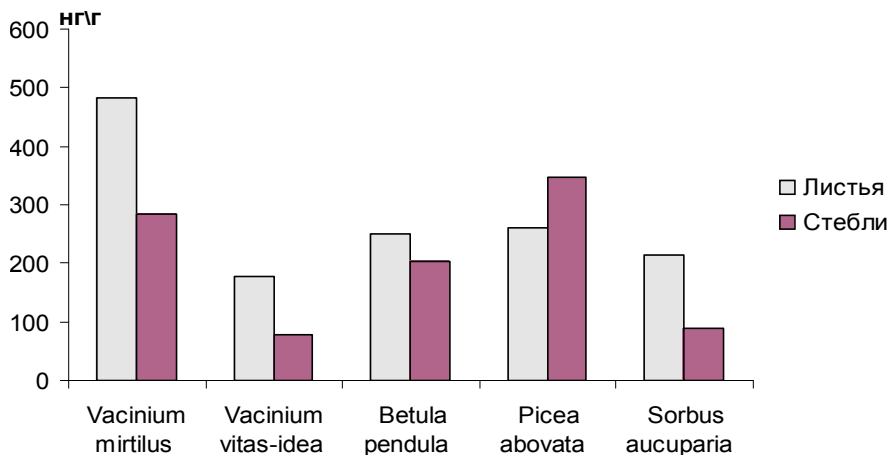


Рис. 4. ПАУ в органах растений, нг/г.

Выводы

1. Методами высокоэффективной жидкостной хроматографии в образцах растений идентифицированы следующие 10 ПАУ: фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, бенз[а]антрацен, хризен, бенз[б]флуорантен, бенз[к]флуорантен, бенз[а]пирен, дибенз[а, h]антрацен, бенз[ghi]перилен;

2. Показано, что на загрязненной территории происходит значительное накопление полиаренов относительно фоновых территорий. Наибольшей накопительной способностью обладают *Vaccinium Myrtillus* (черника) и *Picea abies* (ель обыкновенная). Следовательно, растения могут быть использованы в качестве индикаторов загрязнения экосистем полиаренами;

3. В образцах растений фоновых участков присутствуют существенные количества ПАУ природного происхождения – фенантрена и некоторых тяжелых ПАУ;

4. Установлено, что в листьях суммарное содержание полиаренов в 1.5-2 раза выше, чем в стеблях, что можно объяснить аккумуляцией полиаренов через листья;

5. Выявлены корреляции между содержанием полиаренов, в особенности низкомолекулярных, в выбросах исследуемого предприятия, почве и растительных образцах.

ЛИТЕРАТУРА

Геннадиев А.Н., Шурубор Е.И., Козин И.С. Техногенные и биогенные полициклические ароматические углеводороды в почвах охраняемых территорий дельты Волги // Биологические науки, 1992. № 1. С. 133-142.

Ильницкий А.П. Канцерогенные углеводороды в почве, воде и растительности // Канцерогены в окружающей среде. М.: Гидрометеоиздат, 1975. С. 53-71.

Ровинский Ф.Я., Теплицкая Т.А., Алексеева Т.А. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 224 с.

Lehto K.-M., Puhakka J. A., Lemmetyien H. Biodegradation of selected UV-irradiated and non-irradiated polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) // Biodegradation, 2003. Vol. 14. P. 249-263.

ФЛОРА КОМПЛЕКСНОГО ЗАКАЗНИКА «УДОРСКИЙ» (ПОДЗОНА СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ)

В.А. Канев

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: kanev@ib.komisc.ru

Для охраны равнинных ландшафтов «Удорской тайги» и западных отрогов Среднего Тимана Постановлением № 90 СМ Коми АССР от 29 марта 1984 г. создан «Удорский» комплексный (ландшафтный) заказник. Его территория (242 тыс. га) расположена в Удорском р-не, в подзонах средней и северной тайги. Занимает бассейн верхнего и среднего течения Мезени. Основные лесообразующие породы – ель, сосна, береза; на Четласском Камне – лиственница. Бонитет IV-V, изредка III. В долинах рек на выходах известняков – редкие и реликтовые растения: пион (марьян корень), дремлик темно-красный, ветреница лесная, астра сибирская, жирянка альпийская, копеечник арктический. Хорошо сохранилась таежная фауна (дикий северный олень, бобр, рысь и др.). В реках обитает до 20 видов промысловых рыб (семга, нельма, сиг, хариус). Заказник учрежден для охраны по предложению Удорского райисполкома, Коми филиала АН СССР (В.П. Гладков, А.Н. Лашенкова, В.М. Полежаев, Г.П. Сидоров). Охраняется заказник Удорским лесхозом (Кадастр охраняемых природных..., 1993).

Летом 2003 г. в рамках работ по инвентаризации особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Республики Коми были проведены ботанические исследования в «Удорском» комплексном заказнике.

В результате исследований было выявлено, с учетом литературных данных, что флора сосудистых споровых, голосеменных и цветковых растений (включая литературные данные) заказника «Удорский» насчитывает 341 вид, относящихся к 70 семействам и 221

роду. Уровень видового состава является характерным для флор подзоны северной тайги. Сосудистые споровые (папоротники, хвощи, плауны) представлены 22 (*Matteuccia struthiopteris*, *Equisetum scirpoides*, *Botrychium lunaria*), а голосеменные пятью видами (*Larix sibirica*, *Picea obovata*, *Pinus sylvestris*, *Juniperus communis*, *Abies sibirica*). Основное ядро среди крупных систематических групп (сосудистые споровые, голосеменные, покрытосеменные) составляют покрытосеменные (314 видов), а в них преобладают двудольных, их соотношение к однодольным – 2.14:1. Пропорция флоры (среднее число видов в роде и семействе) составляет 1:3.1:4.8. Родовой коэффициент равен 64.8%, высокое значение его говорит о миграционном характере флоры. Другие основные систематические показатели флоры показаны в табл. 1 и 2.

Наиболее крупным семейством по численности видов является *Cyperaceae*, далее следуют *Asteraceae* и *Poaceae*, насчитывающие одинаковое количество видов, на 4 и 5 местах находятся *Rosaceae* и *Ranunculaceae* (табл. 2). Затем следуют *Caryophyllaceae* и *Orchidaceae* с 15 и 13 видами соответственно, и замыкают десять ведущих семейств *Saicaceae* (12), *Scrophulariaceae* (12) и *Fabaceae* (8). Всего ведущие семейства включают свыше половины ведущего состава (58.9%), что характерно в целом для таежных флор европейского Северо-Востока. Больше половины семейств имеют в своем составе один род (45 семейств из 70) и один-два вида (42 семейства из 70) (табл. 1). В спектре ведущих семейств заказника «Удорский» есть особенности: первые три места занимают те же семейства (*Cyperaceae*, *Asteraceae*, *Poaceae*), как и в целом в таежной зоне европейского Северо-Востока, но другой порядок расположения. Первое место, взамен *Asteraceae*, занимает *Cyperaceae*, что связано с наличием большого количества заболоченных территорий, где произрастают виды данного семейства и нахождением представителей северных широтных групп из семейства *Cyperaceae* и недобором видов из семейства *Asteraceae*. В десятку ведущих семейств входит *Orchidaceae*, это обусловлено тем, что в заказнике довольно много разнообразных местообитаний, подходящих для их произрастания (скалы, переходные и низовые болота).

Наиболее крупным родом по количеству видов является *Carex* (29) (табл. 2). Основная часть видов рода *Carex* являются довольно обычными как для территории заказника, так и в целом для таежной зоны, они произрастают в водных и прибрежно-водных (*Carex aquatilis*, *Carex vesicaria*), болотных (*Carex paucipercula*, *Carex globularis*, *Carex lasiocarpa*), лесных (*Carex vaginata*, *Carex ericetorum*) и луговых (*Carex media*) ценоטיפах. Два вида являются для таежной зоны редкими – *Carex ornithopoda* и *Carex arctisibirica*. Второй крупный род по численности ви-

Таблица 1
Систематическая структура флоры заказника «Удорский»

Показатели	Число видов	То же, %
Споровые сосудистые	22	6.4
Голосеменные	5	1.5
Покрытосеменные	314	92.1
В том числе:		
однодольные	100	29.3
двудольные	214	62.8
Соотношение числа		
двудольных к однодольным	2.14:1	–
Число видов	341	–
родов	221	–
семейств	70	–
Пропорции флоры	1:3.1:4.8	–
Родовой коэффициент, %	64.8	–
Родовая насыщенность	1.54	–
Число видов		
в десяти ведущих семействах	201	58.9
Число семейств с одним родом	45	64.3
Число семейств с одним-двумя видами	42	60
Число родов с одним видом	132	59.7

Таблица 2
Ведущие семейства и рода флоры заказника «Удорский»

Ведущие семейства	Число видов	Число видов, %	Ведущие рода	Число видов	Число видов, %
<i>Cyperaceae</i>	38	11.1	<i>Carex</i>	29	8.5
<i>Asteraceae</i>	32	9.4	<i>Salix</i>	11	3.2
<i>Poaceae</i>	32	9.4	<i>Ranunculus</i>	7	2
<i>Rosaceae</i>	20	5.8	<i>Equisetum</i>	6	1.7
<i>Ranunculaceae</i>	17	5.0	<i>Viola</i>	6	1.7
<i>Caryophyllaceae</i>	15	4.4	<i>Stellaria</i>	6	1.7
<i>Orchidaceae</i>	13	3.8	<i>Hieracium</i>	6	1.7
<i>Saicaceae</i>	12	3.5	<i>Rubus</i>	5	1.5
<i>Scrophulariaceae</i>	12	3.5	<i>Poa</i>	5	1.5
<i>Fabaceae</i>	10	2.9	<i>Dactylorhiza</i>	5	1.5

дов – *Salix* (11), все виды этого рода являются древесными породами (деревьями, кустарниками) и произрастают на болотах (*Salix lapponum*, *Salix myrtilloides*), по берегам рек (*Salix dasyclados*, *Salix pyrolifolia*), в лесах (*Salix caprea*). На третьем месте род *Ranunculus*, далее следуют роды *Viola*, *Stellaria* и *Hieracium*. Замыкают десятку ведущих родов – рода *Rubus*, *Poa*, *Dactylorhiza*. Сто тридцать два рода имеют по одному виду, что составляет 59.7%.

Наибольшее количество родов содержат семейства *Asteraceae* (22) и *Poaceae* (18), затем следуют *Rosaceae* (12), *Ranunculaceae* (9), *Caryophyllaceae* (9), *Orchidaceae* (8), *Fabaceae* (6), *Ericaceae* (6).

В географическом анализе флоры выявляли широтные и долготные группы ареалов видов растений (табл. 3). Среди широтных групп максимальное участие во флоре играет бореальная (*Matteuccia struthiopteris*, *Allium schoenoprasum*, *Hieracium altipes* и др.), их более 70%, что характерно для флор подзоны северной тайги. Большинство видов этой широтной группы являются широко распространенными в таежной зоне. Суммарное участие северных широтных групп составило 16.6%, из аркто-альпийских видов встречаются *Pinguicula vulgaris*, *Viola biflora*, *Saxifraga hieracifolia*, *Saxifraga cernua*, арктических – *Saxifraga nivalis*, *Carex arctisibirica*, *Astragalus subpolaris*, а из гипоарктических *Calamagrostis lapponica*, *Avenella flexuosa*, *Eriophorum russeolum*. Большинство представителей этих групп – северные реликты, которые имеют большее распространение в тундрах.

Южные широтные группы представлены неморально-бореальными (*Phegopteris connectilis*, *Paris quadrifolia*, *Lamium album*, *Daphne mezereum*), неморальными (*Carex digitata*, *Stellaria holostea*, *Stellaria nemorum*) и лесостепными видами (*Silene tatarica*, *Astragalus danicus*, *Viola arenaria*), которые в общей сложности составляют 5.4%. Эти представители южных широтных групп являются реликтами широколиственных лесов, т.е. климатического оптимума голоцена. Эндемичные виды растений в заказнике отсутствуют. Уровень участия полизональной широтной группы небольшой (6.1%) по сравнению с другими территориями, к ней относятся сорные (*Equisetum arvense*, *Capsella bursa-pastoris*, *Plantago major*, *Veronica serpyllifolia*), которые здесь немногочисленны и можно сказать, что флора заказника испытывает малое антропогенное воздействие. Также к данной группе относятся водные и околотовные растения (*Potamogeton perfoliatus*, *Eleocharis acicularis*, *Sparganium emersum*).

По численности видов среди долготных групп (табл. 3) флоры заказника преобладают евроазиатская (*Galium boreale*, *Trientalis europaea*, *Hypericum quadrangulum*, *Thalictrum flavum*) и голарктическая (*Diphasiastrum complanatum*, *Phalaroides arundinacea*, *Comarum palustre*), имеют примерно одинаковый уровень видового богатства (39 и 36.9% соответственно). Доля видов европейского распространения (*Dryopteris carthusiana*, *Leucorchis*

albida, *Thyselium palustre*, *Betula pendula*) существенно ниже, чем каждой из двух предыдущих (15.3%), но уровень видового состава высок по сравнению с восточными флорами подзоны северной тайги Республики Коми. Азиатские, преимущественно сибирские, ареалы имеют 5.6% видов (*Aster sibiricus*, *Sorbus sibirica*, *Abies sibirica*), однако именно сибирские хвойные породы (*Larix sibirica*, *Picea obovata*) определяют характер растительного покрова флоры заказника. Космополитных видов (*Botrychium lunaria*, *Potamogeton natans*, *Lemna trisulca*, *Sonchus arvensis*) во флоре немного (3.2%), поэтому ценоотическая роль не велика, к этой группе относятся сорные и водные виды.

Таблица 3

Географическая структура флоры заказника «Удорский»

Группа видов	Число видов	То же, %
Широтные группы:		
Аркто-альпийская	17	5
Альпийская	3	0.8
Гипоарктическая	37	10.8
Бореальная	244	71.6
Неморально-бореальная	13	3.8
Неморальная	3	0.8
Лесостепная	3	0.8
Полизональная	21	6.1
Долготные группы:		
Голарктическая	126	36.9
Евроазиатская	133	39
Европейская	52	15.3
Азиатская	19	5.6
Космополиты	11	3.2

В составе растительного покрова среди видов растений заказника было выделено семь основных ценотипов. Большинство видов растений произрастает в лесном (лиственничники, ельники, сосняки), луговом (пойменные луга, бечевники, вырубки, дороги) и промежуточном лесо-луговом (разреженные леса, вырубки, опушки леса) ценотипах. Относительно большое число видов водного (9.2%) и болотного (15.6%) ценотипов говорит о средней обводненности и заболоченности данной территории, где виды данных ценотипов произрастают по сырым берегам и бечевникам, в курьях рек главных водотоков заказника Н. Пузла, Мезень, Визинга, ручьев (*Cicuta virosa*, *Limosella aquatica*, *Potamogeton alpinus*), на переходных, верховых и низинных болотах (*Stellaria crassifolia*, *Salix myrtilloides*, *Carex lasiocarpa*). Сорный ценотип включает всего 3.2% видов, что говорит о малом антропогенном воздействии на флору заказника, это виды изредка встречаются на бечевниках, лугах, по лесным дорогам, около лесных изб (*Barbarea stricta*, *Galeopsis bifida*, *Erigeron acris*). В заказнике присутствуют виды растений скального ценотипа (*Hedysarum arcticum*, *Saxifraga hieracifolia*, *Saxifraga nivalis*, *Saxifraga cernua*, *Cotoneaster melanocarpus*), которые произрастают на скальных обнажениях и бечевниках, расположенных вдоль рек Н. Пузла, Визинга, Мезень, т.е. в основном на карбонатных субстратах, и часть из них являются арктическими и аркто-альпийскими видами.

Основной жизненной формой заказника «Удорский» являются многолетние травы, включающие более трех четвертей ее состава (*Equisetum sylvaticum*, *Carex acuta*, *Sanguisorba officinalis*), которые произрастают во всех ценотипах (лесных, луговых, болотных, водных и др.). Одно-двулетних растений на порядок меньше, и в большинстве они являются сорными (*Erigeron acris*, *Cerastium holosteoides*), а небольшая часть – полупаразиты (*Euphrasia vernalis*, *Melampyrum sylvaticum*). Все древесные жизненные формы насчитывают 47 видов, из них деревьев 16 (*Salix dasyclados*, *Betula pubescens*, *Populus tremula*, *Abies sibirica*, *Larix sibirica*, *Picea obovata*, *Pinus sylvestris*), которым принадлежит главная ценотическая роль в сложении лесного покрова заказника. Кустарников примерно такое же количество (*Spiraea media*, *Ribes hispidulus*, *Salix lapponum*, *Salix bebbiana*, *Betula nana*), которые произрастают в лесах, на лугах, бечевниках, болотах. Кустарничков 13 видов (*Andromeda polifolia*, *Ledum palustre*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Oxycoccus microcarpus*), некоторые из них играют существенную роль в растительном покрове лесов и болот.

Во флоре заказника «Удорский» произрастает 10 видов растений, включенных в Красную книгу Республики Коми (1998). К группе 2 (V) по Международной классификации МСОП – редкие уязвимые виды с сокращающейся численностью – относятся четыре вида (*Epipactis atrorubens*, *Paeonia anomala*, *Dactylorhiza incarnata*, *Dactylorhiza traunsteineri*). К группе 4 (I), виды с неопределенным статусом, требующие дополнительного изучения, принадлежит *Botrychium matricarifolium*. Пять видов (*Leucorchis albida*, *Dactylorhiza fuchsii*, *Cotoneaster melanocarpus*, *Cotoneaster uniflorus*, *Hedysarum arcticum*) включены в группу 5 (Cd) – виды, довольно обычные, но резко сокращающие свою численность в условиях антропогенного воздействия. Часть охраняемых видов отмечена на скальных обнажениях в долинах рек Визинга, Мезень, Нижняя Пузла (*Epipactis atrorubens*, *Cotoneaster melanocarpus*, *Cotoneaster uniflorus*, *Hedysarum arcticum*, *Paeonia anomala*) – пион уклоняющийся встречается на бечевниках, пойменных лугах и на скалах. На переходных и низинных болотах произрастают охраняемые виды из семейства *Orchidaceae* – *Leucorchis albida*, *Dactylorhiza fuchsii*, *Dactylorhiza incarnata*, *Dactylorhiza traunsteineri*. Пять видов охраняемых растений относится к семейству *Orchidaceae*, два – к *Rosaceae*, а к семействам *Botrychiaceae*, *Raeoniaceae*, *Fabaceae* – по одному виду.

Систематическая, географическая, ценотическая, биологическая и экологическая структура флоры заказника «Удорский» в целом является типичной для подзоны северной тайги Северо-Востока европейской части России, но имеет свои особенности. Первое место среди ведущих семейств занимает семейство осоковые; происходит увеличение доли северных видов, что связано с нахождением флоры в подзоне северной тайги и скальных обнажениях. Флора заказника испытывает слабое антропогенное воздействие со стороны заносных и сорных растений, так как число видов полизональной широтной, космополитной долготной и сорной ценотической группы невелико. Данная территория является

относительно хорошо заболоченной и обводненной, где произрастает большое количество водных и болотных растений. В заказнике – 10 видов растений, включенных в Красную книгу Республики Коми.

ЛИТЕРАТУРА

Кадастр охраняемых природных территорий Республики Коми. Сыктывкар, 1993. Ч. I. 190 с.
Красная книга Республики Коми. М.: Дик, 1998. 527 с.

ПРОДУЦИРОВАНИЕ β -1,3-ГЛЮКАНАЗЫ КАЛЛУСНОЙ КУЛЬТУРОЙ *SILENE VULGARIS*

О.М. Капустина, Е.А. Гюнтер

Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: gunter@physiol.komisc.ru

Интерес к растительным белкам связан в основном с проблемой пищевой аллергии. Одним из источников растительных пищевых аллергенов являются белки защиты от патогенов – PR протеины. Образование PR-белков у растений происходит в ответ на стрессовые воздействия: грибные, бактериальные и вирусные инфекции (Сотченков, Голденкова, 2003; Гервазиева и Сверановская, 2004), действие неблагоприятных физических факторов (засуха, низкие температуры, озон, ультрафиолетовое излучение) (Гервазиева, Сверановская, 2004) и химических реагентов (салицилат натрия, салициловая кислота, этилен и др.) (Burketova et. al., 1999). Им свойственны низкая молекулярная масса, стабильность при низких значениях pH, устойчивость к действию протеаз (Гервазиева, Сверановская, 2004). На данный момент выделено 14 групп протеинов. Одна из них – группа PR-2, которая представлена β -1,3-глюканазами. Эти белки защищают растения от грибной инфекции, осуществляя гидролиз β -1,3-глюканов, структурных компонентов клеточных стенок фитопатогенов (Гервазиева, Сверановская, 2004). В настоящей работе использована каллусная культура смолевки обыкновенной как модель для индукции β -1,3-глюканазы в клетках растений.

Цель работы заключалась в изучении влияния *Trichoderma harzianum* и натрия салициловокислого на индукцию β -1,3-глюканазы и сопутствующих гидролаз в каллусе смолевки обыкновенной.

Каллус высаживали на твердую питательную среду по окружности в чашке Петри в количестве десяти штук. Клетки выращивали при 27 °C в термостате в течение семи суток. На восьмые сутки проводили инокуляцию в центр чашки Петри суспензией спор *T. harzianum* (концентрацией $3.8 \cdot 10^7$ спор). Сокультивирование каллуса и мицелия осуществляли на протяжении четырех суток до соприкосновения мицелия с каллусом. Для анализа результатов было выбрано два контроля. В первом случае на среде культивировали только каллус, во втором – только мицелий.

При изучении влияния салицилата натрия (NaSA) на активность глюканазы каллус обрабатывали NaSA в концентрации 10, 50 и 100 мМ на экспоненциальной фазе роста клеток (16 сут.), а активность ферментов исследовали во время стационарной фазы (21 сут.). В контрольных вариантах использовали дистиллированную воду.

Показано, что при совместном культивировании каллуса с грибным мицелием увеличивается активность β -1,3-глюканазы в каллусе смолевки обыкновенной в 4.8 раза (рис. 1). Отмечено также повышение глюканазной активности в мицелии гриба. При сокультивировании каллуса и мицелия наблюдали рост активности фермента в культуральной среде в 6 и 26 раз, по сравнению со средой, на которой выращивали один каллус или один гриб соответственно. Полученные данные свидетельствуют об индукции глюканазы в каллусной культуре грибами *T. harzianum*, при этом фермент интенсивно секретируется растительными клетками в среду, что является проявлением защитного механизма растений против фитопатогенов.

Активность полигалактуроназы (ПГ) в каллусе при сокультивировании с мицелием резко увеличивается (рис. 1). Активность ПГ в мицелии является высокой и почти не

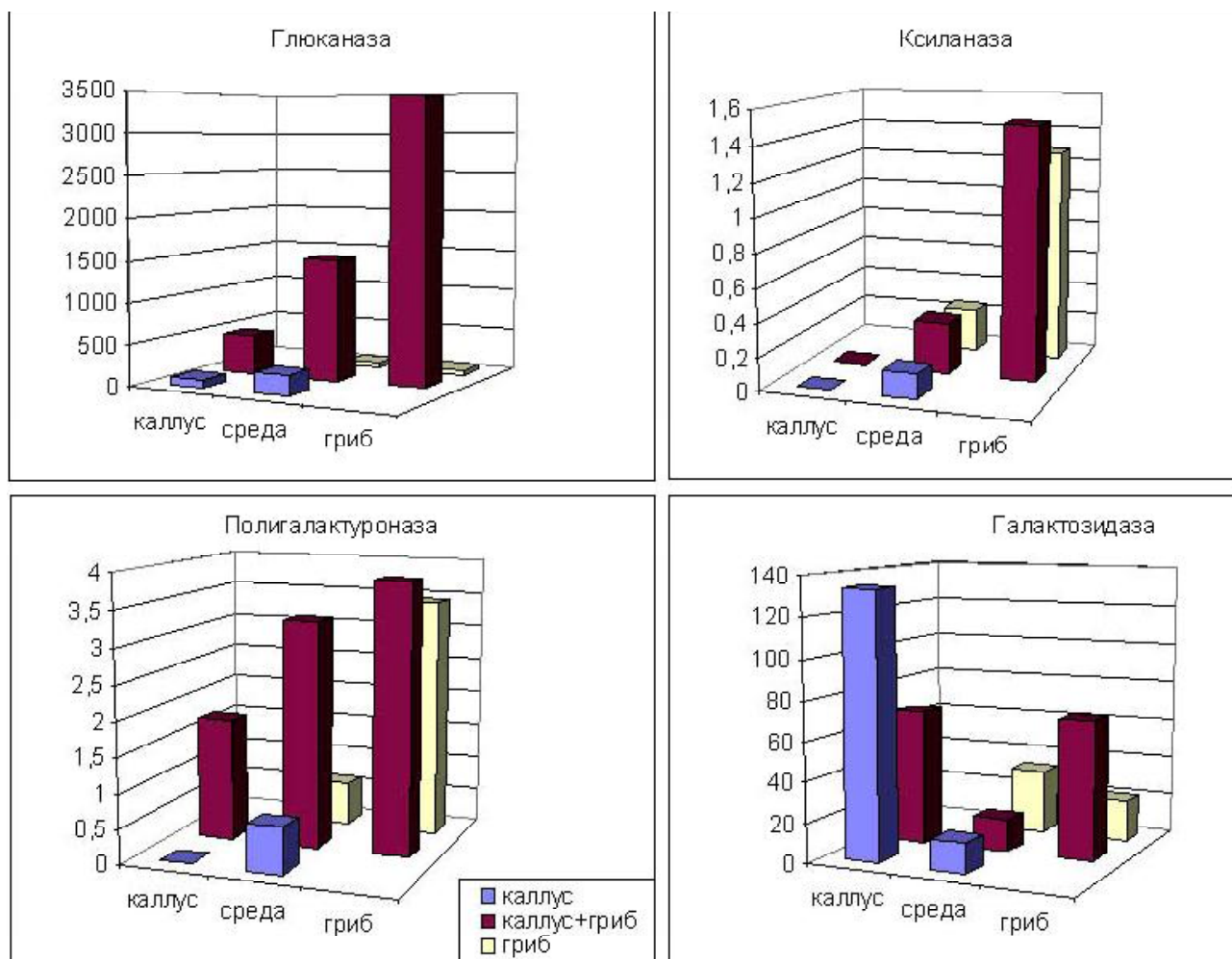


Рис. 1. Активность внутриклеточных и внеклеточных гидролитических ферментов в каллусе смолевки при сокультивировании с грибами.

изменяется. Исследование среды после совместного культивирования каллуса и мицелия показало, что активность ПГ возрастает по сравнению с контролем в 3-5 раз.

В каллусе, сокультивированном с мицелием, активность галактозидазы по сравнению с контролем снижается в два раза, тогда как в мицелии повышается в три раза. После совместного культивирования каллуса и мицелия активность галактозидазы в среде остается такой же, как и в среде после культивирования только каллуса. При выращивании мицелия активность внеклеточной галактозидазы выше, чем при сокультивировании каллуса и мицелия.

Активность ксиланазы не зарегистрирована ни в каллусе, выращенном одиночно, ни при совместном культивировании с мицелием. В мицелии, выращенном одиночно и культивированном с каллусом, активность ксиланазы является высокой и изменяется незначительно (рис. 1). При инокуляции каллуса грибами происходит рост активности ксиланазы в среде в два раза по сравнению с необработанным каллусом.

Увеличение синтеза растительными клетками внеклеточной и внутриклеточной ПГ, а также внеклеточной ПГ и ксиланазы *T. harzianum* способствует образованию из клеточных стенок растений олигосахаридов, которые являются сигнальными молекулами в защитных механизмах растений.

При добавлении NaSA активность β -1,3-глюканазы в опытных образцах каллуса по сравнению с контрольными повышается примерно в два раза (рис. 2). При изменении концентрации индуктора активность фермента изменяется незначительно.

Установлено, что в исследованных каллусах присутствуют и другие гликозидазы, такие как ксиланаза, полигалактуроназа и галактозидаза. Отмечено, что при всех иссле-



Рис. 2. Влияние салицилата натрия на активность внутриклеточных и внеклеточных гидролитических ферментов каллуса смолевки.

двух концентрациях NaSA активность ПГ в опыте в несколько раз выше, чем в контроле. Активность ксиланазы и галактозидазы при разных концентрациях NaSA изменяется незначительно и в опытных, и в контрольных образцах.

При исследовании активности β -1,3-глюканазы в питательной среде показано, что при концентрации NaSA 10 и 100 мМ происходило достоверное увеличение активности фермента по сравнению с контролем. Отмечено присутствие внеклеточной галактозидазы в среде, тогда как ПГ и ксиланазы не были обнаружены.

Таким образом, сокультивирование каллуса смолевки с мицелием *Trichoderma harzianum* вызывает повышенное продуцирование в каллусе внутриклеточной и внеклеточной β -1,3-глюканазы и ПГ. NaSA увеличивает индукцию как внутриклеточной, так и внеклеточной β -1,3-глюканазы в каллусе смолевки.

ЛИТЕРАТУРА

- Гервасиева В.Б., Сверановская В.В. Растительные белки как аллергены // Аллергология и иммунология, 2004. Т. 5, № 2. С. 339-347.
- Сотченков Д.В., Голденкова И.В. Антимикробные белки и пептиды, участвующие в защите растений от грибных и бактериальных патогенов // Успехи современной биологии, 2003. Т. 123, № 4. С. 323-335.
- Burketová L., Sindelárová M., Sindelár L. Benzothiadiazole as an inducer of β -1,3-glucanase and chitinase isozymes in sugar beet // Biologia Plantarum, 1999. Vol. 42, № 2. P. 279-287.

МОХООБРАЗНЫЕ В ХВОЙНЫХ ЛЕСАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «РУССКИЙ СЕВЕР» (ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е.В. Кармазина

Вологодский государственный педагогический университет

E-mail: ekarmazina@yandex.ru

Национальный парк (далее НП) «Русский Север» организован в марте 1992 г. в Кирилловском районе Вологодской области с целью сохранения природного и историко-культурного наследия края. Общая площадь НП «Русский Север» составляет 1664 кв. км. На территории НП преобладают леса, занимающие 1327 кв. км ($\approx 80\%$), из них хвойные леса составляют 60% (сосновые – 32, еловые – 28) и мелколиственные 40 (сюда относятся березняки, осинники и ольшаники). Болотами и водами занято 180 кв. км ($\approx 11\%$). Остальная территория – луга (Особо охраняемые ..., 1993). Согласно ботанико-географиче-

скому районированию, территория НП относится к Евразийской таежной области Северо-европейской таежной провинции Валдайско-Онежской подпровинции. НП включает северную часть зоны южнотаежных лесов и южную часть зоны среднетаежных лесов (Растительность европейской части СССР, 1980). Климат территории умеренно-континентальный. В регионе распространены подзолистые и дерново-подзолистые почвы. Коренной зональной формацией являются ельники, хотя в результате многовековой хозяйственной деятельности доминируют мелколиственные леса. В ельниках обычна примесь сосны. Есть местообитания, где сосна закономерно господствует: холмы (камы), заболоченные мягкими грунтовыми водами понижения, некоторые местообитания со вторичными сосняками, испытавшими рубки и пожары (Сосудистые растения национального парка ..., 2004).

Материалом для написания статьи послужили исследования, проводившиеся на территории НП в 2003-2005 гг. Изучение мохообразных осуществлялось с помощью описаний лесных фитоценозов, сделанных по стандартной методике геоботанических исследований. Для оценки степени участия видов мохообразных в напочвенном покрове фитоценоза применялось понятие общее проективное покрытие (о.п.), которое выражается в процентах от величины поверхности пробной площади, заложенной в фитоценозе. Для каждого вида отмечалась также его приуроченность к определенным элементам микрорельефа.

Ельники зеленомошники в условиях тайги являются зональной группой еловых лесов, располагаются на хорошо дренированных, достаточно богатых не заболоченных почвах на террасах, склонах и водораздельных территориях. **Ельники черничные** занимают, как правило, ровные местоположения на водоразделах, более влажные и с худшей аэрацией почвы, чем другие типы этой группы. Были описаны в ландшафтном заказнике (далее ЛЗ) «Шалго-Бодуновский лес», в котором черничники влажные занимают 38.5% от всей территории заказника (Особо охраняемые ..., 1993). О.п. зеленых мхов – от 60 до 90% площади, доминируют *Pleurozium schreberi* и *Dicranum polysetum* (о.п. 50-90%), содоминируют *Hylocomium splendens*, достаточно значительна роль *Ptilium crista-castrensis* (о.п. до 5%). На приствольных повышениях отмечен *Polytrichastrum longisetum*, а на валеже *Dicranum scoparium*. Ельники черничные являются наиболее распространенной группой ассоциаций в НП и занимают обширные пространства. **Ельники кисличные** приурочены к более богатым, хорошо дренированным почвам на водоразделах. Описан ельник кисличный в ЛЗ «Шалго-Бодуновский лес». О.п. мохового покрова достигает 20%, существенную долю которого составляют *Hylocomium splendens* (о.п. 5-10%), *Pleurozium schreberi* (о.п. 5%), *Rhytidiadelphus triquetrus* (о.п. 5%). На почве и опаде наблюдаются *Plagiomnium cuspidatum*, *P. medium*, *Plagiothecium denticulatum*, *Sciurohypnum oedipodium*, *S. starkei*, *Brachythecium salebrosum*, *Sanionia uncinata*, роль которых невелика. **Ельник кислично-папоротниковый** с березой был описан в окрестностях дер. Чистый Дор. Расположен на водоразделе, почвы относительно богатые, с признаками временного избыточного увлажнения. На микроповышениях доминируют *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Rhytidiadelphus triquetrus* (о.п. 30%). В микропонижениях отмечены гигро- и гидрофиты – *Calliergon cordifolium*, *Rhizomnium pseudopunctatum*, *Sphagnum warnstorffii*. Незначительна роль мезофита *Cirriphyllum piliferum* и гигромезофита *Plagiothecium cavifolium*. **Ельники брусничные** характеризуются большей сухостью и легким механическим составом почвы. Были описаны в окрестностях деревень Вогнема и Топорня. О.п. мхов составляет до 95%. Господствуют *Hylocomium splendens* (о.п. до 40%), *Pleurozium schreberi* (о.п. до 30%), *Ptilium crista-castrensis* (о.п. до 20%), *Dicranum polysetum* (о.п. до 10%), *Rhytidiadelphus triquetrus* (о.п. 5%). Среди опада на почве встречаются *Plagiomnium ellipticum*, *Plagiothecium laetum*, *Plagiothecium curvifolium*, *Rhizomnium pseudopunctatum*, но их роль мала. **Ельник папоротниковый** относится к группе ельников-зеленомошников (Рысин, Савельева, 2002) и представляет собой переход к приручейным ельникам. Почвы хорошо дренированные, очень богатые. Описан в окрестностях дер. Коварзино. Развитие мохового покрова относительно слабое (о.п. 10%). С почвы на валеж напользает *Pleurozium schreberi* (о.п. до 3%), редко встречаются *Rhytidiadelphus triquetrus* и *Hylocomium splendens* (о.п. 1%), на почве и лесной подстилке попадают *Plagiomnium cuspidatum*, *P. ellipticum*,

Rhodobryum roseum, *Sciurohypnum oedipodium*, *S. starkei*, но доля их незначительна. **Ельник сложный разнотравный** наблюдается на хорошо дренированных богатых, свежих почвах, часто по склонам речных долин. Был описан в ландшафтном памятнике природы (далее ЛПП) «Сокольский бор» ельник-сосняк вейниково-костянично-черничный с под-ростом липы. Моховой покров выражен слабо (о.п. до 10%). Преобладает *Rhytidiadelphus triquetrus* (о.п. менее 10%), отмечаются отдельные дерновинки *Pleurozium schreberi* и *Hylocomium splendens* (о.п. 1%). На приствольных повышениях и валеже редко обнару-жен *Dicranum scoparium*. Для НП такие леса отмечены и в районе дер. Коварзино, и в Иткольском лесничестве. **Ельники травяные** были описаны в окрестностях дер. Коварзи-но в ельнике перловниково-костяничном, ельнике щучково-костянично-ландышевом, ель-нике-осиннике перловниково-грушанково-костяничном, ельнике костянично-грушанко-вом, ельнике-осиннике копытнево-ландышевом. Почвы богатые и влажные, с разной сте-пенью проточности. Моховой покров развит слабо, небольшими пятнами (о.п. 5-10%). На почве встречены *Hylocomium splendens* и *Pleurozium schreberi* (о.п. менее 5%), *Rhytidiadel- phus triquetrus* (о.п. до 5%), *Climacium dendroides* (о.п. менее 1%), *Plagiochila porelloides* (о.п. менее 5%), на приствольных повышениях и валеже – *Dicranum scoparium* и *Pleurozium schreberi*. **Ельник приручейный** входит в группу травяных ельников с богатыми почвами, проточной влагой и пышным травяным покровом с борцем и таволгой. Описаны в ЛЗ «Шалго-Бодуновский лес» (ельник аконитовый) и окрестностях дер. Русаново (ельник снытево-таволгово-осоковый). Моховой покров в таких лесах несущественный – 10-20%. Преобладают *Dicranum polysetum* (о.п. 10%), *Pleurozium schreberi* и *Ptilium crista-castrensis* (о.п. 5%). На почве фиксируются также *Dicranum scoparium*, *Rhytidiadelphus triquetrus* с небольшим участием, в микропонижениях – мхи-гигрофиты: *Sphagnum balticum*, *S. ma- gellanicum*, *S. russowii*, *S. warnstorffii*, *Calliergonella cuspidata*, *Rhizomnium punctatum*, *R. pseudopunctatum*, *Campylium stellatum* var. *protensum*, *Pseudobryum cinclidioides*. **Ель-ники сфагновые** расположены обычно на дне котловины или имеют равнинный рельеф с заболоченными и не дренированными почвами, часто – по краям сфагновых болот. Ха-рактерно постоянное избыточное увлажнение. Поверхность кочковатая. Такой ельник был описан ЛЗ «Шалго-Бодуновский лес» в ельнике костянично-сфагновом с торфяни-стой почвой и водой с поверхности. Доминантами фитоценоза являются сфагновые мхи (о.п. 90%), преобладает *Sphagnum centrale* (о.п. 70%), произрастающий в микропониже-ниях с водой с примесью *Straminergon stramineum*. Здесь же встречаются *Sphagnum russowii* и *S. girgensohnii* (о.п. 10-20%), как примесь к ним – *Polytrichum commune*. На микропо-вышениях встречается *Sphagnum warnstorffii* и *S. wulfianum*. *Pleurozium schreberi* больше приурочен к приствольным повышениям и кочкам, как менее гигрофильный вид из всех перечисленных. Разнообразные экологические условия в ельниках обуславливают произ-растание в них мохообразных, относящихся к различным экологическим группам. В ель-никах зеленомошной группы в напочвенном покрове доминируют мхи-мезофиты: *Hyloco- mium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Rhytidiadelphus triquetrus*. С увеличением влажно-сти почв увеличивается доля мезогигро-, гигромезо- и гигрофитов. Так, в травяных и приручейных ельниках наряду с мезофитами на почве появляются гигрофиты (*Sphagnum magellanicum*, *S. russowii*, *Rhizomnium pseudopunctatum*, *Pseudobryum cinclidioides*) и гид-рофиты (*Calliergonella cuspidata*). В ельниках сфагновых с заболоченными почвами доми-нируют сфагновые мхи, относящиеся к гигрофитам: *Sphagnum girgensohnii*, *S. russowii*, *S. centrale*. В целом, в напочвенном покрове преобладают мезофиты (18 видов, или 44%), далее идут гигрофиты (13 видов, или 32%) и гигромезофиты (6 видов, 15%). Доля осталь-ных незначительна: гигрогидрофиты – два вида (5%), мезогигрофиты и гидрофиты – по одному виду (по 2%).

В **сосновых лесах** на территории НП господствуют сосняки зеленомошной и сфагно-вой групп. Остальные типы представлены значительно реже и не являются типичными для территории парка. **Сосняки лишайниковые (боры-беломошники)** формируются на сухих бедных песчаных почвах. Были описаны в ЛПП «Сокольский бор» на водораздель-ной водно-ледниковой гряде в сосняке брусничном зеленомошно-лишайниковом. Доми-нантами фитоценоза являются лишайники из рода *Cladina* (*C. arbuscula*, *C. rangiferina*, *C. stellaris*) и *Cetraria islandica*. Их о.п. может достигать 90%. Моховой покров представ-

лен мхами-мезофитами – *Dicranum polysetum* (о.п. 20-50%), *Pleurozium schreberi* (о.п. до 20%). Видовое разнообразие мохообразных в таких сосняках наименьшее. **Сосняки зеленомошники** занимают почвы умеренной влажности и среднего богатства. Примером такого типа леса является ЛПП «Сокольский бор». Сосняки зеленомошники составляют на территории бора 9.77 кв.км (91.7% от всех сосняков ЛПП «Сокольский бор»). В ЛПП «Сокольский бор» сделаны описания сосняка зеленомошного, сосняка черничника и сосняка брусничника. Сосняк черничный был описан также в ЛЗ «Шалго-Бодуновский лес», а сосняк зеленомошный – на геологическом памятнике природы горе Маура. **Сосняки зеленомошные** встречаются на сильно дренированных сухих местах. Доминантами сплошного и мощного мохового покрова (о.п. до 95%) являются *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens* и *Rhytidiadelphus triquetrus*. Меньше (о.п. 5%) присутствует *Dicranum polysetum*. На приствольных повышениях сосны отмечается *D. scoparium*, на пне сосны – мхи-эпиксилы: *Brachythecium salebrosum*, *Lophocolea heterophylla*. **Сосняки брусничные** занимают более сухие места и фиксируются на песчаных и супесчаных почвах склонов и вершин всхолмлений. Моховой покров сплошной, о.п. достигает 90%. Доминирует *Pleurozium schreberi* (о.п. до 90%), наряду с ним могут преобладать *Hylocomium splendens* и *Dicranum polysetum*. В основании стволов сосны произрастает *Ptilidium pulcherrimum*. **Сосняки черничные** – наиболее распространенная на территории НП группа ассоциаций. Моховой ярус (о.п. 50%) сложен зелеными мхами. Господствуют *Pleurozium schreberi* (о.п. 20-40%), *Hylocomium splendens* (о.п. 5-10%) и *Dicranum polysetum* (о.п. 10%). Отмечен *Ptilium crista-castrensis* (о.п. 5%). На приствольных повышениях и комлях доминирует *Pleurozium schreberi*, встречаются также *Ptilidium pulcherrimum*, *Dicranum scoparium*, *Stereodon pallescens*, *Plagiothecium laetum*. Их мхов-эпиксилы попадают *Sanionia uncinata*, *Pohlia nutans*, *Sciurohypnum starkei*. **Сосняки-долгомошники** обнаружены в понижениях рельефа на выровненных территориях, места слабо дренированные, почвы немного заболоченные. Описан сосняк чернично-долгомошный в ЛПП «Сокольский бор». Эта ассоциация находится в переходной части между сосняками зеленомошными и сфагновым болотом «Соколье». Моховой покров мощный (о.п. 90%). Доминирует *Polytrichum commune* (о.п. 85%). В микропонижениях произрастают *Sphagnum capillifolium*, *Aulacomnium palustre*, на небольших повышениях – *Sphagnum girgensohnii*, *Pleurozium schreberi*, *Dicranum polysetum*, *Hylocomium splendens*. На комлях ели – *Sciurohypnum oedipodium*, *Dicranum scoparium*, *Plagiothecium laetum*. **Сосняки сфагновые** наиболее распространены на территории НП и образуют большие площади в северо-восточной и южной частях парка. Они развиваются на заболоченных (торфяно-подзолистых или даже торфяных) почвах в равнинных условиях рельефа и в понижениях, часто по окраинам болот. В сосняке сфагновом дернистоосоково-вахтово-сабельниковом и сосняке болотно-разнотравном в окрестностях дер. Коварзино в моховом покрове (о.п. 30-50%) преобладают сфагновые мхи (*Sphagnum warnstorffii*, *S. capillifolium*, *S. magellanicum*, *S. girgensohnii*), на кочках произрастают *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Polytrichum commune*, *P. juniperinum*, *Aulacomnium palustre*. В микропонижениях с водой встречаются мхи-гигрофиты: *Calliergon cordifolium*, *Calliergonella lindbergii*, *Straminergon stramineum*; на опаде – *Fissidens adianthoides*, *Hygroamblystegium humile*, *Sciurohypnum oedipodium*, *Sanionia uncinata*. Разнообразие экологических условий в сосняках обуславливает произрастание в них мохообразных, относящихся к различным экологическим группам, от мезофитов в сухих сосняках лишайниковых и сосняках зеленомошниках, где доминируют *Dicranum polysetum* и *Pleurozium schreberi*, гигромезофитов в сосняках долгомошных (*Polytrichum commune*) до гигрофитов (*Aulacomnium palustre*, *Sphagnum girgensohnii*, *S. magellanicum*, *S. warnstorffii*) и гигрогидрофитов (*Straminergon stramineum*) в сосняках заболоченных. В напочвенном покрове преобладают мезофиты и гигрофиты (семь видов, или 35%), гигромезофиты (четыре вида, или 20%). Доля остальных незначительна: гигрогидрофиты и мезогигрофиты – по одному виду (5%).

Основное внимание при характеристике лесов уделялось напочвенным мохообразным. В связи с внедрением в древесный ярус лиственных пород выделяется особая группа эпифитных мхов. Общее число эпифитов в хвойных лесах составляет 48 видов (в ельниках – 47, в сосняках – 15), которые встречаются на выступающих корнях деревьев,

приствольных повышениях и стволах. На ели и сосне основная часть эпифитных бриофитов произрастает в комлевой части и на высоте до 20 см и лишь изредка некоторые из них поднимаются выше: *Dicranum scoparium* (для ели и сосны) и *Sciurohypnum starkei* (для ели) – до 40, *Pleurozium schreberi* (для ели) – до 80 см. Самым массовым видом для ели, несомненно, является *Plagiothecium laetum*, который отмечается во всех ассоциациях на комлевой части ели и на высоте до 20 см. Наибольшее богатство и разнообразие мохообразных зафиксированы на лиственных породах: осине, липе, березе. Такие виды, как *Neckera pennata*, *Orthotrichum obtusifolium*, *O. speciosum*, *Pylaisia polyantha*, *P. selwynii*, являются облигатными эпифитами и попадают исключительно на стволах живых деревьев.

В хвойных лесах НП «Русский Север» наблюдается 84 вида листостебельных мхов и 14 видов печеночников, всего 98 мохообразных. Печеночные мхи представлены десятью семействами и 12 родами. Листостебельные мхи относятся к 46 родам и 23 семействам. Наиболее крупными семействами являются: *Mniaceae* – 13, *Brachytheciaceae* – 12, *Sphagnaceae* и *Pylaisiaceae* – по восемь, *Polytrichaceae* – шесть, *Dicranaceae*, *Plagiotheciaceae* и *Amblystegiaceae* – по пять видов. Десять семейств представлены одним видом. Максимальное число родов содержат семейства *Pylaisiaceae* – шесть, *Amblystegiaceae*, *Mniaceae* и *Brachytheciaceae* – по пять родов; 15 семейств представлены лишь одним родом. По числу видов преобладают роды: *Sphagnum* – восемь видов, *Dicranum*, *Plagiomnium* и *Brachythecium* – по пять, *Sciurohypnum* и *Plagiothecium* – по четыре вида. По составу доминирующих семейств бриофлора НП отражает специфику таежной зоны с присущим ей значительным разнообразием сфагновых мхов, связанных с большой заболоченностью территории, а также с видами семейств *Brachytheciaceae* и *Amblystegiaceae*, которые участвуют в образовании мохового яруса бореальных лесов. На сегодняшний момент бриофлора НП составляет 186 видов (162 – листостебельные мхи и 24 – печеночники). Следовательно, бриофлора хвойных лесов занимает 53% всей моховой флоры НП.

ЛИТЕРАТУРА

- Особо охраняемые природные территории, растения и животные Вологодской области / Под ред. Г.А. Воробьева и др. Вологда: Волог. гос. пед. ун-т, 1993. 210 с.
 Растительность европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. 429 с.
 Рысин Л.П., Савельева Л.И. Еловые леса России. М.: Наука, 2002. 335 с.
 Сосудистые растения национального парка «Русский Север» / Т.А. Суслова и др.; Под ред. В. С. Новикова. М.: Изд. Комис. РАН по сохранению биоразнообразия и ИПЭЭ РАН, 2004. 62 с. (Флора и фауна национальных парков; Вып. 4).

РАЗНООБРАЗИЕ И ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ВОДОРΟΣЛЕЙ В ВОДОЕМАХ БАСЕЙНА РЕКИ БАЛБАНЬЮ (ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

И.Н. Карпова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
 E-mail: karpova@ib.komisc.ru

В настоящее время основная задача особо охраняемых природных территорий (ООПТ) – сохранение биологического разнообразия всех компонентов биоты. Поэтому инвентаризационные исследования являются необходимыми для оценки состояния природных комплексов ООПТ. В данный период лишь небольшая часть огромной территории национального парка «Югыд ва» охвачена флористическими исследованиями. Сведения о разнообразии водорослей этой территории ограничиваются единичными работами (Воронихин, 1930; Шубина, 1986; Стенина и др., 2001; Патова, 2004). Водоросли чутко реагируют на изменение условий окружающей среды и могут быть использованы в биоиндикационных исследованиях и мониторинге охраняемых территорий.

Цель работы – изучение видового разнообразия и структуры альгофлор некоторых горных водоемов в бассейне р. Балбанью. Нами поставлены следующие задачи: выявить

видовой состав водорослей исследуемых водоемов; провести таксономический, экологический и географический анализ; определить степень загрязнения исследуемых водоемов с помощью индекса сапробности и с учетом гидрохимических данных.

Альгологические исследования проведены в период летней межени в июне-июле 2003 г. и июле 2005 г., взяты пробы воды на химический анализ. Методика сбора и обработки водорослей была общепринятой (Методика..., 1975). Диатомовые водоросли не определяли.

В бассейне р. Балбанью обследованы водоемы: р. Балбанью, оз. Большое Балбанты, оз. № 2 (условное название), руч. Санавож и несколько мелких горных ручьев, впадающих в оз. Большое Балбанты. По химическому составу воды обследованных водоемов низкоминерализованные гидрокарбонатно-кальциевого состава, при этом удельная электропроводность составляет 20-22 мкс/см. Активная реакция водной среды колеблется от слабокислой (5.89) до около нейтральной (6.66). Невысокие показатели цветности и бихроматной окисляемости свидетельствуют о небольшом содержании органических веществ в воде. Концентрация соединений биогенных элементов, в том числе азота и фосфора, не превышает пределов, характерных для северных водоемов, а в некоторых случаях снижается до аналитического нуля (анализ выполнен в аккредитованной экоаналитической лаборатории Института биологии Коми НЦ УрО РАН «Экоаналит»).

В озерах и водотоках на первом этапе исследования к настоящему времени выявлено 116 видов водорослей (вместе с разновидностями и формами) из 54 родов, 34 семейств, семи отделов, без учета диатомовых (рис. 1). Наиболее разнообразны водоросли из отделов Chlorophyta – 72 и Cyanophyta – 33 вида. Положение остальных отделов следующее: Xanthophyta – пять, Rhodophyta и Chrysophyta – по два, Euglenophyta и Charophyta – по одному виду. Основу разнообразия формирует семейство *Desmidiaceae* – 40 видов из девяти родов (рис. 2), что составляет 34% состава водорослей исследованных водоемов. Высокое положение этого семейства в составе альгофлоры европейского Севера отражает голарктические черты флоры северного полушария [3]. На втором-третьем месте по числу видов находятся семейства *Oscillatoriaceae* и *Nostocaceae* (по девять видов), на четвертом – *Phormidiaceae* – шесть, на пятом – *Selenastraceae* – пять. Еще одной характерной особенностью северных альгофлор является значительное количество семейств с одним-двумя видами. В изученной альгофлоре на их долю приходится 71%. Доля маловидовых родов составила 78, а родов с большей насыщенностью видами, наоборот, низкая – 22%. К ведущим родам относятся *Cosmarium* (15 видов), *Staurostrum* (10), *Euastrum* (8), *Oscillatoria* (8), *Phormidium* (5), которые в сумме дают 46 видов (40%). Отмечены виды с высокой частотой встречаемости: *Ulothrix zonata* Kütz., *Zygnema* sp., *Phormidium tenue* (Ag. ex Gom.) Anagn. et Kom., *Chamaesiphon gracilis* Rabenh., *Cosmarium undulatum* Corda. Некоторые из них представлены в доминирующих комплексах обследованных водоемов.

Большинство видов, для которых были найдены сведения о географии и экологии, в результате эколого-географического анализа отнесено к планктонно-бентосным формам, имеющим широкий ареал, индифферентным по отношению к солености среды. По отношению к pH индифферентны и ацидофилы находились примерно в равных соотношениях.

Среди видов-индикаторов наличия в среде легко окисляемых органических веществ преобладают олигосапробные виды, встречаются также в-мезосапробные и β-мезосапробные компоненты, но гораздо реже и с более низким баллом обилия. Индекс сапробности Пантле-Букка в модификации Сла-

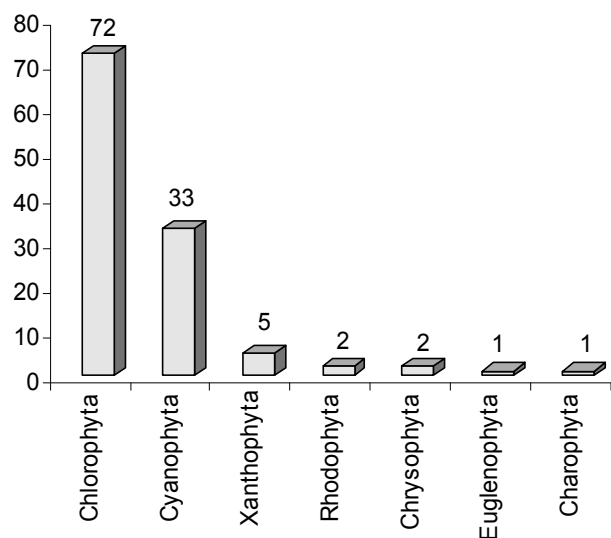


Рис. 1. Распределение водорослей по отделам. По оси ординат – число видов.

дечека (Баринова и др., 2000) составил 1.61, что указывает на олиго-β-мезосапробную зону и соответствует II-III классу качества воды (вполне чистая) с учетом гидрохимического анализа.

Таким образом, в результате исследований выявлено 116 видов (с учетом разновидностей и форм) водорослей. Видовой состав является типичным для небольших горно-тундровых водоемов, для которых характерно низкое содержание минеральных и органических веществ. Таксономический анализ водорослей выявил лидирующую роль зеленых и синезеленых водорослей, что типично для альгофлор северных регионов. Набор, порядок и доля во флоре ведущих семейств и родов по числу видов отражают зональное положение исследованного водоема. По экологической и географической приуроченности флора водорослей является пресноводной, относящейся к планктонно-бентосным местообитаниям со слабо кислой реакцией воды. Среди видов-индикаторов органического загрязнения преобладали олигосапробы. В соответствии с рассчитанными индексами сапробности и на основе данных гидрохимического анализа исследованные водоемы относятся к олиго-в-мезосапробной зоне самоочищения. Полученные результаты могут быть использованы как фоновые для мониторинга состояния водоемов в условиях антропогенного воздействия.

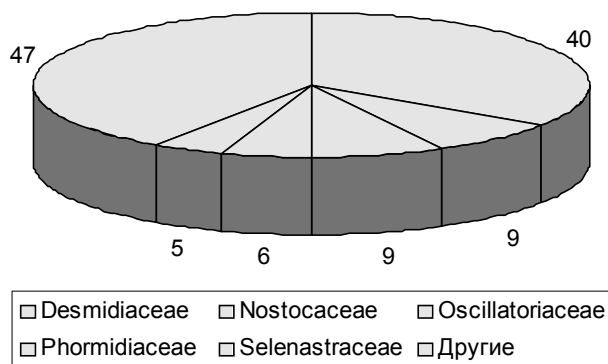


Рис. 2. Соотношение ведущих семейств водорослей по числу видов.

ЛИТЕРАТУРА

- Баринова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Водоросли-индикаторы в оценке качества окружающей среды. М.: ВНИИприроды, 2000. 150 с.
- Воронихин Н.Н. Водоросли Полярного и Северного Урала // Тр. Ленингр. об-ва естествоисп. Л., 1930. Т. 60, вып. 3. С. 3-80.
- Гецен М.В., Стенина А.С., Патова Е.Н. Альгофлора Большеземельской тундры в условиях антропогенного воздействия. Екатеринбург, 1994. 148 с.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975. 239 с.
- Патова Е.Н. Разнообразие Суанорфита в ледниковых озерах бассейна р. Малый Паток (Приполярный Урал) // Развитие сравнительной флористики в России: вклад школы А.И. Толмачева: Матер. VI рабочего совещ. по сравнительной флористике. Сыктывкар, 2004. С. 165-169.
- Стенина А.С., Тетерюк Б.Ю., Патова Е.Н. Растительные сообщества прибрежных экотонов озера в долине реки Вангыр на Приполярном Урале // Ботанические исследования на охраняемых природных территориях европейского Северо-Востока. Сыктывкар, 2001. С. 20-36. (Тр. Коми науч. центра УрО РАН, № 165).
- Шубина В.Н. Гидробиология лососевой реки Северного Урала. Л.: Наука, 1986. С.25-38.

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ БУЛОВОУСЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (LEPIDOPTERA, DIURNA) АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ОКРЕСТНОСТЕЙ ГОРОДА АРХАНГЕЛЬСК

Т.Б. Козинская

Институт экологических проблем Севера УрО РАН
E-mail: kozinya@mail.ru

Антропогенная трансформация ландшафтов, резко усилившаяся в XX в. в связи с урбанизацией, развитием промышленности, лесного и сельского хозяйства, привела к появлению разнообразных антропогенных местообитаний – суходольных лугов, обочин дорог, сельскохозяйственных угодий, пустырей, свалок и т.п. Биотопы, возникающие в процессе антропогенной трансформации коренных ландшафтов северной тайги, активно заселяются булавоусыми, или дневными чешуекрылыми (Горбач, 1998; Татаринов, Долгин, 2001; Болотов, 2000б, 2002). Это широко распространенная группа насекомых, ак-

тивно участвующих в экологических процессах наземных биогеоценозов (Татаринов, Долгин, 2001). Они ведут открытый образ жизни, чутко и быстро реагируют на изменения условий окружающей среды, что приводит к существенным перестройкам в сообществах при усилении антропогенной нагрузки на биотопы.

В настоящее время на непосредственно прилегающей к г. Архангельск территории существует широкий спектр антропогенных биотопов. Для исследований были выбраны антропогенные открытые суходольные луга и обочины лесных дорог, поскольку они являются наиболее типичными для территории изучаемого района и представляют большой интерес с позиций формирования группировок булавоусых чешуекрылых. Изучены также клеверно-разнотравные ивняки – вторичные местообитания, возникшие на насыпных почвах, недалеко от сельскохозяйственных угодий и открытых суходольных лугов. Условия увлажнения этих биотопов – мезофильные. Антропогенное влияние невысокое, в основном это рекреационная нагрузка.

Изучение видового состава и структуры группировок булавоусых чешуекрылых основано на полевых исследованиях 1997-2000 гг. (Болотов, 2003) и 2005 г. Сбор имаго производили методом безвыборочного вылова с помощью энтомологического сачка в течение всего периода лета имаго (Болотов, 2002). Общий объем выборки составил 2656 экз. (2192 экз. – с 1997 по 2000 г. плюс 464 экз. 2005 г.). Собранные материалы хранятся в Институте экологических проблем Севера УрО РАН. Для оценки количественной структуры фауны мы использовали пятибалльную логарифмическую шкалу, позволяющую отнести тот или иной вид к соответствующей категории. Виды с обилием 4-5 баллов являются численно преобладающими (доминирующими), 3 – обычными, 1-2 – малочисленными (редкими) (Песенко, 1982; Горбач, 1998).

Всего в окрестностях г. Архангельск зарегистрировано 48 видов булавоусых чешуекрылых, относящихся к шести семействам (см. таблицу).

Наименьшим числом видов представлено семейство *Papilionidae*, включающее только один вид – *Papilio machaon*. Семейство *Hesperiidae* включает четыре, *Satyridae* – пять, *Pieridae* – восемь, *Lycaenidae* – 12 видов. Максимальным числом видов представлено семейство *Nymphalidae* – 18.

Виды представлены четырьмя классами относительного обилия. Обилия 5 баллов нет ни у одного вида. Однако шесть видов характеризуются баллом обилия 4, из них самый многочисленный – *Pieris (napi) napi* (16.53%), далее следуют *Erebia ligea* (8.66%) и *Leptidea sinapis* (8.55%), *Pieris rapae* (5.46%), *Callophrys rubi* (4.74%) и *Brenthis ino* (4.41%). К обычным относятся 19 видов, из которых численно преобладают *Anthocharis cardamines* (3.95%), *Polyommatus amanda* (3.84%), *Cyaniris semiargus* (3.77%), *Celastrina argiolus* (3.20%) и *Vacciniina optilete* (3.16%) (пять видов). Остальные 23 вида относятся к малочисленным и редким. Из них наибольший интерес представляют три вида, ранее (Болотов, 2002) для окрестностей г. Архангельск не отмечавшиеся. Это *Melitaea athalia*, *Eumedonia eumedon* и *Aricia nicias*, занимающие в общей выборке 0.49, 0.38 и 0.04 % соответственно. Кроме того, в 2005 г. зарегистрировано продвижение на север тайги по антропогенным ландшафтам голубянки *Glaucopsyche alexis*, что можно связать с потеплением климата района (Шварцман, Болотов, Игловский, 2001). Данный вид является новым для Архангельской области и составляет в выборке 0.19%.

Всего выявлено шесть доминирующих видов, три из которых относятся к семейству *Pieridae*. К этому же семейству принадлежат три обычных вида. Два остальных – *Gonepteryx rhamni* и *Pieris brassicae* – к числу редких и занимают в выборке 0.56 и 0.11%. Семейство *Nymphalidae* включает в себя один доминирующий вид – *Neobrenthis ino* (4.41%), пять обычных и 12 малочисленных, из последних преобладающим является *Polygonia calbum*, на долю которого приходится 0.87 %.

Семейство *Lycaenidae* тоже представлено одним доминирующим видом – *Callophrys rubi* (4.74%). Кроме того, оно содержит семь обычных видов и три редких. Из редких видов наиболее многочисленным является *Eumedonia eumedon* – 0.38%. Семейство *Satyridae* содержит шестой и последний доминирующий вид, один обычный – *Lasiommata petropolitana* (2.18) и три редких. Семейство *Hesperiidae* представлено только обычными видами, численно из которых преобладает *Ochlodes faunus* (1.96% выборки).

**Видовой состав
булавоусых чешуекрылых (*Lepidoptera*, *Diurna*)
окрестностей г. Архангельск**

Номер п.п.	Вид	Экземпляры	Проценты	Баллы
Hesperidae				
1	<i>Carterocephalus palaemon</i>	47	1.77	3
2	<i>Carterocephalus silvicola</i>	10	0.38	2
3	<i>Ochlodes faunus</i>	52	1.96	3
4	<i>Thymelicus lineola</i>	15	0.56	2
Papilionidae				
5	<i>Papilio machaon</i>	70	2.64	3
Pieridae				
6	<i>Leptidea sinapis</i>	227	8.55	4
7	<i>Aporia crataegi</i>	60	2.26	3
8	<i>Pieris brassicae</i>	3	0.11	1
9	<i>Pieris (napi) napi</i>	439	16.53	4
10	<i>Pieris rapae</i>	145	5.46	4
11	<i>Anthocharis cardamines</i>	105	3.95	3
12	<i>Colias palaeno</i>	24	0.90	3
13	<i>Gonepteryx rhamni</i>	15	0.56	2
Nymphalidae				
14	<i>Limenitis populi</i>	1	0.04	1
15	<i>Nymphalis antiopa</i>	52	1.96	3
16	<i>Polygonia c-album</i>	23	0.87	2
17	<i>Aglais urticae</i>	73	2.75	3
18	<i>Vanessa atalanta</i>	13	0.49	2
19	<i>Vanessa cardui</i>	31	1.17	3
20	<i>Araschnia levana</i>	51	1.92	3
21	<i>Euphydryas maturna</i>	13	0.49	2
22	<i>Melitaea athalia</i>	13	0.49	2
23	<i>Argynnis paphia</i>	2	0.08	1
24	<i>Mesoacidalia aglaja</i>	16	0.60	2
25	<i>Brenthis ino</i>	117	4.41	4
26	<i>Boloria (pales) aquilonaris</i>	18	0.68	2
27	<i>Proclossiana eunomia</i>	5	0.19	1
28	<i>Clossiana euphrosyne</i>	49	1.84	3
29	<i>Clossiana selene</i>	8	0.30	2
30	<i>Clossiana titania</i>	1	0.04	1
31	<i>Clossiana frigga</i>	1	0.04	1
Satyridae				
32	<i>Lasiommata petropolitana</i>	58	2.18	3
33	<i>Coenonympha tullia</i>	2	0.08	1
34	<i>Erebia embla</i>	1	0.04	1
35	<i>Erebia ligea</i>	230	8.66	4
36	<i>Oeneis jutta</i>	1	0.04	1
Lycaenidae				
37	<i>Callophrys rubi</i>	126	4.74	4
38	<i>Lycaena helle</i>	7	0.26	2
39	<i>Heodes virgaureae</i>	37	1.39	3
40	<i>Celastrina argiolus</i>	85	3.20	3
41	<i>Plebejus argus</i>	61	2.30	3
42	<i>Vacciniina optilete</i>	84	3.16	3
43	<i>Glaucopsyche alexis</i>	5	0.19	1
44	<i>Aricia nicias</i>	1	0.04	1
45	<i>Eumedonia eumedon</i>	10	0.38	2
46	<i>Polyommatus amanda</i>	102	3.84	3
47	<i>Polyommatus icarus</i>	47	1.77	3
48	<i>Cyaniris semiargus</i>	100	3.77	3
	Итого	2656	100.00	

Самым низким обилием (0.04%) отличаются пять видов: *Clossiana titania*, *Clossiana frigga*, *Limenitis populi*, *Erebia embla*, *Oeneis jutta* и *Aricia nicias*.

Таким образом, в окрестностях Архангельска установлено 48 видов дневных бабочек из шести семейств. Фауна булавоусых чешуекрылых включает шесть доминирующих видов, 19 обычных и 23 малочисленных редких.

Изученные антропогенные топические группировки дневных бабочек северной тайги обладают определенными общими особенностями. Они имеют смешанный («сборный») видовой состав, который формируется из видов коренных топических группировок и более южных видов. Видовое богатство таких группировок очень вариабельно – вплоть до максимального для района исследований. В экологической структуре по гигропреферендуму доминируют мезофильные виды. Открытых антропогенные биотопы обеспечивают расширение доступных для дневных бабочек местообитаний, рост видового богатства группировок, появление в них более южных сухолюбивых видов. Основными движущими факторами современного процесса формирования населения *Diurna* северной тайги являются хозяйственная деятельность человека и региональные проявления глобальных изменений климата.

ЛИТЕРАТУРА

Болотов И.Н. Видовое разнообразие булавоусых чешуекрылых (*Lepidoptera*, *Rhopalocera*) в различных типах биотопов северной тайги Архангельской области // Сохранение биоразнообразия и рациональное использование биологических ресурсов: Тез. докл. конф. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2000. С. 17.

Болотов И.Н. Булавоусые чешуекрылые (*Lepidoptera*, *Rhopalocera*) Архангельска и его окрестностей // Зоол. журн., 2002. Т. 81. № 4. С. 457-462.

Болотов И.Н. Синэкология, биоразнообразие и охрана булавоусых чешуекрылых (*Lepidoptera, Diurna*) северной тайги на западе Русской равнины: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2002. 19 с.

Болотов И.Н. Влияние антропогенной трансформации ландшафтов на формирование топических группировок булавоусых чешуекрылых (*Lepidoptera, Diurna*) в условиях европейской северной тайги // Вестн. Поморского ун-та, 2003. Сер. Естеств. и точные науки, № 2 (3). С. 55-66.

Горбач В.В. Булавоусые чешуекрылые (*Lepidoptera, Rhopalocera*) среднетаежной подзоны Юго-Восточной Фенноскандии: Дис. канд. биол. наук. Петрозаводск: ПетрГУ, 1998. 178 с.

Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 182 с.

Татаринов А.Г., Долгин М.М. Видовое разнообразие булавоусых чешуекрылых на европейском Северо-Востоке России. СПб.: Наука, 2001. С. 1-244.

Шварцман Ю.Г., Болотов И.Н., Игловский С.А. Региональные изменения климата и состояние экосистем европейского Севера России // Вековые изменения морских экосистем Арктики. Климат, морской перигляциал, биопродуктивность. Апатиты: Изд-во Карельского НЦ РАН, 2001. С. 101-119.

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТОПИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ШМЕЛЕЙ (HYMENOPTERA, APIDAE, BOMBINI) СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ РУССКОЙ РАВНИНЫ

Ю.С. Колосова

Институт экологических проблем Севера УрО РАН

E-mail: jusik6@yandex.ru

Состав фаун и топических комплексов зависит от нескольких факторов, среди которых можно выделить две основные группы. К первой относятся современные природно-ландшафтные условия территории: особенности климата и рельефа, растительный покров, создающие специфические условия местообитаний. Вторая группа включает естественно-исторические или палеогеографические факторы, связанные с генезисом ландшафтов территории и определяющие специфику фауногенетических потоков. Особая значимость комплексного воздействия факторов прослеживается для севера Русской равнины, поскольку фауна исследуемой территории носит аллохтонный и миграционный характер. В качестве объекта исследований нами была выбрана широко распространенная на севере таксономическая группа насекомых – шмели. Их географическое распространение хорошо отражает историю формирования ландшафтов (Панфилов, 1957).

Исследования по изучению топических комплексов шмелей проводились в пределах подзоны северной тайги восточной и западной частей Русской равнины (на Среднем Тимане и юго-востоке Беломорско-Кулойского плато). Оба района представляют собой области развития карста, близки по климатическим параметрам и почвенно-растительному покрову. Для Среднего Тимана были выбраны пойменные крупнотравные луга в долинах руч. Пармаэль (приток р. Сюзью, Чутьинский заказник), рек Седью, Лыаэль и Велью. Участок Седью имеет среднюю закарстованность, Пармаэль и Лыаэль – слабую. Верховья р. Велью находятся вне закарстованной территории кряжа. Луговые фитоценозы представлены злаково-крупнотравными и смешанно-крупнотравными сообществами. Все исследованные участки долин рек облесены, поэтому пойменные луга в них представлены узкими полосами или фрагментами и граничат с еловыми и елово-березовыми крупнотравными лесами. Исследования проводились в третьей декаде июля 2005 г.

В качестве ключевых участков юго-востока Беломорско-Кулойского плато были взяты три пункта, два из которых располагались в пределах сильно закарстованного и один – средне закарстованного ландшафтов. Первый участок приурочен к плоским днищам карстовых логов Пинежского заповедника. Второй располагается в долине р. Сотка. Оба они представлены ельниками крупнотравными и смешанно-крупнотравными лугами. В растительном покрове третьего участка преобладают плакорные ельники чернично-зеленомошные и мелкотравно-чернично-зеленомошные. Полевые исследования проводились в июне-августе 2000 г., июле 2001 г. и августе 2004 г.

Шмелей собирали методом безвыборочного вылова с помощью энтомологического сачка (Татаринов, Долгин, 2001; Болотов, Подболоцкая, 2003). Общий объем выборки по Среднему Тиману составил 625, по Беломорско-Кулойскому плато – 1441 экз.

Для оценки количественной структуры комплексов использовали пятибалльную логарифмическую шкалу. Виды с обилием 4-5 баллов являются численно преобладающими, 3 – обычными, 1-2 – редкими. Видовое разнообразие выборок оценивали на основе общего числа видов (S) и системы индексов: разнообразия Шеннона (H'), богатства Маргалефа (D_{Mg}), доминирования Бергера-Паркера (D_{B-P}) и Симпсона (D_{Sm}) (Песенко, 1982). Попарное использование индексов объясняется их различной чувствительностью к объему выборок, числу видов в них и присутствию в выборке наиболее обильных видов.

По материалам сборов установлено, что видовой состав шмелей Среднего Тимана представлен 18 видами, относящимися к шести под родам. Топические комплексы насчитывают от 10 до 15 видов шмелей. Минимальное число видов отмечено на участке Парма-эль, максимальное – Лыа-эль. Наиболее многочисленными видами на всех участках являются *B. (s. str.) sporadicus* и *B. (s. str.) lucorum*, составляющие в некоторых пунктах около 45 и 25% выборки соответственно. Сибирско-таежный вид, типичный обитатель лесной зоны *B. (s. str.) sporadicus*, имеет обилие 5 баллов. Эвритопный вид *B. (s. str.) lucorum* отличается высокой экологической валентностью, способен заселять различные местообитания, во всех ключевых участках обилие 4 балла. Спектр обычных видов (3 балла) вариателен, причем виды этой категории присутствуют только в двух топических комплексах шмелей: Парма-эль и Велью. Для обоих комплексов характерны *B. (Pr.) cingulatus* и *B. (Pr.) jonellus*. В комплексе поймы руч. Парма-эль к обычным видам относится также *B. (Pr.) hypnorum*, а р. Велью – *B. (Th.) pascuorum*, *B. (Pr.) pratorum* и *B. (Ps.) flavidus*. Низкое обилие в выборках типично для *B. (Pr.) modestus*, *B. (Th.) schrencki*, *B. (Th.) veteranus*, *B. (St.) distinguendus*, *B. (Mg.) consobrinus*, *B. (Mg.) hortorum* и клептопаразитических *B. (Ps.) sylvestris*, *B. (Ps.) bohemicus*, *B. (Ps.) norvegicus* и *B. (Ps.) quadricolor*. Их обилие нигде не превышает 2 балла. Шмель *B. (Mg.) consobrinus*, на севере Европейского субконтинента трофически связанный с аконитом северным (Болотов, Колосова, 2006), отмечен только в долине р. Седью с развитием карстовых ландшафтов и наиболее значительным участием данного вида растений в фитоценозах.

Видовой состав шмелей Беломорско-Кулойского плато насчитывает 16 видов, относящихся к шести под родам. В состав топических комплексов входят от 12 до 16 видов, причем видовой состав увеличивается в условиях ландшафтов со средней степенью закарстованности. Большинство видов, зарегистрированных в таежных лесах Беломорско-Кулойского плато, характерны для Среднего Тимана.

В условиях сильно закарстованных ландшафтов Беломорско-Кулойского плато в составе комплексов преобладают виды с низкой численностью. Максимально обилие лесных видов шмелей сибирского происхождения: *B. (Th.) schrencki*, *B. (Mg.) consobrinus*, *B. (Pr.) modestus* и *B. (s. str.) sporadicus*. В условиях средне закарстованных ландшафтов их обилие снижается. Постоянной численностью, не зависящей от степени закарстованности ландшафта и соответствующих местообитаний, отличаются экологически толерантные виды, обладающие значительными адаптационными способностями и, в первую очередь, *B. (Th.) pascuorum*.

В целом для Беломорско-Кулойского плато ядро доминантов составляют два численно преобладающих вида – *B. (Th.) schrencki* и *B. (Th.) pascuorum*, тогда как для Среднего Тимана – *B. (s. str.) sporadicus* и *B. (s. str.) lucorum*. В условиях ландшафтов плато с высокой степенью закарстованности *B. (Th.) schrencki* представлен 5-м и 4-м баллами обилия и составляет свыше 23% по обилию. Убиквист *B. (Th.) pascuorum* является одним из наиболее многочисленных видов в большинстве северотаежных локальных фаун шмелей европейского Севера России. На Беломорско-Кулойском плато вид обладает 4-м баллом (около 19%). К обычным в зависимости от места сбора относятся от трех до девяти видов, причем на сильно закарстованных участках преобладают виды с низкой численностью. Это происходит из-за резких различий по численности между массовыми и остальными видами. Доля видов со средним обилием существенно возрастает на средне закарстованном участке.

Массовые на Среднем Тимане *B. (s. str.) sporadicus* и *B. (s. str.) lucorum* характеризуются для Беломорско-Кулойского плато более низкой численностью. *B. (s. str.) sporadicus* составляет менее 10% выборки с Беломорско-Кулойского плато, доминирует в условиях сильно закарстованного ландшафта (4 балла). На участках средне закарстованного ландшафта его обилие несколько снижается. Доля *B. (s. str.) lucorum* возрастает в обратном направлении (обилие 4).

Изученные комплексы шмелей лесных территорий Среднего Тимана и Беломорско-Кулойского плато отличаются по показателям индексов альфа-разнообразия. Разнообразие топических комплексов шмелей лесных массивов Беломорско-Кулойского плато характеризуется следующими значениями: $S \geq 12$; H' , $D_{Mg} \geq 2$; D_{B-P} , $D_{Sm} < 0.3$. Тогда как значения индексов видового разнообразия топических комплексов шмелей Среднего Тимана отличаются величинами: $S \geq 10$; H' , $D_{Mg} \geq 1.74$; D_{B-P} , $D_{Sm} < 0.46$. Следовательно, у рассмотренных комплексов Среднего Тимана видовое разнообразие более низкое за счет менее выровненной количественной структуры комплексов, связанной с наличием во всех комплексах высокообильных видов.

Таким образом, прослеживается географическая изменчивость структуры топических комплексов шмелей северной тайги Русской равнины в долготном градиенте. Это явление, скорее всего, обусловлено как современными ландшафтно-климатическими условиями, так и историческими причинами.

Работа выполнена при частичной поддержке грантов РФФИ (№ 05-05-64430 и 05-05-97512) и администрации Архангельской области.

ЛИТЕРАТУРА

- Болотов И.Н., Колосова Ю.С. Закономерности формирования топических комплексов шмелей (Hymenoptera, Apidae: Bombini) в условиях северотаежных карстовых ландшафтов на западе Русской равнины // Экология, 2006. № 2.
- Болотов И.Н., Подболоцкая М.В. Локальные фауны шмелей (Hymenoptera: Apidae, Bombini) европейского Севера России. Соловецкие острова // Вестник Поморского университета, 2003. Сер. естеств. и точные науки. № 1 (3). С. 74-87.
- Панфилов Д.В. Опыт реконструкции палеогеографии Северной Евразии в четвертичном периоде по материалам современной фауны шмелей // Вопросы палеогеографии и биостратиграфии. Тр. I сессии палеонтол. об-ва. М.: Госгеолтехиздат, 1957. С. 97-106.
- Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М., 1982. С. 1-182.
- Татаринов А.Г., Долгин М.М. Видовое разнообразие булавоусых чешуекрылых на европейском Северо-Востоке России. СПб.: Наука, 2001. С. 1-244.

ЗООПЛАНКТОН СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ВЫЧЕГДА

О.Н. Кононова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: kon@ib.komisc.ru

Изучение фауны р. Вычегда началось в 40-х гг. прошлого столетия в рамках комплексных рыбохозяйственных работ, целью которых было исследовать кормовые ресурсы рыб и особенности их размещения в русле реки. В то время ученые не ставили перед собой задачу выявить как можно полно видовой состав зоопланктона. В отобранных пробах планктона рассматривали совместно численность и биомассу как фито-, так и зоопланктона (Зверева, 1956, 1961). Первый список видов зоопланктона р. Вычегда можно найти в работе Н.В. Кордэ (1959). Позднее, в 1960-1980-е гг., зоопланктон реки изучали в связи с исследованием проблемы переброски стока реки в бассейн р. Волга и определения влияния на состав фауны стоков Сыктывкарского ЛПК (Зверева и др., 1963). В трудах того периода даются уже более детальные списки видов зоопланктона, а численность и биомасса указываются не только для всего зоопланктона реки, но и составляющих его групп. Однако до сих пор зоопланктон водотока изучен недостаточно полно.

Цель настоящей работы – это изучение современного качественного состава и количественных показателей зоопланктона р. Вычегда в ее среднем течении, а также оценка сапробности и степени трофности водотока.

Отбор проб зоопланктона производили по общепринятым методикам (Киселев, 1950) с июня по август 2004 г. на двух станциях в среднем течении р. Вычегда зачерпыванием ведром 100 л воды с последующим процеживанием через планктонную сеть Апштейна (газ № 70). Сборы фиксировали 4% -ным формалином. Физико-географическая характеристика среднего течения реки подробно описана в монографии О.С. Зверевой (1969). Ширина русла в районе исследований составила ~500, глубина в пунктах отбора проб – 0.5 м. Расстояние между станциями 5 км. На станции № 1 река течет в коренных берегах, пойма не выражена, грунт в основном глинисто-песчаный с наилком. Пробы собирали на расстоянии один метр от берегов. Станция № 2 располагалась недалеко от железнодорожного моста. Левый берег здесь намывной, представляет собой песчаную отмель со слабо заиленным грунтом, пробы отбирали в 6-7 м от берега. Правый берег реки коренной, грунт валунно-галечный, в течение вегетационного сезона обрастает водорослями, среди которых присутствуют единичные растения *Carex sp.* Пробы собирали на расстоянии один метр от берега. Скорость течения во всех пунктах составляла ~0.2 м/сек, вода прозрачна до дна.

Для оценки трофического статуса и сапробности вод реки по зоопланктону использовали индексы Мязметса (Мязметс, 1980), Пантле-Бука в модификации Сладечека (Унифицированные ..., 1977).

Зоопланктон исследованного участка реки представляют 102 вида и формы беспозвоночных животных. На долю низших ракообразных приходится 42 (31 – Cladocera и 11 – Copepoda), на долю коловраток – 60 видов. Наиболее разнообразно в течение всего вегетационного сезона в водотоке представлены коловратки (рис. 1, А). Основной комплекс коловраточного планктона реки состоял из семи таксонов: *Synchaeta sp.*, *Asplanchna priodonta* Gosse, *Filinia longiseta longiseta* (Ehrenberg), *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, *Polyarthra dolichoptera* Idelson, *P. vulgaris* Carlin и *Phylodiniidae gen. sp.*, рачкового планктона – из пяти видов: *Thermocyclops oithonoides* (Sars), *T. crassus* (Fischer), *Acroperus harpae* (Baird), *Bosmina longispina* Leydig и *B. longirostris* (O.F. Müller). Эти животные отмечены в водотоке в течение всего периода исследований. Виды *Macrothrix spinosa* King и *M. hirsuticornis* Norman et Brady ранее не были отмечены для водотока (Кононова, 2005а, 2005б). Максимальные численность и биомасса зоопланктона наблюдались в июле (рис. 1, Б).

Зоопланктон исследованного участка реки неоднороден. На станции № 1 выявлено 79 видов и форм планктонных животных. Из них коловраток – 40, ветвистоусых – 30, веслоногих рачков – 9. Только на этой станции встречены рачки – *Eucyclops macrurus* (Sars), *Cyclops sp.*, *Acanthocyclops vernalis* (Fischer), *Sida crystallina* (O.F. Müller), *Simocephalus vetulus* (O.F. Müller), *Pleuroxus aduncus* (Jurine), *P. truncatus* (O. F. Müller), *Rhynchotalona rostrata*, *Graptoleberis testudinaria* (Fischer), *Monospilus dispar* Sars, *Polyphemus pediculus* (Linné) и коловратки – *Brachionus nilsoni* Ahlstrom, *Epiphanes clavulata* (Ehrenberg), *Euchlanis lyra lyra* Hudson, *Keratella cochlearis cochlearis* (Gosse),

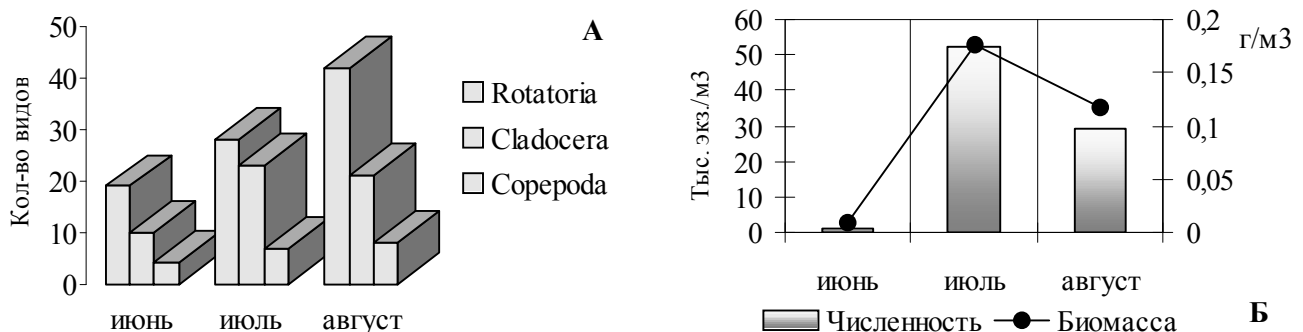


Рис. 1. Сезонное распределение видового богатства (А), численности и биомассы (Б) зоопланктона среднего течения р. Вычегда.

K. quadrata quadrata (Müller), *Lecane luna luna* (Müller), *Lepadella* sp., *Notholca acuminata* (Ehrenberg), *Testudinella patina* (Hermann) и *Trichotria truncata aspinosa* (Rodewald).

В июне здесь доминировали *Synchaeta* sp. (16.9% от общего обилия зоопланктона), *Asplanchna priodonta priodonta* Gosse (12.6%). Численность и биомасса зоопланктона были невелики (рис. 2, А). Высоких значений (до 48.5% от общей плотности) достигало обилие ювенильных стадий развития веслоногих рачков.

В июле наблюдали резкое увеличение численности (в 16 раз) и биомассы (в 6.1 раз) зоопланктона в основном за счет массового развития ветвистоусых рачков рода *Bosmina*, формировавших >80% общей численности зоопланктона. Веслоногие рачки были представлены преимущественно неполовозрелыми особями (до 7% общего обилия планктона).

К августу численность и биомасса зоопланктона снижаются. В сообществе планктонных животных преобладают коловратки, в этом месяце увеличиваются их численность – до 8.7 тыс. экз./м³ (80% от общей плотности зоопланктона) и биомасса – до 0.022 г/м³ (58% суммарной биомассы). Доминируют *Euchlanis deflexa deflexa* Gosse (26% от общей численности зоопланктона), *E. dilatata* (17%) и *Lecane luna luna* (17%). Остается высокой численность ветвистоусых р. *Bosmina* – 5.6 и ювенильных форм *Cyclopoida* – 7%.

На станции № 2 обнаружено 74 вида планктонных беспозвоночных. Из них коловраток – 45 видов и форм, 22 – ветвистоусых и 7 – веслоногих рачков. Только на этом участке реки встречены рачки *Diaptomidae* sp. juv., *Macrocyclus albidus* (Jurine), коловратки *Asplanchna priodonta helvetica* Imhof, *Brachionus diversicornis homoceros* (Wierzejski), *B. quadridentatus* Hermann, *B. q. quadridentatus* Hermann, *B. q. brevispinus* Ehrenberg, *B. q. zernovi* Voronkov, *Conochilus unicornis* Rousselet, *Euchlanis meneta* Myers, *Kellicottia longispina longispina* (Kellicott), *Keratella cochlearis hispida* (Lauterborn), *K. c. tecta* (Gosse), *Lecane (Monostyla) cornuta* (Daday), *Notommata* sp., *Polyarthra major* Burckhardt, *Rotaria* sp., *Trichocerca (Diurela) intermedia* (Stenroos), *T. (D.) porcellus* (Gosse), *Trichotria curta* (Skorikov) и *T. pocillum pocillum* (Müller).

В июле, как и на станции № 1, наблюдали максимальные численность (рис. 2, Б) и биомассу (0.3 г/м³) зоопланктона, также в основном за счет рачков рода *Bosmina* (81% общей плотности зоопланктона) и коловраток рода *Synchaeta* (6%).

В августе почти вдвое увеличивается видовое разнообразие коловраток (43 вида и формы), почти втрое – их численность и биомасса. Эта группа преобладает по численности среди зоопланктона (64% от общего обилия зоопланктона). Доминировали таксоны *Synchaeta* sp. (19% общего обилия зоопланктона) и *Filinia longiseta longiseta* (14%). Численность рачков рода *Bosmina* составила 23%, возросло до 9% количество ювенильных веслоногих рачков.

Видовой состав зоопланктона на исследованных станциях различен, индекс общности фауны Чекановского-Сьеренсена (I_{cs}) составляет 0.43 (Песенко, 1982). Это, вероятно, можно объяснить более разнообразными условиями обитания зоопланктона на станции № 2.

По индексу сапробности (1.6) воды среднего течения р. Вычегда относятся к β-мезосапробным. Коэффициент трофности Мязметса достигает 3.4, что характеризует воды реки как эвтрофные.

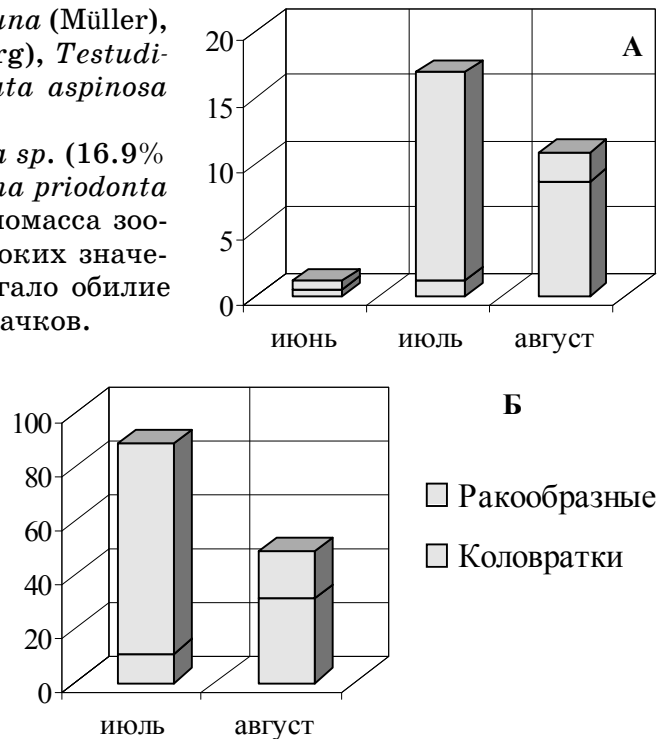


Рис. 2. Динамика численности зоопланктона среднего течения р. Вычегда на станциях № 1 (А) и 2 (Б).

Таким образом, в зоопланктоне среднего течения р. Вычегда выявлено >100 видов и форм планктонных животных. Впервые для водотока отмечены ракообразные *Macrothrix spinosa* и *M. hirsuticornis*. По числу видов в течение всего вегетационного сезона доминируют коловратки. Состав зоопланктона на различных участках реки неодинаков. По составу беспозвоночных-индикаторов воды реки относятся к эвтрофным и умеренно загрязненным. Максимальные значения численности и биомассы зоопланктона наблюдаются в июле, их определяет массовое развитие ветвистоусых рачков.

ЛИТЕРАТУРА

- Зверева О.С. Гидробиологические исследования в Коми АССР // Рук. фонд Коми НЦ УрО РАН, 1956. Ф. 1. Оп. 5. ед. хр. 147.
- Зверева О.С. Кормовые ресурсы рыб в водоемах Коми АССР // Рук. фонд Коми НЦ УрО РАН, 1961. Ф. 1. Оп. 5. ед. хр. 180.
- Зверева О.С., Соловкина Л.Н., Власова Т.А. и др. Развитие народного хозяйства Коми АССР в связи с переброской стока северных рек Печоры и Вычегды в бассейн Волги // Рук. фонд Коми НЦ УрО РАН, 1963. Ф. 3. Оп. 2. ед. хр. 54.
- Зверева О.С. Особенности биологии главных рек Коми АССР в связи с историей их формирования. Л.: Наука, 1969. 279 с.
- Киселев И.А. Изучение планктона водоемов. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950. 40 с.
- Кононова О.Н. Коловратки среднего течения р. Вычегда // Тез. и матер. IV Междунар. конф. по коловраткам: Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина, 6-8 декабря 2005 г. Борок, 2005а. С. 79-87.
- Кононова О.Н. Фауна зоопланктона пойменного озера Еля-ты (бассейн р. Вычегда) // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов европейского Севера: Сб. материалов IV (XXVII) Междунар. конф. Ч. 1. (Вологда, Россия, 5-10 декабря 2005 г.). Вологда, 2005б. С. 197-200.
- Кордэ Н.В. Количественный планктон реки Вычегды // Изв. Коми филиала ВГО, 1959. Вып. 5. С. 111-120.
- Мяэметс А.Х. Изменения зоопланктона // Антропогенное воздействие на малые озера. Л., 1980. С. 54-56.
- Песенко Ю.А. принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М., 1982. 288 с.
- Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. 3. Методы биологического анализа вод. Индикаторы сапробности. М., 1977. 91 с.

ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ЭКОСИСТЕМЫ (НА ПРИМЕРЕ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ)

Б.В. Коробов, О.Е. Чудородова¹

Архангельский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
с региональными функциями

¹ Государственное учреждение Республики Коми «Территориальный фонд информации
по природным ресурсам и охране окружающей среды Республики Коми»

Введение

В последние десятилетия европейский Северо-Восток России привлекает к себе пристальное внимание благодаря открытым месторождениям углеводородного сырья и в первую очередь – нефти, месторождения которой расположены в пределах Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (ТПНГП), включающей Республику Коми, Ненецкий автономный округ (НАО) Архангельской области и континентальный шельф Баренцева моря. На сегодняшний день на территории ТПНГП насчитывается около 200 месторождений, из которых почти 140 – нефтяных, 16 – газовых, остальные – газоконденсатные, нефтегазовые, нефтегазоконденсатные. Разведанные запасы нефти по состоянию на 01.01.2002 г. составили в НАО – 819, в Республике Коми – 493, на шельфах морей – 62 млн. т. Предварительно оцененные запасы нефти в этих районах составляют соответственно 435, 134

и 344 млн. т (Об основных направлениях..., 2003). Уровень добычи нефти по месторождениям ТПНГП в 2002 г. составил 14.7 млн. т., в том числе на территории Республики Коми – 9.6, в НАО – 5.1. Морские месторождения только готовятся к эксплуатации.

Добыча нефти на Севере европейской части России происходит в экстремальных и близких к экстремальным природно-климатических условиях. Немаловажное значение имеют густая речная сеть, большая заболоченность территории и наличие вечномёрзлых пород. Деятельность нефтегазового комплекса (разведка, обустройство и разработка месторождений, транспортировка нефти и газа) опасна для окружающей среды, так как оказывает воздействие на все компоненты экосистем суши и морских акваторий Арктики. Состояние природной среды в районах проведения геологоразведочных работ, нефтедобычи и транспортировки углеводородного сырья, как правило, характеризуется высокой степенью загрязнённости водных объектов и ландшафтов нефтью, нефтепродуктами и различными химическими реагентами, используемыми в процессе добычи. Из всего перечня нефтяных углеводородов, добываемых в ТПНГП, наибольшее и основное влияние на природу оказывает нефть (Юдахин и др., 2002).

В данной работе рассматривается характер воздействия добычи и транспортировки нефти на природную среду Севера. На основании обобщения собранного материала сделан вывод о необходимости создания региональной автоматизированной системы распространения нефтяного загрязнения, которая позволила бы контролировать перенос загрязняющих веществ, их трансформацию и миграцию.

Влияние нефти на наземные экосистемы

Влияние разработки и эксплуатации месторождений и транспортировки нефти выражается в деградации почв и ландшафтов, загрязнении атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод нефтепродуктами, токсичными веществами, содержащимися в буровых растворах, и сероводородом, имеющимся в нефти и попутном газе. Можно привести не один пример техногенной нарушенности природных объектов, связанных с добычей и транспортировкой нефти на территории ТПНГП. Но ограничимся только одним, достаточно показательным примером. Так, на территории группы Баганских месторождений вдоль трассы нефтепровода «Баган–Усинск» основные антропогенные воздействия связаны со строительством трубопровода и воздействиями транспорта, которые определяют типы и глубину нарушений. По степени нарушенности в пределах полосы отвода выделяются следующие зоны (Евдокимова, Кузнецова, 1996):

- зона с полностью уничтоженной растительностью, почвами и рельефом – центральная полоса трассы шириной до 25-30 м;
- зона с сильно нарушенной растительностью, почвами и рельефом – по периферии трассы, где частично сохранены напочвенный растительный покров, почвы, а местами и микрорельеф;
- зона, примыкающая к полосе отвода, шириной до 5 м с частичным нарушением почв и растительности, изменением микрорельефа (линейные валы грунта и порубочные остатки растительности, смещенные с территории отвода).

В результате движения гусеничного и автомобильного транспорта здесь развилась достаточно сильная линейная эрозия, образовавшаяся вследствие размывов, от 10-15 см глубиной до эрозионных форм более одного метра в ширину и глубину. Эрозия на отдельных участках составила от 0.14 до 0.45 км/км (*здесь и далее: глубина/ширина*). В 40% случаев параллельно проходят несколько линейных размывов различного масштаба. Протяженность таких размывов – до 150-180 м. На них, как правило, существует два-три линейных эрозионных размыва, которые представляют собой ложбины, достигающие иногда ширины 2.0 и глубины 1.0-1.2 м. Пораженность эрозией составляет в среднем от 0.43 до 0.6 км/км. Более того, развитие эрозии отмечено и в пределах зоны отвода, где регулярного движения транспорта уже нет. Старые транспортные колеи частично зарастают, но существование эрозионных борозд и ложбин поддерживается за счет стока талых и дождевых вод. Эрозионные проявления отмечаются и на водораздельных участках с более низкими уклонами поверхности около 1.0-1.5°, в пределах которых пораженность линейной эрозией участков составляет 0.14-0.2 км/км. Прежде чем подробно рассмотреть

процессы, ведущие к загрязнению природной среды при разработке нефтегазового комплекса, вкратце охарактеризуем общую загрязненность территории ТПНГП.

Экономико-географическое расположение ТПНГП, за исключением локальных участков, определяет достаточно низкий уровень загрязнения всех компонентов природной среды. Такая ситуация в основном определяется следующими факторами: относительно слабой развитостью экономики региона (по отношению к его площади), его удаленностью от крупных источников загрязнения и особенностями природных условий Севера, которые способствуют практически полному рассеиванию в атмосфере и разбавлению в водных объектах загрязняющих веществ (ЗВ). Но и здесь заметное повышение фоновых уровней ЗВ может произойти при авариях, техногенных катастрофах и регулярных утечках нефти и нефтепродуктов в природную среду. Кроме того, ЗВ поступают и из других источников, основные из которых для объективности картины мы тоже кратко упомянем.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются предприятия нефтегазодобывающего комплекса, жилищно-коммунальной сферы, теплоэнергетики, транспортные средства и сельское хозяйство. В связи с падением промышленного производства и переводом теплоэнергетических установок на газовое топливо уровень загрязнения атмосферного воздуха в последние годы в регионе существенно снизился. Однако с вводом в строй новых месторождений углеводородного сырья ожидается повышение уровня загрязнения атмосферы, главным образом за счет сжигания попутного газа и испарения легких фракций нефтяных углеводородов из хранилищ и резервуарных парков.

Земли загрязняются как отходами производства и потребления, так и твердыми и жидкими бытовыми отходами. Из-за отсутствия обустроенных полигонов для хранения отходов и мощностей для их утилизации они во многих случаях размещаются на свалках в непосредственной близости от населенных пунктов, которые уже давно не отвечают природоохранным требованиям и санитарным нормам. На них, как правило, отсутствуют санитарно-защитные зоны, водоупорные экраны, системы отвода и очистки дождевых вод и фильтрата свалок. Зачастую свалки размещаются в неблагоприятных геолого-гидрологических условиях: в местах выхода подземных вод, песках, торфяниках, затопляемых в период весеннего половодья территориях, что делает их постоянным источником вторичного загрязнения окружающей среды.

Нарушение *ландшафтов* (помимо их загрязнения промышленными и бытовыми отходами) происходит при проведении геологоразведочных работ, в ходе строительства промышленных сооружений и жилья, а также при движении автотранспортных средств вне дорог.

Тем не менее, величина нарушенных земель относительно невелика и в результате принимаемых мер неуклонно сокращается. Необходимость восстанавливать за собой поврежденные земли заставляет предприятия проводить рекультивацию в полном объеме, что положительно сказывается на состоянии земельного фонда и экосистемы в целом. Хотя, надо признать, темпы восстановления еще далеки от удовлетворительных.

Воздействие на экосистемы леса и тундры. Многочисленные обследования территорий месторождений и трасс вдоль трубопроводов показывают, что наибольшей эрозии подвержены склоны с уклонами поверхности более 2° (Мазур, 1997; Солнцева, 1998).

Поведение нефти на почвах зависит от их типа. Так, на возвышенных сухих местах на песчано-подзолистой почве даже через 10 лет после аварийного разлива концентрация нефтяных битумоидов на глубине 0-6 см достигала 68%. На периферии загрязненных участков на той же самой глубине содержание битумоидов было значительно меньше – уже 15.9%, но и эта величина тоже достаточно большая. В то же время в более глубоких слоях почвы нефть практически отсутствовала. Совершенно противоположная ситуация наблюдалась на участке с торфянисто-глеевой почвой. Через девять лет после разлива в центре площадки на глубине одного метра количество остаточной нефти составляло 8.79%, т.е. для таких типов почв последствия загрязнения существенно тяжелее (Илларионов, 2004).

При попадании в почву сырой нефти происходит подавление жизнедеятельности растительности и животного мира. При этом особенно сильно угнетается микрофлора верхнего горизонта. Как показали специальные наблюдения (Илларионов, 2004), через один год после разлива нефти численность всех учитываемых физиологических групп микроорганизмов была значительно ниже по сравнению с контрольными почвами. При поверхностных разливах нефти восстановление растительности начинается только через два-три года.

Высокие дозы загрязнения нефтью и нефтепродуктами токсичны для всего сообщества микроорганизмов почвы, в том числе и для разлагающих нефтяные углеводороды бактерий-деструкторов. Состав нефти подвергается на этом этапе постепенному изменению за счет процессов выветривания и вымывания. В результате из почвы «уходят» мобильные фракции. На поверхности почвы формируется слой полуокисленной нефти, который значительно препятствует проникновению в толщу субстрата воздуха и воды (Таскаев и др., 2004).

Особенно тяжелые последствия загрязнения торфяных залежей. Торф при определенных условиях ускоряет разложение нефти, но в то же время из-за высокой сорбционной способности объем связываемой им нефти существенно больше объема самого торфа. Происходят закрепление и накопление таких веществ, как сульфиды, карбонаты, фосфаты и некоторые другие, в том числе токсичные, образующиеся в результате трансформации нефти (Загвоздкин и др., 2004).

Скорость восстановления растительности зависит от типа исходных ценозов и свойств почв. На травяно-моховых тундрах с тундрово-глеевыми почвами зафиксировано 70-90% - ное зарастание через три-пять лет. Кустарничковые тундры за этот срок зарастают на 50-70, кустарниковые тундры – только на 20-30%. Наихудшую восстанавливаемость имеют лишайниковые тундры с тундрово-глееватыми почвами, подзолами и подбурами. Через два года на таких тундрах, по данным О.В. Ребристой (1977), не наблюдалось признаков восстановления.

Для лучшего понимания влияния нефтяного загрязнения на растительность был проведен специальный эксперимент в долине р. Хальмер-Ю (Панюков, 2003). На контрольном участке с полностью удаленным органогенным слоем без посева трав самовосстановление растительного сообщества происходило очень медленно. Даже на 12-й год после начала опыта поверхность субстрата контрольного участка была покрыта только водорослевой коркой и протонемой мхов, а также единичными особями овсяницы овечьей. Понятно, что такая поверхность крайне чувствительна к любым нарушениям, легко эродирована. Более того, исследования Института биологии Коми научного центра УрО РАН, проведенные вблизи дельты Печоры (Русанова, 2000), показали, что загрязненные 20 лет назад почвы иллюстрируют высокую сохранность нефти.

Большое значение для процессов восстановления нарушенного растительного покрова имеет режим увлажненности (Мазур, 1997; Шаврина, 2000). Наиболее высоким восстановительным потенциалом обладают переувлажненные местообитания. В них, как правило, восстанавливается исходный тип сообществ, и смена доминант не происходит. Однако если при этом имеет место подтопление участков из-за нарушения гидрологического режима линейными объектами, отмечается синантропизация растительного покрова, теряются редкие виды, нивелируется экотопическое и фитоценотическое разнообразие сообществ, что отмечено вдоль трассы магистрального трубопровода Харьяга–Возей–Уса (Акульшина, Шушпанникова, 1991). При относительно невысоком уровне водообеспеченности почв восстановление происходит медленнее, с образованием производных сообществ, которые могут значительно отличаться от исходных.

Вследствие медленного самовосстановления биоты резко усиливаются деструктивные абиотические процессы и в первую очередь – эрозия. В результате первоначальная площадь техногенного влияния расширяется, а самовосстановление растительного покрова еще более замедляется.

Особый ущерб растительности наносится при аварийных разливах нефти. Когда величина загрязнения превышает 40-50% площади, погибает 100% растительного покрова. Почвенная микрофлора находится в угнетенном состоянии. Как показывают наблюде-

ния, в таком состоянии почва может находиться продолжительное время – от шести до десяти лет и более (Лиханова, 2004).

Влияние на водные экосистемы

Источники загрязнения поверхностных вод. Загрязнение и ухудшение качества *поверхностных вод*, нарушение режима водных объектов при добыче и транспортировке углеводородного сырья происходят вследствие производства дноуглубительных работ, отсыпки площадок на дне и операций дампинга грунта, проведения строительных работ в прибрежной зоне, сброса сточных вод и ливневых стоков с промышленных площадок; водозабора на технические, хозяйственно-бытовые и питьевые нужды, изменения рельефа и нарушения целостности почвенно-растительного покрова на площади водосбора; аварийных разливов нефти.

Источниками загрязнения *поверхностных вод суши* служат сбросы промышленных предприятий, водный транспорт и аварийные разливы нефти на площадях водосбора протекающих по региону рек и болот. Ежегодно в поверхностные воды сбрасывается большое количество сточных вод (Экологическая обстановка ..., 1999). Ввиду недостаточной мощности очистных сооружений и постоянных нарушений в технологическом режиме их работы в основном сточные воды сбрасываются недостаточно очищенными, а иногда и без очистки. Главный сброс осуществляется в р. Печора (в районе Нарьян-Мара) и ее приток Колву.

На загрязнение нефтяными углеводородами Колвы и нижнего течения Печоры существенное влияние оказала произошедшая осенью 1994 г. авария на нефтепроводе Возей–Головные сооружения в Республике Коми. В течение нескольких лет концентрации нефтяных углеводородов в некоторых губах в дельте Печоры превышали ПДК от 4 до 12 раз, особенно в придонных горизонтах (Экологическая обстановка ..., 1999), что свидетельствует о вторичном загрязнении вод от донных отложений. Однако в процессе самоочищения уровень загрязнения нефтью этих участков Печоры и ее притоков неуклонно снижается, а в пределах основного русла находится в пределах нормы.

Концентрации нефтяных углеводородов в *озерах*, куда попадают стоки с буровых площадок, могут достигать до 2-4 ПДК, а иногда и больше. По некоторым ингредиентам (фенолы, железо, цинк) фоновые концентрации на отдельных озерах могут превышать предельно допустимые нормы, что обусловлено естественными причинами: по фенолам – особенностями деструкции водной растительности, для металлов – влиянием стока с сильно заболоченных водосборов.

Сбрасываемые в водные объекты сточные воды при неполной очистке могут привести не только к ухудшению качественных показателей воды, но и сделать водоемы полностью непригодными для обитания в них флоры и фауны и употребления воды для питьевых и хозяйственных нужд. Очень опасно связывание растворенного в воде кислорода с находящимися в промышленных стоках химическими реагентами (Кузьмин и др., 1983). Особенно это актуально для небольших бессточных водоемов, но может иметь место и на застойных участках рек и малодинамичных акваториях моря. Во время сильных дождей происходит смыв загрязняющих веществ (нефтепродуктов, ГСМ, химреагентов и др.) с промышленных площадок. С ливневыми стоками они попадают в водные объекты. Уровень ухудшения качества воды зависит от объемов и состава загрязнителей и, как и при сбросе неочищенных сточных вод, может превысить уровень предельно допустимых концентраций по целому ряду показателей.

Нефть и нефтепродукты, попадая в водную среду, очень быстро перестают существовать как исходные субстраты. Их судьба и биологическое действие в водных экосистемах определяются изменяющимися в широких пределах физическими и физико-химическими свойствами и, в первую очередь, летучестью, плотностью и растворимостью в воде. Почти все компоненты сырой нефти и ее фракций имеют плотность менее 1 г/см³, и большинство из них в той или иной мере переходит в растворенное состояние. Одновременно происходит процесс испарения легко летучих фракций.

В среднем лишь около 1-3% (иногда до 15% сырой нефти растворяется в воде, тогда как испаряется – от 10 до 40 (Кормак, 1989). Средняя концентрация насыщения равна

26 г/м³ для водоемов со слабой циркуляцией вод и 122 г/м – для водотоков (Методика определения ..., 1995). В водной среде нефть может состоять в нескольких агрегатных состояниях, а именно (Немировская, 2004): поверхностные пленки (слики); растворенные формы; эмульсии («нефть в воде» и «вода в нефти»); взвешенные формы (плавающие на поверхности и в толще воды мазутно-нефтяные агрегаты, сорбированные на взвешьях нефтяные фракции); осажденные на дне твердые и вязкие компоненты. Нефтепродукты другого состава в водной среде могут находиться в одной или сразу в нескольких из вышеперечисленных форм. Если разбавление происходит недостаточно интенсивно, а процессы разложения протекают медленно, нефть может находиться в водных объектах длительное время.

Течениями и волнами нефть выбрасывается на берег, где абсорбируется слагающими его породами. На морском побережье и устьевых участках периодический подъем уровня моря приводит к тому, что в последующие моменты времени береговая зона постепенно очищается, однако этот процесс может растянуться на несколько лет (Owens, 1991), в течение которых, учитывая низкую самовосстанавливающую способность северных экосистем, нефть на берегу станет источником длительного вторичного загрязнения. На заболоченных и сильно обводненных участках берегов нефть может распространяться вглубь территории, загрязняя прилегающие к берегам водные объекты. Сбор нефти с пляжей требует значительных усилий и затрат, поскольку возникает необходимость в вывозе больших объемов загрязненного грунта и рекультивации пораженных участков растительного покрова.

По оценкам (К изучению ..., 1992) в условиях Крайнего Севера самоочищение рек от нефтяного загрязнения происходит на участке длиной до 2000 км, тогда как в средней климатической зоне – около 200-300. Это значит, что если масштабная авария произойдет в среднем течении Печоры или на ее крупных притоках, то загрязнение достигнет устьевой области и, не исключено, акватории Баренцева моря.

Особую роль в накоплении загрязняющих веществ играют *болота*. Поскольку для них характерен замедленный водообмен, в торфяной толще, учитывая ее высокую сорбирующую способность, могут накапливаться многие загрязнители. Болота служат естественным ландшафтно-геохимическим барьером на пути миграции поллютантов и выполняют роль ловушек, в которых в ходе торфообразования накапливаются различные загрязнители (Глазовская, 1979). При этом степень устойчивости болот пропорциональна массе загрязняющих веществ (Лисс, Березина, 1981). Но если болото проточное, то содержание растворенных в воде ингредиентов по длине потока снижается в результате разбавления, сорбции, седиментации, смен биохимических барьеров и утилизации болотным биоценозом (Носаль, 2003). Как совершенно справедливо отмечено в работе (Таскаев и др., 2004), в болотах верхний слой слабо связан с минеральной породой, что является основной причиной высокой уязвимости болотных экосистем к техногенным воздействиям.

Таким образом, учитывая особенности климата, высокую степень уязвимости природных экосистем Севера к техногенному воздействию и их замедленное восстановление, можно предположить, что освоение Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции способно оказать негативное влияние на природу двух субъектов Российской Федерации – Республики Коми и Ненецкого автономного округа. Локальное загрязнение из-за особенностей почв и растительного покрова, низких темпов деструкции и трансформации нефтяных углеводородов может отмечаться в течение десяти лет и более (Лиханова, 2004). Большой ущерб экосистемам наносится при аварийных разливах. В случае аварии, особенно на переходах через водные объекты суши, нефть и нефтепродукты могут распространиться на сотни километров и попасть в Баренцево море (К изучению ..., 1992; Лиханова, 2004).

Нарушение целостности почвенно-растительного покрова и изменение рельефа на площади водосбора могут нарушить режим стока осадков с земной поверхности и отрицательным образом повлиять на водность объектов, особенно в период летней межени. Однако заметное влияние на гидрологические характеристики водных объектов эти процессы могут оказать лишь в тех случаях, когда из-за перераспределения стока значительные

объемы воды будут поступать в другие реки, озера, на заболоченные участки. Для моделирования данной ситуации и контроля над распространением нефтяного загрязнения на территории Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции необходимо разработать комплекс моделей на основе ГИС-технологий – перераспределения стока осадков и переноса загрязняющих веществ по земной поверхности и в водной среде, их трансформации и миграции.

ЛИТЕРАТУРА

- Акульшина Н.П., Шушпанникова Т.С. Антропогенное воздействие на флору и растительность на трассе, магистрального нефтепровода Харьяга–Возей–Уса–Ухта // Освоение Севера и проблемы рекультивации. Сыктывкар, 1991. С. 4-5.
- Глазовская М.А. Способность окружающей среды к самоочищению // Природа, 1979 № 3.
- Евдокимова Т.В., Кузнецова Е.Г. Оценка нарушенности территории в зоне влияния нефтепровода в целях биорекультивации // Биологическая рекультивация нарушенных земель: Матер. Междунар. совещ. Екатеринбург, 1996. С. 47-48.
- Загвоздкин В.К., Муляк В.В., Лукашев В.Н. Результаты испытаний технологий восстановления нефтезагрязненных земель на опытных участках в 2001-2003 гг. // Экология и промышленность (ЭКиП), 2004. (Спецвыпуск: III науч.-практ. конф. «Экологические работы на месторождениях нефти Тимано-Печорской провинции. Состояние и перспективы»).
- Илларионов С.А. Самовосстановление и реабилитация природных биогеоценозов: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Екатеринбург, 2004. С. 8-17.
- К изучению нефтяного загрязнения уральских притоков нижней Оби / И.И. Брусынина, Ю.Г. Смирнов, Л.А. Добринская и др. // Изучение экологии водных организмов восточного Урала. Свердловск, 1992. С. 3-19.
- Кормак Д. Борьба с загрязнением моря нефтью и химическими веществами. М., 1989. 365 с.
- Кузьмин Ю.И., Войтенко В.С., Братишко Ю.А. Влияние буровых растворов на окружающую среду в условиях Крайнего Севера // Нефтяное хозяйство, 1983. № 12. С. 53-55.
- Лисс О.Л., Березина И.А. Болота Западно-Сибирской равнины. М.: Изд-во МГУ, 1981. 206 с.
- Лиханова И.А. Восстановление лесных экосистем на антропогенно нарушенных территориях в подзоне крайнесеверной тайги (Усинский район): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2004. С. 3-8.
- Мазур И.И. Устойчивость геоэкологических систем и ее геотехнические проявления (на примере нефтегазотранспортных систем) // Инженерная экология, 1997. № 1. С. 10-19.
- Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах. М., 1995. 96 с.
- Немировская И.А. Углеводороды в океане (снег–лед–вода–взвесь–донные осадки). М., 2004. 328 с.
- Носаль А.П. Оценка самоочищающей способности болот и ее использование при нормировании сброса загрязняющих веществ // География и природные ресурсы, 2003. № 2. С. 123-128.
- Об основных направлениях развития нефтегазового комплекса Северо-Западного региона России с учетом реализации перспективных международных проектов // Стратегии регионального развития: Матер. форума. Казань, 2003.
- Панюков А.Н. Биологическое разнообразие фитоценозов как показатель состояния антропогенной трансформации тундровых экосистем: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2003. С. 15-16.
- Ребристая О.В. Флора востока Большеземельской тундры. Л.: Наука, 1977. 334 с.
- Русанова Г.В. Модификация микростроения почв Большеземельской тундры при загрязнении нефтью // Поморье в Баренц-регионе на рубеже веков: экология, экономика, культура: Матер. Междунар. конф. Архангельск, 2000. С. 195-196.
- Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М.: Изд-во МГУ, 1998. 376 с.
- Таскаев А.И., Маркарова М.Ю., Заикин И.А. Восстановление нефтезагрязненных земель на Севере // Экология и промышленность (ЭКиП), 2004. (Спецвыпуск: III науч.-практ. конф. «Экологические работы на месторождениях нефти Тимано-Печорской провинции. Состояние и перспективы»).
- Шаврина К.В. Особенности восстановления тундровой растительности после транспортных воздействий // Труды XI съезда РГО. СПб., 2000. Т. 5. С. 181-182.

Экологическая обстановка в Ненецком автономном округе в 1998 г. Нарьян-Мар, 1999. С. 37-57.

Юдахин Ф.Н., Губайдуллин М.Г., Коробов В.Б. Экологические проблемы освоения нефтяных месторождений севера Тимано-Печорской провинции. Екатеринбург, 2002. 315 с.

Owens E.H. Shoreline conditions following the Exxon Valdez spill as of fall 1990 // Proceedings 14th Arctic and marine oil spill program (AMOP) technical seminar. Vancouver, 1991. P. 579.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ ЛЕСНОГО ХОРЯ (*MUSTELA (PUTORIUS) PUTORIUS* LINNAEUS, 1758) НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ

А.Н. Королев

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: korolev@ib.komisc.ru

Лесной хорь проник на европейский Северо-Восток России сравнительно недавно. На севере Кировской области он появился не ранее рубежа 70–80-х гг. XIX в. (Злобин и др., 1978). К концу 1920-х гг. вид населял уже всю область (Лобачев, 1930), хотя, по данным А.Д. Шаронова (Злобин и др., 1978), на ее крайнем северо-востоке он отсутствовал еще, как минимум, целое десятилетие. В то время граница ареала вида в регионе шла примерно по 60° с.ш. (рис. 1). В Республике Коми (РК), по данным Н.А. Остроумова с соавторами (1953), первый хорь был добыт в 1927/28 г., хотя в заготовках он отмечался уже с 1923/24 г. (Торговля..., 1925). В 1932 г. добыча составила четыре особи, а в 1935 г. – 32. В дальнейшем на юге республики – Летском и Прилузском районах – ежегодно добывали от шести до 36 зверьков. В 1946 г. хорь был впервые отмечен в Сысольском районе, а в 1948 г. один зверек добыт в 18 км южнее Сыктывкара. Все говорило о том, что вид распространялся к северу. Средняя скорость его расселения по республике составляла тогда около 12 км в год.

В то время хищник отмечался также в центральных и северных районах республики. В 1945 г. несколько его шкурок было заготовлено в Ухтинском районе, а в 1947 г. – в Кожвинском. Столь дальнейшее продвижение вида к северу объясняли случайными завозами зверьков по железной дороге из южных регионов (Остроумов и др., 1953).

В начале 1950-х гг. область естественного распространения хоря охватывала южную часть РК (примерно до 61°30' с.ш.) в пределах бассейнов рек Луза, Летка, Кобра, верхнего и среднего течений р. Сысола. В соседнем Коми-Пермяцком автономном округе распространение вида ограничивалось 60°30' с.ш. (Томилин, 1953). Но уже в середине 1950-х гг., по мнению В.Я. Паровщикова (1959), граница ареала проходила значительно севернее: от с. Карпогоры Архангельской области она тянулась через с. Кослан (Удорский район РК) к верховьям Вычегды. Видимо, это утверждение является ошибочным, так как фактических материалов, подтверждающих естественное пребывание хоря в указанное время севернее 61°30' с.ш., нет.

К началу 1970-х гг. хищник достиг 62° с.ш. Судя по заготовкам, область его распространения охватывала нынешние Прилузский, Койгородский, Сысольский, Сыктывдинский, Корткеросский и Усть-Куломский районы (Балибасов, 1972). Основная добыча приходилась на юг Прилузского района (бывший Летский район), где ежегодно добывали от семи до 30 особей. В остальных районах она составляла один-четыре зверька в год. В целом, численность вида в РК оставалась невысокой; по данным первого Всероссийского зимнего маршрутного учета охотничьих зверей (Первый опыт..., 1965), показатель учета в среднем по республике составлял 0.01 следа/10 км. Для сравнения, по материалам этого же учета относительная численность хоря в Архангельской и Кировской областях составляла 0.06 и 0.44 следа/10 км соответственно. В соседних с РК юго-восточных районах Архангельской области вид отсутствовал (Марвин и др., 1975).

По данным Федерального государственного учреждения «Центрохотконтроль», в 1985–2005 гг. хорь отмечался в Прилузском, Койгородском, Сысольском, Сыктывдинском, Корткеросском и Троицко-Печорском районах РК, причем в последнем в 2005 г. он обна-

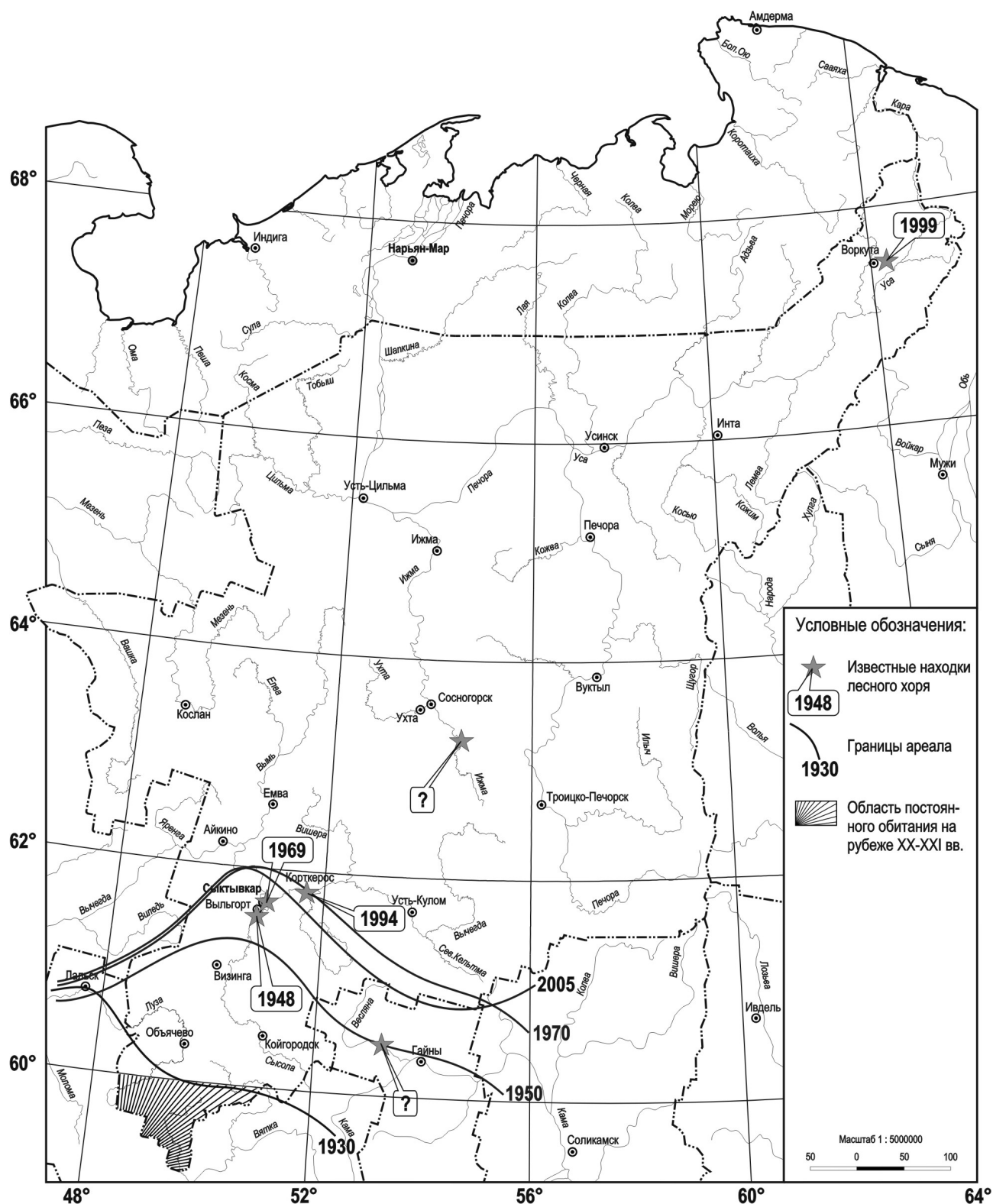


Рис. 1. Динамика ареала лесного хоря на европейском Северо-Востоке России. Места обнаружения хоря в бассейнах рек Весляна (Коми-Пермяцкий автономный округ) и Ижма (Республика Коми) приводятся по А.Г. Томилину (1953) и В.В. Турьевой с соавторами (1982); годы обнаружения зверьков авторами не указаны.

ружен впервые. Чаще всего зверек регистрировался в Прилузском районе (девять раз), Койгородском и Корткеросском он был отмечен дважды, в остальных районах – лишь по одному разу. Как и ранее наибольшая плотность населения хоря фиксируется в Прилузском районе. По материалам учетов 1998-2005 гг., она колебалась в пределах от 0 до 0.027 особи/1000 га лесных угодий при среднем значении 0.009 ± 0.004 особи/1000 га. Эту территорию, скорее даже ее южную часть (бывший Летский район), можно отнести к области постоянного обитания вида. В остальных районах хорь, вероятно, появляется временно и лишь в периоды роста численности его популяции.

В граничащих с РК северных районах Кировской области и Коми-Пермяцкого автономного округа лесной хорь также немногочисленен, но в целом на территориях этих административных образований он является обычным видом (Скуматов, 2002; Природные ресурсы..., 2005).

Состояние численности вида в республике неизвестно. Во второй половине 1980-х гг. она оценивалась в 0.4-1.1 тыс. особей в зависимости от фазы популяционной динамики (Фонд..., 1992). Очевидно, эта величина завышена. Имеющиеся данные позволяют оценить ее на значительно более низком уровне. В настоящее время в РК обитает, по всей видимости, не более 300 особей лесного хоря. О характере динамики численности хищника можно судить только по данным заготовок его шкур (рис. 2). Какой-либо ярко выраженной периодичности в колебаниях не отмечено, что объясняется особенностями динамических процессов в периферийных популяциях вида.

Из-за низкой численности и ограниченного распространения лесной хорь никогда не имел сколько-нибудь заметного промыслового значения. Наоборот, как вид, расселяющийся и приносящий пользу сельскому и лесному хозяйству уничтожением большого количества мышевидных грызунов, он был запрещен к добыче (Остроумов и др., 1953). Статус «редкий вид» принимается для лесного хоря уже более полувека.

ЛИТЕРАТУРА

- Балибасов В.П. Редкие животные Коми АССР и их охрана // Охрана природы в Коми АССР. Сыктывкар, 1972. Вып. 1. С. 38-42.
- Турьева В.В., Воронин Р.Н., Естафьев А.А. и др. Редкие и нуждающиеся в охране животные и растения Коми АССР. Сыктывкар, 1982. 152 с.
- Злобин Б. Д., Плесский П. В. Млекопитающие Кировской области // Фауна и экология млекопитающих. Киров, 1978. С. 3-106.
- Лобачев С.В. Обзор охотничьих промыслов Вятского края // Тр. по лесному опытному делу (Центральная лесная опытная станция). М., 1930. Вып. 7. С. 49-90.
- Марвин М.Я., Марвина Л.Н., Садакова А.Д. Список млекопитающих юго-восточных районов Архангельской области // Фауна Урала и европейского Севера. Свердловск, 1975. Вып. 4. С. 37-41.
- Остроумов Н.А., Турьева В.В. Животный мир лиственных лесов // Производительные силы Коми АССР. М.-Л., 1953. Т. 3. Ч. 2. С. 55-69.
- Паровщиков В.Я. Изменение ареалов и новые данные о границах распространения некоторых млекопитающих Севера европейской части СССР // География населения наземных позвоночных и методы его изучения / Отв. ред. А.Н. Формозов. М., 1959. С. 217-226.
- Первый опыт Всероссийского зимнего маршрутного учета охотничьих зверей (1 квартал 1964 г.). М., 1965. 64 с.
- Природные ресурсы Коми-Пермяцкого автономного округа / Под ред. А.П. Савельева. Кудымкар, 2005. 192 с.

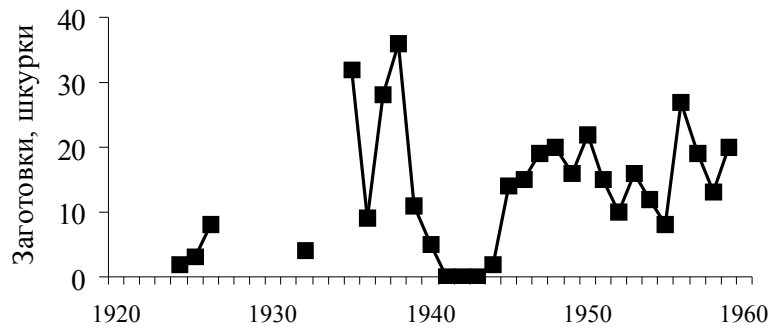


Рис. 2. Динамика заготовок шкур лесного хоря в Республике Коми (по: Торговля..., 1925; Остроумов и др., 1953; Фауна ..., 1998).

Скуматов Д.В. Современное распространение кунных в Кировской области // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. Киров, 2002. С. 376-378.

Томилин А.Г. Млекопитающие Коми-Пермяцкого округа // Тр. Московского пушно-мехового института. М., 1953. Т. 4. С. 31-42.

Торговля на территории Коми Области за время с 1 апреля по 1 октября 1924 г. (конъюнктурный обзор) // Коми му, 1925. № 6-7. С. 58-66.

Фауна европейского Северо-Востока России. СПб., 1998. Т. 2, Ч. 2. 285 с.

Фонд охотничьих угодий и численность основных видов диких животных в РСФСР. Справочные материалы. М., 1992. 97 с.

ПОПУЛЯЦИИ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *BOTRYCHIUM* SW. ВО ВРЕМЕНИ И ПРОСТРАНСТВЕ

И.Г. Криницын

Шарьинский филиал Костромского государственного университета

E-mail: hek@rambler.ru

В качестве объектов исследования выбраны три вида папоротников, рода гроздовник (*Botrychium* Sw.) – гроздовник многораздельный (*B. multifidum* (S.G. Gmel.) Rupr.), гроздовник полулунный (*B. lunaria* L.) и гроздовник ромашколистный (*B. matricariifolium* A. Braun ex Koch.). По мнению некоторых авторов, они, как и весь класс уховниковых (*Ophioglossopsida*), являются самостоятельной ветвью эволюции. Современные представители класса по отдельным признакам значительно отличаются от типичных папоротников. До сих пор в науке не определены место и роль уховниковых в эволюции растительного мира. Их рассматривают либо в качестве потомка праголосеменных, либо как совершенно самостоятельную, очень древнюю тупиковую линию эволюции, которая развивалась параллельно папоротникам и праголосеменным растениям (Bierhorst, 1971; Wagner, 1964; Wagner, Wagner, 1993; Takahashi, Kato, 1988; Kato, 1988, 1990).

Все представители рода, обитающие на территории области, являются редкими в европейской России, находятся под охраной и занесены в региональные Красные книги РФ и некоторых сопредельных государств. Редкость исследуемых видов вызывает значительные трудности в их изучении. В своей работе мы опирались на программу и методику изучения растений Красной книги, разработанной Л.Б. Заугольной, А.В. Денисовой и С.В. Никитиной (1986), а также других авторов, занимающихся исследованием редких видов растений.

В основу работы положена концепция дискретного описания онтогенеза, предложенная Т.А. Работновым (1950), А.А. Урановым (1967, 1975) и его школой (Ценопопуляции растений..., 1976), адаптированная к папоротникам.

Исследования проводились в центральной части Восточно-Европейской равнины. Один район располагался в юго-западной части Костромской области на правом берегу р. Волга – подзона подтайги, второй – в 400 км от него на северо-востоке Костромской области (Павинский район), третий – в Республике Марий-Эл (Моркинский район) – подзона южной тайги.

Наиболее стабильной чертой популяций оказались их возрастные спектры. Почти все изученные популяции были зрелые, полночленные с максимумом на средневозрастных спороносящих спорофитах (Sp_2). Характерный возрастной спектр популяций гроздовников определяет тип их онтогенеза, а признаками, влияющими на реальные спектры, выступают поливариантность онтогенеза и особенности спорового размножения.

За годы исследований динамики численности и возрастной структуры популяций было выявлено, что главной чертой динамики являются флуктуационные изменения, выражающиеся в переходе части спорофитов в состояние временного покоя и репродуктивных особей – в состояние временного не спороношения ($Sp_{1-3}V$). Эти явления, особенно последнее, в отдельные годы значительно влияют на спектры. В 1995 и 1999 гг. в популяциях гроздовника многораздельного максимум смещался на $Sp_{1-3}V$ группу. Эти годы от-

личались пониженной влажностью почвы на фоне повышения температуры воздуха и снижения количества осадков (данные Костромской областной гидрометеостанции). В годы с нормальным режимом влажности на долю Sp_1 - и Sp_2 -растений приходится свыше 60% численности популяции.

Наиболее малочисленная, а в отдельные годы отсутствующая группа – пререпродуктивного периода (J, Im и V). Ее отсутствие в составе популяции говорит о неблагополучном состоянии вида в сообществе, так как эти спорофиты наименее устойчивы к внешним условиям и в отдельные годы могут находиться в состоянии временного покоя под землей, не развивая вайю. Для точного установления полноты численности популяции какого-либо представителя рода грозовник необходимы многолетние наблюдения.

Группа ювенильных микотрофных спорофитов (J_1) в популяциях грозовников довольно многочисленна. При раскопке корней в полевых условиях спорофиты в состоянии временного покоя встречаются довольно часто. При обработке дерновин, взятых в природных популяциях, в лаборатории было найдено в пробе $40 \times 80 \times 25$ см 13 J_1 -растений и пять взрослых в состоянии покоя, а в пяти пробах $50 \times 50 \times 7$ см – 83 ювенильных и 11 в состоянии покоя. Количество встречающихся спорофитов J_1 -онтогенетического состояния и растений J_2 -ювенильного онтогенетического состояния говорит о том, что либо этот период онтогенеза спорофита наиболее подвержен элиминации, либо основная часть особей переходит во взрослые состояния (Im, V, может быть и Sp), пребывая в состоянии временного покоя. Онтогенетическая группа микотрофных ювенильных растений (J_2) в популяциях грозовника многораздельного в разные годы составляла 0-5%. И только в 1998 г. в пойме р. Волга (подзона подтайги) она составляла 7.2%. Немногим более 5% J_2 -особей отмечалось и в популяциях грозовника полулунного.

В возрастных спектрах грозовников многораздельного и полулунного доля Im-особей в разные годы варьировала от 0 до 12.8, в среднем составляя 3-5%. В популяциях грозовника полулунного количество их выше.

Группа V-особей в популяции грозовника многораздельного в среднем за годы исследований составляла 3-4%. Некоторое время она отсутствовала в связи с переходом особей в репродуктивный период или во вторичный покой. В 1995 г. в одной из популяций грозовника многораздельного, расположенной в Павинском районе, на виргинильные спорофиты пришлось 10.6% численности. В популяции грозовника полулунного доля этой группы доходила до 8.7%.

Наиболее многочисленная группа в возрастном спектре – растения репродуктивного периода. Как правило, они составляют свыше половины общей численности популяции. Популяция грозовника ромашколистного была представлена исключительно Sp-особями ($19/200$ м²). В неблагоприятные по климатическим условиям годы (1995, 1999) численность Sp-группы грозовника многораздельного сокращалась в связи с переходом особей в состояние временного покоя или Sp_{1-3} V-состояние. У грозовника полулунного снижение численности репродуктивных спорофитов наблюдалось в 2000 и в 2001 гг.

Максимальное количество особей репродуктивного периода приходится на средневозрастные спороносящие спорофиты (Sp_2). В обычные по погодным условиям годы на их долю приходится до 50% всей популяции. Несколько меньшее количество приходится на долю Sp_1 -растений, самая низкая численность – у Sp_3 . В возрастных спектрах исследованных популяций грозовников присутствуют временно неспороносящие спорофиты (Sp_{1-3} V). Численность их обратно пропорциональна Sp-группе. Эта группа пополняется преимущественно за счет Sp_2 -особей. В климатически благоприятные годы численность Sp_{1-3} V-группы составляет от 0 до нескольких процентов, в неблагоприятные – до 76.9%. Присутствие данной группы в спектре не обязательно, но ее отсутствие скорее исключение, чем норма в жизни популяции и свидетельствует о благоприятных климатических условиях для развития спорофитов. В состоянии временного покоя у грозовника многораздельного в обычные по климатическим условиям годы переходит до 15-20% особей. После засушливого 1999 г. в 2000 г. в состояние покоя перешли все особи исследуемых популяций, за исключением популяции грозовника полулунного, обитающей на лугу близ дер. Пантусово, пригород г. Кострома.

Субсенильные спорофиты в популяциях отмечаются довольно редко, видимо, продолжительность этого онтогенетического состояния достаточно мала, и они крайне редко развивают надземный лист.

Сенильные спорофиты в популяциях обоих видов – наиболее малочисленная, исключительно подземная фракция. При отмывке дерновин обнаружили три полуразрушенных, но еще живых корневища. Вайя отсутствовала. Таким образом, спорофиты начинают и заканчивают жизнь под землей. В начальный период онтогенеза подземная жизнь гроздовников помогает им окрепнуть и избежать массовой элиминации, поскольку ежегодно на лугах до 90% ювенильных растений погибает по разным причинам (Куркин, 1976).

Вторичный покой является одним из главнейших средств адаптации растений, спасающим их от неблагоприятных воздействий, таких как пожар, сенокос и т.д. Классик птеридологии Х. Брухман (Bruchmann, 1906) утверждает, что гроздовник полулунный развивает надземный лист лишь только после того, как сформирует семь-девять зачаточных подземных листьев.

Чаще всего продолжительность временного покоя – год или два; несколько раз был зафиксирован четырех-семилетний период. Иногда период временного покоя гроздовников совпадает со слабоизученным явлением реверсии. Переход в состояние временного покоя возможен в связи с наличием крупных, мясистых корней, в которых накапливается крахмал (Braggins, 1980).

Следовательно, большинство изученных популяций гроздовников зрелые, полноразвитые с максимумом в онтогенетическом спектре на средневозрастных спороносящих спорофитах. Растения пререпродуктивного периода онтогенеза составляют незначительную часть спектра популяции, так как ранние этапы проходят под землей и молодые спорофиты чаще переходят во вторичный покой. Отсутствие подроста в популяциях гроздовников не свидетельствует об их критическом состоянии. Для установления факта критического состояния необходимы многолетние наблюдения на постоянных площадках. На количество спорофитов и локализацию максимума среди репродуктивных онтогенетических групп влияют климатические условия. Такой тип спектра обусловлен максимальной продолжительностью этого периода онтогенеза и наименьшей элиминацией в данной группе особей. Онтогенетические спектры популяций гроздовников, которые можно выделить и описать, достаточно условны, поскольку основная часть популяции обитает под землей (криптический характер популяций), лишь периодически появляясь на поверхности, и установить истинное соотношение разных онтогенетических групп без нарушения целостности популяции и сообщества невозможно.

ЛИТЕРАТУРА

- Державина Н.М., Шорина Н.И. Об особенностях онтогенеза и сезонного ритма развития многоножки обыкновенной (*Polypodium vulgare* L.) в разных эколого-фитоценологических условиях // Экологические и популяционно-онтогенетические исследования растений. Саратов, 1985. С. 76-97.
- Заугольнова Л.Б. Структура популяций семенных растений и проблемы их мониторинга: Автореф. дис. ... докт. биол. наук в форме научного доклада. СПб.: СПбГУ, 1994. 70 с.
- Заугольнова Л.Б., Денисова Л.В., Никитина С.В. Программа и методика наблюдений за ценопопуляциями видов растений Красной книги СССР. М.: Агропром, 1986. 34 с.
- Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М.: Наука, 1976. 216 с.
- Kato M. *Ophioglossaceae*: a hypothetical archetype for the angiosperm carpel // Bot. J. Linn. Soc., 1990. Vol. 102. P. 303-311.
- Wagner W.H., Wagner J.R. Evolutionary patterns of living ferns // Mem. Torrey Bot. Club, 1964. Vol. 21. P. 86-95.

**ВИДОВОЕ И ВНУТРИВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ БАРХАТНИЦ
(LEPIDOPTERA, SATYRIDAE) ВОСТОЧНОЕВРОПЕЙСКОЙ СУБАРКТИКИ****О.И. Кулакова**

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: iduna@rambler.ru

Булавоусые, или дневные чешуекрылые (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea), широко распространены во всех секторах и ландшафтно-природных зонах Арктики (за исключением полярных пустынь) и представляют важнейший компонент тундровых биогеоценозов, как одни из основных опылителей цветковых растений и промежуточное звено в трофических цепях.

В ходе целенаправленных исследований, проводившихся в последние десятилетия, удалось достаточно полно выявить видовой состав, особенности экологии видов, описать структуру населения булавоусых чешуекрылых на территории Большеземельской тундры, Полярного и Приполярного Урала. Это создало основу для углубленного изучения видowego и внутривидового разнообразия булавоусых чешуекрылых в рассматриваемом регионе в рамках отдельных таксономических групп (семейств и родов).

Особенно интересны в данном отношении бархатницы, или сатириды (сем. Satyridae), которые наряду с нимфалидами занимают лидирующее положение по количеству видов среди булавоусых чешуекрылых субарктической фауны. Относящиеся к ним виды выступают как фоновые практически всех топических группировок дневных бабочек зональных и горных тундр и характеризуются высокой индивидуальной и эколого-географической изменчивостью. Однако детальное исследование структуры населения бархатниц восточноевропейского сектора Субарктики не проводилось. Не известны характер и размах варьирования отдельных фенотипических признаков бабочек, зависимость их изменчивости от внешних факторов среды, нет и ясного представления о количественных соотношениях внутривидовых форм в природных популяциях.

Цель нашего исследования – комплексное изучение видowego и внутривидового разнообразия как основы для анализа проблем внутривидовой систематики бархатниц восточноевропейской Субарктики.

Материал и методика исследований

Исследования проведены в 1999-2005 гг. на территории Большеземельской тундры, Полярного и Приполярного Урала. Изучены материалы, собранные коллегами из Института биологии Коми научного центра УрО РАН (г. Сыктывкар) и Института проблем экологии Севера УрО РАН (г. Архангельск) в различных географических точках восточноевропейского сектора Субарктики.

Видовое разнообразие бархатниц исследовалось, как правило, в стационарных и полустационарных условиях и по возможности – в течение всего периода лёта имаго. Количественные учеты видов осуществлялись комплексно, путем последовательного безвыборочного вылова бабочек на учетных площадках размером 1.5-3 га в зависимости от типа растительного сообщества и плотности видов в природных сообществах. Уровень видowego разнообразия бархатниц в природных сообществах оценивали с помощью трех показателей: общего числа видов и индексов доминирования Симпсона $D(Sm)$ и Бергера-Паркера $D(B-P)$ (Мэгарран, 1992).

В основу анализа внутривидового разнообразия бархатниц положена характеристика изменчивости длины крыла, окраски и структуры глазчатого рисунка на крыльях бабочек. Для математической обработки материала использовались общепринятые методы описательной статистики. Определялись максимальные и минимальные значения признаков, рассчитывались значения средней арифметической и ее ошибки, коэффициента вариации. Достоверность различий между значениями признаков находилась с помощью коэффициента Фишера (F). По методике Л.А. Животовского (1988) определялась доля каждой внутривидовой формы в выборках, рассчитывались показатель внутривидового разнообразия, доля редких форм в выборке, показатель сходства выборок. В об-

щей сложности на предмет изменчивости указанных фенотипических признаков было исследовано около 2 500 экз. бархатниц, относящихся к 15 видам.

По результатам собственных исследований в состав фауны восточноевропейского сектора Субарктики включено 16 представителей семейства сатирид. Они относятся к трем родам подсемейства Satyrinae: *Coenonympha* (один вид), *Erebia* (десять) и *Oeneis* (пять). Наибольшим видовым разнообразием бархатниц характеризуются конкретные фауны Приполярного и Полярного Урала и Предуралья, где распространены специфические горные виды *Erebia dabanensis*, *Oeneis melissa*, а также бореальная *Oeneis magna* и температная *Erebia ligea*. В равнинных тундрах уменьшение числа видов идет от востока к западу, причем *Erebia jeniseiensis*, *E. discoidalis* проникают лишь до центральной части Большеземельской, а *Erebia rossii* – до Малоземельской тундры. *Erebia pandrose* хорошо представлена на п-ове Канин, известна с востока Малоземельской тундры и о-ва Колгуев, но не зарегистрирована в Большеземельской тундре и на Урале.

В равнинных условиях Большеземельской тундры максимальный уровень видового разнообразия бархатниц наблюдается в пойменных разнотравных ассоциациях (табл. 1). Здесь обнаружено девять видов бархатниц, наиболее обильными среди которых являются *Erebia disa*, *E. jeniseiensis*, *Coenonympha tullia*. Надо заметить, что пойменное разнотравье для всех арктических видов служит лишь кормовыми участками имаго. Из плакорных местообитаний наибольшее разнообразие бархатниц отмечено в ерниковых сообществах. Наименьший уровень видового разнообразия бархатниц фиксируется в мохово-осоковых сообществах, где доминируют два вида: *Erebia fasciata*, *E. rossii*. На Полярном и Приполярном Урале самый большой уровень разнообразия бархатниц наблюдается в ерниковых тундрах и лиственничных редколесьях (табл. 2), а минимальный – в высокогорных каменистых лишайниковых тундрах, где преобладают специфические аркто-гольцовые виды *Oeneis melissa*, *Erebia dabanensis*.

Природные популяции бархатниц характеризуются высокой степенью фенотипической изменчивости, выражающейся, прежде всего, в варьировании размеров бабочек и элементов структуры глазчатого рисунка на их крыльях (табл. 3). Были подробно проанализированы данные признаки 15 видов бархатниц региональной фауны, обсуждены вопросы их подвидовой систематики.

Таблица 1

Видовое разнообразие бархатниц в основных типах природных сообществ Большеземельской тундры

Тип сообщества	Число видов	Доминанты	Показатели разнообразия	
			<i>D(Sm)</i>	<i>D(B-P)</i>
Ерниковая тундра	8	<i>Erebia disa</i> , <i>E. fasciata</i> , <i>E. rossii</i>	0.074	0.129
Мохово-кустарничковая тундра	6	<i>Erebia disa</i> , <i>E. fasciata</i> , <i>E. rossii</i>	0.081	0.174
Мохово-осоковая тундра	4	<i>Erebia fasciata</i> , <i>E. rossii</i>	0.102	0.212
Ивняк разнотравный	5	<i>Erebia jeniseiensis</i> , <i>Coenonympha tullia</i>	0.062	0.115
Елово-березовое криволесье	3	<i>Erebia euryale</i> , <i>E. disa</i> , <i>E. embla</i>	0.178	0.247
Разнотравье пойменное	9	<i>Erebia disa</i> , <i>E. jeniseiensis</i> , <i>Coenonympha tullia</i>	0.043	0.087

Таблица 2

Видовое разнообразие бархатниц в основных типах природных сообществ Полярного и Приполярного Урала

Тип сообщества	Число видов	Доминанты	Показатели разнообразия	
			<i>D(Sm)</i>	<i>D(B-P)</i>
Ерниковая тундра	9	<i>Erebia disa</i> , <i>E. fasciata</i> , <i>Oeneis bore</i>	0.066	0.119
Мохово-кустарничковая тундра	8	<i>Erebia disa</i> , <i>E. fasciata</i> , <i>E. rossii</i>	0.088	0.153
Лишайниковая каменистая тундра	5	<i>Oeneis melissa</i> , <i>Erebia dabanensis</i> , <i>E. rossii</i>	0.156	0.322
Луговая тундра	6	<i>Erebia disa</i> , <i>E. fasciata</i> , <i>E. rossii</i>	0.085	0.150
Елово-березовое криволесье	8	<i>Erebia disa</i> , <i>E. discoidalis</i> , <i>Oeneis jutta</i>	0.081	0.142
Лиственничное сфагновое редколесье	9	<i>Oeneis jutta</i> , <i>Erebia disa</i> , <i>E. embla</i>	0.076	0.132
Лиственничное травянистое редколесье	11	<i>Oeneis magna</i> , <i>Erebia euryale</i>	0.054	0.098

Coenonympha tullia (Muller, 1764).

Бабочки этого вида из разных географических точек Большеземельской тундры, Приполярного и Полярного Урала оказались схожими по комплексу изучаемых фенотипических признаков. Различия между самками и самцами в выборках по длине переднего крыла невелики и статистически недостоверны. Самки в целом имеют большее число глазков на крыльях, чем самцы, однако и эти различия оказались не достоверными. По числу глазков и их расположению в ячейках между жилками на крыльях было выделено 12 морф, среди которых чаще встречается морфа с полным отсутствием глазчатых пятен на крыльях. Бабочки, распространенные на территории Восточноевропейской Субарктики, достоверно мельче и с менее выраженным глазчатым рисунком, чем в таежной зоне. Однако изменчивость таких признаков носит ярко выраженный клинальный характер – длина крыльев и число глазков у бабочек постепенно уменьшаются при продвижении к северу. Поэтому придание тундровым и таежным популяционным группировкам статуса разных подвидов является нецелесообразным. Все популяционные группировки вида, распространенные на территории Восточноевропейской Субарктики, по комплексу изучаемых фенотипических признаков ближе к подвиду *C. tullia viluiensis* Ménétrière, 1859.

Erebia euryale (Esper, [1805]). Бабочки с Большеземельской тундры, Приполярного и Полярного Урала и на п-ове Канин не имеют значимых отличий по длине переднего крыла и числу глазчатых пятен на крыльях. У самцов постдискальная перевязь на нижней стороне заднего крыла выражена слабее, чем у самок и, как правило, фрагментирована или редуцирована до точки. Для самок характерна полная перевязь белого или желтого цвета. В популяциях равнинной тундры, как и в равнинной тайге, все без исключения самки с белой перевязью, на Приполярном Урале и в Заполярном Предуралье они имеют желтую перевязь. Четкая дифференциация равнинных и популяционных горных группировок по цвету постдискальной перевязи самок позволяет рассматривать их в ранге разных подвидов: равнинная популяция вида принадлежит к *E. euryale euryaloides* (Tengström, 1869), а уральские локальные популяции вида с желтой перевязью у самок должны быть отнесены к *E. euryale flaveoides* Korshunov et Tatarinov, 1996.

Erebia jeniseiensis (Trybom, 1877). По длине крыла и числу глазчатых пятен достоверных отличий между самками и самцами, а также особями одного пола у данного вида не обнаружено. По числу глазков и их расположению в ячейках между жилками у чернушки *E. jeniseiensis* выделено 27 морф, из которых многочисленными оказались две. По комплексу рассматриваемых признаков восточноевропейские популяции вида не имеют значимых отличий от сибирских и, очевидно, должны быть отнесены к номинативному подвиду *E. jeniseiensis jeniseiensis*.

Таблица 3

Показатели фенотипической изменчивости самцов (верхняя строка) и самок (нижняя строка) бархатниц Восточноевропейской Субарктики

Название вида	Длина крыла, мм		Число глазков на крыльях			
	min	max	Переднее		Заднее	
			min	max	min	max
<i>Coenonympha tullia</i>	13 15	17 17	0 0	2 2	0 0	2 2
<i>Erebia euryale</i>	14 13	23 24	0 0	4 3	0 0	4 3
<i>E. jeniseiensis</i>	14 13	23 24	0 0	3 4	0 0	3 3
<i>E. rossii</i>	17 20	25 24	2 2	5 5	0 0	4 3
<i>E. disa</i>	19 20	25 24	2 4	6 5	– –	– –
<i>E. embla</i>	20 22	26 27	2 0	6 5	3 0	5 5
<i>E. fasciata</i>	20 23	27 26	– –	– –	– –	– –
<i>E. discoidalis</i>	20	25	–	–	–	–
<i>E. dabanensis</i>	17 17	22 21	2 0	4 4	0 0	5 5
<i>E. pandrose</i>	17 21	23 24	2 2	4 4	0 0	4 4
<i>Oeneis jutta</i>	20 24	30 27	2 3	5 5	1 3	4 4
<i>O. magna</i>	25 27	27 29	0 3	2 5	0 0	2 3
<i>O. melissa</i>	22 20	26 26	0 0	1 2	0 0	1 2
<i>O. bore</i>	18 22	23 25	0 0	1 2	0 0	1 2
<i>O. norna</i>	21 21	23 28	1 1	3 4	0 0	1 2

Erebia rossii (Curtis, 1834). По длине переднего крыла самцы рассматриваемого вида незначительно, но достоверно мельче самок. Количество глазков на крыльях самцов в целом меньше, чем у самок. По числу глазков и их положению в ячейках между жилками у чернушки *E. rossii* было выделено 54 морфы. На всей территории Восточноевропейской Субарктики распространены популяционные группировки, относящиеся к подвиду *E. rossii dzhelindae* Sheljuzhko, 1925.

Аналогичный характер варьирования размеров бабочек, числа и расположения глазчатых пятен на крыльях наблюдается у *E. disa* (Becklin, 1791), *E. embla* (Becklin, 1791), а длины крыла – у *E. fasciata* (Butler, 1868), *E. discoidalis* (Kirby, 1837), не имеющих выраженного глазчатого рисунка. *E. disa* и *E. embla* представлены в регионе номинативными подвидами, а два других – широко распространенными палеарктическими подвидами *E. fasciata semo* (Grum-Grshimailo, 1899) и *E. discoidalis lena* (Christoph, 1889).

Erebia dabanensis (Erschoff, 1871). По длине крыла и количеству глазчатых достоверных отличий между самцами и самками и представителями одного пола в выборках с Полярного Урала не выявлено. По числу глазков и их расположению между жилками выделено 14 морф, численность которых в разные годы оказалась различной. Уральская популяция *E. dabanensis* является географически изолированной от основной части ареала вида и относится к подвиду *E. dabanensis olshvangi* (Gorbunov, 1995).

Erebia pandrose (Borkhausen, 1788). Достоверных различий по длине крыла и числу глазков между самками и самцами с п-ова Канин не обнаружено. Число глазков на передних крыльях бабочек в анализируемых выборках колеблется от двух до четырех. Достоверных отличий по данному признаку между самками и самцами не выявлено. По числу глазков и их расположению в ячейках между жилками выделено 12 морф. Не исключено, что восточноевропейские популяции вида должны быть отнесены к особой географической расе.

Oeneis jutta (Hübner, 1806). По длине крыла были обнаружены значимые различия между выборками самцов с Полярного Урала в 1994 и 1999 гг. По числу глазков между самками и самцами достоверных отличий нет. По числу глазков и их расположению в ячейках между жилками на крыльях было выделено 27 морф. На наш взгляд, уровень различий (размеры особей) между субарктическими и таежными восточноевропейскими и сибирскими популяциями бархатницы не достаточен для их разделения на отдельные подвиды – все они должны быть отнесены к *O. jutta jutta*.

Oeneis magna Graeser, 1888. В целом самки незначительно, но достоверно крупнее самцов. Число глазков на переднем и заднем крыльях самцов *O. magna* в основном меньше, чем у самок. Однако отличия между самцами и самками по общему числу глазков на крыльях в выборке оказались статистически недостоверными. По числу глазков и их расположению в ячейках между жилками у *O. magna* выделена 21 морфа. Для определения таксономического статуса особей уральских популяций рассматриваемого вида необходимо, прежде всего, сравнить выборки из разных точек Урала, а уральских бабочек – с таймырскими и экземплярами номинативного подвида.

Oeneis melissa (Fabricius, 1775). Самки по длине переднего крыла в исследованных выборках оказались менее изменчивыми и, в целом, крупнее, чем самцы. У бабочек из сравниваемых выборок глазки выражены как на передних, так и задних крыльях с нижней и верхней сторон. По данному признаку достоверных отличий между самками и самцами в разные годы нами не обнаружено. По числу глазков и их расположению в ячейках между жилками на переднем и заднем крыльях верхней и нижней сторон выделено 15 морф. Географически изолированные уральские популяции вида принадлежат к подвиду *O. melissa karae* (Kusnezov, 1925).

Oeneis bore (Schneider, 1792). Характерной особенностью рассматриваемых бархатниц является изменчивость окраски крыльев и структуры рисунка на нижней стороне задних крыльев. По данным признакам бабочек можно условно разделить на две группы. Первая – особи с темно-коричневым, почти шоколадным цветом крыльев и ярко выраженной постдискальной перевязью на нижней стороне задних крыльев. Вторая группа – светлые, охристо-желтые бабочки. Постдискальная перевязь на нижней стороне их задних крыльев замаскирована большим числом коротких темных штрихов. Бабочки раз-

личных цветковых форм характеризуются разной биотопической приуроченностью. Темная форма чаще всего встречается в ерниковых тундрах и на мохово-кустарничковых болотах. Охристая форма, наоборот, очень обычна в лишайниковых тундрах, на каменистых россыпях и скалах. Репродуктивной изоляции между ними не существует. Очевидно, что и темная, и охристая форма относится к одному виду *O. bore bore*.

Oeneis norna (Becklin, 1791). Самки по длине крыла и числу глазчатых пятен достоверно крупнее самцов. Нередко глазки на крыльях обоих полов отсутствуют. По числу глазков и их расположению в ячейках между жилками на крыльях у бархатницы выделена 21 морфа. Отмечено, что внешность бабочек сильно зависит от условий местообитания. В суровых условиях высокогорных тундр особи имеют преимущественно мелкие размеры и редуцированный крыловой рисунок, а в условиях лесотундры, на болотах и в поймах рек встречаются крупные яркие особи, с хорошо выраженными глазчатыми пятнами. Все они, несомненно, относятся к номинативному подвиду *O. norna norna*.

ЛИТЕРАТУРА

Животовский Л.А. Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам // Фенетика природных популяций. М., 1988. С. 38-44.

Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Пер. с англ. М.: Мир, 1992. 166 с.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОПАДА В ВОССТАНАВЛИВАЮЩИХСЯ ЭКОСИСТЕМАХ НА ПОСТТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ПОДЗОНЫ КРАЙНЕСЕВЕРНОЙ ТАЙГИ

И.А. Лиханова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: lihanova@ib.komisc.ru

Изучение минерального состава опада в ходе его разложения и минерализации – важная составляющая познания процессов биологического круговорота, которая выявляет некоторые аспекты проблемы восстановления экосистем на техногенных пустошах.

Цель данной работы – исследование химического состава растительного материала и его изменение в ходе разложения на посттехногенных участках, где применялись разные приемы природовосстановления.

Исследования проводили на территории Усинского месторождения нефти (Усинский район, Республика Коми) на трех посттехногенных участках, где были применены разные приемы восстановительных работ. На участке (далее – уч.) 1, расположенном на территории песчаного карьера, в 1990 г. после предварительного поверхностного внесения торфа (20 т/га) и минеральных удобрений (N60P60K60) был произведен посев лисохвоста лугового (20 кг/га). На уч. 2, расположенном на отсыпанной песком площадке около нефтяной скважины, в 1991 г. были посажены семи-десятилетние дички сосны с комом земли без улучшения субстрата. На уч. 3, расположенном на территории песчаного карьера, после внесения торфа (20 т/га) были высажены трехлетние саженцы сосны из Ухтинского питомника.

Полевые исследования проведены нами в 2002-2003 гг. К этому времени на уч. 1 сформировалось сообщество, в хорошо развитом травяно-кустарничковом ярусе которого доминировал лисохвост луговой. Сомкнутость крон древесно-кустарничкового яруса – 0.1. Опад на данном участке представлен в основном травянистыми остатками (199 г/м² за год). На уч. 2 на 12-й год после посадки дичков напочвенный покров неразвит. Древесный ярус из высаженной сосны достиг высоты 3-4 м, сомкнутость крон – 0.3-0.4. Очень слабое развитие напочвенного покрова объясняет, что поступающий растительный опад (около 30 г/м² за год) состоял в основном из хвои высаженной сосны. На уч. 3 с внесением торфа и посадкой саженцев сосны хорошо развитый древесно-кустарничковый ярус из березы пушистой и ив (высотой 3-4 м и сомкнутостью крон 0.4-0.5) за год дает 87 г/м² опада. В надземной фитомассе преобладали травянистые растения (74 г/м²) и политриховые мхи (40 г/м²).

Исследование разложения опада проводилось согласно общепринятым методикам. Листовой опад древесного (древесно-кустарникового) яруса и растительная масса напочвенного покрова на опытных участках были заложены в капроновых мешочках с размером ячеек около 0.5 мм в шестикратной повторности на поверхность почвы (Attiwill, 1968). Мешочки закладывались в конце вегетационного периода 2002 г. (18 сентября). Отбор проводили в начале (на 282-й день после закладки), середине (на 317-й день) и конце (на 378-й день) вегетационного периода 2003 г. Степень разложения растительных остатков определяли по убыли их веса. Содержание зольных элементов в растительных остатках на каждом этапе разложения определяли по общепринятой методике (Поповцева, 1974).

На опытных участках степень разложения поступающего на поверхность почв растительного материала сильно различалась. Опад на уч. 1, где доминировали травянистые остатки, за год разложился на 39%. Хвойный опад на поверхности субстрата уч. 2 разложился на 23%. На уч. 3, где хорошо развит как древесно-кустарниковый ярус, так и напочвенный покров, нами на разложение было заложено две фракции: опад древесно-кустарникового яруса, состоящий в основном из листьев ив и березы, и травянисто-моховая масса. Первая фракция разложилась за год на 41, вторая – на 21%. Различия в степени разложения органического материала на опытных участках объясняются разным его составом (соотношение содержания C/N; содержание легкоразлагающихся и трудноразлагающихся компонентов, кислотность, количество фитонцидов и т.д.), а также условиями для разложения (микроклимат, количество микроорганизмов и т.д.) (Лиханова, 2005).

Изучение химического состава растительных образцов показало, что содержание азота в исходном растительном материале на исследованных участках колебалось от 0.5 (уч. 2) до 1.3% (уч. 1) на сухое растительное вещество. На уч. 2 в процессе разложения процентное содержание азота оставалось практически одинаковым. На остальных участках оно повышалось (на 38-50%). Увеличение содержания азота при разложении растительных остатков отмечалось Н.Л. Смоленцевой (1979). По-видимому, это обусловлено замедленным разложением белковых компонентов опада.

Важнейшим элементом-органогеном, входящим в состав опада, является калий. Содержание калия в исходном растительном материале колебалось от 0.08 (хвойный опад уч. 2) до 3.17% (травянистый опад уч. 1). В ходе разложения опада на опытных участках процентное содержание калия снижалось. Особенно сильно (на 97%) количество калия уменьшилось в процессе разложения травянистой массы на уч. 1.

Процентное содержание фосфора, также являющегося важным элементом-органогеном, регулирующим энергетический обмен растений, в исходных образцах колебалось от 0.04 (хвойный опад уч. 2) до 0.3% (травянистый опад уч. 1). В процессе разложения содержание фосфора уменьшилось в растительном материале с преобладанием травянистых остатков (на 36-73%) и оставалось практически на одном уровне в опаде древесных и кустарниковых пород.

Содержание магния в исходном растительном материале варьировало от 0.02 (хвойный опад уч. 2) до 0.2% (лиственный опад уч. 3). В ходе разложения содержание магния в растительных образцах на всех участках снизилось (на 33-84%), и только на уч. 2 осталось на одном и том же уровне. Быстрое выщелачивание этого элемента отмечалось во многих работах.

Количество марганца в исходном растительном опаде опытных участков невелико – 0.05-0.07%. Нами отмечено замедленное выщелачивание этого элемента в ходе разложения.

Количество кремния больше в исходных образцах, содержащих остатки травянистых растений (0.16-0.19%), поскольку кремний входит в состав фитолитарий, образующих кремневый скелет травянистых растений. В ходе разложения количество кремния в данных образцах значительно уменьшилось (на 43-73%). В опаде сосны на уч. 2 и ив, березы, лиственницы на уч. 3 кремния немного – 0.03-0.04%.

Содержание кальция, в отличие от кремния, выше в опаде древесных и кустарниковых пород и меньше в травянистых остатках. Его содержание в исходных образцах варьировало от 0.53 (травянистая масса уч. 1) до 1.08% (хвойный опад уч. 2).

Содержание железа и алюминия в исходных растительных образцах невысокое (0.03-0.07%) и только в растительной массе напочвенного покрова уч. 3 значительно выше (0.14%), поскольку она содержит мхи, характеризующиеся сравнительно высоким содержанием этих элементов. В ходе разложения во всех исследованных образцах наблюдается накопление алюминия и железа. Количество алюминия возросло на 21-167, железа – на 67-600%.

Самое низкое содержание зольных элементов среди исходных растительных образцов отмечено в хвойном опаде на уч. 2 (1.9%), самое высокое – в травянистых остатках на уч. 1 (4.5%). Снижение содержания зольных элементов в процессе разложения отмечено в травянистом опаде уч. 1 и травянисто-моховой массе уч. 3. Зольность листового опада уч. 3 в процессе разложения увеличивается. На уч. 2 зольность хвои в процессе разложения не меняется, что, возможно, говорит о замедленной трансформации опада. Самые глубокие изменения в зольном составе произошли в травянистых остатках уч. 1. Это говорит о наибольшей скорости процессов разложения и минерализации опада на данном участке, что косвенно свидетельствует и о наиболее быстрых темпах биологического круговорота.

По степени аккумуляции минеральных элементов ряд содержания химических элементов в растительном материале на опытном уч. 1 до разложения – калиево-азотный ($K > N > Ca > P > Si = Mg > Mn > Al > Fe = Na$), на уч. 2 – кальциево-азотный ($Ca > N > K > Al > Mn > P > Si > Mg > Fe > Na$), в листовом опаде уч. 3 – азотно-кальциевый ($N > Ca > K > P > Mn > Si > Al > Mg > Fe > Na$), травянисто-моховой массы уч. 3 – кальциево-калийный ($Ca > K > Si > P = Al > Fe > Mg = Mn > Na$). Спустя год после разложения ряды содержания химических элементов – кальциево-азотные или азотно-кальциевые: $N > Ca > K > P > Mn > Si > Al = Fe > Mg > Na$ (травянистая масса уч. 1), $Ca > N > Al > K > P > Mn = Fe > Si > Mg > Na$ (хвойный опад уч. 2), $Ca > N > K > Al > Mn = Fe > Si = Ng = Na > P$ (опад древесно-кустарникового яруса уч. 3), $N > Ca > Na > Al > K = Fe > Si = P > Mn > Mg$ (травянисто-моховая масса уч. 3).

Расчет абсолютных количеств зольных элементов показал, что вместе с опадом на поверхность почвы уч. 1 поступает 870 кг/га углерода, 21 – азота и 90 – зольных элементов. Существенное количество элементов поступает на поверхность почвы вместе с опадом на уч. 3: углерода – 714, азота – 19, зольных элементов – 34 кг/га. Минимальное количество элементов поступает с хвойным опадом на уч. 2: углерода – 167 и минеральных элементов – 6 кг/га. За год разложения на уч. 1 высвобождается углерода – 351, азота почти – 3, зольных элементов – 81 кг/га, на уч. 2 – всего 35, 0.2 и 1.1, на уч. 3 – 243, 0.6 и 13.5 кг/га соответственно. Ряд возврата минеральных элементов в почву с травянистой массой на уч. 1 – $K > N > Ca > P > Mg = Si > Mn > Al > Fe = Na$; с хвойным опадом на уч. 2 – $Ca > N > K > Al > Mn > P > Si > Mg > Fe = Na$; с листовым опадом на уч. 3 – $N > Ca > K > Mg > P > Mn > Si > Al > Fe > Na$; с растительной массой напочвенного покрова на уч. 3 – $N > Ca > K > Si > P = Al > Fe > Mg = Mn > Na$.

Таким образом, разные агротехнические приемы по-разному стимулируют восстановительный процесс. Формирующиеся сообщества отличаются видовым составом растительного покрова и, соответственно, количеством и качеством поступающего на поверхность почвы опада. Состав опада, условия для его разложения и микробно-фаунистический комплекс определяют существенные различия в скорости разложения растительного материала, в динамике изменения содержания химических элементов в опаде. Наши данные показали, что в процессе разложения и минерализации процентное содержание азота увеличивается, важнейших элементов-органогенов – калия и магния – уменьшается, содержание железа и алюминия возрастает. В ходе разложения сильным изменениям подвергается травянистый опад на уч. 1 с посевом трав, внесением удобрений. На данном же участке в почву попадает больше всего зольных элементов. Это связано с тем, что в нем идет самое активное поступление растительной органики на почву, а также наиболее глубокое его преобразование. Это косвенно свидетельствует о наиболее активном биологическом круговороте на уч. 1, что, соответственно, способствует протеканию восстановительного процесса. Самое низкое поступление растительного материала в субстрат, его медленная трансформация отмечались нами на участке с посадкой дичков. Все вышепе-

речисленное говорит о необходимости комплексного подхода к проведению природовосстановительных работ. Для активизации восстановительного процесса на техногенных пустошах необходимо запустить круговорот органического вещества – как главного механизма восстановительной сукцессии. По данным наших исследований, наиболее активный круговорот отмечен на участке, где комплекс природовосстановительных работ включал посев трав, внесение органических и минеральных удобрений.

ЛИТЕРАТУРА

Лиханова И.А. Динамика разложения растительного материала на рекультивированных территориях Усинского нефтяного месторождения // Актуальные проблемы биологии и экологии: Матер. докл. XII молод. конф. Сыктывкар, 2005. С. 81-83.

Поповцева А.А. Методическое руководство по ускоренному анализу золы растений. Сыктывкар, 1974. 84 с.

Смоленцева Н.Л. Поступление и превращение опада в сосново-еловом насаждении на подзолистых почвах Коми АССР: Автореф. дис. ... канд. с.-х.н. М., 1979. 17 с.

Attiwill P.M. The loss of elements from decomposing litter. Ecology, 1968. Vol. 49, № 1. P. 143-145.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МОНИТОРИНГА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ^{226}Ra ПО ПОЧВЕННОМУ ПРОФИЛЮ

Е.В. Лобанова, Л.М. Носкова¹

Сыктывкарский государственный университет

¹ Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: shuktomova@ib.komisc.ru

Отделом радиоэкологии Института биологии Коми НЦ УрО РАН уже несколько десятилетий проводится мониторинг загрязненных земельных массивов, расположенных в местах, где ранее находились скважины и сооружения по переработке радиоактивных пластовых вод, в которых основным загрязняющим радионуклидом является ^{226}Ra .

Цель работы – провести анализ распределения ^{226}Ra по почвенному профилю с использованием ГИС-технологий, выявить возможности использования выбранной методики. ГИС обеспечивают объединение в целостную базу данных цифровой массив многолетних наблюдений, проведение анализа пространственного распределения объектов либо явлений по территории. Картографическая визуализация табличной информации позволяет создать серию слоев, статистических поверхностей, которые могут быть использованы для оценки динамики процессов в исследуемой экосистеме.

Для достижения поставленной цели созданы картографические и атрибутивные базы данных в программном пакете ArcView GIS версии 3.2 а, проведен анализ статистических поверхностей с использованием модуля ГИС Spatial Analyst 2.0, полученные результаты анализа перераспределения радионуклида сопоставлены с литературными источников по этому вопросу.

Объект исследования – участок, расположенный в 8 км от пос. Водный на 302 км по тракту Сыктывкар–Ухта. Исследования проведены на участке, где раньше проводился обжиг древесины для получения угля. Для этого на участке были вырыты траншеи, которые затем засыпались высокорadioактивными отходами (так называемые черные отвалы), образовавшимися в результате добычи радия из пластовых вод. Дезактивация участка не проводилась. В настоящее время исследуемая территория заросла хвойными и лиственными породами. Тип почвы на участке глее-сильноподзолистые.

На исследуемом участке в ходе экспедиционных работ была разбита пикетная сеть (рис. 1). По данной опорной сети выполнен отбор почвенных проб с глубин 0-5, 5-20, 40-60 см, образцы почв отбирались через каждые 10 м с помощью почвенного бура (всего 177 точек).

В лабораторных условиях содержание ^{226}Ra в пробах определялось радиохимическим методом и составлена таблица, отражающая координаты пробы и удельную активность радионуклида в точке отбора.

Для последующей обработки полученных цифровых данных использовалась процедура интерполяции по методу поверхности тренда (сплайн-интерполяция), были построены статистические поверхности для трех глубин – 0-5, 5-20, 40-60 см (рис. 2-4). Метод поверхности тренда позволяет построить поверхность, по которой можно проследить общие тенденции изменения явления в пространстве (в нашем случае – распределение удельной активности ^{226}Ra), избегая моделирования мелких неровностей и скачков значений, как это получается при использовании методов обратных взвешенных расстояний и кригинга.

Послойная оценка распределения удельной активности ^{226}Ra показывает ее постепенное снижение вниз по почвенному профилю. Наибольшая активность радионуклида наблюдается в слое 0-5 см, что связано с наличием здесь радиоактивной породы, в которой радий осажден вместе с барием в форме труднорастворимых соединений – сульфатов.

На глубине 0-5 см удельной активности радия варьирует от 0.01 до 200 Бк/г, 5-20 см – от 0.01 до 184 Бк/г, в слое 40-60 см – от 0.01 до 30 Бк/г. Полученные данные позволяют разделить исследуемую территорию на два участка, так называемая «пассивная» (не загрязненная) и «активная» (загрязненная) зоны. Для выявления миграции элемента вниз по профилю была вычислена средняя удельная активность радия в слое 40 – 60 см активной зоны – 0.6 Бк/г. По справочным данным среднее содержание элемента для подзолистых почв составляет – 0.3 Бк/г, следовательно, удельная активность радия превышает норму в два раза, что может свидетельствовать о наличии процесса миграции по почвенному профилю и последующим накоплением в слое 40-60 см.

Миграционные процессы радионуклида могут быть обусловлены переходом его в водорастворимые формы и передвижение по профилю с почвенными растворами в связи с преобладанием нисходящего стока атмосферных вод и

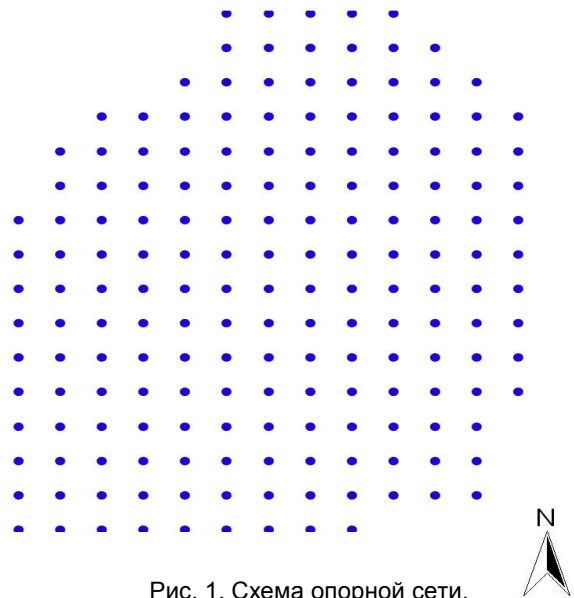


Рис. 1. Схема опорной сети.

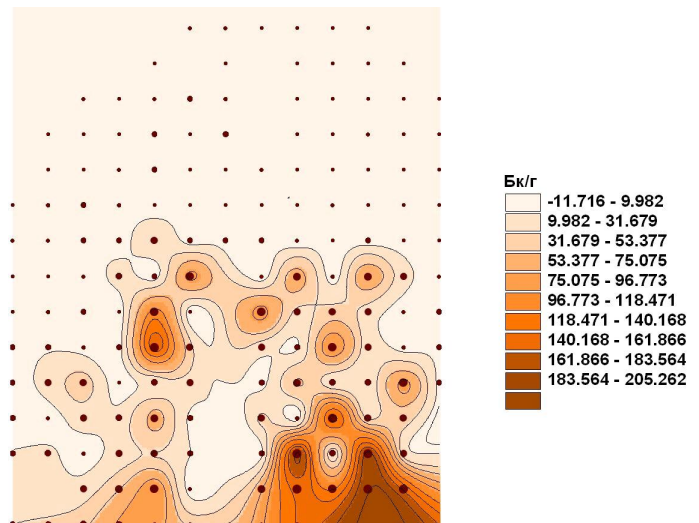


Рис. 2. Удельная активность радия в слое 0-5 см.

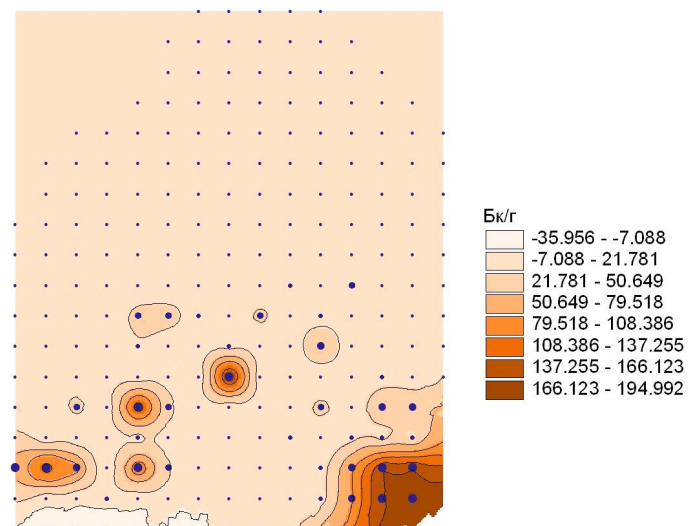


Рис. 3. Удельная активность радия в слое 5-20 см.

последующей концентрацией на почвенных коллоидах по типу сорбции.

Данная работа представляет начальный этап целостного проекта, посвященного мониторингу радионуклидов на участке с повышенным фоном естественной радиации. Последующая обработка данных за 1984 г. с использованием алгебры карт позволит проследить динамику поведения элемента в почвенном профиле и сделать прогноз о дальнейшем поведении радионуклида.

По результатам проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Использование процедуры интерполяции позволяет по имеющимся измерениям проследить общую картину распределения ^{226}Ra в почвенном профиле на исследуемом участке;

2. Возможна картографическая визуализация табличной информации;

3. Созданные статистические поверхности в дальнейшем могут быть использованы для оценки динамики процессов в исследуемой экосистеме.

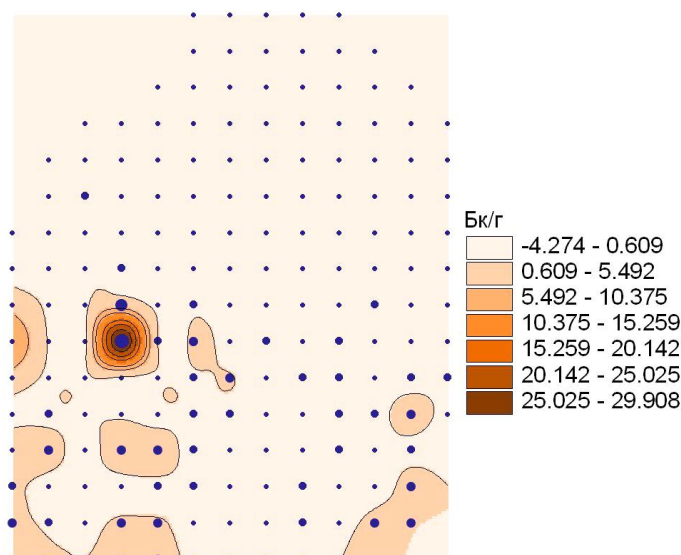


Рис. 4. Удельная активность радия в слое 40-60 см.

ЛИТЕРАТУРА

1. Евсеева Т.И., Таскаев А.И., Кичигин А.И. Водный промысел. Сыктывкар, 2000. 39 с.
2. Радиоэкология биогеоценозов с повышенным фоном естественной радиоактивности // Труды Коми филиала АН СССР, № 81. Сыктывкар, 1987.
3. Русанова Г.В. Содержание радия в некоторых почвах района повышенной радиации и влияние удобрений на его подвижность // Радиоэкологические исследования в природных биогеоценозах. М.: Наука, 1972. С. 22-32.

ЭКОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДЯНОЙ НОЧНИЦЫ (*MYOTIS DAUBENTONI*) В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Н. Ляпунов

Кировский городской зоологический музей

E-mail: owls_bats@mail.ru

В Кировской области водяная ночница является наиболее обычным представителем хироптерофауны, также как и в соседней Нижегородской области (Бакка, Бакка, 1999) и Республике Удмуртия (Капитонов, Григорьев, 1995). Никаких специальных исследований по биологии этого вида до настоящего времени на территории области не проводилось.

При выполнении настоящей работы были использованы коллекционные материалы Кировского городского зоологического музея. Обработано 24 экз. водяных ночниц из южных и центральных районов Кировской области. Проведены наблюдения за двумя колониями общей численностью около 40 особей. Обработаны материалы многократных наблюдений за особенностями поведения этого вида, собранные в разных районах области в период с 1999 по 2005 г.

Обитающие на территории области водяные ночницы относятся к форме *Myotis daubentoni volgensis* (Огнев, 1928). Данный подвид занимает промежуточное положение между *M. d. daubentoni* и *M. d. ussuriensis* (см. таблицу). В целом с запада на восток прослеживаются уменьшение размеров зверьков и изменение некоторых пропорций (Крускоп, 2001).

Сравнительная характеристика размеров черепа водяных ночниц из Кировской области с другими подвидами

Подвид	кбдч	сш	мш	двзр	вч	шч	днч	шмк	клш
<i>M.d. volgensis</i> (Киров)	13.68	9.04	4.13	5.0	6.52	7.96	10.58	7.43	3.80
<i>M.d. daubentoni</i>	13.78*	—	4.8*	—	—	—	—	—	3.77*
<i>M.d. petax</i>	13.96	9.36	3.93	5.05	6.73	7.98	10.80	7.15	4.01
<i>M.d. ussuriensis</i>	13.48*	9.10	3.88*	4.81	6.65	7.75	10.45	7.11	3.83*
	13.60		3.94						3.80

Усл. обозначения: Кбдч – кондилобазальная длина черепа, сш – скуловая ширина, мш – межглазничная ширина, двзр – длина верхнего зубного ряда, вч – высота черепа, шч – ширина черепа, днч – длина нижней челюсти, шмк – ширина мозговой капсулы, клш – клыковая ширина.

* Данные С.В. Крускопа.

Ареал вида включает всю территорию Кировской области. Водяная ночница обнаружена значительно севернее как в летний период, так и на зимовках (Соловьев, 1994). Предпочтений в выборе мест размещения дневных убежищ не обнаруживает. Хотя в литературе есть данные о преобладании этого вида в пещерах летом (Бакка, Бакка, 1999) в Кировской области за пять лет наблюдений в карстовой пещере «Киров-600» водяная ночница была обнаружена лишь однажды в виде полуразложившегося трупа. Автором было обнаружено две колонии вида, состоящие исключительно из самцов, главным образом молодых. Первая колония, примерно 25 особей, находилась в плотине пруда, состоящей из пяти водотоков. Расположение зверьков в ней напоминало строение ядра атома: в центре основное скопление (молодые самцы) и одиночные особи на периферии. Одиночные взрослые самцы отмечались в этом месте в течение всего лета. Очевидно, молодые особи переместились сюда откуда-то во второй половине лета. В течение трех лет наблюдений ни одной самки тут обнаружено не было.

На третий год наблюдений пруд был осушен. Видимо, даже для такого вида с широчайшей экологической валентностью, как водяная ночница, это сыграло решающую роль. Во-первых, очень резко изменился микроклимат убежища, во-вторых, и, на мой взгляд, главное, перестал существовать охотничий участок, т.е. место кормодобывания.

В литературе имеется много данных о связи вида с водой, но не упоминается о размере охотничьего участка. При ликвидации пруда площадью 80 га исчезло место кормодобычи. Очевидно, сама река в некоторых местах достигающая ширины 10 м, с почти 50% -ным зарастанием поверхности воды разной растительностью (кубышкой, ряской) не смогла обеспечить прокорм колонии. Это согласуется с наблюдениями автора о явном предпочтении не только водяными ночницами, но и другими видами рукокрылых, обитающих на территории области, чистых участков акваторий рек и прудов.

Вторая колония располагалась на этой же реке в 500 м ниже по течению в щели между плитами бетонного моста. Она состояла из семи водяных ночниц и одной прудовой. Из литературных источников известны также совместные колонии данного вида с рыжими вечерницами (Плесский, 1952). Наблюдения за колонией велись в течение одного сезона, к августу увеличения ее численности отмечено не было. Исходя из сказанного, можно сделать следующий вывод. Молодые особи, появившиеся на свет в другом месте, в августе начинают мигрировать, подыскивая подходящее убежище. Правда, это не объясняет исключительное преобладание самцов. Сразу после вылета все семь зверьков кружили в течение нескольких минут над чистым от водной растительности местом на высоте 5-10 см от поверхности. Затем они разлетелись вверх и вниз по реке. При изучении размера охотничьего участка путем визуальных наблюдений и с помощью ультразвукового детектора выяснено, что ниже по реке зверьки регистрировались на расстоянии до 200 м. При отсутствии населенных пунктов и различных сооружений, пригодных для дневки в условиях агроландшафта юга Кировской области, рукокрылые практически не встречаются (Ляпунов, 2004). Расстояние регистрации вверх по течению не приводится из-за возможной путаницы с особями из первой колонии.

По результатам абсолютных учетов численности летучих мышей в условиях агроландшафтов южных районов Кировской области были получены следующие данные. Учет

проводился на площади 25 км². Из 57 животных, обнаруженных на этой площади, 42 были определены как водяная ночница. Остальные были отнесены мною к данному виду по характеру полета, охотничьему поведению, станции и типу эхолокационных сигналов. Плотность населения водяной ночницы составила 2.3 особи на 1 км². Данных о плотности вида в лесистых местообитаниях в настоящий момент у автора нет.

Сведения о половой структуре водяной ночницы на исследуемой территории, а также близлежащих районов довольно противоречивы. Так, на территории, взятой за учетную площадку (юго-запад области), были отмечены только самцы. На крайнем юго-востоке области (Вятско-Полянский район) при абсолютно случайной выборке соотношение полов оказалось 1:1. Подобная картина наблюдалась на 100 км севернее (Кильмезский район). По данным удмуртских ученых, на территории республики фиксируется двукратное преобладание самок (Капитонов, Григорьев, 1995).

Для определения возраста животного в качестве главного критерия использовались метрические показатели, в частности, длина предплечья и промеры черепа, т.е. которые можно измерить с высокой точностью. При обработке данных мы пришли к выводу, что такая характеристика, как масса, скорее зависит от физиологического состояния зверька, нежели от его возраста.

Для успешной перезимовки летучим мышам необходимо иметь некоторое количество жира. Изучая это явление у водяной ночницы ($n = 7$) с начала июля по начало сентября, получены следующие данные. На одинаковое время запасы жировых отложений взрослых особей значительно превосходят таковые у молодых (до девяти раз), что согласуется с данными по рыжей вечернице, у которой молодые особи практически не имели жировых отложений, в отличие от взрослых (Смирнов, 2001). Начало формирования жировых отложений приходится на середину июля. К началу сентября масса жира достигает 18% от массы тела. Кроме того, явное увеличение массы тела отмечается у самок на последних стадиях беременности. При средней массе 10.1 г беременные весили 12.0 и 11.5 г соответственно. Имеют место суточные циклы колебания массы тела. При интенсивном кормодобывании утром зверек будет тяжелее, чем вечером (Борисенко и др., 1999).

Начало весенней активности летучих мышей в Кировской области приходится на вторую половину апреля (Ляпунов, Метелев, 2003). Наиболее поздняя дата регистрации – 13 октября. Суточная активность водяной ночницы, по литературным данным, считается двухфазной, но может меняться в зависимости от конкретных условий (Кузякин, 1950). Время вылета из убежищ напрямую зависит от времени наступления сумерек и длины светового дня. По наблюдениям автора, при длине светового дня более 17 ч водяная ночница переходит на однофазную активность. В условиях Кировской области это наблюдается с первой декады июня до середины июля. В этот период охотившиеся зверьки встречались в течение всей ночи. В конце июля начинает регистрироваться двухфазная активность. Так, 25 июля при длине светового дня 16 ч 27 мин. водяные ночницы были активны с 22³⁰ до 00¹⁵ и с 02¹⁰ до 03²⁰. При дальнейшем уменьшении длины светового дня вылет зверьков наблюдается все раньше (до 20 ч), а возвращение утром в убежища – все позже (до 5 ч 20 мин.). Это говорит о том, что летучие мыши стараются полнее использовать темное время суток.

Интересно, что при наблюдении за суточной активностью колонии в плотине активность зверьков начиналась в среднем на 1 ч раньше. При этом, правда, животные не покидали гидросооружения, летая внутри его и появляясь на охотничьем участке в обычное для данной даты время. Сказанное подтверждает доминантное влияние освещенности на биологические часы летучих мышей.

ЛИТЕРАТУРА

- Капитонов В.И., Григорьев А.К. Материалы по фауне и экологии рукокрылых Удмуртии // Вестн. Удмуртского университета, 1995. Вып. 3. С. 70-81.
 Бакка А.И., Бакка С.В. Рукокрылые Нижегородской области // *Plecotus et al.*, 1999. Вып. 2. С. 44-59.

- Борисенко и др. К изучению трофической биологии трех видов рукокрылых в Подмоскowie // *Plecotus et al.*, 1999. Вып. 2. С. 36-43.
- Крускоп С.В. Подвидовая принадлежность водяной ночницы *Myotis daubentoni* (Chiroptera, Vespertilionidae) с Алтая // *Plecotus et al.*, 2001. Вып. 4. С. 13-19.
- Кузякин А.П. Летучие мыши. М.: Советская наука, 1950. 443 с.
- Ляпунов А.Н., Метелев Д.Н. Экстремальные сроки активности рукокрылых в Кировской области: Тез. докл. Третьей науч. конф. аспирантов и соискателей. Киров, 2003. С. 65-66.
- Ляпунов А.Н. Рукокрылые в условиях Пижанского района Кировской области: Тез. докл. Матер. науч. сессии 30-31 марта 2004 г. Киров, 2004. С.189-191.
- Огнев С.И. Звери Восточной Европы и Северной Азии // Насекомоядные и летучие мыши. Т. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1928. 631 с.
- Плесский П.В. Полезные и вредные звери Кировской области: Сб. науч. тр. Киров, 1952. С. 92-138.
- Смирнов Д.Г. Находки рукокрылых в Ахштырской пещере (Краснодарский край) // *Plecotus et al.*, 2001. Вып. 4. С. 64-68.
- Соловьев В.А. Млекопитающие. Насекомоядные, рукокрылые, зайцеобразные, грызуны / Фауна европейского Северо-Востока России. Млекопитающие; Т. 2. Ч. 1. СПб.: Наука, 1994. С. 68-70.

АРЕАЛ И КЛИМАТ. ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К РУКОКРЫЛЫМ В УСЛОВИЯХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Н. Ляпунов

Кировский городской зоологический музей

E-mail: owls_bats@mail.ru

Главным лимитирующим фактором, определяющим в глобальном масштабе распространение живых существ, в том числе и рукокрылых, является климат. В условиях Кировской области, учитывая ее географическое положение и протяженность в меридиональном направлении (570 км), влияние этого фактора очевидно. На фоне глобального потепления в планетарном масштабе (Протасов, Молчанов, 1995) попытаемся проследить изменение основного климатического фактора – температуры на территории Кировской области в периоды 1881-1935 и 1965-1995 гг. Для этого проведем сравнительный анализ средних температур апреля, июля и сентября месяцев, а также продолжительности периодов со среднесуточной температурой воздуха более 5 °C и 10 °C в оба исследуемых периода в 17 географических пунктах области (см. рисунок). Апрель принят в качестве исследуемого как месяц вылета из зимних убежищ оседлых видов летучих мышей и прилета мигрирующих видов. Июль – как самый жаркий месяц в году, сентябрь – как месяц начала миграций перелетных видов рукокрылых, хотя активность оседлых видов продолжается значительно дольше (неопубликованные данные). Продолжительность периодов со среднесуточными температурами воздуха более 5 °C и 10 °C приводится для сравнения во временном и географическом аспектах.

Одной из самых важных характеристик климата является континентальность. На территории Кировской области выделяют два типа: умеренно континентальный (северные районы области) и средне континентальный (все остальные районы) (Шашко, 1985).

По температурному режиму территория области неоднородна. Так, средняя температура апреля за период 1965-1995 гг. по наиболее южной точке наблюдения (г. Вятские Поляны) составила 4.1 °C, а по самой северной (поселок городского типа Подосиновец) 2.1 °C, июля – 18.9° и 16.8°, сентября – 10.7° и 8.9° соответственно.

Во временном аспекте на территории Кировской области увеличение среднегодовой температуры (потепление) происходит за счет более теплых и продолжительных весны и осени, причем температура самого жаркого месяца года – июля – незначительно понижается (см. таблицу). В этом отношении выделяется апрель, средняя температура которого во втором исследуемом периоде возросла в центральных районах на 131, а в среднем по области на 84%, что практически по температурному режиму сравняло центр и север

области в настоящее время с ее южными районами в первом исследуемом периоде. Средняя температура сентября увеличилась в среднем по области на 4.2%, при этом, как и следовало ожидать, к более ранним значениям сместились сроки наступления индикаторных явлений начала фенологических периодов: весны на 2-12, лета – 5-10 дней, на 1-6 дней стала позже начинаться осень (Соловьев, 2003). Именно за счет более высокой температуры апреля и, соответственно, смещения в раннюю сторону сроков наступления фенологических явлений, в нашем случае – появление летающих насекомых – кормовой базы рукокрылых, происходит дальнейшее расширение ареалов перелетных видов в северном направлении.

Вызывает интерес тот факт, что продолжительность периодов со среднесуточной температурой выше 10 °C увеличилась только в северных (на восемь дней) и центральных районах области (три-шесть дней), а в южных районах, наоборот, сократилась на один-пять дней кроме г. Советск, где данный период стал продолжительнее на три дня. При исследовании продолжительности периода со среднесуточной температурой более 5 °C наблюдается подобная картина. Наиболее значительное его удлинение (шесть-семь дней) отмечается в северных, центральных и юго-западных (четыре-семь дней), а сокращение (до десяти дней) – в юго-восточных районах области.

При рассмотрении температурного режима области выявлены следующие закономерности: в поймах крупных рек, а также около значительных по площади искусственных водоемов (Белохолуницкое водохранилище), несмотря на более северное положение, средняя температура сентября выше на 0.3-0.5 °C (сравнение произведено по поселку городского типа Подосиновец, находящемуся в пойме р. Юг, и Опарино, расстояние по меридиану между которыми составляет около 50 км). Такая же картина наблюдается на юго-западе области. При более северном положении г. Советск, по сравнению с г. Яранск (40 км), в первом средняя температура сентября на 0.4 °C выше, благодаря его географическому местоположению (место слияния трех крупных рек).

Отличительным положительным качеством пойм является высокая степень сохранности в них лесов, а соответственно – наличие одного из главных лимитирующих факторов – убежищ, что является своеобразным ленточным ареалом и направляющей в дальнейшем распространении рукокрылых, особенно в южных районах области на фоне преобладания агроландшафтов.

**Средняя температура апреля, июля и сентября (°C)
в исследуемые периоды в разных частях Кировской области**

Группы районов	1881-1935 гг.			1965-1995 гг.		
	Апрель	Июнь	Сентябрь	Апрель	Июнь	Сентябрь
Север	1.7	17.3	8.1	2.4	16.1	8.5
Центр	1.6	17.9	8.7	3.7	17.7	9.4
Юго-запад	2.4	18.7	9.6	3.9	18.0	9.9
Юго-восток	1.8	18.9	10.3	3.7	18.6	10.4

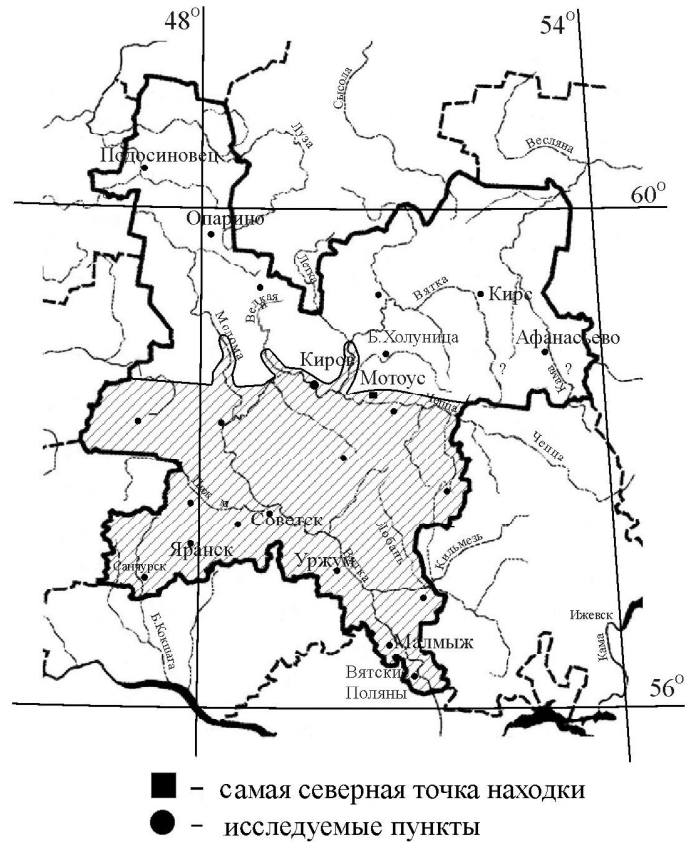


Рис. Современный ареал лесного нетопыря и расположение исследуемых по температурному режиму населенных пунктов.

Данные по находкам лесного нетопыря (*Pipistrellus nathusii*) это подтверждают. Вид отмечался либо непосредственно около воды, либо в пойме на удалении 2-4 км от реки и лишь в одном случае – в 7 км, в широколиственном лесу.

Необходимо подчеркнуть, что существует второй путь проникновения южных видов на север – по цепочке населенных пунктов (Ильин, 2000). Как правило, в среднем по размеру селе имеются небольшой пруд, аллея, что является местом охоты, и главное – множество дневных укрытий. Две колоний лесного нетопыря обнаружены в населенных пунктах.

До настоящего времени наиболее северной точкой находки лесного нетопыря на территории области являлся заповедник Нургуш (Ильин и др., 2000; наши данные). В августе 2005 г. совместная колония лесного нетопыря и двухцветного кожана (*Vespertilio murinus*) была обнаружена на 70 км севернее, что практически на широте г. Киров, в пойме р. Чепца сотрудником ВНИИОЗ М.А. Ларионовой. Принимая во внимание пойменный путь проникновения в это место, предполагаем, что лесной нетопырь может быть обнаружен на значительном протяжении р. Вятка и ее крупных северных притоках (Молома, Великая, Летка), по крайней мере, до устья последней (см. рисунок). Глубину проникновения данного вида по ним на север предположить сложно. Ясно одно, что когда-то редкий вид юго-востока области расселился по всей ее территории, за исключением крайних северо-западных и северо-восточных районов.

ЛИТЕРАТУРА

- Ильин В.Ю. Динамика ареалов трех видов рукокрылых на крайнем юго-востоке Европы // *Plecotus et al.*, 2000. Вып. 3. С.43-49.
- Ильин В.Ю. и др. Материалы к кадастру рукокрылых (Chiroptera) европейской России и смежных регионов: Справочное пособие. Пенза, 2002. 64 с.
- Протасов В.Ф., Молчанов Н.В. Экология, здоровье и природопользование в России. М.: Финансы и статистика, 1995. 528 с.
- Соловьев А.Н. Биота и климат в 20 столетии. Региональная фенология. М.: Пасьева, 2005. 288 с.
- Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1985.

ПРИМЕНЕНИЕ КАЛОРИМЕТРИИ ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТАБОЛИЗМА РАСТЕНИЙ

Р.В. Малышев

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

В физико-химических исследованиях калориметрию используют для определения теплопроводности, теплоемкости веществ, теплового эффекта химических реакций, а также теплоты гидратации, изучения фазовых превращений и чистоты веществ (Майорова, 1998).

Биологические процессы живых организмов характеризуются высокими значениями удельного тепловыделения, что позволяет использовать определение тепловых процессов для оценки активности метаболизма организмов. Внедрение метода калориметрии в биологию основывается на том, что большинство биологических процессов являются экзотермическими. Однако не всегда тепловой поток можно связать с конкретным процессом. Теплопродукция клеток, тканей, организма – результирующая множества процессов, из которых складывается общая метаболическая активность. Это затрудняет интерпретацию результатов при изучении теплового обмена биологических объектов.

Калориметрия позволяет оценить степень воздействия стрессовых факторов (температура, засоление, ингибиторы роста) на растение. Показано, что теплопродукция клеток хлореллы повышается при воздействии засоления и высокой температуры в первые четыре часа после начала воздействия стрессового фактора (Лосева и др., 2003). Авторы связывают повышение теплопродукции с активизацией адаптационных процессов, а последующее снижение тепловыделения – с выходом растительного организма на новый стационарный уровень.

Перспективно использование калориметрии в биологии в сочетании с моделями метаболизма живых объектов. Модель, предложенная Л.Д. Хансеном с соавторами (1996), связывает рост растения с теплопродукцией и дыханием. Использование данной модели

позволило выявить изменения скорости роста при повышении температуры у разных сортов кукурузы, томатов, тополя, определить соответствие метаболизма растений среде обитания.

Цель данной работы – оценить возможность применения калориметрии для определения скорости роста и изменения метаболизма растений под действием температуры и метилфосфоновой кислоты (МФК).

В качестве объектов использовали трех- и шестидневные проростки ячменя (*Hordeum distichum* L.) сортов Новичок и Дина. Их выращивали в термостате при температуре 20 °С на растворах МФК. Для определения скорости роста использовали апикальные части побегов. Дополнительно определяли теплопродукцию апикальных частей корневищ канареечника тростниковидного (*Phalaroides arundinacea* L.), произрастающего в полевых условиях. Измерение теплопродукции апикальных частей побегов и корневищ проводили на многоканальном изотермическом микрокалориметре «Биотест 2» (ИБП, Россия). Скорость роста рассчитывали согласно модели Л.Д. Хансена с соавторами (1996). Выделение метаболического тепла (q , мкВт/мг сухой массы) измеряли прямым калориметрированием. Образование CO_2 (R_{CO_2} , нмоль/мг сухой массы·с) измеряли при помощи калориметра у тех же образцов, используя в качестве поглотителя CO_2 0.4 М раствор NaOH. Показатели тепловыделения и выделения CO_2 использовали для расчета относительной скорости роста по формуле:

$$\Delta \text{HbR}_{\text{sg}} = 455R_{\text{CO}_2} - q,$$

где $\Delta \text{HbR}_{\text{sg}}$ – относительная скорость роста, мкВт/мг сухой массы; 455 – изменения энтальпии на нмоль кислорода, используемого для окисления органических соединений, мкВт/нмоль; R_{CO_2} – скорость выделения углекислого газа, нмоль/мг сухой массы·с; q – скорость выделения метаболического тепла, мкВт/мг сухой массы.

Результаты измерений у трех-четырехдневных проростков ячменя показали, что сорта Дина и Новичок не отличались по скорости тепловыделения. Интенсивность дыхания проростков с. Дина была в 1.2 раза выше, чем у с. Новичок. Расчеты показали, что относительная скорость роста у ячменя с. Дина выше на 50%, по сравнению с растениями с. Новичок (рис. 1). Полученные результаты согласуются с наблюдениями, которые показали, что семена ячменя с. Дина прорастают на третьи-четвертые сутки после замачивания, а у с. Новичок этот период составляет шесть-семь дней. Различия в относительной скорости роста проростков ячменя обусловлены сортовыми особенностями (Головки и др., 2004).

МФК является продуктом распада фосфорсодержащих отравляющих веществ и вызывает в растениях окислительный стресс (Огородникова, 2004). В нашем опыте под действием стрессора происходило ингибирование роста шестидневных проростков ячменя с. Новичок: линейные размеры корней и побегов опытных растений были меньше, чем в контроле. Установлено, что МФК вызывала активацию метаболического тепловыделения и дыхания проростков. Расчет относительной скорости роста апикальных частей проростков

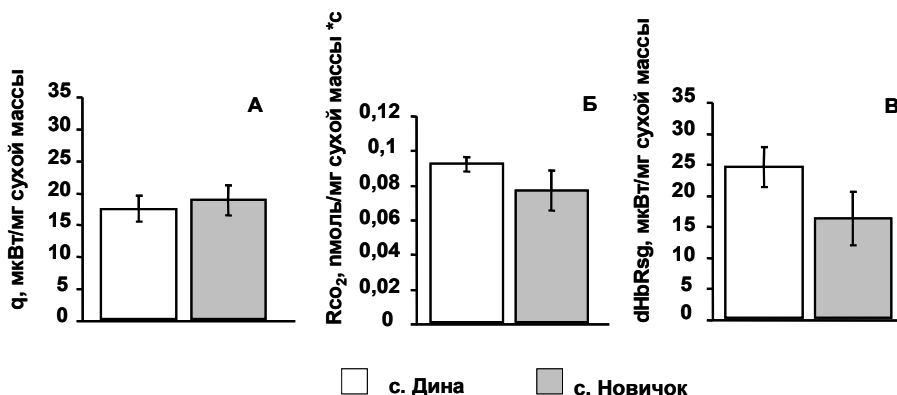


Рис. 1. Тепловыделения (А), выделения углекислого газа (Б), скорость роста (В) трехдневных проростков ячменя сортов Новичок и Дина при температуре 20 °С ($n = 15$).

показал увеличение этого показателя у опытных растений. Так, при концентрациях 0.01 и $5 \cdot 10^{-5}$ моль/л скорость роста была в 2.0 и 2.5 раза выше по сравнению с контролем соответственно. Повышение скорости роста мы связываем с ростом дыхания (см. таблицу). Увеличение выделения CO_2 у растений было вызвано повышением дыхания поддержания, которое обес-

печило энергетические затраты на адаптацию к неблагоприятным факторам среды. Таким образом, данные, рассчитанные по модели Хансена с соавт. (1996), не согласуются с прямыми определениями роста.

Наряду с ксенобиотиками, повышенные температуры тоже являются стресс-фактором для растений. Нами измерены скорости роста апикальной части корневищ канареечника тростниковидного в диапазоне температуры 2-35 °C (рис. 2). При увеличении температуры от 2 до 15 °C повышались выделение тепла и дыхания, что приводило к возрастанию относительной скорости роста. В диапазоне температур от 15 до 25 °C наблюдали снижение тепловыделения и увеличение интенсивности дыхания, при этом скорость роста мало изменялась. Стабильные значения скорости роста указывают на то, что диапазон температур является оптимальным для ростовых процессов. Дальнейшее повышение температуры до 35 °C привело к повышению тепловыделения растений и уменьшению относительной скорости роста. Снижение роста в условиях температурного стресса обусловлено уменьшением эффективности преобразования энергии, необходимой для роста и поддержания растения.

Скорость тепловыделения (q), выделения CO_2 (R_{CO_2}) и относительная скорость роста (ΔHbRsg) шестидневных проростков ячменя с. Новичок под воздействием метилфосфоновой кислоты (МФК) ($n = 4-10$)

Вариант	q , мкВт/мг сухой массы	R_{CO_2} , нмоль/мг сухой массы $\times$ с	ΔHbRsg , мкВт/мг сухой массы
Контроль	6.90 ± 1.0	0.021 ± 0.004	2.7 ± 1.3
5×10^{-5} моль МФК	10.06 ± 0.7	0.036 ± 0.004	6.3 ± 2.6
0.01 моль МФК	12.50 ± 1.0	0.040 ± 0.004	5.7 ± 1.6

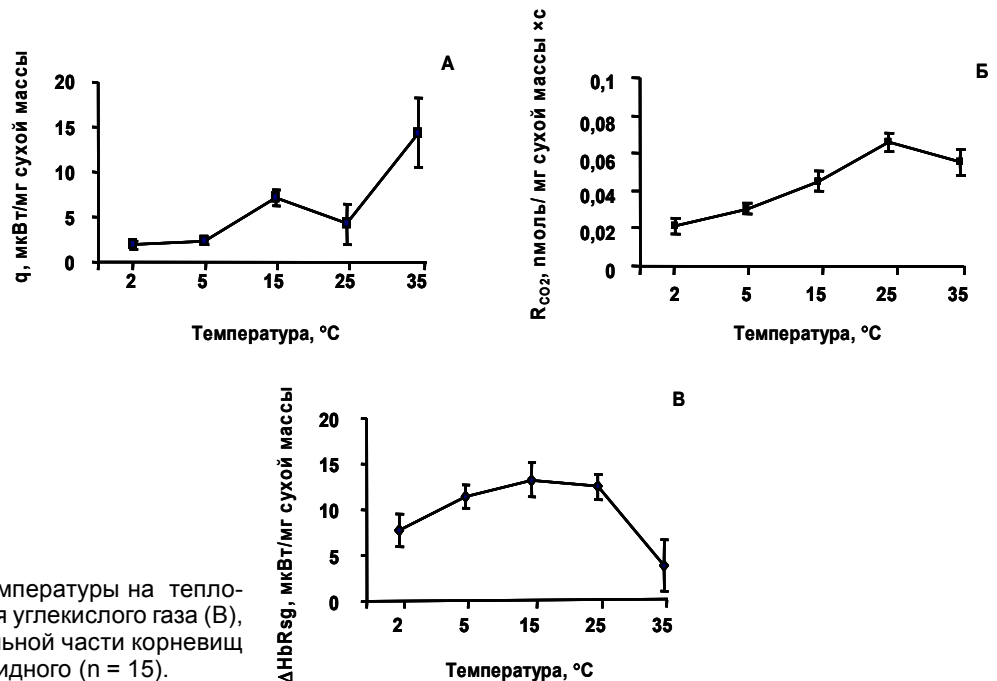


Рис. 2. Влияние температуры на тепловыделение (А), выделения углекислого газа (В), скорость роста (В) апикальной части корневищ канареечника тростниковидного ($n = 15$).

Таким образом, метод микрокалориметрии можно успешно использовать для сравнения сортов растений, определения оптимальных и стрессовых температур, изучения активности метаболизма растений в норме и при стрессе. У сильно стрессированных растений нарушается связь между тепловыделением, дыханием и ростом, что накладывает ограничение на модель, разработанную Л.Д. Хансеном с соавторами.

ЛИТЕРАТУРА

Головки Т.К., Родина Н.А., Куренкова С.В., Табаленкова Г.Н. Ячмень на Севере (селекционно-генетические и физиолого-биохимические основы продуктивности). Екатеринбург: УрО РАН, 2004.

Кридли Р.С., Бранденбах Р.В., Фонтана А.Дж. и др. Реакция дыхания растений на климат определяет их географическое распространение // Физиология растений, 1996. Т. 43. № 6. С. 813-820.

Лосева Н.Л., Кашина О.А., Рахимова Г.Г. Скорость выделения тепла как возможный показатель адаптивности растительной клетки к условиям окружающей среды // Физиология растений, 2003. Т. 50. № 3. С. 445-458.

Майорова А.Ф. Термоаналитические методы исследования // Соросовский образовательный журнал, 1998. № 10. С. 50-54.

Огородникова С.Ю., Головки Т.К., Ашихмина Т.Я. Реакция растений на фосфорорганический ксенобиотик – метилфосфоновую кислоту. Сыктывкар, 2004. 24 с. (Научные доклады / Коми научного центра УрО Российской академии наук; Вып. 464).

Хансен Л.Д., Тейлор Д.С., Смит Б.Н., Кридл Р.С. Связь между ростом растения и дыханием: экологические аспекты и отбор лучших сортов культурных растений // Физиология растений, 1996. Т. 43. № 6. С. 805-812.

ДИНАМИКА РОСТА ЕЛИ В ПРИТУНДРОВОЙ ЗОНЕ

А.В. Манов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: manov@gmail.ru

Согласно районированию лесов европейской части России (Семенов и др., 1998) территория Усть-Цилемского лесхоза, где проводились исследования, относится к Восточно-Европейской притундровой области Печорской провинции. Здесь господствуют еловые леса, которые занимают 70.2% от покрытой лесом площади. Следовательно, изучение структуры и динамики роста древостоев этих сообществ представляет научный интерес.

Цель данных исследований – оценка динамики роста ели в некоторых типах еловых древостоев.

Исследования проводились в старовозрастных ельниках зеленомошного и чернично-сфагнового типов (см. таблицу) на территории водосборного бассейна малых рек Щелино и Сосья. Типы леса определяли по В.Н. Сукачеву и С.В. Зонн (1961). Лесоводственно-таксационные работы выполняли по общепринятым методам (ОСТ 56-69-83). В ельнике зеленомошном закладывали четыре круговые площадки размером 300 м², в ельнике чернично-сфагновом – пробную площадь 30×40 м. Проведен сплошной пересчет деревьев. Высота измерялась у 15-20 деревьев. Возраст определяли путем отбора кернов у 10-15 деревьев ели и у 5-10 деревьев сопутствующих древесных растений. Анализ таксационных материалов проведен по Н.В. Третьякову с соавторами (1952) и Лесотаксационному справочнику (1986). Для оценки продуктивности древостоев использовали таксационные показатели: среднюю высоту, средний диаметр, общий запас, прирост деревьев по диаметру (Н.П. Анучин, 1971). На каждой пробной площади взято два модельных дерева ели, по которым устанавливали ход роста ели в высоту и диаметру.

Ельник зеленомошный располагается на очень пологом северном склоне невысокого возвышения. Древостой имеет состав 9Е1Б. Возраст деревьев колеблется от 90 до 200 лет. Запас древесины растущих деревьев равен 98 м³/га. Сухостоя немного, состоит из ели, с запасом древесины 6 м³/га (см. таблицу). Согласно классификации С.А. Дыренкова (1984)

Лесоводственно-таксационная характеристика ельников

Тип леса	Состав древостоя	Порода	Возраст, лет	Количество деревьев, экз./га		Запас древесины, м ³ /га		Сумма площадей сечения, м ² /га		Средние	
				растущих	сухих	растущих	сухих	растущих	сухих	диаметр, см	высота, м
Зеленомошный	9Е1Б	Ель	100-200	675	25	87	6	12.8	0.7	14	12
		Береза	90-150	250	–	11	–	2.3	–	10	8
		Итого:		925	25	98	6	15.1	0.7		
Чернично-сфагновый	8Е2Б	Ель	110-270	814	12	62	13	12.6	2.3	12	9
		Береза	110	250	–	15	–	3.0	–	11	9
		Итого:		1064	12	77	13	15.6	2.3		

древостой абсолютно разновозрастный с групповым смещением поколений, соответствующий по В.Н. Сукачеву (1964) «наиболее выработавшимся» фитоценозам коренных типов леса. В нем преобладают деревья восходящего ряда. Их наибольшее количество приходится на 8-12 ступени толщины, затем количество деревьев по толщине постепенно снижается (рис. 1). Распределение древесного запаса по диаметру характеризуется кривой, максимум которой смещен вправо.

Ельник чернично-сфагновый располагается на относительно ровном участке. Древостой состава 8Е2Б. Возраст деревьев – 110-270 лет (см. таблицу). Запас древесины растущих деревьев – 78 м³/га. Сухостоя немного, состоит из ели, с запасом древесины 2.3 м³/га. Древостой относительно разновозрастный, принадлежит к коренным типам леса в тех фазах динамики, которые знаменуют собой результат неглубоких дигрессий (Дыренков, 1984). По количеству преобладают деревья нисходящего ряда (рис. 2). Распределение древесного запаса по толщине близко к нормальной, максимум смещен вправо.

Информация, приведенная на графике (рис. 3), показывает ход роста деревьев в высоту. Более интенсивным ростом характеризуются деревья ели в зеленомошном типе сообществ, чем в чернично-сфагновом. Рост ели в высоту в первые 20-40 лет жизни очень слабый, затем отмечается его повышение. Самый интенсивный рост ели в высоту в ельнике зелено-

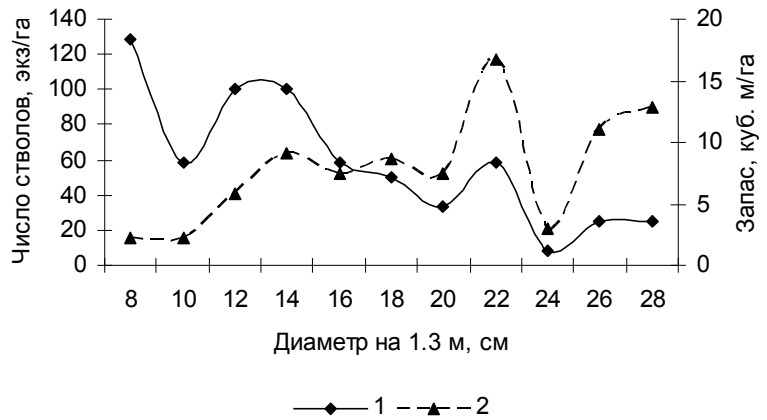


Рис. 1. Распределение числа стволов и древесного запаса ели по двухсантиметровым ступеням толщины в ельнике зеленомошном: 1 – число стволов; 2 – запас.

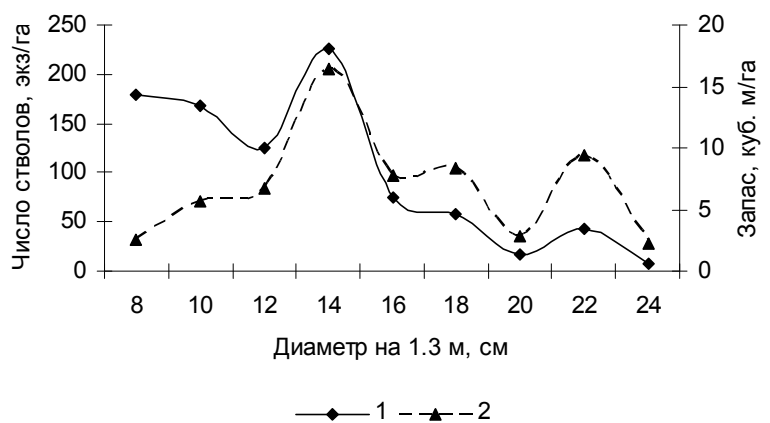


Рис. 2. Распределение числа стволов и древесного запаса ели по двухсантиметровым ступеням толщины в ельнике чернично-сфагновом: 1 – число стволов; 2 – запас.

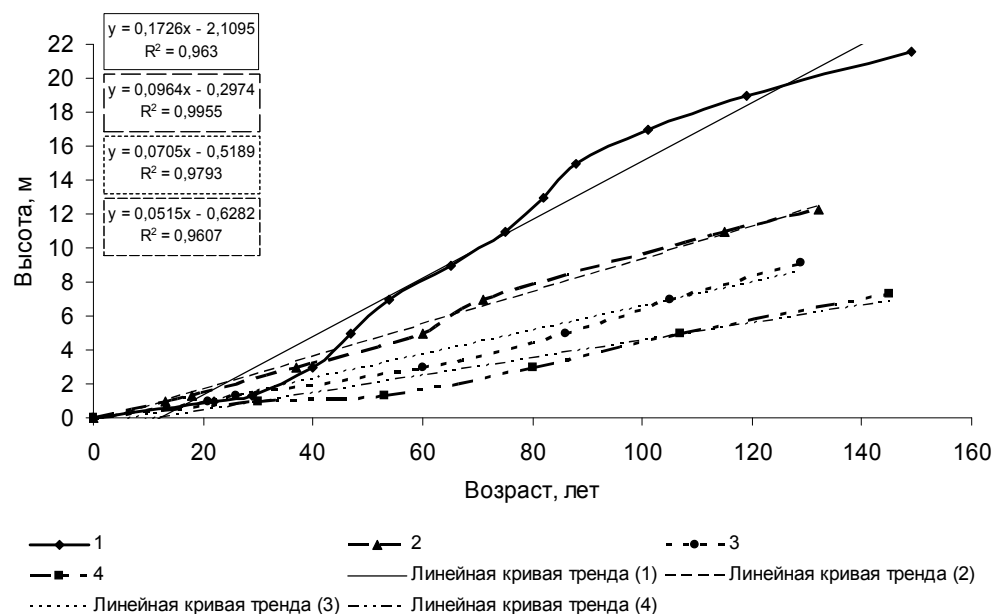


Рис. 3. Ход роста деревьев ели по высоте в ельниках: 1, 2 – зеленомошном; 3, 4 – чернично-сфагновом.

Рис. 4. Текущий периодический прирост по диаметру в ельнике зеленомошном.

мошном наблюдается в возрасте от 60 до 120, а в чернично-сфагновом – от 80 до 140 лет, что подтверждают приведенные ранее данные (Семенов и др., 1998). Фиксируется довольно тесная связь роста деревьев в высоту от возраста и описывается линейным уравнением при $R^2 = 0.96 \div 0.99$.

Результаты анализа роста деревьев в толщину приведены на рис. 4, 5. Динамика прироста деревьев по диаметру демонстрирует, что в процессе развития отмечаются значительные колебания в интенсивности роста по толщине. Варьирования значений прироста выраженнее в зеленомошном типе сообщества (рис. 4). Средний периодический прирост по диаметру у ели в ельнике зеленомошном на 41% выше, чем в чернично-сфагновом. Данные по текущим периодическим приростам деревьев по диаметру в связи с возрастом показывают, что каждому дереву свойственен индивидуальный ход роста. Так, в зеленомошном ельнике у одного дерева ели максимальный прирост по диаметру отмечается в возрасте 40-60, у другого – 60-80 лет (рис. 4). В чернично-сфагновом типе сообщества различия в росте деревьев более выражены. Интенсивный рост возможен в возрасте 60-80 и 80-100, а также 180-200 лет (рис. 5).

Выводы:

1. Ельники в притундровой зоне развиваются как абсолютно, так и относительно разновозрастные древостои;

2. Отмечается тесная взаимосвязь роста деревьев ели в высоту с возрастом, которая выражается линейным уравнением при коэффициенте аппроксимации, равном $0.96 \div 0.99$;

3. Не наблюдается связи между приростом деревьев ели по диаметру и возрасту;

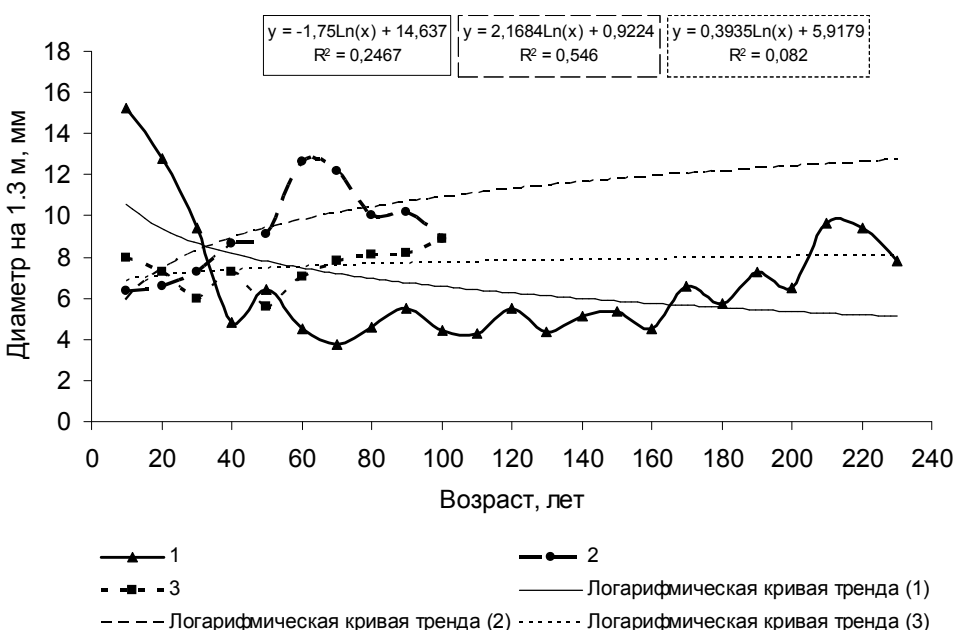


Рис. 5. Текущий периодический прирост по диаметру в ельнике чернично-сфагновом.

4. Рост деревьев ели зависит от условий произрастания. В ельнике зеленомошном ель как в высоту, так и по диаметру растет интенсивнее, чем в чернично-сфагновом типе.

ЛИТЕРАТУРА

- Анучин Н.П. Лесная таксация. Изд. 3-е. М.: Гослесбумиздат, 1971. 509 с.
 Дыренков С.А. Структура и динамика таежных ельников. Л.: Наука, 1984. 175 с.
 ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные: Метод закладки. М., 1984. 20 с.
 Семенов Б.А. и др. Притундровые леса европейской части России (природа и ведение хозяйства) / Б.А. Семенов, В.Ф. Цветков, Г.А. Чибисов, Ф.П. Елизаров. Архангельск: Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, 1998. 334 с.
 Сукачев В.Н. Динамика лесных биогеоценозов // Основы лесной биогеоценологии. М.: Наука, 1964. С. 458-486.
 Сукачев В.Н., Зон С.В. Методические указания к изучению типов леса. Изд. 2-е. М.: Наука, 1961. 144 с.
 Третьяков Н.В., Горский П.В., Самойлович Г.Г. Справочник таксатора. М.-Л.: Гослесбумиздат, 1952. 853 с.

ПАРЦИАЛЬНАЯ ФЛОРА МАТЕРИКОВЫХ ЛУГОВ ПОДЗОНЫ ЮЖНОЙ ТАЙГИ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С.Ю. Маракулина

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

Луговые сообщества Кировской области до настоящего времени остаются относительно слабо изученными. Известны только единичные труды И.П. Василевича, исследовавшего луга в пойме р. Вятка в окрестностях г. Киров (Василевич, 1954), и геоботаников Казанского университета, охарактеризовавших луга южных отрезков рек Вятка и Чепца [4]. Таким образом, к настоящему времени полной информации о флористической и ценотической структуре пойменных и в особенности водораздельных лугов Кировской области нет. С целью выявления их видового и ценотического разнообразия с 2005 г. начато планомерное обследование материковых лугов подзоны южной тайги в пределах Кировской области. При этом в качестве одной из основных задач было определено установление флористического состава сообществ травянистых многолетников и проведение таксономического, географического, эколого-ценотического и биоморфологического анализов изученной парциальной луговой флоры.

Луга в подзоне южной тайги обследованы нами в июне-августе 2005 г. на территории Оричевского и Слободского районов Кировской области. Кроме того, выполнено небольшое число геоботанических описаний в Тужинском, Арбажском, Советском, Юрьянском и Кирово-Чепецком районах. Всего за период полевых исследований на пробных площадках по 100 м² (Василевич, 1983) было сделано 128 стандартных геоботанических описаний материковых лугов. Камеральная обработка полученных данных позволила составить список парциальной флоры лугов и проанализировать видовой состав сосудистых растений луговых сообществ.

Таксономический анализ полученного списка показал, что на водораздельных лугах подзоны южной тайги число сосудистых растений составляет 201 вид; они относятся к 125 родам и 35 семействам. Наибольшим видовым разнообразием отличаются семейства *Asteraceae* (38 видов), *Poaceae* и *Fabaceae* (19 и 17 видов соответственно), что, в целом, характерно и для флоры таежной зоны европейского Северо-Востока. Эти же семейства содержат и максимальное число родов (27, 14 и 7 соответственно). На четвертом и пятом местах находятся *Rosaceae* и *Scrophulariaceae* (по 12 видов), на шестом и седьмом местах – *Caryophyllaceae* и *Apiaceae* (по 11). Одно из первых мест в составе ведущих семейств во флоре таежной зоны европейского Северо-Востока дополнительно занимает семейство *Cyperaceae*, которое во флоре исследованных материковых лугов лишь на восьмом месте. Далее следует *Ranunculaceae* (9) и замыкают десятку ведущих семейств *Lamiaceae* и

Соотношение географических, ценоотических, экологических, биоморфологических групп видов в парциальной флоре водораздельных лугов подзоны южной тайги Кировской области

Группа видов	Южная тайга	
	А	Б
Географическая		
<i>Широтная</i>		
бореальная	142	71
бореально-неморальная	5	3
неморальная	1	1
лесостепная	12	6
полizonальная	36	18
дичающий вид	2	1
<i>Долготная</i>		
азиатская	2	1
европейская	50	25
евроазиатская	98	49
циркумполярная	43	22
космополитная	5	3
Ценоотическая		
лесная	15	8
луговая	116	59
сорная	61	31
прибрежно-водная	4	2
Экологическая по отношению к богатству почв		
мезотроф	41	23
эумезотроф	71	42
эутоф	51	30
олигомезотроф	8	5
<i>увлажнению почв</i>		
мезофит	78	45
гигромезофит	20	12
мезогигрофит	9	5
гигрофит	4	2
ксеромезофит	45	26
мезоксерофит	10	6
ксерофит	3	2
эуксерофит	3	2
<i>освещенности</i>		
полянная (субсветовая)	37	20
кустарниковая	91	50
разреженнолесная	41	22
светло-лесная	11	6
густосветло-лесная	3	2
Биоморфологическая		
<i>Жизненные формы по И.Г. Серебрякову</i>		
травы многолетние	138	72
травы двулетние	18	9
травы однолетние	34	18
кустарники	1	1
<i>Жизненные формы по К. Раункиеру</i>		
гемикриптофиты	141	73
криптофиты	11	5
терофиты	36	19
хамефиты	4	2
микрофанерофиты	1	1
Всего		
видов	201	
родов	125	
семейств	36	

Примечание: А – число видов. Б – доля, %.

Brassicaceae (по 7). Ведущие семейства включают в себя более трех четвертей (80 %) от общего видового состава растений изученных луговых сообществ. Наиболее крупным по численности видов является род *Carex* (9 видов), далее следует род *Trifolium* (6), затем – *Ranunculus* и *Veronica* (по 5), *Centaurea* и *Galium* (по 4). К остальным родам относятся по одному-три вида.

В результате географического анализа (см. таблицу) установлено, что на материковых лугах повсеместно и абсолютно преобладают виды бореальной широтной группы (*Achillea millefolium*, *Centaurea phrygia* и др.); второе место по численности занимает полizonальная группа (*Carduus crispus*, *Crysopsis aurea*). Южные широтные группы – лесостепная (*Inula britannica*, *Potentilla argentea*), неморальная (*Scrophularia nodosa*) и бореально-неморальная (*Glechoma hederacea*, *Pilosella onogenesis*) – составляют незначительное процентное соотношение. В парциальной флоре подзоны южной тайги присутствуют два дичающих вида (*Medicago sativa* и *Pastinaca sativa*).

Как следует из данных таблицы, наибольшую роль в сложении травянистых сообществ водоразделов играют виды долготной группы с евроазиатскими ареалами (*Bunias orientalis*, *Festuca pratensis* и др.). Как европейских (*Carex echinata*, *Anthoxanthum odoratum*), так и циркумполярных (*Equisetum arvense*, *Atriplex patula*) видов в два раза меньше. Единичны виды, имеющие космополитные (*Polygonum aviculare*, *Chenopodium album*) или сибирские (*Medicago sativa*, *Pastinaca sativa*) ареалы.

Из результатов ценоотического анализа (см. таблицу) следует, что в водораздельных луговых сообществах в пределах подзоны южной тайги Кировской области свыше половины флористического состава приходится на луговые виды. Среди луговых растений наибольшим постоянством и удельным обилием отличались *Phleum pratense*, *Achillea millefolium*, *Taraxacum officinale* и др. Более одной трети от общего числа растений луговой парциальной флоры составляют обитатели сорных мест. Среди них максимальное постоянство и значительное удельное обилие характерны для *Cirsium arvense*, *Plantago major* и др. Скорее всего это связано с тем, что луга в южной подзоне сформировались на месте заброшенных сельскохозяйственных угодий. Это подтверждается значением индекса синантропизации (30%), отражающего принадлежность более четверти от общего числа видов к сегетально-рудеральным. Существенная доля сорных растений – одна из отличительных особенностей парциальной флоры суходольных лугов подзоны южной тайги, по сравне-

нию с подзоной средней тайги ((Мартыненко, 1989). Отмечено незначительное процентное участие лесных видов (*Fragaria vesca*, *Solidago virgaurea*), еще менее значима доля прибрежно-водных растений (*Lysimachia vulgaris*, *Petasites spurius*). Последняя ценотическая группа характерна для низинных водораздельных лугов, где грунтовые воды подходят близко к поверхности почвы.

С использованием шкал Л.Г. Раменского (Экологическая оценка..., 1956) определили принадлежность видов к экологическим группам по отношению к факторам увлажнения и общего богатства почвы, по шкалам Д.Н. Цыганова (1983) – к фактору освещенности. Экологический анализ флоры материковых лугов южной подзоны тайги (см. таблицу) выявил, что по отношению к фактору плодородия почв свыше 40% от общего числа зарегистрированных видов составляют эумезотрофы (*Centaurea jacea*, *Galium mollugo*, *Campanula glomerata* и др.). Доля мезотрофов (*Equisetum pratense*, *Crysaspis aurea* и др.) и эутрофов (*Plantago major*, *Heracleum sibiricum* и др.) практически равная, т.е. составляет около одной четверти. Процентное участие олигомезотрофов (*Epilobium roseum*, *Stachys palustris* и др.) незначительно.

Данные таблицы иллюстрируют, что по отношению к фактору увлажнения в изученных сообществах почти повсеместно преобладают мезофиты (*Amoria hybrida*, *Cirsium arvense* и др.). Одну четверть составляют ксеромезофиты (*Picris hieracioides*, *Dianthus deltoides* и др.), одну восьмую – гигромезофиты (*Ranunculus repens*, *Juncus filiformis* и др.). Практически равным оказалось процентное соотношение мезоксерофитов (*Arenaria serpyllifolia*, *Melilotus officinalis* и др.) и мезогигрофитов (*Myosotis palustris*, *Scirpus sylvaticus* и др.). При этом доля растений указанных экологических групп, так же, как и процентное участие гигрофитов (*Alisma plantago-aquatica*, *Carex vulpina* и др.), ксерофитов (*Melandrium album*, *Polygala comosa* и др.) и эуксерофитов (*Arctium tomentosum*, *Erodium cicutarium* и др.), небольшая. Представители экологических групп повышенного увлажнения присутствовали на низинных водораздельных лугах.

По отношению к фактору освещенности в изученных луговых фитоценозах (см. таблицу) максимальную роль играют виды кустарниковой экологической свиты (*Carduus crispus*, *Berteroa incana* и др.). Примерно по одной пятой от общего числа видов занимают представители полянной (*Atriplex patula*, *Crepis tectorum* и др.) и разреженно-лесной (*Dactylis glomerata*, *Epilobium montanum* и др.) свит. Незначительное процентное участие характерно для растений светло-лесной (*Omalotheca sylvatica*, *Fragaria vesca* и др.) и густосветло-лесной (*Luzula pilosa*, *Scrophularia nodosa* и др.) свит.

Анализ основных типов жизненных форм по И.Г. Серебрякову (см. таблицу) выявил абсолютное преобладание многолетних трав (*Amoria hybrida*, *Artemisia vulgaris* и др.). Около четверти выявленных растений – однолетние (*Erodium cicutarium*, *Galium aparine*) и двулетние (*Melilotus officinalis*, *Medicago lupulina*) травы. Присутствует один кустарник – *Rosa acicularis*.

Среди жизненных форм по К. Раункиеру (см. таблицу) в луговых сообществах подзоны южной тайги свыше половины флористического состава занимают гемикриптофиты (*Agrostis tenuis*, *Bunias orientalis* и др.), одну пятую – терофиты (*Crepis tectorum*, *Galium boreale*). Несущественно процентное участие криптофитов (*Convallaria majalis*, *Scirpus sylvaticus*). Единично встречаются хамефиты (*Dianthus deltoides*, *Veronica chamaedrys*), присутствует один микрофанерофит – *Rosa acicularis*.

При сравнении результатов, полученных при инвентаризации материковых лугов подзоны южной тайги Кировской области, с данными литературы по подзоне средней тайги Республики Коми (Мартыненко, 1989), установлено, что показатели видовой насыщенности отличались близкими значениями (21-49 и 18-51 вид на 100 м² соответственно). В сравниваемых луговых сообществах насчитывается 13 и 15 доминантных видов соответственно; все они типичны для таежной зоны. В исследованных луговых фитоценозах Кировской области по одному из доминантных видов относятся к V (*Phleum pratense*) и IV (*Agrostis tenuis*) классам постоянства, по четыре – к III (*Elytrigia repens*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Deschampsia caespitosa*) и II (*Festuca rubra*, *Anthoxanthum odoratum*, *Poa pratensis*, *Agrostis gigantea*), три (*Alopecurus pratensis*, *Bromopsis inermis*, *Festuca rege-liana*) – к I классу постоянства. Практически все эти доминантные виды характерны и

для водоразделов подзоны средней тайги Республики Коми. К числу наиболее константных (V класс постоянства), но малообильных видов изученных материковых лугов Кировской области относятся *Achillea millefolium*, *Vicia cracca*, *Taraxacum officinale*.

В дальнейшем планируется продолжить и углубить исследование по данной проблеме.

ЛИТЕРАТУРА

- Василевич В.И. Очерки теоретической фитоценологии. Л.: Наука, 1983. 247 с.
 Василевич И.П. Пойменные луга окрестностей г. Кирова и пути их улучшения: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киров, 1954. 18 с.
 Горышина Т.К. Экология растений. М.: Высшая школа, 1979. 386 с.
 Ерохин В.В. Флора и растительность суходольных лугов правобережья реки Вятки в нижнем ее течении: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 2003. 20 с.
 Мартыненко В.А. Флористический состав кормовых угодий европейского Северо-Востока. Л.: Наука, 1989. 136 с.
 Полевая геоботаника / Под ред. Е.М. Лавренко, А.А. Корчагина. М.-Л.: Наука, 1964. 530 с.
 Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М., 1983. 197 с.
 Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову / Л.Г. Раменский, И.А. Цаценкин, О.Н. Чижилов, Н.А. Антипин. М., 1956. 471 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

А.В. Машика

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: alex_mashika@rambler.ru

Актуальность изучения вопросов динамики углерода в почвах ельников Севера, связанных с процессами разложения органического вещества (ОВ) в экосистемах, проявляется в двух аспектах. С позиций первого аспекта, *фундаментального*, является значимым познание сущности процесса накопления ОВ в почве, которое можно рассматривать как разницу между приростом и разложением ОВ. С позиций второго, *прикладного*, эти знания необходимы при инвентаризации потоков и депо углерода в лесной экосистеме в связи с проблемой глобального потепления.

Цель данного исследования – попытка охарактеризовать деструкционные процессы ОВ на поверхности и в толще подзолистей почвы ельника черничного подзоны средней тайги. Исследования проводили в период 2002-2003 гг. на территории Ляльского лесо-экологического стационара Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Типологически ельник черничный свежий, состав 8Е1Пх1Бед.С, бонитет IV, полнота 0.86, запас древесины 314 м³/га, возраст – 80-120 лет. Почва типичная подзолистая супесчаная на моренном суглинке, с запасом углерода, включая подстилку, 85±0.8 т/га в верхнем метровом слое.

Деструкция ОВ исследовалась на фракциях опада хвои ели и сосны, листьев осины и березы, их ветвей и коры. Традиционно в подобных исследованиях используется методика по изучению разложения компонентов опада в мешочках из нейлоновой сетки (Heath et al., 1964). Нами был взят материал с размером ячеек 1×2 мм. Пробы разных фракций древесного опада в 3-10-кратной повторности закладывали на поверхность лесной подстилки и по истечении 12 месяцев определяли убыль в весе. Второй эксперимент схож с применявшимся в работе А.В. Смагина с соавторами (2001). В рамки с сетчатым дном (0.25 мм) засыпали по 500 г супесчаной массы подзолистого горизонта (фракции 0.5-0.25 мм), предварительно прокаленной, промытой и просеянной. На поверхность супеси равномерно закладывали смешанный опад древесных пород в расчетном соотношении фракций, характерном для ельника, и закрывали тканью. Данная методика, помимо определения весовых потерь опада вследствие его разложения, позволяет учесть количество

углерода, поступающего из опада в минеральный субстрат почвы. Часть рамок была снята в конце сезона спустя четыре месяца, другая – по истечению одного года. В сроки отбора рамки изымали, опад отделяли и тщательно очищали от супеси, затем разбирали по фракциям, высушивали и взвешивали. Из супеси брали среднюю пробу на определение содержания $C_{орг}$.

Результаты показали, что в образцах, находящихся в мешочках, в течение года наиболее интенсивно разлагается активная часть опада: листья березы (38%) и осины (34%), медленнее – хвоя сосны и ели (27 и 13%). Компоненты древесного опада, относящиеся к неактивной фракции, распадаются еще медленнее. К примеру, потеря веса ветвей осины диаметром 3-5 мм составила 18, ели – 17%. В эксперименте по разложению смешанного опада в рамках оказались относительно заниженные результаты из-за существования сдерживающего барьера поверх рамки, ухудшающего свободное проникновение организмов почвенной среды (табл. 1).

Несмотря на это, при снятии эксперимента мы обнаружили в образцах пауков, жуков, многоножек, мелких червей. Опад имел характерный запах плесневых грибов, скопления которых в виде белых гифов в большом количестве наблюдались на растительных остатках и минеральном субстрате. Листья и хвоя побурели и стали более ломкими по сравнению с исходным растительным материалом.

Процесс разложения опада происходит неравномерно. Наибольшая потеря массы компонентов опада отмечалась в первые месяцы разложения (табл. 1). С увеличением срока экспозиции опада процесс разложения замедляется, что связано с изменением гидротермического режима в течение года, с расходом легкоподвижных веществ и относительным увеличением доли стойких лигниновых и смолистых веществ. Средняя величина годового разложения от общей суммы исследуемых компонентов опада в данном эксперименте составила 15%. Основная масса растительных остатков разлагается в теплый летне-осенний период.

Прирост содержания $C_{орг}$ в минеральном субстрате, на котором помещался разлагающийся смешанный опад, составил при экспозиции 4 мес. ($n = 5$) $0.039 C_{орг}$, а за год ($n = 16$) – 0.052% . В пересчете на 1 га это составляет $115 \text{ кг } C_{орг}$ в год, или 7% от массы опада.

Для описания процессов минерализации ОБ почвы используют различные эмпирические модели. В их основе лежит один или несколько эмпирических коэффициентов k в выражении $[e^{-kt}]$, указывающих величину массовых потерь растительных остатков через определенное время (Olson, 1963).

Для описания процесса разложения ОБ компонентов опада мы использовали экспоненциальное уравнение (1):

$$\frac{C_t}{C_0} = e^{-kt}, \quad (1)$$

по которому рассчитывали константу скорости разложения для отдельных компонентов опада (k , год^{-1}) (Смагин и др., 2001):

$$-k = \frac{\left(\ln \frac{C_t}{C_0} \right)}{t}, \quad (2)$$

Таблица 1
Потеря массы
при разложении основных
компонентов древесного опада, %
(эксперимент в рамках)

Компонент опада	Период исследований	
	За четыре месяца	За год
Ель		
Хвоя	13.9±2.9	16.6±1.3
Ветви	–	11.5±2.4
Шишки	4.4±0.9	4.9±1.3
Сосна		
Хвоя	14.7±3.5	21.8±2.9
Кора	5.7±2.0	7.7±3.1
Шишки	5.1±1.4	7.1±4.2
Осина		
Листья	20.2±4.1	24.2±1.1
Ветви	–	11.5±3.4
Береза		
Листья	30.2±5.6	34.8±8.8
Ветви	4.1±2.3	4.7±1.9

Примечание: Прочерк – не определяли.

где C_0 и C_t – запас углерода в начале и в конце периода разложения ($\text{кг С} \cdot \text{м}^{-2}$), t – длительность периода разложения (год).

Согласно полученным константам (табл. 2), максимальная скорость разложения характерна для растений напочвенного покрова, минимальная – отмерших корней. Данные по разложению корней и опада напочвенного покрова в ельнике были любезно предоставлены К.С. Бобковой.

Таблица 2

Константы скорости разложения (k) растительных остатков в хвойно-лиственном насаждении

Вид растительных остатков	Потеря массы при разложении, %	k, год ⁻¹
Лесная подстилка	7	0.17
Компоненты наземного древесного опада, в среднем	15	0.16
Напочвенный покров	55	0.80
Подземная мортмасса (в среднем для корней ели и сосны)	10	0.11
Мортмасса в целом	22	0.26

Используя полученные константы, мы определили интенсивность деструкции остатков, исходя из уравнения (3).

$$\Delta C = C_0(1 - e^{-kt}), \quad (3)$$

где ΔC – интенсивность разложения, $\text{гС} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$, C_0 – количество углерода в исходных образцах опада ($\text{гС} \cdot \text{м}^{-2}$), рассчитанное по его массе.

Всего за первый год разложения листовой опад в ельнике черничном теряет $15.9 \text{ гС} \cdot \text{м}^{-2}$ (табл. 3). Основные потери углерода происходят за счет фракций ели (50.6%) и березы (29.8%). Добавляя к нашим данным оценку интенсивности разложения опада напочвенного покрова и корней ели и сосны, мы произвели расчет общих потерь углерода, совершающихся за счет деструкции растительного опада, которые составили $41.1 \text{ гС} \cdot \text{м}^{-2}$.

Следует принимать во внимание то, что реальные годовые величины потерь углерода будут несколько выше по причине отсутствия данных по разложению неучтенных компонентов годичного опада, разлагающихся компонентов опада 2-го, 3-го и более ранних лет, потерям в ходе минерализации ГВ и отпадающей древесины, которая не входит в состав опада и подстилки.

Таблица 3

Годовые потери углерода при разложении компонентов листового опада в ельниках ($\text{гС} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$)

Древесная порода	Компоненты опада				Всего
	Листья (хвоя)	Ветви	Кора	Шишки	
Хвойно-лиственное насаждение					
Ель	2.98	0.47	0.04	0.21	3.70
Сосна	3.76	0.67	0.30	0.32	5.05
Осина	6.83	1.00	—	—	7.83
Береза	3.70	0.05	—	—	3.75
Итого	17.27	2.19	0.34	0.53	20.33
Еловое насаждение					
Ель	7.01	0.74	0.01	0.29	8.05
Сосна	0.86	0.17	0.06	0.01	1.10
Осина	1.74	0.24	—	—	1.98
Береза	4.67	0.07	—	—	4.74
Итого	14.28	1.22	0.07	0.30	15.87

Примечание: Прочерк – данные отсутствуют.

При разделении обеих частей выражения (3) на C_0 и последующем логарифмировании получают выражения, связывающие константу k с характерными временами полураспада ($C/C_0 = 0.5$) или разложения 95% ОВ ($C/C_0 = 0.05$): $T_{0.5} = \ln 2/k$; $T_{0.95} = \ln 20/k$. Дополняя данные табл. 3, можно отметить, что деструкция фитодетрита в почвах происходит весьма быстро: величина $T_{0.95}$ при средней величине для мортмассы в целом 11.5 лет изменяется от 3 (напочвенный покров) до 17-18 лет (компоненты наземного древесного опада), с максимальным периодом разложения до 27 лет для древесных корней.

В более сложных моделях, наряду с учетом разложения ОВ, берется во внимание еще и гумификация ОВ почвы. В них ПОВ подразделяется на разные фракции (детрит, гумус) и прогнозируется динамика органического углерода в связи с климатическими изменениями или хозяйственными мероприятиями. Мы использовали вариант моделей, предложенных в работе А.В. Смагина (1994):

$$\frac{dC}{dt} = L - (k_1 + k_2) \cdot C \quad \text{и} \quad \frac{dH}{dt} = k_2 C - k_3 H, \quad (4)$$

где C , H – запасы углерода детрита и гумусовых веществ, L – количество углерода, поступающего с опадом, $k_{1,2}$ – кинетические константы минерализации и гумификации детрита, k_3 – константа минерализации гумусовых веществ.

На рисунке представлена серия кривых $C_{(t)}$ (А), $H_{(t)}$ (Б), рассчитанных по уравнениям (4), для случаев аккумуляции и потерь углерода подзолистой почвы ельника черничного общим запасом 85 т·га⁻¹ при среднегодовом поступлении углерода с растительным опадом 1.64 т·га⁻¹.

Помимо информации о минимальном времени аккумуляции и потерь органического углерода, графики иллюстрируют общую закономерность динамики $C_{\text{орг}}$, а именно – увеличение периода накопления и стойкости к деструкции при переходе от детрита (рис. 1, А) к гумусовым веществам (рис. 1, Б). При полном прекращении поступления растительных остатков ($L = 0$) вначале исчезает постилка. При этом она частично гумифицируется и компенсирует на первых этапах отсутствие внешнего источника ОВ более устойчивой к разложению фракции (H). Далее процесс лимитируется замедленной скоростью деструкции гумуса.

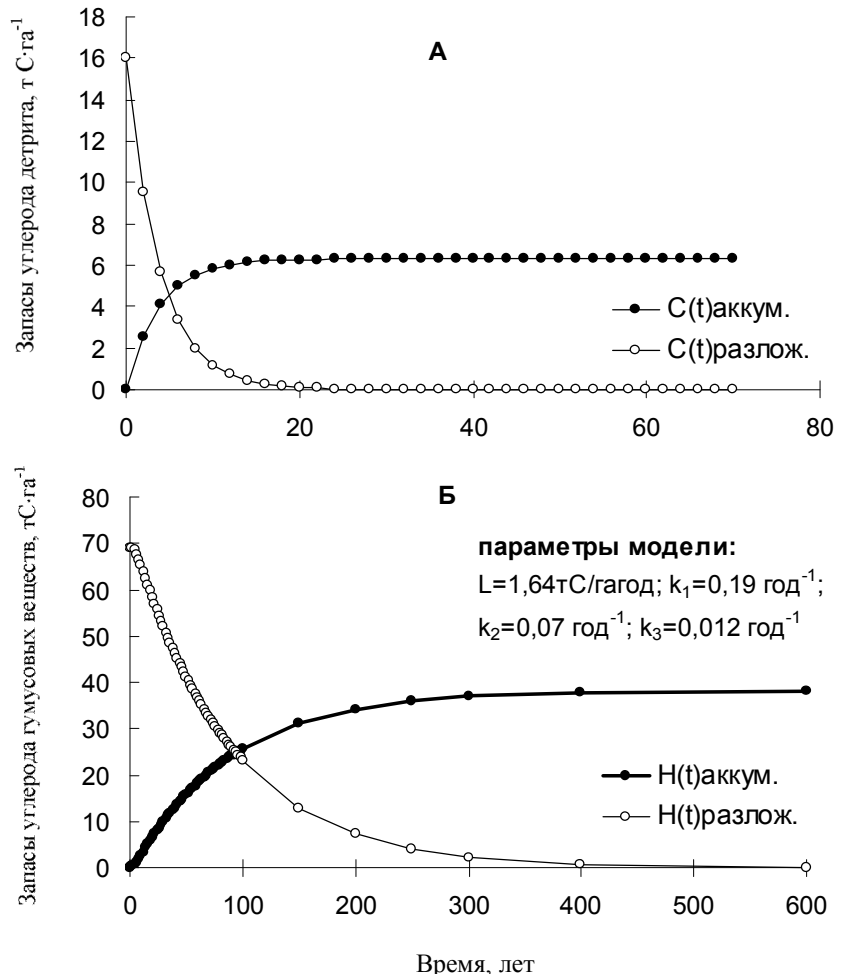


Рис. Моделирование динамики аккумуляции и разложения (потерь) углерода ОВ подстилки (А) и гумусовых веществ (Б) при постоянных параметрах поступления и трансформации ОВ.

ЛИТЕРАТУРА

- Бобкова К.С. Еловые леса // Биопродукционный процесс в лесных экосистемах Севера / Под ред. К.С. Бобковой, Э.П. Галенко. СПб.: Наука, 2001. С. 52-72.
- Смагин А.В., Садовникова Н.Б., Смагина М.В. и др. Моделирование динамики органического вещества почв. М.: МГУ, 2001. 120 с.
- Heath G.W., Edwards C.A., Arnold M.K. Some methods for assessing the activity of soil animals in the breakdown of leaves // Pedobiologia, 1964. Vol. 4. № 1-2. P. 80-87.
- Olson J.S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems // Ecology, 1963. Vol. 44. P. 322-331.

ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРАХ ПОЯВЛЕНИЯ ВСХОДОВ СОСНЫ НА ГАРЯХ В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ПРИТОБОЛЬЯ

Е.Л. Немченко

Ботанический сад УрО РАН

E-mail: *nemchenko_@mail.ru*

Стихийные и антропогенные пожары, оказывающие разностороннее воздействие на структуру, возобновление и динамику лесных экосистем, представляют собой один из глобальных экологических факторов (Корчагин, 1954; Чудников, 1931; Санников, 1992). Ключевым процессом, определяющим стабильность ценопопуляций и экосистем сосновых лесов после пожаров, является их естественное возобновление. В мае 2004 г. под воздействием катастрофических пожаров оказались сосновые леса в северной лесостепи Курганской области на площади около 70 тыс. га, поэтому мы имели возможность экологического изучения начальных стадий возобновления сосны обыкновенной в этом регионе. Ранее факторы среды и особенности естественного возобновления ценопопуляций сосны исследовались в смежной предлесостепной подзоне (Санников, Санникова, 1985). Однако в специфических засушливых почвенно-климатических условиях северной лесостепи Курганской области они почти не изучались. В связи с этим целью нашей работы стало выявление параметров напочвенной среды и численности самосева сосны на гарях 2004 г. в островных борах Притоболья.

Объектом изучения послужили гари двухлетней давности в Илецко-Иковском бором массиве, приуроченном к песчаным надпойменным террасам древней долины р. Тобол. Пробные площади закладывали в трех основных типах леса, занимающих различные части склонов: сосняках лишайниково-брусничном, бруснично-зеленомошном и чернично-орляково-разнотравном. Возраст поврежденного огнем древостоя составляет 90-95 лет, состав – 10 С. Единично встречается береза. Абсолютная полнота сохранившегося древостоя – в среднем 34 м²/га, сохранность живой части кроны выживших деревьев – 27-60 %. Высота нагара после сильного низового или верхового пожара колеблется в пределах 2.4-5.2 м. Одним из факторов, обуславливающих успешность естественного возобновления, является уровень обсеменения гари. На изучавшихся пробных площадях в 2005 г. он составлял 1125 тыс. семян/га на пробной площади в лишайниково-брусничном типе леса и в несколько раз уменьшался в бруснично-зеленомошном (213- 1287 тыс. /га) и чернично-орляково-разнотравном (242-301 тыс. /га).

Применяли следующие методические подходы (Санников, Санникова, 1985): выборочно-статистическое изучение по типам леса и гарей; сопряженный количественный анализ динамики среды и самосева; сопоставимая прогнозная оценка успешности возобновления сосны на всех участках путем приведения численности самосева к одной возрастной категории (шести-десятилетнего возраста).

В различных типах леса заложены пробные площади под пологом древостоя на гари и контрольных негорелых участках. На каждой из них размещали по 20 постоянных учетных площадок размером 1×1 м. На всех площадках определяли параметры деревьев (вид, возраст, диаметр ствола на высоте 1.3 м; высота нагара на стволах, сохранность верхней живой части кроны) и напочвенной среды (толщина недогоревшего слоя подстилки) с помощью электрометрического метода (Санникова, 1992), проективное покрытие трав, фотосинтетически активная радиация (ФАР) и фитомасса (по сетке Раменского). Учитывали численность и жизнеспособность всходов сосны, березы и осины.

Одним из главных факторов успешности естественного возобновления после пожара сосны является толщина недогоревшего слоя подстилки (Санников и др., 2004). На гарях 2004 г. в Иковском бору она составляет в основном 1.5-2.5 см. При этом в нормальные по увлажненности годы объемная влажность подстилки за счет капиллярного поднятия влаги из минерального горизонта почвы, по-видимому, достаточна для прорастания семян.

Вегетационный период 2004-2005 гг. отличался малым (почти на 35-50% ниже нормального) количеством осадков, что обусловило хронический дефицит влаги в обожжен-

ной подстилке. Ее количество было явно недостаточно для прорастания семян и укоренения всходов (рис. 2).

Влажность гаревого субстрата во всех типах леса в июне-августе была близка к гигроскопической (5-10 %). На негорелом участке в сосняке бруснично-зеленомошном (рис. 2а) даже при регулярном поливе (4-5 мм ежедневно или через день) на фоне антициклона она не превышала минимум, необходимый для прорастания семян сосны в моховом покрове из *Pleurozium schreberi* L. На гарях в сосняках бруснично-зеленомошном (рис. 2б) и чернично-орляковом влажность была на 5-10% выше минимума, но этого оказалось недостаточно для прорастания семян сосны.

Ранее установлено, что прорастание семян возможно лишь после серии дождей (с перерывами не более одних-двух суток), продолжающихся в течение несколько дней, когда поддерживается достаточная влажность субстрата (Санников, 1992).

В сосняке лишайниково-брусничном на второй год после пожара единично встречаются вейник наземный и кошачья лапка. На гари в сосняке бруснично-зеленомошном проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса изменяется в пределах 13-23% (ФАР у поверхности почвы 16-17%), а в сосняке чернично-орляковом разнотравном – 57-71% (ФАР всего 10-12%), что представляет уже значительную конкуренцию по отношению к всходам сосны. Общая фитомасса травяно-кустарничкового покрова на негорелом участке в сосняке бруснично-лишайниковом составляет 12.7 г/м. Основной вклад вносят *Vaccinium vitis-idaea* L., *Pyrola rotundifolia* L., *Fragaria vesca* L., *Chimaphilla umbellata* (L.) W. Barton, *Rubus saxatilis* L., *Majanthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt. В сосняке бруснично-зеленомошном фитомасса трав на гари под пологом – 50.6 г/м, что на 17% меньше, чем на негорелой площади (61.3 г/м). Мхи (*Marshantia polymorpha*, *Polypodium juniperinum*, *Pleurozium schreberi*) единично встречены только в чернично-орляковом типе леса.

Численность самосева сосны достоверно различается в изучавшихся типах леса (рис. 1).

На второй год после пожара в сосняке лишайниково-брусничном всходы сосны и мелколиственных деревьев отсутствуют, хотя на моховом покрове в негорелом участке леса найдено 6.5 тыс. экз./га всходов сосны одно-двухлетнего возраста. Это, вероятно, связано с недостаточной обеспеченностью влагой напочвенного субстрата и почвы.

В сосняке бруснично-зеленомошном возобновление сосны оценивается как недостаточное (6.5-7.5 тыс. экз./га жизненных всхо-

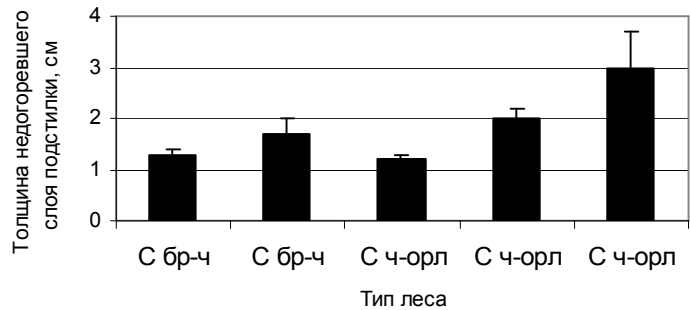


Рис. 1. Толщина негоревшего слоя подстилки под пологом древостоя в различных типах леса (бр-ч – бруснично-черничный; ч-орл – чернично-орляковый).

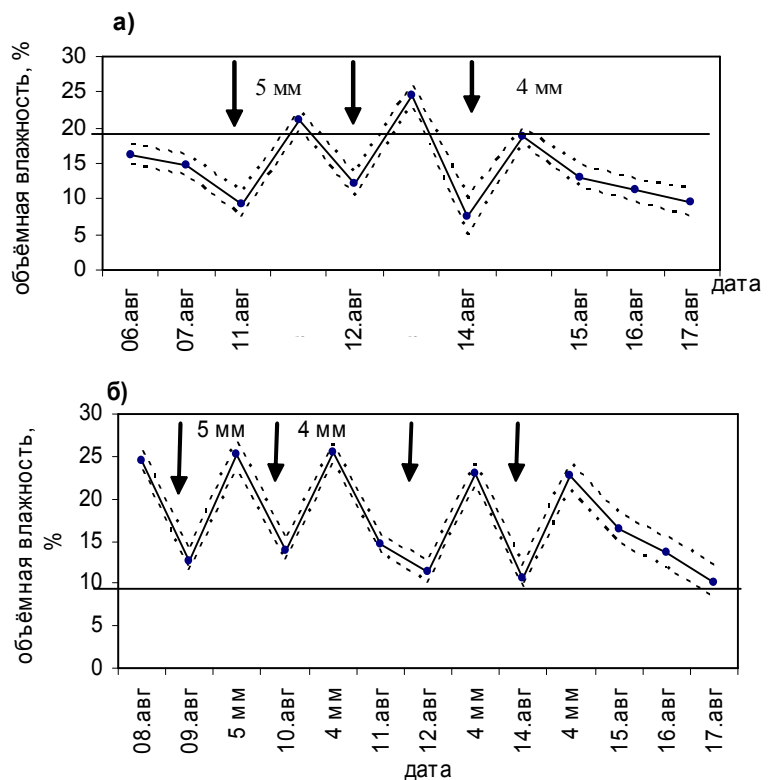


Рис. 2. Динамика объёмной влажности субстрата в сосняке бруснично-зеленомошном: а) – *Pleurozium schreberi*, толщина 3.5 см; б) – негоревшая подстилка (2 см).

дов или 1.6-1.9 тыс. экз./га в переводе на самосев шести-десятилетнего возраста). Большая часть всходов, появившихся в первый год после пожара (10-20 тыс. экз./га) отпала, очевидно, под влиянием хронической засухи к началу второго года жизни. Только на одной пробной площади отмечено вполне достаточное возобновление (37.1 тыс. экз./га), что связано с более сильной степенью выгорания подстилки (толщина – 1.7 см).

И, наконец, на гари под пологом древостоев в сосняке чернично-орляково-разнотравном в несколько раз больше численность самосева сосны (48.5 - 71.5 тыс. экз./га), что связано с лучшей обеспеченностью почвы и напочвенного субстрата влагой в этом типе леса, расположенном в нижней части топоэкологического профиля. Тем не менее, здесь быстро развивается конкурирующая травянистая растительность, поэтому долгосрочный прогноз естественного возобновления сосны – неблагоприятный.

ЛИТЕРАТУРА

Ильичев Ю.Н., Бушков Н.Т., Тараканов В.В. Естественное лесовосстановление на гари Среднеобских боров. Новосибирск: Наука, 2003. 196 с.

Корчагин А.А. Влияние пожаров на лесную растительность и восстановление ее после пожара на европейском Севере// Тр. БИН АН СССР. Геоботаника, 1954. Т. 9. С. 75-149.

Санников С.Н. Экология и география возобновления сосны обыкновенной. М.: Наука, 1992. 264 с.

Санников С.Н., Санникова Н.С. Экология естественного возобновления сосны под пологом леса. М.: Наука, 1985. 149 с.

Чудников П.И. Влияние пожаров на возобновление лесов Урала. М.-Л.: Сельколхозгиз, 1931. 160 с.

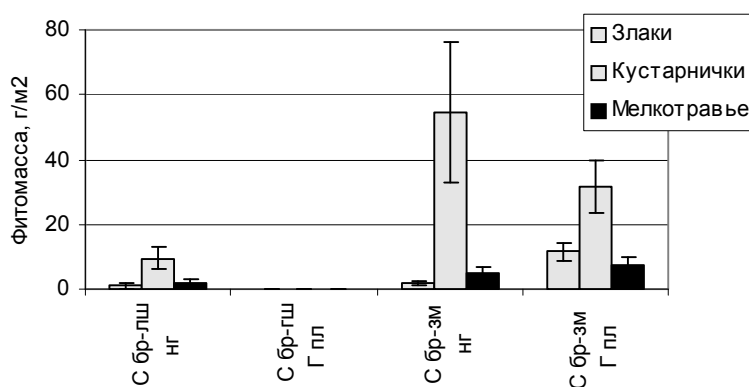


Рис. 3. Фитомасса травяно-кустарничкового яруса на гари и контрольных участках. Условные обозначения: с бр-лш – сосняк бруснично-лишайниковый; с бр-зм – сосняк бруснично-зеленомошный; нг – негорелый участок, Гпл – гарь под пологом леса.

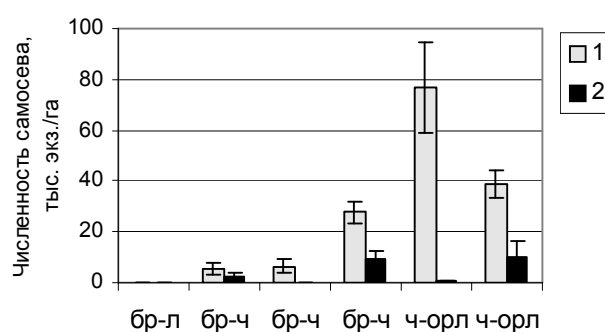


Рис. 4. Численность всходов сосны в различных типах сосновых лесов на второй год после пожара. 1 – однолетние всходы; 2 – двухлетние (бр-л – бруснично-лишайниковый; бр-ч – бруснично-черничный; ч-орл – чернично-орляковый).

МУТАГЕННОЕ ДЕЙСТВИЕ КРАСНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ИНДОЛИЛУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ НА РАСТЕНИЯ ЯЧМЕНЯ

М.С. Нестерова

Вятский государственный гуманитарный университет

E-mail: Kirov43@mail.ru

Проблема мутаций в последние годы приобретает в биологии все более важное значение как в познавательном аспекте, в частности, для понимания конкретных путей эволюции живых организмов, так и для практической деятельности селекционеров (Гирко, Волощук, 1999).

Огромная роль в решении этой проблемы отводится генетике и селекции. Генетика, с ее классическими и разрабатываемыми вновь методами, является теоретической основой селекции, успех которой значительно зависит от исходного материала. Он может

быть разнообразным – это естественные и гибридные популяции, самоопыленные линии, искусственные мутанты и полиплоидные формы, обладающие нужным для практики генофондом. Генофонд предопределяет создание сорта, способного успешно конкурировать с лучшими сортами в конкретных производственных условиях. Вследствие этого работы многих исследователей показывают перспективность использования в селекции индуцированного мутагенеза. Открытие индуцированного (экспериментального) мутагенеза, т.е. искусственного получения наследственных изменений (мутаций) с помощью физических и химических мутагенов, явилось важным достижением генетики.

Задача индуцированного мутагенеза состоит не только в том, чтобы выпускать готовые сорта, но и в том, чтобы давать исходный материал для селекции в виде источников и доноров хозяйственно ценных свойств (Коновалов, 1990, Щевцов, 1981).

Проблемной задачей данной работы является исследование мутагенного воздействия на растения ячменя красного лазерного излучения и фитогормона индолилуксусная кислота.

Лазерный красный свет (ЛКС) в качестве мутагена изучается с 70-х гг. прошлого века. Предполагается, что лазерный красный свет воздействует на генетический аппарат растений косвенно через пигмент фитохром, меняя его состояние. Фитохром в клетках локализован в мембранах, и с изменением состояния фитохрома меняется проницаемость мембран для фитогормонов. Фитогормоны, в свою очередь, при определенных концентрациях обладают хорошо выраженным мутагенным действием (Волотовский, 1993; Дудин, 1991). Индолилуксусная кислота (ИУК) является одним из фитогормонов.

С целью изучения мутагенного действия лазерного красного света и индолилуксусной кислоты, а также их сочетаний нами был проведен полевой опыт. Для закладки опыта использовались семена ярового ячменя сорта Дина, которые замачивались за день до посева в дистиллированной воде и растворе индолилуксусной кислоты в течение 12 ч с концентрацией 0.1, 1.0, 10.0, 100.0 мг/л. Облучение лазерным красным светом осуществлялось в течение 120 мин. Источником лазерного красного света был гелий-неоновый лазер ОКГ-12-1 с длиной волны 632.8 нм. Концентрация ИУК при совместном использовании составляла 10 мг/л. Контролем служили замоченные в дистиллированной воде семена. В первом поколении (M_1) в каждом варианте высевалось 500 зерен.

Совместное использование ИУК и ЛКС, в том случае, где лазерный красный свет был как завершающий фактор, несколько повысило полевую всхожесть семян (от 80.6-75.4, в контроле – 68.4% от высеванных семян). При использовании ИУК наблюдалась следующая закономерность. При возрастании концентрации количество выживших растений уменьшалось (с 78.6-61.8% от высеванных семян). Наименьшее количество выживших растений отмечалось в варианте ИУК-100 мг/л, из 500 семян взошли только 309 (в контроле 342). Это связано с тем, что ИУК в определенных концентрациях может подавлять рост и развитие растений. Высокие концентрации ИУК оказывают депрессивное влияние на развитие, что в большинстве случаев заметно лишь при сравнении с оптимальными концентрациями (Дёрфлинг, 1985).

Изучаемые факторы повлияли на выживаемость – снизилось абсолютное количество выживших растений. Достоверное уменьшение произошло в вариантах ИУК – 1 мг/л (78.1%), ИУК – 0.1 мг/л (78.1%) и с.з.+ЛКС (78.2%) в контроле – 88.0%. В этих вариантах зафиксирована самая низкая выживаемость. Если брать во внимание количество сохранившихся к уборке растений по отношению к взошедшим, все варианты по данному показателю уступают контролю, кроме ИУК-10 и ИУК-10+ЛКС+ИУК-10. В этих вариантах выживаемость несколько выше контроля (незначительно) и составила 88.4%. В других группах растений выживаемость изменялась от 84.4-86.2%.

Во втором поколении (M_2) посемейно высевались семена с главного колоса каждого растения первого поколения, и в течение вегетационного периода выделялись растения с фенотипическими отклонениями от исходного сорта. Во всех вариантах наблюдались хлорофилльные мутации, частота которых варьировала от 5.63 (ИУК – 100 мг) до 1.63% (ИУК – 0.1 мг/л) (см. таблицу). Достоверное увеличение частоты таких мутаций отмечено практически во всех вариантах, кроме ИУК 0.1 (1.63%) мг/л и с.з.+ ЛКС (1.93%). В вариантах ИУК 100 мг/л (5.63%) и ИУК 10 мг/л (4.57%) был наибольший абсолютный

Частота хлорофилльных и морфофизиологических изменений ячменя в M_2 и M_3

Варианты	Проанализировано семей	Второе поколение				Третье поколение			
		Число семей с хлорофилльными мутациями		Число семей с морфофизиологическими изменениями		Процент семей, сохранивших хлорофилльные мутации		Процент семей, сохранивших морфофизиологические изменения	
		n	$p \pm Sp, \%$	n	$p \pm Sp, \%$	n	$p \pm Sp, \%$	n	$p \pm Sp, \%$
Контроль (семена, замоченные в воде)	244	1	0.41±0.41	1	0.41±0.41	0	0.0±0.00	0	0
ИУК – 100 мг/л	266	15	5.63±1.41*	28	10.53±1.89***	7	46.7±12.88	14	50.0±9.44***
ИУК – 10 мг/л	306	14	4.57±1.19*	23	7.52±1.51***	5	35.7±12.80	9	39.1±10.17***
ИУК – 1 мг/л	293	8	2.73±0.95*	20	6.83±1.47***	3	37.5±17.12	7	35.0±10.66**
ИУК – 0,1 мг/л	307	5	1.63±0.72	11	3.58±1.06**	2	40.0±21.90	6	54.5±15.01***
с.з. + ЛКС	259	5	1.93±0.85	19	7.33±1.63***	1	20.0±17.88	7	36.8±11.06***
ИУК-10 + ЛКС	327	10	3.05±0.95*	15	4.59±1.16***	4	40.0±15.49	6	40.0±12.65**
ЛКС + ИУК-10	287	11	3.83±1.13*	18	6.27±1.43***	3	27.3±13.43	8	44.4±11.71***
ИУК-10 + ЛКС + ИУК-10	313	13	4.15±1.13*	19	6.07±1.34***	4	30.7±12.79	6	31.6±10.66**
ЛКС + ИУК-10 + ЛКС	340	9	2.65±0.87*	17	5.00±1.18***	2	22.2±13.85	8	47.0±12.10***

Примечание: уровень вероятности: * $P > 0.95$; ** $P > 0.99$; *** $P > 0.999$.

выход мутаций – 15 и 14 семей. В остальных вариантах этот показатель (частота) колебался от 2.73 до 4.15%. Если сравнивать совместное действие изучаемых факторов, то необходимо отметить увеличение частоты хлорофилльных мутаций в том случае, когда ИУК использовался как завершающий фактор. Чаще встречались мутации типов *lutea* (соломенно-желтые растения), *claroviridis* (светло-зеленые растения), *viridoxantoterminalis* (первые листья зеленые, начиная со второго или третьего – желтые). В контроле была выделена одна мутация *claroviridis*. Это, вероятно, вызвано явлением спонтанного мутагенеза.

Кроме растений с хлорофилльными нарушениями в M_2 были выявлены растения с морфологическими и физиологическими изменениями. Частота таких семей составляла от 0.41% в контроле (семена замоченные) до 10.53 – в варианте ИУК 100 мг/л. В десяти вариантах опыта выявлено достоверное увеличение выхода измененных семей относительно контроля.

В опыте встречались семьи с сильной и слабой кустистостью; длинным и коротким колосом и стеблем; повышенным количеством колосков и массой зерна с главного колоса; ранним и поздним колошением и созреванием; широким и узким листом, деформацией колоса. Значительных различий в спектре новообразований между вариантами не наблюдалось.

В третьем поколении (M_3) проверяли наследование измененных признаков, выявленных во втором поколении. Пигментные нарушения *claroviridis* наследовались в 46.6% случаев, *lutea* – в 42.9, *viridoxantoterminalis* – в 25. Некоторые хлорофилльные мутации, наблюдавшиеся в M_2 , в M_3 не встречались: *flavoviridis* (желтовато-зеленые), *clorotica* (бледно желтовато-зеленые), *viridoalbina* (пластинка белая, верхушка зеленая), *viridoalboterminalis* (первые листья зеленые, начиная со второго или третьего – белые) (классификация по Ю.И. Калам, Т.А. Орав, 1974).

Наследовалась и часть морфофизиологических изменений. Наибольшее число семей с этим типом изменений было в варианте ИУК-100 мг/л – 5.3, а наименьшее при ИУК-0.1 мг/л – 1.9%. При этом отмечается следующая закономерность: в зависимости от повышения концентрации ИУК увеличивается выход морфофизиологических изменений и типов новообразований.

Анализ характера наследования видимых морфологических и физиологических изменений показал, что часть из них имела модификационную природу и в третьем поколении вернулась к исходному фенотипу. Не передались потомству такие типы изменений, как узкий лист, пониженная масса зерна с колоса. Полное 100%-ное наследование измененных признаков в третьем поколении зафиксировано по таким типам, как высокая продуктивная кустистость, высокое число колосков в колосе.

Высокий процент наследования отмечен по таким признакам, как высокая общая кустистость – 75.0; повышенная масса зерна с колоса – 75.0, длинный колос – 68.9%. От 50-60 % наследовались следующие типы изменений: короткий колос – 57.1, раннее созревание – 52.6, низкая продуктивная кустистость – 50.0%.

Невысокий процент наследования (6.2-37.0%) наблюдался у следующих изменений: раннее и позднее колошение, широкий лист, низкое число колосков в колосе, низкий стебель, позднее созревание, деформированный колос, низкая продуктивная кустистость.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о мутагенном действии красного лазерного излучения и индолилуксусной кислоты на ячмень, потому что получены разнообразные хлорофилльные и морфофизиологические мутации у растений.

ЛИТЕРАТУРА

- Волотовский И.Д. Фитохром – регуляторный фоторецептор растений. Минск: Наука и техника, 1993. 165 с.
- Гирко В.С., Волощук С.И. Генетическая активность химических и физических мутагенных факторов в культуре незрелых зародышей пшеницы // Цитология и генетика, 1999. Т. 33. № 4. С. 33-42.
- Дерфлинг К. Гормоны растений. М.: Мир, 1985. 295 с.
- Дудин Г.П. Лазерный мутагенез и селекция ярового ячменя // Роль научных исследований в развитии сельскохозяйственного производства Кировской области: Сб. науч. статей. Киров, 1991а. С. 33-43.
- Калам Ю.И., Орав Т.А. Хлорофилльная мутация. Таллин: Валгус, 1974. 59 с.
- Коновалов Ю.Б. Метод мутагенеза в селекции растений. Лекция. М.: Изд-во МСХА, 1990. 31 с.
- Шевцов В.М. Использование экспериментального мутагенеза в селекции ячменя // Вестник с.-х. науки, 1981. № 9. С. 44-51.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЫСЯЧЕЛИСТНИКА ОБЫКНОВЕННОГО В ПРИРОДЕ И КУЛЬТУРЕ

Е.Е. Нефедова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: nefedova@ib.komisc.ru

Тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.) – многолетнее травянистое растение из сем. Asteraceae Dumort (Compositae Giseke), с древнейших времен применялся как лекарственное растение. Содержащиеся в нем химические вещества обладают болеутоляющими и противовоспалительными свойствами. В настоящее время тысячелистник внесен в реестр Государственной фармакопеи (Государственная..., 1968).

По Северо-Востоку европейской части России тысячелистник обыкновенный распространен от побережья и островов Ледовитого океана (Колгуев, Вайгач) на юг повсеместно. Растение прекрасно себя чувствует на разнотравно-злаковых пойменных и суходольных лугах, сосновых борах, в еловых и елово-березовых лесах. Часто встречается у дорог, по краям полей и на садовых участках. На Урале – в лесном поясе, проникает в гольцовый (в основном по рекам) (Флора..., 1977). Неприхотливо, чрезвычайно простое размножение и выращивание, засухоустойчиво, зимостойко и нетребовательно к почве и климатическим условиям. В настоящее время выведены как высокорослые, так и карликовые сорта.

Цель исследования – изучение биологических особенностей *Achillea millefolium* L. в природе и условиях культуры в подзоне средней тайги РК.

В связи с этим поставлены следующие задачи:

1. Изучить особенности сезонного ритма развития и динамику роста тысячелистника обыкновенного;
2. Выявить характер варьирования морфологических признаков, установить особенности внутривидовой изменчивости тысячелистника обыкновенного на Севере.

Материал для исследований собран в течение вегетационного периода 2005 г. в Сыктывдинском и Усть-Вымском районах (в природе) и ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН (в культуре).

На учетных площадках с площадью питания 150×150 см измерялись 20 нормально развитых экземпляров в фазе цветения. Были исследованы восемь-десять признаков вегетативной и генеративной сфер (высота растения; количество побегов; количество и длина генеративных, боковых побегов; длина и ширина листовой пластинки; количество корзинок в соцветии и щитке; диаметр цветка).

Периодизация возрастных состояний дана согласно классификации Т.А. Работнова (1960), Л.А. Жуковой (1995). При сравнении степеней изменчивости признаков использовали эмпирическую шкалу уровней изменчивости С.А. Мамаева (1972).

Тысячелистник обыкновенный – многолетнее травянистое растение высотой 18-84 см. Стебель прямостоячий, опушенный. Листья сизовато-зеленые, опушенные, в очертании ланцетовидные, длиной 5-20, шириной 0.2-5.5 см, дважды, трижды перисто-рассеченные на мелкие ланцетные или линейные доли. Нижние листья черешковые, стеблевые – сидячие. Краевые цветки в корзинке язычковые, срединные – трубчатые (Флора..., 1977). Соцветие – мелкая корзинка, образующая сложные рыхлые щитки. Плод – семянка сербристо-серого цвета длиной 1.5-2 мм. Масса 1000 семян – 0.11-0.15 г.

Отрастание многолетних особей тысячелистника обыкновенного начинается в третьей декаде мая, бутонизация – во второй-третьей декаде июня, цветение – в июне-октябре, плодоношение – в сентябре-октябре.

Наблюдая за динамикой роста растений (см. рисунок), установили, что наибольшие среднесуточные приросты в высоту характерны в период бутонизации растений, максимальная высота побегов достигала 80-90 см в фазе массового цветения.

При изучении возрастной структуры тысячелистника обыкновенного рассматривали природные ценопопуляции (ЦП). Возрастные спектры строили на основе процентного соотношения числа особей того или иного онтогенетического состояния в разных ЦП. Мы обратили внимание на разнообразие онтогенетических спектров. Главным образом в приведенных луговых ЦП доминируют генеративные особи. Наиболее благоприятные условия для развития тысячелистника существуют на пойменном лугу, для которого характерна зрелая ЦП, где генеративные особи составляли до 76%.

При соотнесении полученных нами данных со шкалой уровней изменчивости, согласно методике С.А. Мамаева (1972), получили следующее распределение признаков (см. таблицу). Показатели, характеризующие линейные размеры растений (длина боковых побегов, длина и ширина листовой пластинки), обладают разными уровнями изменчивости, тяготеющими в основном к высокому уровню, тогда как для высоты растения, длины генеративных побегов и диаметра цветков типичен низкий уровень изменчивости. Количественные признаки (количество побегов, количество корзинок растения и в щитке) соответствуют повышенным, высоким и очень высоким уровням.

Амплитуда варьирования морфологических признаков изученных образцов тысячелистника обыкновенного различна.

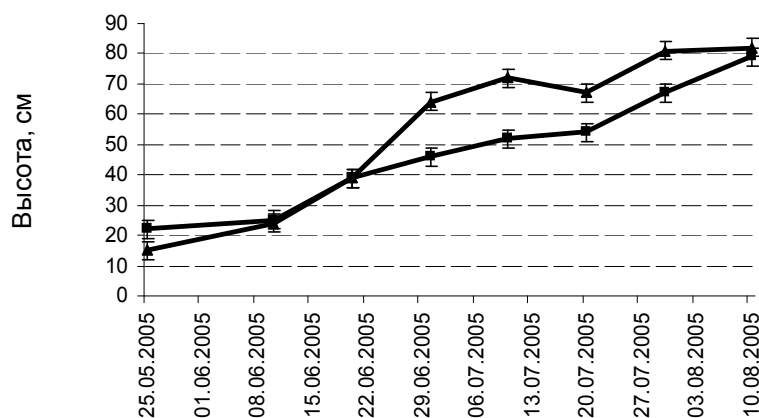


Рис. Динамика роста генеративных побегов в условиях культуры.

Нами установлен наиболее широкий диапазон изменчивости следующих показателей: количество и длина побегов, количество корзинок; наименьший – высота растения, длина и ширина листа.

Таким образом, в условиях культуры тысячелистник обыкновенный проходит все фенологические и онтогенетические фазы развития. Наиболее благоприятные условия для развития существуют на пойменном лугу, для которого характерна зрелая ценопопуляция.

Изменчивость морфологических признаков тысячелистника обыкновенного

Статистические показатели	Сыктывдинский район						Усть-Вымский район					
	Суходольный луг ЦП 1			Пойменный луг ЦП 2			Суходольный луг ЦП 3			Пойменный луг ЦП 4		
	lim	M±m	Cv, %	lim	M±m	Cv, %	lim	M±m	Cv, %	lim	M±m	Cv, %
Высота растения, см	6-40	20±2.6	54	10-60	32±2.7	45	6-38	18±2.3	49	24-44	33.5±1.8	17
Количество листьев, шт.	4-18	10±1.1	43	3-19	8±0.6	44	3-6	4±0.2	21	4-17	9.3±1.3	44
Длина стеблевого листа, см	3-14	6±0.7	46	3-18	9±0.8	50	2-9	6.1±0.6	36	4-11	7±0.7	39
Ширина стеблевого листа, см	0.2-1.4	0.7±0.08	43	0.4-3.5	0.7±0.1	86	0.3-0.8	0.5±0.04	32	0.4-0.9	0.6±0.05	26
Количество корзинок в щитке, шт.	4-15	9±0.9	35	7-21	11±0.8	42	6-23	7±1.7	99	10-27	15±1.8	38
Количество корзинок растения, шт.	9-99	50±8.6	60	10-94	47±5.7	63	17-77	25±6.4	99	29-89	49±6.2	40
Диаметр цветка, см	0.3-0.6	0.5±0.03	18	0.3-0.5	0.3±0.01	23	0.3-0.6	0.4±0.06	50	0.5-0.7	0.6±0.02	8
Диаметр стебля, см	0.1-0.3	0.23±0.03	35	0.2-0.4	0.3±0.04	27	0.3-0.4	0.34±0.02	15	0.3-0.4	0.34±0.02	15

Установлено, что самым широким диапазоном изменчивости обладают количественные признаки, наименьшим – линейные.

ЛИТЕРАТУРА

- Государственная фармакопея СССР. 10-е изд. М., 1968. 1079 с.
 Флора Северо-Востока европейской части СССР. Т. IV. Семейства *Umbelliferae* – *Compositae*. Л.: Наука, 1977. 312 с.
 Работнов Т.А. Методы определения возраста и длительности жизни у травянистых растений // Полевая геоботаника М.-Л., 1960. Т. 2. 500 с.
 Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола, 1995. 223 с.
 Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений на примере семейства *Pinaceae* на Урале. М., 1972. С. 3-20.

**РАЗНООБРАЗИЕ И СТРУКТУРА ГРУППИРОВОК ПОЧВЕННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ
ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ**

И.В. Новаковская, А.Б. Новаковский

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: novakovskaya@ib.komisc.ru, novakovsky@ib.komisc.ru

Почвенные водоросли являются важным компонентом любого фитоценоза, в том числе хвойного леса. Общее количество обнаруженных в почве водорослей приближается к 3500 видов (Костиков и др., 2001). В лесных экосистемах обнаружено 420 видов из шести отделов: Cyanophyta – 100, Euglenophyta – 1, Bacillariophyta – 39, Xanthophyta и Eustigmatophyta – 101, Chlorophyta – 180 (Алексахина, Штина, 1984). Преобладающими во всех типах лесов являются зеленые водоросли, иногда массового развития достигают желтозеленые. Синезеленые, как и диатомовые, представлены небольшим числом видов и не играют значительной роли в альгосинузиях лесных почв. Таксономическая структура почвенных водорослей во всех подзонах таежной зоны имеет высокое сходство. Ведущими семействами в почвах хвойных лесов являются *Chlamydomonadaceae*, *Chlorococcaceae*, *Chlorellaceae*, *Pleurochloridaceae* и *Characiopsidaceae*. Антропогенное загрязнение почвы вызывает четкие изменения в таксономическом разнообразии и структуре альгогруппировок. При этом может происходить обеднение альгосинузий, либо исходные группировки водорослей полностью заменяются новыми. Исследования по изучению разнообразия и структурной организации водорослевых группировок еловых лесов в условиях антропогенного влияния, связанного с рекреационными нагрузками, эмиссиями автотранспорта и производственных объектов, немногочисленны, что и определило выбор темы настоящего исследования.

Цель работы – изучение видового разнообразия и структуры группировок почвенных водорослей еловых лесов на территориях с разной интенсивностью антропогенного влияния.

Почвенно-альгологические сборы были проведены в течение трех полевых сезонов на стационарных пробных площадках в разные периоды вегетационного сезона с июня по октябрь 2003-2005 гг. Исследованы ельники подзоны средней и южной тайги Республики Коми и Кировской области в ненарушенных фоновых условиях, а также подверженных антропогенному влиянию с разной степенью воздействия аэротехногенных выбросов и рекреационных нагрузок.

Всего проанализировано 62 смешанные пробы из разных ассоциаций еловых лесов. Отбор проб проводили по общепринятым в почвенной альгологии методам. Глубина отбора почвенно-альгологических проб соответствовала глубине лесной подстилки. Для выявления видового разнообразия использовали культуральные методы с применением жидких и агаризованных сред Болда, Бристоль и Дрю. Количественный учет водорослей осуществляли методом прямого подсчета С.Н. Виноградского в модификации Э.А. Штиной. С помощью программного комплекса PC-ORD (MjM Software, USA) найдены индикаторные виды для участков с различной степенью техногенного воздействия, выявлены зависимости распределения альгогруппировок от содержания в почве некоторых биогенных и микроэлементов. Для обнаружения сходства видового состава альгогруппировок разных типов хвойных лесов использован коэффициент Сьеренсена-Чекановского, рассчитанный с помощью программного модуля «GRAPHS».

Химический анализ почвенных образцов был проведен в аккредитованной экоаналитической лаборатории «Экоаналит» Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Для анализа отбирали только верхний горизонт почвы (лесная подстилка), в местах сбора альгологических проб, по стандартным методам (ГОСТ 17.4.3.01-83). Определено содержание С и N (%), биогенных элементов (Ca^{2+} , Mg^{2+} в ммоль/100 г, K_2O в мг/кг) и микроэлементов, нефтепродуктов (мг/г).

Всего в почвах еловых лесов обнаружено 84 вида (99 с внутривидовыми таксонами) из шести отделов: Cyanophyta – 5 (7), Euglenophyta – 2, Eustigmatophyta – 3, Xanthophyta – 7 (8); Bacillariophyta – 20 (27), Chlorophyta – 47 (52). Ведущими родами по числу видов в альгофлоре хвойных лесов являются *Chlamydomonas*, *Chlorococcum*, *Pinnularia*, *Navicula*, *Klebsormidium*. Они составляют 37% от общего разнообразия альгофлоры еловых лесов. Высокую частоту встречаемости в почвах еловых лесов имели виды *Chlamydomonas cf. gloeogama* Korsch. in Pasch., *C. cf. reinhardtii* Dang., *Chlorella cf. vulgaris* Beijer., *Stichococcus bacillaris* Näg., *Klebsormidium nitens* (Menegh. in Kütz.) Lokhorst.

В ельниках, не испытывающих антропогенного воздействия, обнаружено 73 (80 с внутривидовыми таксонами) вида из шести отделов: Cyanophyta – 4, Euglenophyta – 2; Eustigmatophyta – 2; Xanthophyta – 4; Bacillariophyta – 19 (24), Chlorophyta – 41 (44). Наибольшее количество видов выявлено из семейств *Chlamydomonadaceae*, *Chlorococcaceae*, *Fragilariaceae*, *Pinnulariaceae*, *Klebsormidiaceae*. На исследованных участках отмечено от 34 до 48 видов почвенных водорослей.

В почвах ельников, расположенных в зонах с высокой степенью антропогенного влияния, связанной с аэротехногенным загрязнением и рекреационной нагрузкой, обнаружено 50 (59 с внутривидовыми таксонами) видов водорослей из пяти отделов: Cyanophyta – 2 (4), Eustigmatophyta – 1; Xanthophyta – 5 (6); Bacillariophyta – 4 (6), Chlorophyta – 38 (42). Наибольшее количество видов выявлено из семейств *Chlamydomonadaceae*, *Chlorococcaceae*, *Klebsormidiaceae*. В структуре альгогруппировок разных типов еловых лесов отмечено от 14 до 20 видов, что в 1.5-3 раза ниже, чем в фоновых условиях. Наименее разнообразны группировки почвенных водорослей ельников, расположенных в зоне хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский», а также вблизи городов Киров и Слободской (14 и 16 видов соответственно). Изменение структуры альгогруппировок в зоне влияния этого объекта были получены ранее другими исследователями (Кондакова и др., 2005).

Экологический анализ показал доминирование в исследованных почвах эдафофильных видов, обитающих только в почве. Доля гидрофильных видов, встречающихся в

переувлажненных почвах, а также амфибиальных, предпочитающих временно переувлажненные почвы, незначительна. Преобладающее значение в фоновых ельниках имели виды с Ch-жизненной формой. Они выступают как виды убиквисты, отличающиеся исключительной выносливостью к различным экстремальным условиям. В еловых лесах из загрязненных мест обитания господствуют водоросли как с Ch-, так и с C-формой. Данная форма включает виды, которые могут образовывать обильную слизь, наиболее требовательные к увлажнению и способные переносить длительное высушивание в виде спор, зигот, реже – в вегетативном состоянии.

Невысокое разнообразие водорослей еловых лесов в первую очередь связано с бедностью подзолистых почв биогенными элементами и их высокой кислотностью. В верхнем горизонте почв изученных ельников показатели $pH_{вод}$ находились в диапазоне 3.99-5.58. На формирование видового богатства водорослевых группировок существенное влияние оказывает также содержание в почвах углерода и азота, отношение которых отражает показатель C/N. Для подзолистых почв он находится в пределах 20. В верхних горизонтах фоновых участков зарегистрированы небольшие отклонения от данного значения; в почвах с загрязнением наблюдался больший разброс этого показателя. Результаты химического анализа показали более высокое содержание некоторых биогенных элементов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K_2O) в верхних почвенных горизонтах фоновых участков.

Снижение видового разнообразия водорослей и изменение структуры их группировок в загрязненных почвах могут быть также вызваны накоплением в верхних горизонтах различных поллютантов, основными из которых являются тяжелые металлы и нефтепродукты. Концентрации всех изученных микроэлементов и нефтепродуктов в почвах лесных фитоценозов, расположенных в зоне антропогенного влияния, превышают фоновые значения. Наибольшее содержание почти всех исследованных тяжелых металлов отмечалось в верхних горизонтах еловых лесов, расположенных в зонах влияния полигона хранения и уничтожения химического оружия и бумажной фабрики, где выявлено обеднение видового состава альгофлоры. Максимальная отрицательная корреляция, рассчитанная с помощью программы PC-ORD, наблюдалась между видовым составом почвенных водорослей и содержанием тяжелых металлов Cr, Pb, Cd в верхних горизонтах почв. Концентрация нефтепродуктов на исследованных участках была низкой, за исключением ельника, расположенного в районе влияния городов Киров и Слободской. Альгогруппировки этого сообщества отличаются низким видовым разнообразием и упрощением таксономической и экологической структур. Используемые статистические методы подтверждают, что на видовое разнообразие исследованных участков влияют не отдельно взятые элементы, а их комплексное воздействие. Программный комплекс PC-ORD позволил выделить индикаторные виды для ельников с разной степенью антропогенного воздействия. Среди всех видов водорослей, обнаруженных в исследуемых пробах, семь показали высокое индикаторное значение для фоновой территории (*Eustigmatos magnus* (B.-Peters.) Hibberd, *Chlamydomonas proboscigera* Korsch. in Pasch., *Elliptochloris subsphaerica* (Reisigl) Ettl et Gärtner, *Myrmecia bisecta* Reisigl, *Pseudopleurococcus botryoides* Snow, *Tetracystis dissociata* Brown et Bold, *Stichococcus minor* Näg.) и лишь один для загрязненных условий (*Leptosira terrestris* (Frisch et John) Printz).

В целом, для альгогруппировок всех обследованных сообществ отмечено относительно высокое сходство систематического состава: коэффициент Сьеренсена-Чекановского выше 45%. По рассчитанному коэффициенту обособляются группы кластеров, которые включают в себя альгогруппировки со сходным видовым составом. Выделение этих групп определяется, в первую очередь, сходными экологическими условиями: типом ценозов и почв.

Количественный учет показал, что в 1 г воздушно-сухой почвы хвойных лесов содержится от 12 до 80 тыс. клеток водорослей. По количеству водорослей в 1 г воздушно-сухой почвы ельники, расположенные в условиях загрязнения, существенно не отличаются от почв хвойных лесов заказника.

Таким образом, почвенные водоросли еловых лесов чутко реагируют на антропогенное воздействие, о чем свидетельствует снижение их видового разнообразия, а также изменение структуры альгогруппировок. Всего в еловых лесах отмечено 84 вида водорос-

лей (99 с внутривидовыми таксонами) из шести отделов. В альгогруппировках разных типов темнохвойных лесов отмечено от 14 до 48 видов. Уменьшение видового разнообразия почвенных водорослей наблюдалось на участках с повышенным содержанием тяжелых металлов и нефтепродуктов в верхних горизонтах почв еловых лесов, расположенных в зонах влияния полигона хранения и уничтожения химического оружия, бумажной фабрики, а также в районе влияния городов Киров и Слободской. Формулы экологической структуры альгогруппировок, отражающие видовое разнообразие жизненных форм, в фоновых почвах имеют более сложный спектр. Сведения о разнообразии и структуре группировок почвенных водорослей темнохвойных лесов могут быть использованы для диагностики состояния почвенной биоты охраняемых территорий и лесов, находящихся в условиях интенсивного техногенного загрязнения.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексашина Т.И., Штина Э.А. Почвенные водоросли лесных биогеоценозов. М.: Наука, 1984. 149 с.
- Кондакова Л.В., Домрачева Л.И., Огородникова С.Ю., Ашихмина Т.Я. Инварианты организации фототрофных микробных сообществ дерново-подзолистой почвы при действии метилфосфоновой кислоты // Актуальные проблемы регионального экологического мониторинга: научный и образовательный аспект: Сб. матер. Всерос. науч. школы (Киров, 24-26 ноября 2005 г.). Киров, 2005. С. 62-65.
- Костіков І.Ю., Романенко П.О., Демченко Е.М. і др. Водорості ґрунтів України (історія та методи дослідження, система, конспект флори). Київ, 2001. 300 с.
- Штина Э.А., Голлербах М.М. Экология почвенных водорослей. М.: Наука, 1976. 144 с.

ХОРОЛОГИЧЕСКИЕ И ХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА КАК ОСНОВА ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КОМИ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ НИЗКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Е.С. Новичкова¹, В.М. Щанов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

¹ Сыктывкарский государственный университет

E-mail: katya_novichkova@mail.ru, shchanov@ib.komisc.ru

Карты – необходимый инструмент геоботанических исследований, используемый для обработки, визуализации и анализа данных о размещении растительности в пространстве и ее изменениях во времени (Сочава, 1979). Одно из назначений геоботанической карты – выявление пространственных границ отдельных растительных сообществ на локальном, региональном и глобальном уровнях. Для составления таких карт в качестве источника данных могут быть использованы материалы дистанционного зондирования (ДЗ) различного разрешения. Под ДЗ понимают исследования электромагнитного излучения объекта без непосредственного с ним контакта. Наибольшее распространение в настоящее время получило использование ДЗ земной поверхности сенсорами, установленными на борту космических аппаратов. Получаемые таким образом космические снимки позволяют в более короткие сроки составлять и обновлять различные тематические карты, картографировать слабоизученные, труднодоступные территории.

Цель настоящей работы состояла в изучении возможностей использования ДДЗ низкого разрешения (на примере данных SPOT-vegetation) для районирования Республики Коми и подготовки карты растительности. Для реализации этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Освоить методики совместной обработки векторных и растровых данных;
2. По результатам обработки ДДЗ низкого разрешения получить количественные характеристики контуров геоботанических округов, выделенных ранее (Юдин, 1954);
3. Оценить близость выделенных геоботанических единиц с использованием статистических методов (отдельные коэффициенты сходства) и теории графов;

4. Провести управляемую классификацию растительного покрова с использованием производных изображений, отражающих хорологические и хронологические изменения растительного покрова, полученных на основании обработки декадных серий ДДЗ SPOT-vegetation.

В качестве источника данных были использованы материалы ДДЗ SPOT-vegetation пространственным разрешением 1 км, представляющие собой серию изображений (период с 01.04.1998-21.05.2004 гг., с интервалом в одну декаду). Используя спектральные характеристики красного (0.61-0.68 мкм) и ближнего инфракрасного (0.78-0.89 мкм) диапазонов электромагнитного спектра были вычислены подекадные значения масштабированного нормализованного индекса растительности (Normalized Difference Vegetation Index, м-NDVI) (Елсаков, 2005). Для оценки выделенных классов и расчета их характеристик использовали цифровую векторную карту геоботанического районирования Республики Коми (Коми филиал АН СССР, 1951). Проверку отдельных выделенных контуров проводили по ДДЗ Landsat высокого пространственного разрешения (1 пиксел – 30 м²), обработку материалов – в программном пакете Erdas Imagine.

Для оценки близости растительных округов Республики Коми была составлена модель, включающая производные изображения декад перехода значений через величины м-NDVI от 110 до 170 с шагом 5 для всех единиц, векторную карту районирования, а также функцию для расчета среднего значения декад для каждого полигона. В результате была получена матрица этих показателей. Данные показатели, с одной стороны, отражают временные закономерности развития фитомассы (сроки), с другой – учитывают особенности распределения значений фитомассы на территории (сами значения м-NDVI). Использование программных средств «GRAPHS» (Новиковский, 2004) для расчетов коэффициента сходства Сьеренсена-Чекановского, применение метода Варда на основе евклидова расстояния позволили объединить геоботанические округа в ряд классов (см. рисунок).

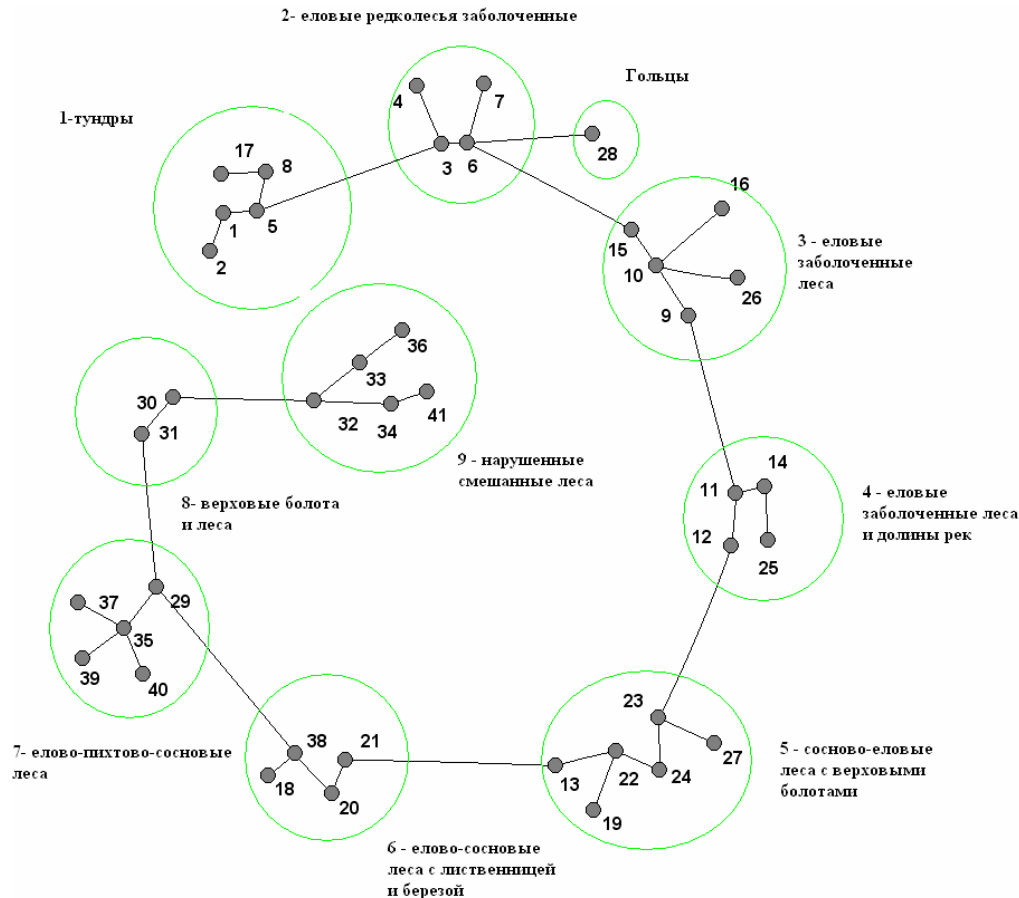


Рис. Распределение геоботанических округов на основании коэффициента сходства Сьеренсена-Чекановского.

На основе данных SPOT-vegetation по изменениям значений показателя м-NDVI были составлены производные изображения, содержащие информацию о максимальном значении показателя, продолжительности вегетационного сезона (число декад между периодом схода и установлением устойчивого снежного покрова), площади под кривой сезонного хода м-NDVI, значения м-NDVI в период с устойчивым снежным покровом. Из полученных слоев составлено одно изображение, подвергнутое в дальнейшем управляемой классификации (Лабутина, 2004). Использование программных средств позволило выделить 64 статистически различающихся класса, объединенных затем в 13 крупных классов растительности:

1. Сосновые леса,
2. Травянистая растительность,
3. Смешанные леса – хвойные и лиственные,
4. Березовые леса,
5. Болота,
6. Еловые леса,
7. Елово-пихтовые леса,
8. Еловые редколесья,
9. Ерниковая тундра,
10. Древоидные ивняки и кустарники,
11. Моховая тундра,
12. Гольцы,
13. Водные поверхности.

Проверка карты по снимкам Landsat высокого пространственного разрешения показала высокую сходимость выделенных контуров растительных сообществ с представленными на изображениях спутника Landsat.

Таким образом, выполненная работа демонстрирует широкие возможности использования ДДЗ низкого разрешения для выявления хронологических и геоэкологических показателей фитоценозов, геоботанического районирования территории на региональном уровне, выделения единиц растительного покрова, в большей степени обусловленных климатогенными и геоморфогенными условиями.

ЛИТЕРАТУРА

- Елсаков В.В., Щанов В.М. Оценка временных изменений растительного покрова Печоро-Илычского заповедника // Труды Печоро-Илычского заповедника, 2005. Вып. 14. С. 54-58.
- Лабутина И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков. М., 2004. 184 с.
- Новаковский А.Б. Возможности и принципы работы программного модуля «GRAPHS». Сыктывкар, 2004. 28 с. (Автоматизация научных исследований / Коми научный центр УрО РАН; Вып. 27).
- Производительные силы Коми АССР. Т. 3, ч. 2. Растительный мир. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1954. 375 с.
- Сочава В.Б. Растительный покров на тематических картах. Новосибирск: Наука, 1979. 190 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭФФЕКТОВ МЕТИЛФОСФОНАТОВ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РАСТЕНИЙ

С.Ю. Огородникова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: ogorodnikova@ib.komisc.ru

Химическое загрязнение биосферы является одной из серьезных экологических проблем. Среди множества загрязнителей наибольшую опасность для живых организмов и природных комплексов представляют вещества, чуждые биосфере – ксенобиотики. В основном это синтетические соединения, которые поступают в окружающую среду в виде отходов хозяйственной деятельности или вносятся преднамеренно в качестве пестицидов. К ксенобиотикам относятся и фосфорорганические соединения – метилфосфонаты.

Метилфосфонаты широко применяются в качестве пестицидов (гербициды, нематоды, фунгициды, регуляторы роста и др.). Наиболее токсичные метилфосфонаты входят в состав фосфорсодержащих отравляющих веществ (зарин, зоман, Vx газы). При деструкции метилфосфонатов образуется устойчивая к разрушению в окружающей среде метилфосфовая кислота (МФК). Известно, что она сохраняется в почве десятилетиями и характеризуется низкой токсичностью для млекопитающих (Кононова, Несмеянова, 2002). Сведения об эффектах МФК на растения практически отсутствуют. Ранее нами было показано, что МФК вызывает ингибирование прорастания семян, торможение роста и развития растений ячменя и пелюшки (Огородникова и др., 2004).

Наиболее близок по химической структуре к МФК N-(фосфометил)глицин, который является действующим веществом гербицида глифосата. Глифосат – неизбирательный контактный гербицид, механизм действия которого заключается в ингибировании синтеза ароматических кислот и флавоноидов, выполняющих важную роль в растительной клетке (Федке, 1985).

Цель работы – сравнительное изучение эффектов метилфосфонатов – метилфосфоновой кислоты и глифосата на жизнедеятельность растений.

Опыты выполняли в полевых условиях. Участки площадью 1 м² закладывали на злаково-разнотравном лугу и проводили опрыскивание травостоя растворами метилфосфонатов. Для работы применяли метилфосфовую кислоту фирмы Lancaster (Англия), были приготовлены растворы разной концентрации (0.01, 0.05, 0.1 моль/л). Растения обрабатывали растворами глифосата с содержанием действующего вещества $5 \cdot 10^{-5}$, $5 \cdot 10^{-4}$ и $5 \cdot 10^{-3}$ моль/л.

У широко распространенных видов (клевер ползучий, подорожник большой, одуванчик лекарственный, чина луговая, горошек мышиный, бодяк полевой, лютик едкий, ежа сборная, мятлик луговой, тимopheевка луговая, пырей ползучий) определяли дыхательную активность и содержание пигментов в листьях. Дыхание измеряли манометрическим методом на аппарате Варбурга в трех-четырёхкратной повторности при 20 °С (Семихатова, Чулановская, 1965). Содержание хлорофиллов и каротиноидов определяли спектрофотометрически на СФ-46 («Ломо», Россия) (Шлык, 1971). На рисунке и в таблицах приведены средние арифметические величины со стандартным отклонением.

Опрыскивание растворами фосфонатов приводило к повреждению надземной части растений. Интенсивность ответных реакций зависела от вида растений и концентрации метилфосфоната.

МФК в концентрациях 0.05 и 0.1 моль/л вызывала повреждение листьев растений. Через сутки после обработки у злаков (ежа сборная, мятлик луговой, пырей ползучий) отмечали появление на листьях небольших белых хлорозных пятен. Сильнее были повреждены растения с тонкой листовой пластинкой – клевер ползучий, чина луговая, горошек мышиный, одуванчик лекарственный, образовались некрозы, листья в местах поражения засыхали. Отмечали снижение тургора и деформацию листьев тысячелистника. Образование некрозов после обработки, по-видимому, обусловлено действием сильно кислого раствора (рН 2.1) МФК.

По сравнению с МФК, действие глифосата проявлялось медленнее, в течение нескольких дней. Разные виды растений отличались по чувствительности к глифосату. Глифосат в концентрации $5 \cdot 10^{-3}$ и $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л вызывал повреждения на пятый день после применения. Наблюдали обесцвечивание растений и уменьшение тургора. В большей степени были повреждены чина луговая и звербой четырехгранный, клевер луговой, на листьях которых образовались бурые некрозные пятна. У злаков (ежа сборная, мятлик луговой, тимopheевка луговая, пырей ползучий) листья начинали желтеть. В дальнейшем продолжалось обесцвечивание листьев, снижался тургор тканей, растения полегали. Через месяц обработанные глифосатом ($5 \cdot 10^{-4}$ моль/л) растения были желтого цвета, листья потеряли тургор и подсохли, злаковые растения погибли. На участках, обработанных глифосатом ($5 \cdot 10^{-3}$ моль/л), отмечали гибель всех видов растений. Самая низкая концентрация гербицида ($5 \cdot 10^{-5}$ моль/л) сразу не оказывала видимого эффекта. Только через месяц зафиксировали обесцвечивание листьев до светло-зеленого цвета.

Таблица 1
Содержание пигментов в листьях опытных растений
на пятый день после обработки глифосатом

Вариант	Содержание пигментов, мг/г сухой массы		
	Хлорофилл а	Хлорофилл б	Каротиноиды
Подорожник большой			
Контроль	3.99±0.26	1.59±0.13	1.66±0.06
5·10 ⁻⁵	3.50±0.26	1.30±0.07	1.57±0.13
5·10 ⁻⁴	3.06±0.21*	1.19±0.08*	1.29±0.07*
5·10 ⁻³	1.78±0.12*	0.92±0.10*	1.06±0.08*
Клевер луговой			
Контроль	6.27±0.21	1.47±0.06	3.77±0.43
5·10 ⁻⁵	6.29±0.22	1.65±0.04	3.07±0.11
5·10 ⁻⁴	4.15±0.28*	1.15±0.04*	2.77±0.19*
5·10 ⁻³	4.31±0.03*	1.21±0.08*	2.83±0.09*

* Здесь и далее разница между контролем и опытом достоверна при $P \leq 0.05$.

новлено, что обработка глифосатом вызывала снижение содержания пигментов в листьях, изменялось их соотношение (табл. 1). У клевера лугового и подорожника достоверное уменьшение содержания зеленых и желтых пигментов вызывал глифосат в концентрациях 5·10⁻⁴ и 5·10⁻³ моль/л. Соотношение хлорофиллов а/б уменьшалось, что указывает на большую стабильность хлорофилла б, чем хлорофилла а. Судя по соотношению хлорофиллы/каротиноиды, уровень зеленых и желтых пигментов сокращался примерно одинаково. Уменьшение накопления хлорофиллов под действием глифосата, возможно, обусловлено нарушением процессов их биосинтеза (Гольдфельд, 1989). Каротиноиды в растительных клетках выполняют протекторную функцию и участвуют в процессах детоксикации активных форм кислорода, образующихся под влиянием стрессоров (Капитанов, 1996). По-видимому, снижение содержания каротиноидов связано с окислительной деградацией их молекул.

Падение уровня пигментов в листьях происходило под влиянием МФК в концентрациях 0.01-0.1 моль/л (табл. 2). Значительные изменения в пигментном комплексе вызывала МФК в концентрации 0.1 моль/л. Даже при отсутствии видимых повреждений под действием МФК достоверно снижался уровень хлорофилла а и каротиноидов в листьях подорожника. У клевера ползучего уменьшались содержание пигментов и их соотношение, главным образом за счет сокращения уровня хлорофилла а и каротиноидов в 1.2-1.4 раза соответственно. Хлорофилл б, входящий в светособирающий комплекс, устойчивее к действию МФК. Достоверное снижение содержания хлорофилла б отмечено только у сильно поврежденных листьев клевера ползучего. Изменения в пигментной системе опытных

Таким образом, установлено, что более восприимчивыми к действию метилфосфонатов являются бобовые растения (горошек мышиный и клевер ползучий, клевер луговой), что, по-видимому, обусловлено их анатомо-морфологическими и биохимическими особенностями. По сравнению с МФК, глифосат в низких концентрациях оказывал большее токсическое действие на растения. Глифосат в концентрациях (5·10⁻⁴ и 5·10⁻³ моль/л) вызывал гибель опытных растений. МФК в более высоких дозах <0.1 моль/л не являлась летальной для растений.

Судя по наблюдаемым эффектам, метилфосфонаты вызывали нарушения в пигментном комплексе листьев. Уста-

растений, по-видимому, связаны с деструкцией (окислением) молекул пигментов и ингибированием их биосинтеза под влиянием МФК.

Хорошим показателем метаболической активности растений и ее изменений под действием стрессоров является дыхание (Головкин, 1999). Выявлено, что обработка метилфосфонатами вызывала увеличение потребления кислорода опытными растениями. Как видно из данных табл. 3, на пятый день после обработки глифосатом увеличивалась интенсивность дыхания листьев вероники дубравной на 15-25, манжетки на 20-50, подорожника – на 70-80%. По-

Таблица 2
Влияние метилфосфоновой кислоты
на содержание пигментов в листьях

Вариант	Содержание пигментов, мг/г сухой массы		
	Хлорофилл а	Хлорофилл б	Каротиноиды
Подорожник большой			
Контроль	3.72±0.48	1.24±0.21	1.81±0.22
0.01	4.03±0.49	1.31±0.12	1.82±0.29
0.05	3.90±0.68	1.61±0.10	1.81±0.25
0.1	2.51±0.13*	1.14±0.21	1.19±0.05*
Клевер ползучий			
Контроль	6.51±0.57	2.03±0.16	2.62±0.15
0.01	5.43±0.52	1.77±0.35	2.62±0.13
0.05	4.90±0.29*	1.67±0.17	2.54±0.19
0.1	3.57±0.01*	1.48±0.21*	2.12±0.24

вышенный уровень дыхания опытных растений сохранялся в течение нескольких дней, что свидетельствует о серьезных повреждениях растений. МФК в концентрациях 0.05 и 0.1 моль/л вызывала активацию дыхательного газообмена в листьях клевера, одуванчика, лютика, бодяка. Достоверно возросло дыхание корней и листьев подорожника под влиянием всех испытуемых концентраций МФК (см. рисунок). Активация дыхательного газообмена в корнях растений при обработке надземной части свидетельствует о системном действии МФК.

Возрастание дыхательной активности свидетельствует об активизации обменных процессов, направленных на поддержание структурно-функциональной целостности и репарацию повреждений, вызванных метилфосфонатами.

Таким образом, изучено влияние метилфосфонатов – МФК и N-(фосфонометил)глицина (действующее вещество гербицида глифосат) на жизнедеятельность растений. Сравнительные исследования выявили сходство эффектов. Метилфосфонаты вызывали изменение функционирования всего растения, а не только тех органов, которые были подвергнуты обработке, что свидетельствует об их системном действии. При действии метилфосфонатов в большей степени были повреждены бобовые растения.

По сравнению с МФК, глифосат в низких концентрациях оказывал большее токсическое действие на растения, что связано с комплексным влиянием различных химических соединений, входящих в состав гербицида (Сох, 1998). Кроме того, имеющиеся в составе поверхностно активные вещества обеспечивают максимальное удерживание на поверхности и более полное поглощение препарата.

Таблица 3
Интенсивность дыхания листьев на пятый и десятый день после обработки глифосатом, мкл O₂/г сухой массы

День обработки	Контроль	5·10 ⁻⁵	5·10 ⁻⁴	5·10 ⁻³
Вероника дубравная				
5	1814±137	2108±206	2082±116	2255±170
10	1706±199	1711±111	2153±179	2353±188*
Манжетка обыкновенная				
2	1528±151	1902±117	1737±54	2379±245*
5	1287±102	1540±155	не опр.	2155±175*
Подорожник большой				
2	1178±201	2035±160*	2032±185*	2135±115*
5	1277±98	2095±109*	2215±170*	2114±149*

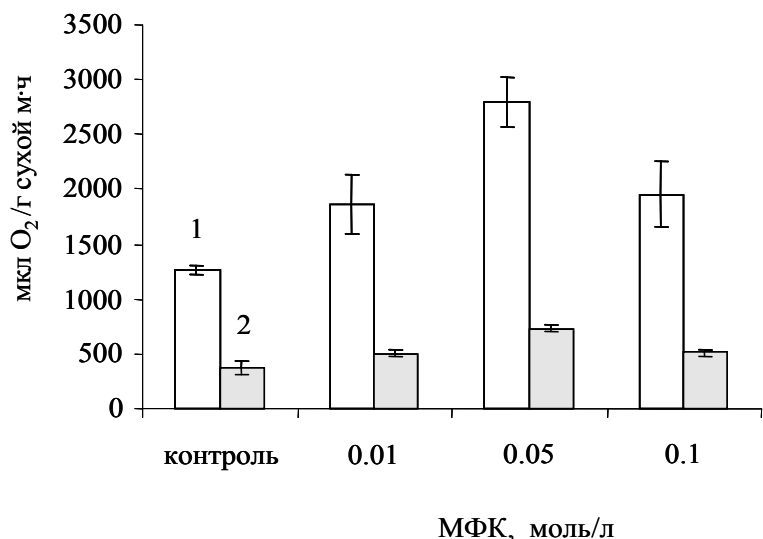


Рис. Изменение дыхательной активности листьев (1) и корней (2) подорожника большого под влиянием метилфосфоновой кислоты.

ЛИТЕРАТУРА

- Гольдфельд М.Г., Карапетян Н.В. Физико-химические основы действия гербицидов // Итоги науки и техники. Биологическая химия. Т. 30. М., 1989. 164 с.
- Головко Т.К. Дыхание растений (физиологические аспекты). СПб.: Наука, 1999. 204 с.
- Капитанов А.Б., Пименов А.М. Каротиноиды как антиоксидантные модуляторы клеточного метаболизма // Успехи современной биологии, 1996. Т. 116. № 2. С. 179-190.
- Кононова С.В., Несмеянова М.А. Фосфонаты и их деградация микроорганизмами // Биохимия, 2002. Т. 67. № 2. С. 220-233.
- Огородникова С.Ю., Головко Т.К., Ашихмина Т.Я. Реакции растений на фосфорорганический ксенобиотик – метилфосфоновую кислоту. Сыктывкар, 2004. 24 с. (Научные доклады / Коми НЦ УрО РАН; Вып. 464).
- Семихатова О.А., Чулановская М.В. Манометрические методы изучения дыхания и фотосинтеза. М.: Наука, 1965. 168 с.

- Федке К. Биохимия и физиология действия гербицидов. М.: Агропромиздат, 1985. 223 с.
- Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 154-171.
- Cox C. Glyphosate (Roundup) // J. Pesticide reform, 1998. Vol. 18. № 3. P. 3-14.

ЭТАПЫ УПРАВЛЯЕМОЙ СУКЦЕССИИ В ТЕХНОГЕННЫХ ТУНДРОВЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

А.Н. Панюков

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: panjukov@ib.komisc.ru

Одним из важнейших направлений в комплексе природопользования является промышленная добыча минеральных и топливно-энергетических ресурсов, которая неизбежно связана с разрушением природных экосистем.

В Институте биологии Коми НЦ УрО РАН с учетом специфики условий Севера разработан комплексная схема ускоренного восстановления посттехногенных территорий. Биологический этап делится на две стадии. Целью первой «интенсивной» стадии биологического этапа является быстрое воссоздание растительного покрова и нового продуктивного слоя с помощью конкретных агроприемов, включающих посев многолетних трав. «Интенсивная» стадия позволяет ускорить прохождение начальных этапов самовосстановительной сукцессии. Необходимость этой стадии обусловлена активизацией процесса эрозии на медленно зарастающих участках посттехногенных пустошей. Закрепление корневыми системами многолетних трав верхнего слоя техногенного субстрата предотвращает развитие эрозионных процессов. Продолжительность стадии – два-три года, в зависимости от конкретных условий участка.

На второй, «ассимиляционной» стадии травянистое сообщество постепенно преобразуется, замещаясь биогеоценозом, близким к типичному зональному. Продолжительность «ассимиляционной» стадии – 25-30 лет, также в зависимости от условий и возможности повторных нарушений, особенно транспортом.

Представленная схема имеет существенные отличия от традиционно понимаемых работ по рекультивации и является, по сути, управляемым сукцессионным процессом. Главная цель комплекса работ, проводимых по схеме, – восстановление экосистем, по возможности наиболее близких к зональным.

Многолетние наблюдения и опыты в Воркутинском р-не, согласно схеме, позволили выявить следующие этапы сукцессионной последовательности.

В опыте на контрольном участке, оставленном на самозаращение, поверхность нарушенного субстрата покрыта лишь альгальной коркой, протонемой мхов и единичными особями *Festuca ovina*. Такая поверхность крайне чувствительна к любым нарушениям и легко эродирована.

Иная картина наблюдается по окончании «интенсивной» стадии схемы. На третий год сформировались сомкнутое травянистое сообщество и, соответственно, дернина, мощностью 3-5 см. К концу первого десятилетия после активного применения агротехнических приемов восстановления основу растительного сообщества составляет разреженный мятликовый травостой. В течение данного периода происходит ослабление жизненного состояния мятликового травостоя, активизируется внедрение видов тундровой флоры, при этом заметно возрастает видовое разнообразие растительного покрова, главным образом за счет видов разнотравья. В целом, на опытном участке отмечено 33 вида местной флоры. Среди них кустарники представлены тремя видами, злаки – пятью, осоковые – тремя, разнотравье – одиннадцатью, мохообразные – девятью и лишайники – одним видом. Почти все внедряющиеся виды обычны для кустарниковых травянисто-моховых тундр и тундровых луговин, окружающих опытный участок.

Однако, несмотря на увеличение видового разнообразия, большинство внедрившихся видов встречается единично. Степень покрытия даже наиболее активно внедряющихся на участок видов составляет 5-7%. Поскольку не происходит отчуждения фитомассы, на

поверхности скапливается значительное количество травянистых остатков. В силу зональных климатических особенностей региона процесс разложения идет замедленно, и растительные остатки остаются слаборазложившимися долгое время. На долю отмершей наземной фитомассы приходится более 90% общего ее количества. При этом возобновление мятлика происходит все слабее. Доля его живой массы составляет 4%.

В соответствии с изменениями в растительном сообществе отмечено преобразование подземной фитомассы. В одернованном слое доля живых корней составляет лишь 16.3 % от общего количества, что связано с ослаблением жизненности мятлика. Тем не менее, поскольку не происходит коренного преобразования растительности, почвенный профиль сохраняет признаки, характерные для почвы под травянистым сообществом. Корневые системы продолжают играть важнейшую роль в сохранении одернованного горизонта, который предотвращает развитие эрозионных процессов в переходный период восстановления нарушенного биогеоценоза.

Химическая характеристика почвы на разных стадиях опыта представлена в таблице. К концу первого десятилетия после прекращения внесения удобрений почва отличается слабокислой реакцией, довольно высоким содержанием основных элементов питания, высвобождающихся при разложении растительных остатков. Строение и химические характеристики почвы остаются в рамках травянистой экосистемы. Необходимо добавить, что на контрольном участке – без растительного покрова – подобный почвенный профиль не сформирован, т.е. нельзя выделить сходные горизонты, а химические характеристики грунта близки к таковым в начале опыта.

Следовательно, в течение первого десятилетия на промежуточном этапе восстановления происходит постепенное изреживание сеяного травостоя с одновременным внедрением тундровых видов, однако одернованная почва все еще достаточно устойчиво сохраняет приобретенные черты. Это характеризует ее как наиболее консервативную структуру биогеоценоза, благодаря чему эрозионные процессы на участке не активизируются.

Результатом комплекса работ по указанной схеме является стадия стабильного функционирования вторичной экосистемы после оформления многоярусного растительного сообщества.

Сопоставление вторичного восстановленного биогеоценоза с таким же типом ненарушенного показывает, что видовой состав и проективное покрытие кустарникового, кустарничкового и травяного ярусов имеют большое сходство. Общее проективное покрытие кустарников в нарушенном и ненарушенном сообществах составляет 70%. В видовом составе мхов и лишайников существенного различия не наблюдается. Большинство видов, присутствующих на восстанавливающихся участках, отмечены и в целинной тундре.

В обоих сообществах по числу видов преобладают длинно-, короткокорневищные и дерновинные виды, составляющие более 70% от числа растений, образующих наземный ярус. По способам перезимовывания в обоих сообществах свыше половины состава – хамефиты, примерно равное количество (в сумме около 25%) в обоих сообществах составляют гемикриптофиты. Анализ видового состава растений, характеризующий экологические условия в посттехногенном сообществе и ненарушенной тундре, также свидетельствует о большом сходстве между ними. Здесь разница между величиной той или иной группы не превышает 3-4%.

Основные различия в распределении видов связаны с продолжающимся антропогенным воздействием (вытаптывание, проезд транспорта) и сохранением в соста-

**Агрохимическая характеристика почвы
восстанавливающегося участка
(опытный участок в окрестностях пос. Хальмер-Ю)**

Горизонт	Глубина, см	pH (H ₂ O)	С орг., %	N _{гидр}	P ₂ O ₅	K ₂ O
				мг/100 г почвы		
«Интенсивная» стадия						
A _{дер} A ₁	0-5	4.92	0.99	2.13	4.74	9.48
B _г	5-10	5.13	0.72	2.1	2.78	6.03
G _{тх}	10-20	5.19	0.74	1.78	2.26	6.47
«Ассимиляционная» стадия						
A _{дер} A ₁	0-1(4)	5.04	3.13	6.44	50.5	21.71
A ₁ B _г	1(4)-3(10)	5.22	1.28	3.25	9.72	14.18
B _г	3(10)-15(20)	5.4	1.02	2.3	7.67	7.2
Контрольный участок (самозарастание)						
Профиль не выражен	0-20	5.18	0.96	3.22	8.57	7.3

ве фитоценоза травянистых видов, характерных для нарушенных тундровых экосистем: *Deschampsia cespitosa*, *Chamaenerion angustifolium*, *Tanacetum vulgare*, *Erigeron acer*, *Tanacetum bipinnatum* и некоторых других. В целом же в процессе функционирования вторичной восстановленной тундровой экосистемы в период наших наблюдений значительных изменений в видовом составе не происходит. Дальше при прекращении повторного антропогенного воздействия можно ожидать изменения обилия тех или иных видов, например, увеличения доли мохообразных.

Общее проективное покрытие напочвенного покрова составило 80-90 % (см. рисунок). Подавляющую часть фитомассы в целинной тундре составляют мхи. Во вторичной восстановленной экосистеме доля мохообразных в напочвенном покрове пока невелика, сохраняются условия для возобновления травянистых растений. Значительную долю в напочвенном покрове составляет опад кустарников, что способствует формированию подстилки.

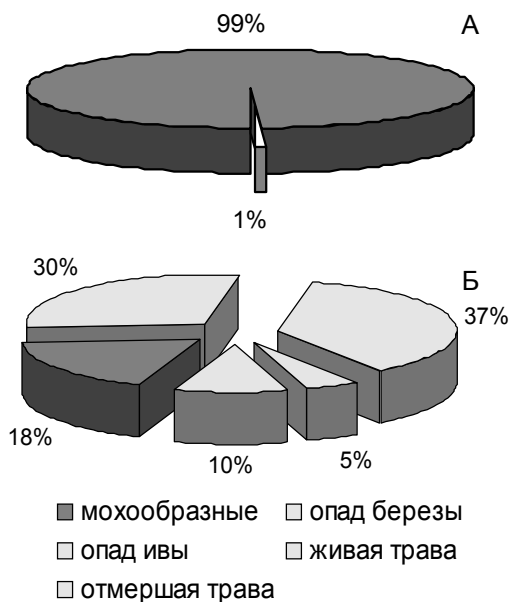


Рис. Состав надземной фитомассы ненарушенного (А) и вторично восстановленного (Б) тундрового биогеоценозов.

В связи с преобразованием растительного сообщества почва вторичного восстановленного биогеоценоза приобретает черты, свойственные тундровой поверхностно-глеевой почве. У профиля уже нет признаков одернения, типичного для почвы под промежуточным травянистым сообществом «интенсивной» стадии. Он характеризуется наличием подстилки небольшой мощности и подлежащего глеевого горизонта и имеет в общем однотипное строение с профилем целинной почвы. Отличия носят количественный характер (мощность слоев), что связано с малой мощностью мохового покрова, «молодостью» вторичной экосистемы. Это подтверждают также рассмотренные выше результаты определения фитомассы.

Итак, на период наших наблюдений восстановившийся посттехногенный участок достиг, видимо, устойчивого состояния, что подтверждает сходство состава и структуры растительного сообщества, строения и химических характеристик почвы с близ расположенным участком ненарушенной тундры. К концу четвертого десятилетия на

месте промежуточного травяного сообщества функционирует близкий по типу к целинной тундре вторичный ивняково-ерниково-моховой биогеоценоз, характерный для равнинных водораздельных территорий.

Таким образом, сукцессионный процесс (процесс восстановления нарушенной экосистемы) может быть ускорен человеком в несколько раз, по сравнению с процессом самовосстановления.

СРАВНЕНИЕ СУТОЧНОГО РИТМА АКТИВНОСТИ НАПАДЕНИЯ КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ (DIPTERA: CULICIDAE) В БИОТОПАХ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ ОСВЕЩЕННОСТИ

Е.В. Панюкова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: panjukova@ib.komisc.ru

Известно, что суточный ритм активности нападения имаго самок кровососущих комаров имеет эндогенную природу и коррелируется температурой и освещенностью. Настройка этих эндогенных ритмов происходит в соответствии с местными условиями и имеет адаптивное значение. Наблюдения за изменениями суточной активности нападе-

ний имаго кровососущих комаров необходимы при проведении экологических и фаунистических исследований (Мончадский, Радзивилловская, ...; Павловский, 1935, Унификация методов ..., 1978). На территории Республики Коми наблюдения за суточной активностью комаров сем. Culicidae выполнены в 60-80 гг. XX в. (Габова, Остроушко, 1970; Остроушко, 1980; Потапов и др., 1972; Турьева и др., 1980). Сравнение суточного ритма активности нападения имаго кровососущих комаров в биотопах с различной степенью освещенности на территории РК ранее не проводилось. Эти исследования имеют практическую значимость, позволяя выяснить наиболее благоприятное время суток с минимальным количеством нападения комаров на человека. Их результат может быть использован для составления рекомендаций по защите от гнуса населения.

Цель работы – сравнение активности нападения комаров в биотопах открытого (суходольные луга) и закрытого (еловые леса) типов. Задачи – наблюдения за изменением активности нападения имаго самок кровососущих комаров; измерение температуры воздуха в течение суток в биотопах открытого и закрытого типов; сравнение ритмов суточной активности нападения кровососущих комаров в период белых ночей в биотопах с разной степенью освещенности.

Исследования проведены в подзоне средней тайги Республики Коми 13-14 июня 2005 г. в ельнике (травяно-черничном) и на суходольном лугу (злаковом) окрестностей пос. Селэгвож Удорского района. Сбор имаго выполнен на открытых предплечьях человека пробиркой-морилкой. Учеты вели в течение 10 мин. каждого часа суток в двух биотопах, с разницей во времени в 1-2 мин. (время, необходимое для перехода учетчика из одного биотопа в другой). Расстояние между участками сборов составляло 50 м. Проведено 42 учета (по 21 в каждом биотопе) с 10 ч утра до 6 ч следующего дня. Собрано 1198 имаго самок кровососущих комаров. Температуру воздуха измеряли спиртовым термометром, который помещали на высоту до одного метра от поверхности почвы и искусственно затеняли.

Незначительные расстояния между исследуемыми биотопами и короткие временные интервалы определяли общность комплекса нападающих видов комаров. Как в еловом лесу, так и на суходольном лугу отмечены нападения восьми видов: *Ochlerotatus pullatus*, *O. punctor*, *O. diantaeus*, *O. pionips*, *O. intrudens*, *O. communis*, *O. leucomelas* и *O. cataphylla*. Виды *O. communis*, *O. punctor* и *O. pionips* наблюдались ранее для Удорского района. В исследованиях 1970 г. были зафиксированы массовые виды: *O. communis*, *O. punctor* и *Aedes cinereus* (Потапов и др., 1972). Массовыми в наших сборах были *Ochlerotatus pullatus* и *O. punctor*. Ранее для данной территории *O. pullatus* установлен не был. Материалы приведенного сравнения подтверждают указанные Н.В. Николаевой существенные изменения видового состава и обилия кровососущих комаров в современных ландшафтах (Николаева, 2004).

Суточные ритмы активности нападения комаров сем. Culicidae определяли различающиеся экологические условия рассматриваемых биотопов. Значительно отличались типы освещаемых поверхностей и их отражательная способность (альбеде). В ельнике меньшее влияние на активность нападения комаров могли оказывать солнечный свет и ветер. На лугу более интенсивное освещение и ветер могли препятствовать разлету и нападению комаров. Наблюдения в сравниваемых биотопах показали различия температуры воздуха в течение суток на 1-2 °С. Заметно различались средние суточные температуры и амплитуды температур (см. таблицу). Отметим, что суточные амплитуды температур были ниже при режиме постоянно-го затенения в еловом лесу на 3 °С, чем на суходольном лугу. Общеизвестно, что меньшие колебания температур благоприятнее для обитания живых организмов. Выявлена обратная зависимость числа напа-

Температурные показатели, °С
(13-14 июня 2005 г.,
в биотопах пос. Селэгвож Удорского р-на Республики Коми)

Биотопы	Среднесуточные температуры	Крайние значения температур	Амплитуды температур	Значения корреляции
Суходольный луг	16.5	min +5 max +26	21	-0.7
Еловый лес	17.5	min +7 max +25	18	-0.4

дений имаго комаров от температуры: на открытом пространстве суходольного луга заметное влияние оказывает температура воздуха (коэффициент корреляции составил -0.7), тогда как в еловом лесу влияние температуры менее значительное (коэффициент корреляции -0.4). В еловом лесу и на суходольном лугу нападения комаров сем. Culicidae не прекращались при минимальной ($+5^{\circ}\text{C}$) и максимальной ($+25^{\circ}\text{C}$) суточных температурах воздуха. В 15 ч, при максимальной за сутки температуре, наблюдалось минимальное число нападений (две особи) на суходольном лугу, тогда как в лесу при тех же условиях были собраны 32 особи. Минимум нападений имаго кровососущих комаров в еловом лесу отмечен в 23 ч, когда при температуре воздуха $+14^{\circ}\text{C}$ собраны восемь особей сем. Culicidae. Нарастание интенсивности нападения комаров в двух биотопах выявлено с 16 до 22 ч (при понижении температуры воздуха). Так, наибольшее число комаров отмечено в еловом лесу в 6 ч утра при температуре $+10^{\circ}\text{C}$, когда за учетное время собраны 90 особей. Максимум нападений на суходольном лугу наблюдался на один час ранее – в 5 ч утра были собраны 63 особи (температура во время учета составляла $+8^{\circ}\text{C}$).

Колебания ритма суточной активности нападений комаров на суходольном и в еловом лесу практически совпадают (рис. 1, 2). Для двух биотопов характерен утренний пик активности нападений. В результате наблюдений установлено преобладание числа нападений имаго кровососущих комаров в еловом лесу, по сравнению с суходольным лугом. Всего в еловом лесу собрано 681 имаго комаров сем. Culicidae, тогда как на лугу только 517. Пики и спады активности нападений кровососущих комаров в открытых и закрытых биотопах совпадают, однако по времени имеют незначительные различия. Так, на открытом пространстве луга пик и спад активности нападений наступают

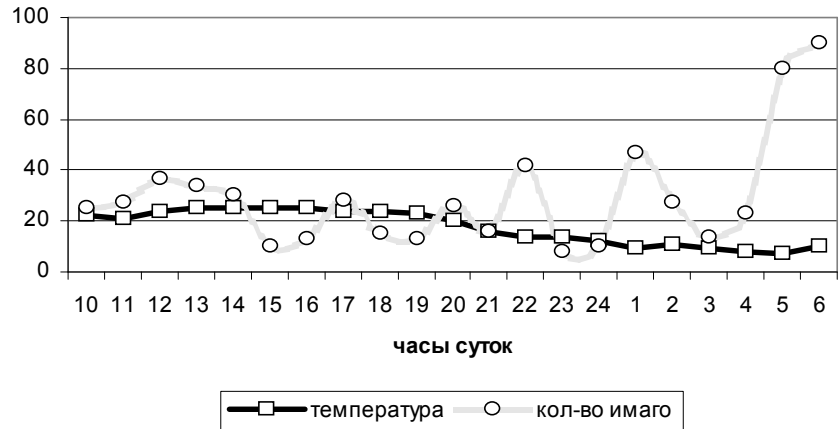


Рис. 1. Температура воздуха и активность нападения имаго комаров (Diptera, Culicidae) в еловом лесу (13-14 июня 2006 г., пос. Селэгвож Удорского р-на Республики Коми).

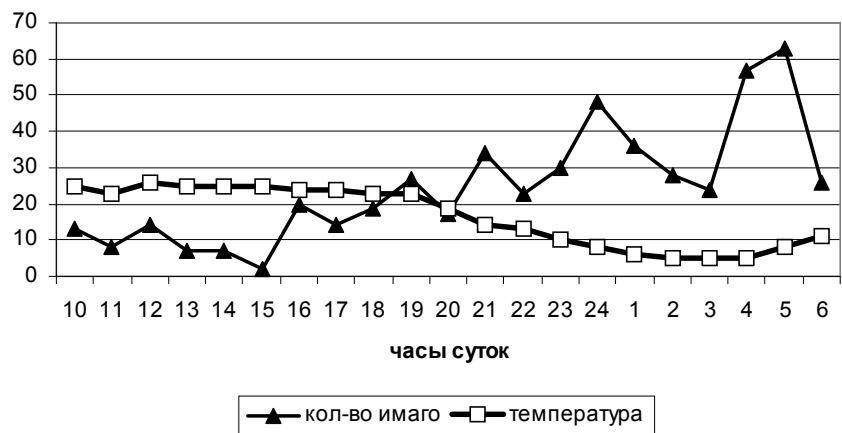


Рис. 2. Влияние температуры воздуха на активность нападения комаров (Diptera, Culicidae) на суходольном лугу (окрестности пос. Селэгвож).

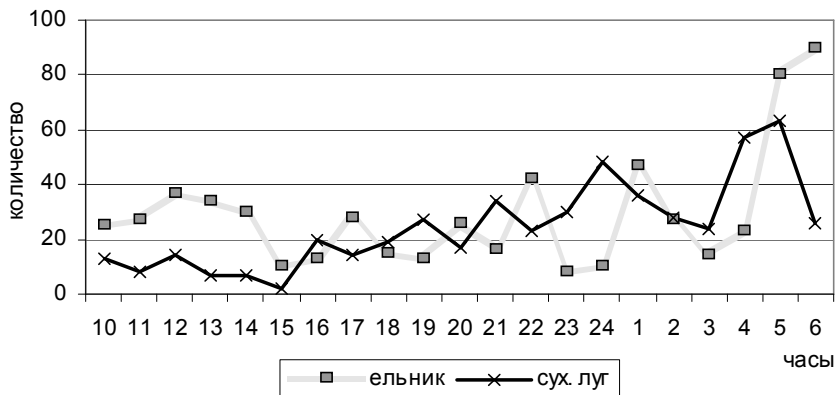


Рис. 3. Суточная динамика нападения имаго кровососущих комаров (13-14 июня 2006 г., пос. Селэгвож Удорского р-на Республики Коми).

наступают. Так, на открытом пространстве луга пик и спад активности нападений наступают

пают раньше на один час (рис. 3). Затенение в еловых лесах создает условия с менее резкими перепадами суточных температур, что оказывает положительное влияние на активность нападения имаго комаров. Суточные пики и спады активности нападений имаго кровососущих комаров обусловлены комплексом факторов, наиболее ярко проявляется влияние температуры. Эти данные подтверждают мнение о том, что в первую половину лета на северо-западе РК в период круглосуточного освещения суточный ритм комаров сем. Culicidae регулируется температурой (Потапов и др., 1972).

ЛИТЕРАТУРА

- Габова Е.Н., Остроушко Т.С. Кровососущие двукрылые лесотундры бассейна р. Усы // Биологические основы использования природы Севера. Сыктывкар, 1970. С. 237-243.
- Мончадский А.С., Радзивиловская З.А. Новый метод количественного учета активности нападения кровососов // Паразитол. сб. Зоол. ин-та АН СССР, 2004. Вып. 9. С. 147-166.
- Николаева Н.В. Реакция кровососущих комаров на локальные изменения климата и антропогенные воздействия // Проблемы генетической безопасности: научные инновации и их интерпретация: Вторая Международная школа-семинар. М., 2004. С. 37-39.
- Остроушко Т.С. Кровососущие комары бассейна Печорского Щугора (Северный Урал) // Кровососущие членистоногие европейского Севера. Петрозаводск, 1980. С. 65-80.
- Павловский Е.Н. Методы изучения кровососущих комаров (Culicidae). М.-Л.: Изд. академии наук, 1935. 176 с.
- Потапов А.А., Богданова Е.Н., Владимирова В.В. Фауна, сезонный и суточный ход активности кровососущих двукрылых насекомых в Удорском районе Коми АССР (по наблюдениям 1970 г.) // Мед. паразитология и паразитарные болезни, 1972. № 1. С. 21-25.
- Турьева В.В., Балибасов В.П., Новожилова Э.Н. и др. Экология доминирующих видов млекопитающих и птиц европейского Северо-Востока. Мелкие млекопитающие и их паразитофауна. Кровососущие комары: Заключительный научный отчет. Т. 3. Сыктывкар, 1980. 262 с. – (Научный архив Коми НЦ УрО РАН. Ф. 3. Оп. 2. Д. 367. Л. 184-262).
- Унификация методов учета численности кровососущих двукрылых насекомых / Т.С. Детьнова, С.П. Расницын, Н.Я. Маркович и др. // Мед. паразитол. и паразит. болезни, 1978. № 5. С. 84-92.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТЕБЛЕВЫХ СТРУКТУР РОСТОВЫХ ПОБЕГОВ *LARIX SIBIRICA* LEDEB.

Н.В. Паутова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: pautova@ib.komisc.ru

Изучению изменчивости наиболее важных в диагностическом отношении морфологических признаков вегетативных и генеративных органов лиственниц, их существенным различиям и географическим закономерностям посвящена обширная литература. Основная часть таких исследований имеет региональный характер, однако полученные авторами данные позволили внести много нового в познание биологии представителей этого рода. Менее изученными до настоящего времени остаются вопросы по исследованию особенностей структурной организации побегов лиственницы, произрастающей на территории европейского Северо-Востока.

Цель работы состояла в изучении морфоструктуры ауксибластов лиственницы сибирской в подзонах средней и северной тайги, а также пигментации ростовых побегов на скелетных ветвях разного возраста, выявлении особенностей опушения молодых побегов в зависимости от места произрастания вида и ежегодной динамики охвоенности ауксибластов в подзоне средней тайги.

Окраска стеблей побегов – признак весьма устойчивый. Довольно хорошо сохраняется даже при интродукции видов *Larix*, имеет существенное филогенетическое значение и нередко используется в дендрологических описаниях. При изучении окраски молодых

побегов по шкале А.С. Бондарцева (1954), срезанных с разных частей кроны лиственницы, нами было установлено, что в пределах одного дерева этот признак слабо варьирует и характеризуется определенным цветом с едва уловимыми оттенками. Однако в зимний период отмечается заметное потемнение молодых побегов с изменением окраски (например, светло-охристой и светло-коричневой на охристую и коричневатую). У разных деревьев в пределах одной популяции часто наблюдаются отличия в окраске побегов с преобладанием двух, реже – трех цветовых градиентов. Так, у изученных нами образцов совершенно отсутствуют побеги с розовой, красноватой, розово-коричневой окраской коры, отмеченные у лиственницы сибирской, произрастающей в других областях России. Например, в подзоне средней тайги на территории лесосеменной плантации (уч. 8) и в сосняке бруснично-зеленомошном (уч. 7) доминирующими являются бело-соломенные побеги (~90%), а остальная часть ауксибластов имеет светло-охристую и охристую окраску (рис. 1). Наличие в кронах лиственниц побегов с более темной краской наблюдается в подзоне северной тайги (участки 1 и 2), где наибольшим числом представлены темно-охристые ауксибласты (до 50% от общего числа изученных побегов). У образцов, взятых в подзоне средней тайги на территории Печоро-Илычского заповедника, довольно многочисленными являются побеги, имеющие охристую окраску (на уч. 3 – 72.7, уч. 4 – 81.6%). В сосновом и лиственничном древостоях (участки 5, 6) изученные образцы были распределены по четырем цветовым градиентам. Наименьшим числом представлены бело-соломенные побеги, ~55% составляют светло-охристые побеги.

Наличие на молодых побегах, взятых в подзоне северной тайги, воскового слоя может быть рассмотрено как довольно существенное приспособление, связанное с защитой покровных тканей молодых побегов лиственницы от выпадения большого количества осадков и постоянной высокой влажности воздуха в этом районе.

Опушенность стеблей побегов – признак весьма не устойчивый и может быть рассмотрен как явление недолговечное. Небольшие волоски на поверхности побегов представляют собой выросты эпидермальной ткани, состоящие из нескольких тангентально вытянутых клеток. Обычно эти волоски имеют беловатую, реже желтоватую окраску. Проведенные нами наблюдения позволили выявить следующие особенности в опушении побегов первого года жизни: данный признак никогда не встречается на ауксибластах молодых особей; опушение побегов существенно изменяется по их длине, ослабевая на каждом годичном приросте к окончанию периода вегетации; степень опушения побегов усиливается с увеличением собственного возраста дерева; опушенность ростовых побегов очень лабильна и широко варьирует даже в пределах одного лиственничного древостоя; на одном дереве не встречаются побеги с различной степенью опушенности; появление эпидермальных волосков на поверхности ростовых побегов не зависит от положения дерева в древостое и его жизненного состояния.

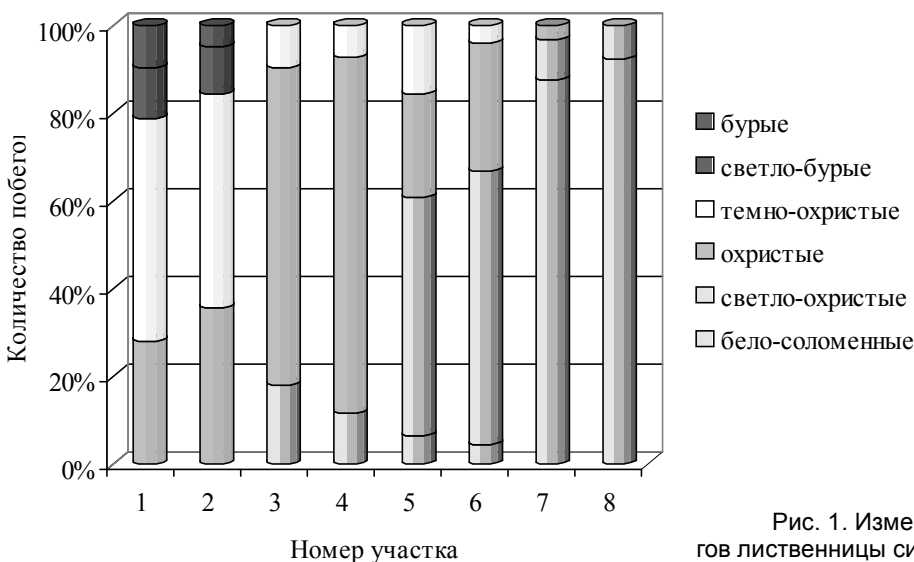
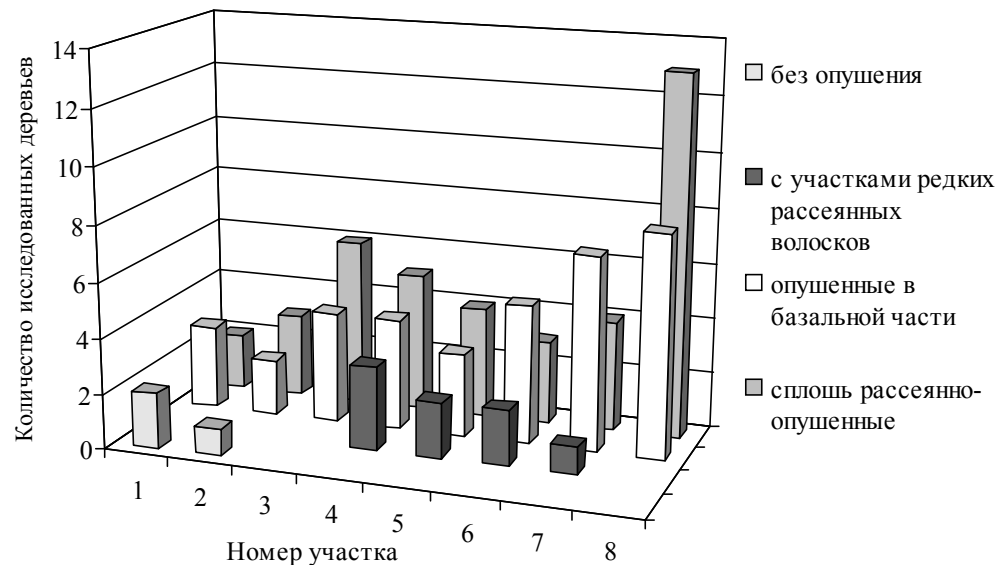


Рис. 1. Изменчивость окраски ростовых побегов лиственницы сибирской.

Рис. 2. Изменчивость опушения ростовых побегов лиственницы сибирской.



По данным учета этого признака было установлено, как изменяется опушение ауксибластов в зависимости от условий произрастания лиственницы. Деревья, имеющие побеги без опушения и с участками редких рассеянных волосков, являются доминирующими на всех исследуемых участках (рис. 2). В небольшом количестве у нескольких исследуемых деревьев в подзоне северной тайги встречаются побеги со сплошь рассеянным опушением. Побеги, опущенные только в нижней части, были выявлены нами в небольшом количестве только в древостоях Печоро-Илычского заповедника.

Особенностей в размещении деревьев с различной степенью опушенности побегов мы не обнаружили. В древостое эти деревья рассеяны спорадически и обычно растут как в глубине насаждений, так и на опушках. Встречаются и единично растущие угнетенные лиственницы с редкими рассеянными волосками на поверхности побегов в нижней части кроны. На основе изучения изменчивости данного признака у деревьев, относящихся к разным классам Крафта, тоже не было выявлено каких-либо различий (рис. 3). Лиственницы с опущенными и неопущенными побегами обнаружены нами на всех участках.

Охвоенность побегов. Морфологические признаки побегов, в частности его длина и густота расположения хвои на побегах, часто используются при описании хвойных растений и отличают виды рода *Larix* от других представителей *Pinophyta*. По результатам проведенных нами исследований в трех географических районах четко прослеживается зависимость между охвоенностью побегов и местом произрастания вида. Так, при изучении охвоенности побеговых структур в 2000 г. было установлено, что взятые с участков 7 и 8 образцы побегов отличались от остальных наибольшими показателями количества хвоинок на 1 см² длины побега. Заметное уменьшение размеров побега и числа хвои на единицу его длины наблюдалось у лиственниц, произрастающих в подзоне северной тайги, что, по всей вероятности, связано с климатическими условиями в данном районе. Показатели охвоенности побегов существенно различаются по годам. Максималь-

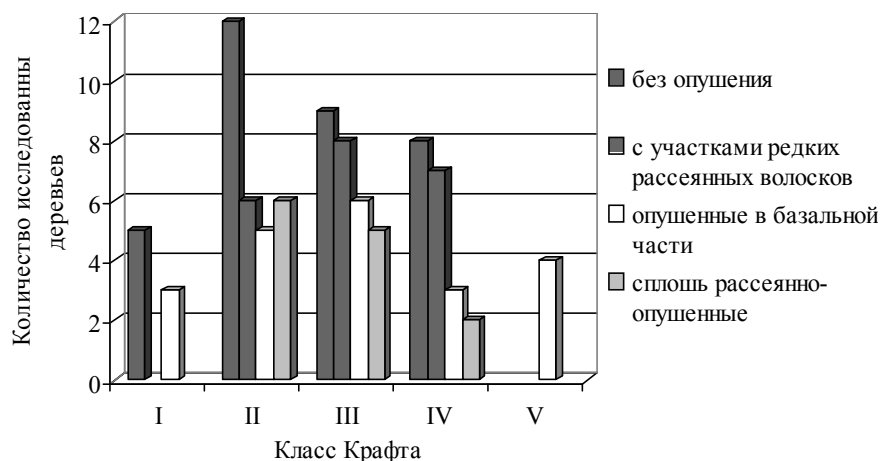


Рис. 3. Зависимость опушенности ростовых побегов лиственницы от ранга дерева.

ное количество хвоинок на 1 см² длины побега второго года жизни отмечалось в аномально теплых 2003 (92.9±2.3) и 2005 гг. (89.6±1.9). Период вегетации 2002 г. характеризовался крайне неблагоприятными для развития побеговых структур условиями и преобладанием необычно холодной погоды. Охвоенность побега первого года жизни составила 2.4, второго – 61.2 хв./см². Однако показатели длины побега с десятью пучками и число пучков на побеге по годам почти не изменялись, что свидетельствует об устойчивом отношении данных признаков к изменению климатических условий.

Число хвоинок в пучке и на ростовом побеге может варьировать в зависимости от положения побега в кроне и порядка ветвления. Побеги в верхней части кроны имеют наибольшие значения длины, общего количества хвои, числа пучков и хвои в них, что объясняется лучшими условиями освещенности, минерального питания и водного режима. Количество хвоинок в пучке и на единицу длины побега заметно сокращается по кроне в акропетальном направлении. Ветви старшего возраста, расположенные в нижней части кроны, испытывают недостаток в освещении и снабжении продуктами фотосинтеза, а также и другими питательными веществами, что, несомненно, сказывается на развитии определенного количества хвои на побеге. Для выявления зависимости охвоенности побега от его длины и положения в кроне мы использовали линейный регрессионный анализ. Между числом хвоинок на ростовом побеге и его линейными показателями, высотой расположения в кроны имеет место положительная связь. Однако четкой зависимости между числом хвоинок в пучке и расположением побегов в кроне относительно сторон света, в целом, за годы наблюдений не выявлено.

Результаты наших исследований и многочисленные литературные данные свидетельствуют о том, что различная окраска молодых побегов лиственниц – явление наследственно весьма устойчивое, что позволяет выдвигать его как важный признак для определения и диагностики природного разнообразия видов рода *Larix*. Развитие трихом на поверхности молодых ростовых побегов – явление наследственно обусловленное, тогда как распространение лиственниц с различной степенью опушенности побегов не имеет ни территориальной, ни экологической обособленности. Наибольшие показатели охвоенности побеговых структур присущи лиственницам, произрастающим в благоприятных для развития и роста условиях. Результаты изучения изменчивости данного признака при достаточно обширных наблюдениях могут быть использованы в качестве дополнительных признаков при диагностике видов лиственниц на уровне природных популяций.

МУХИ-ЖУРЧАЛКИ (DIPRERA, SYRPHIDAE) В АНТОФИЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ КОНСОРЦИЙ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА СЛОЖНОЦВЕТНЫХ (ASTERACEAE) НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ

С.В. Пестов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: pestov@ib.komisc.ru

Консорция – эволюционно сложившаяся система разнородных организмов, связанных прямыми и обратными биоценотическими отношениями (консортивными связями) с ценопопуляцией автотрофного растения (Фегри, ван дер Пэйл, 1982). Внутри консорции, формирующейся на основе травянистого растения-продуцента, в зависимости от того, какая часть растения потребляется организмом-фитофагом (консортом первого порядка) выделяется несколько комплексов: филлофильный, ризофильный и антофильный.

В данном сообщении внимание сосредоточено на насекомых антофильного комплекса консорций растений семейства сложноцветных (*Asteraceae*). Одной из доминирующих групп насекомых на соцветиях сложноцветных являются мухи-журчалки. Их доля колеблется от 30 до 80% всех собранных насекомых за один учет. В таблице приведен список видов журчалок, собранных на 18 видах сложноцветных, с указанием трофической группы личинок. Материал был собран в период с мая по август 2004-2005 гг. на

территории южной, средней и северной тайги Республики Коми. Кроме собственных сборов использовались данные литературы по видовому составу журчалок-посетителей соцветий сложноцветных (Баркалов, Бурлак, 2000; Зимина, 1957; Штакельберг, 1958).

Все изученные виды растений по привлекательности для журчалок можно разделить на три группы. К первой группе относятся пять видов, на цветках которых обнаружено более 30 видов журчалок.

Taraxacum officinale цветет в конце мая и начале июня. В видовом составе журчалок на одуванчике преобладают фитофаги рода *Cheilosia* (41%). На втором и третьем местах – хищники (28%) и детритофаги (23%). Доминирующими видами являлись *Sphaerophoria*: *Sph. gr. menthastri*, *Sph. scripta*. *Cheilosia angustigenis*, *Ch. albitarsis*, *Ch. pagana*. Кроме журчалок, его соцветия посещаются бабочками: *Aglais urticae* (L.), *Pieris brassica* (L.); жесткокрылыми: *Oedemera virescens* (L.), *Dicera alni* (Fisch.), *Selatosomus aeneus* (L.), *Chrysomela saliceti* (Wse.), *Brachyta interrogationis* (L.); полужесткокрылыми: *Lygus* sp. *Dolycoris baccarum* (L.); трипсами: *Thrips taraxaci* Yakh.; двукрылыми: *Sarcophaga stercoraria* (L.), *Musca domestica* L., *Muscina stabulans* (Fll.); перепончатокрылыми: *Halictus* sp., *Apis melifera* L., *Andrena* sp., *Bombus lucorum* L., *B. hortorum* L., *B. agrorum* F.

На *Achillea millefolium* наблюдается примерно равное соотношение хищников (35%) и детритофагов (32%). Достаточно большую долю составляют сапрофаги (20.5%).

В видовом составе журчалок на *Hieracium umbellatum* доминируют хищники (50%), на втором месте – детритофаги (27%). По данным количественных учетов видами, составляющими ядро комплекса антофилов, являются *Syrphus ribesii*, *Melanostoma mellinum*, *Epistrophe grossulariae* и *Eristalis rupium*.

На *Senecio vulgaris* преобладающая группа журчалок – это хищники (58%), что объясняется, по-видимому, тем, что их личинки питаются тлями, которые очень часто полностью покрывают стебли данного растения. Массовыми видами являются *Syrphus ribesii*, *Metasyrphus corollae*, *Epistrophe nitidicollis*. Кроме журчалок соцветия крестовника активно посещают шмели и другие пчелиные.

Среди журчалок-антофилов на *Leontodon autumnalis* преобладают хищники (48%), по 21% приходится на фитофагов и детрито-

Видовой состав журчалок антофильного комплекса сложноцветных

Вид журчалок	Вид растений
Сапрофаги	
<i>Chrysotoxum arcuatum</i> (L.)	HU, LV
<i>Chrysotoxum festivum</i> (L.)	CP, CH, HP, LA
<i>Chrysotoxum vernale</i> Lw.	HU, LV, TO
<i>Xylota abiens</i> Mg.	HP
<i>Xylota florum</i> (F.)	AM
<i>Xylota segnis</i> (L.)	AM, AV, HU, LA
<i>Chalcosyrphus femoratus</i> (L.)	TP
<i>Spilomyia diophthalma</i> (L.)	AM, LV
<i>Temnostoma angustistriatum</i> Kriv.	LV
<i>Temnostoma apiforme</i> (F.)	AM, LV
<i>Temnostoma sericomiaeforme</i> (Pertsch.)	AM, TP
<i>Temnostoma vespiformis</i> (L.)	AM, TP
<i>Myiathropa florea</i> (L.)	AM, CP, CH, LA, LV, TV, TO
Хищники	
<i>Dasysyrphus lunulatus</i> (Mg.)	CS, HU, LA, SV, TO
<i>Dasysyrphus venustus</i> (Mg.)	CP, CS, HU, LA, SV
<i>Didea alneti</i> (Fll.)	AM
<i>Didea fasciata</i> Macquart	AM
<i>Didea intermedia</i> Lw.	AM
<i>Epistrophe grossulariae</i> (Mg.)	CP, CS, CH, HU, LA, SV
<i>Epistrophe nitidicollis</i> (Mg.)	CS, CH, HU, LA, SV, TO
<i>Episyrphus balteatus</i> (DG)	AM, AV, CH, HU, LA, SV, SA, TP
<i>Eriozona syrphoides</i> (Fll.)	AM
<i>Leucozona lucorum</i> (L.)	AA
<i>Melangyna compositarum</i> (Vrr.)	SV, TP
<i>Metasyrphus corollae</i> (F.)	SV
<i>Metasyrphus lapponicus</i> (Ztt.)	CH, HU, LA, SV, TO
<i>Metasyrphus lundbecki</i> (S-R)	CP, CH, HU, LA, SV
<i>Parasyrphus nigritarsis</i> (Ztt.)	SV, TP
<i>Scaeva pyrastris</i> (L.)	AM, AV, CP, CS, CH, LA, SV
<i>Sphaerophoria menthastri</i> (L.)	AA, CP, CS, CH, HU, LA, SV, SC, TV, TO, TP
<i>Sphaerophoria rueppelli</i> (Wd.)	HU, SC
<i>Sphaerophoria scripta</i> (L.)	AA, CP, CS, CH, HP, HU, LA, SV, SC, TV, TO, TP
<i>Sphaerophoria taeneata</i> (Mg.)	CP, CS, CH, HU, LA, SV, SC, TO
<i>Syrphus ribesii</i> (L.)	AM, AV, AA, CP, CS, CH, HU, LA, LV, SV, SC, SA, TO, TP
<i>Syrphus torvus</i> O-S	AM, AV, CS, CH, HP, HU, LA, LV
<i>Syrphus vitripennis</i> Mg.	AM, AV, CP, CS, CH, HU, LA, LV, SV, SC, SA, TP
<i>Xanthogramma pedisequum</i> (Harris)	AM

Продолжение таблицы

Вид журчалок	Вид растений
<i>Melanostoma mellinum</i> (L.)	AM, CP, HU, LA, LV, SV, SC, TO
<i>Platychirus angustatus</i> (Ztt.)	AV
<i>Platychirus clypeatus</i> (Mg.)	AV, SV, SC
<i>Platychirus immarginatus</i> (Ztt.)	AV
<i>Platychirus peltatus</i> (Mg.)	AV, SC, TO
<i>Platychirus scambus</i> (Staeger)	AV
<i>Platychirus scutatus</i> (Mg.)	AV
<i>Paragus tibialis</i> (Fll.)	AM, AV
<i>Pipizella virens</i> (F.)	HP, TO
<i>Pipiza noctiluca</i> (L.)	LA
<i>Neocnemodon</i> sp	TO
Фитофаги	
<i>Cheilosia albitarsis</i> (Mg.)	TO
<i>Cheilosia alpina</i> (Ztt.)	TO
<i>Cheilosia angustigenis</i> (Beck.)	TO
<i>Cheilosia barbata</i> Lw.	TO
<i>Cheilosia canicularis</i> (Pz.)	CP, LA, SV, SV, TO
<i>Cheilosia intonsa</i> Lw.	LA
<i>Cheilosia chloris</i> (Mg.)	AM, LA, TO
<i>Cheilosia flavipes</i> (Pz.)	TO
<i>Cheilosia frontalis</i> Lw.	TO
<i>Cheilosia gigantea</i> (Ztt.)	HP, TO
<i>Cheilosia impressa</i> Lw.	TO
<i>Cheilosia longula</i> (Ztt.)	AM, HU, LA, TV, TO
<i>Cheilosia mutabilis</i> (Fll.)	CS, HU, LA, TV, TO
<i>Cheilosia pagana</i> (Mg.)	LA, SV, TO, TF
<i>Cheilosia proxima</i> (Ztt.)	TO
<i>Cheilosia scutellata</i> (Fll.)	HU
<i>Cheilosia vernalis</i> (Fll.)	AM, LA, LV, SV, TO
<i>Cheilosia vicina</i> (Ztt.)	SV, TO
Копрофаги	
<i>Rhingia campestris</i> Mg.	CP, CH, TO
<i>Syritta pipiens</i> (L.)	AM, AV
Инквилины	
<i>Volucella bombylans</i> (L.)	CP, CH
<i>Volucella pellucens</i> (L.)	HU, LV
Детритофаги	
<i>Chrysogaster chalybeata</i> Mg.	CH, TO
<i>Sphegina sibirica</i> Stack.	TP
<i>Sericomyia lappona</i> (L.)	CH
<i>Sericomyia nigra</i> Ports.	TP
<i>Sericomyia silentis</i> (Harris)	AM, CP, CH, LV, SC, TP
<i>Eristalinus sepulchralis</i> (L.)	LA
<i>Eristalis arbustorum</i> (L.)	AM, CP, CS, CH, HU, LA, LV, SV, TO, TP
<i>Eristalis horticola</i> (DG)	LA
<i>Eristalis interrupta</i> (Poda)	AM, CH, HU, LA, LV, SV, SV, SA, TO
<i>Eristalis rupium</i> F.	AM, AA, CP, CS, HU, LA, LV, SV, SA, TO, TP
<i>Eristalis tenax</i> (L.)	AM, HU, LA, LV, SV, SV, SA, TP
<i>Eristalis vitripennis</i> Strobl	CH, SV, TO

фагов. Более 70% всех собранных экземпляров составляют представители родов *Dasysyrphus*, *Sphaerophoria* и *Epistrophe*.

Семь видов относятся к среднепривлекательной группе (*Artemisia vulgaris*, *Centaurea phrigida*, *Centaurea scabiosa*, *Cirsium heterophyllum*, *Leucantemum vulgare*, *Serratula coronata*, *Tripleurospermum perforatum*), на цветках которых обнаружено от 10 до 29 видов журчалок. Оставшиеся шесть видов (*Aster alpinus*, *Hieracium pilosella*, *Solidago virgaurea*, *Sonchus arvensis*, *Tanacetum vulgare*, *Tussilago farfara*) для них мало привлекательны.

Многие виды сложноцветных – апомикты. Однако строение, окраска соцветий и наличие большого количества нектара в них способствуют привлечению большого числа насекомых-опылителей. Фегри К. и ван дер Пэйл Л. рассматривают это явление как «реликт вторичного эффекта опыления». Для объяснения этого эффекта выдвинуто несколько гипотез (Фегри, ван дер Пэйл, 1982):

1. Апомиксис у этих растений носит факкультативный характер и в некоторых случаях оплодотворение яйцеклетки происходит, что образуются гибридные формы, которые описываются систематиками как отдельные микровиды (роды *Taraxacum* и *Hieracium*). Комбинация полового и бесполого размножения дает растению максимальный адаптивный эффект. Половое размножение производит новые экотипы, а бесполое сохраняет наиболее успешные из них;

2. Для индукции пролиферации клеток семязачатка и развития семени необходимо механическое воздействие, которое оказывают насекомые;

3. Аттрактивные цветки апомиктических видов растений могут иметь значение в конкуренции, отвлекая насекомых опылителей от облигатно перекрестно опыляющихся видов растений.

Виды растений, слабо привлекающих антофилов, вероятно, являются облигатными апомиктами, на что косвенно указывают и невысокая степень полиморфизма и отсутствие микровидов, характерных для наиболее аттрактивных представителей этого семейства.

По широте круга посещаемых растений мы разделили виды журчалок на три группы: к полилектам (посещают десять и более видов сложноцветных) относятся шесть видов (*Eristalis arbustorum*, *Eristalis rupium*,

Sphaerophoria menthastri, *Sphaerophoria scripta*, *Syrphus ribesii* и *Syrphus vitripennis*, олиголектам (посещают от двух до девяти растений) – 48, монолектам (отмечены только на одном виде сложноцветных) – 33.

Ареалогический анализ журчалок – посетителей цветков сложноцветных, показывает, что большая часть видов 34 (38.64%) – трансевразийские, 24 (27.27%) – голарктические, 13 (14.77%) – мультирегиональные, 8 (9.09%) – транспалеарктические. Остальные группы составляют от двух до пяти процентов. Если рассматривать структуру взаимоотношений, то картина будет иная. Всего зафиксировано 314 пар взаимодействий, из них в 102 (32.48%) участвуют голаркты, в 87 (27.71%) – трансевразийские, в 70 (22.29%) – мультирегиональные виды.

Имеется зависимость между размерами ареала и шириной круга посещаемых растений: чем шире ареал вида, тем большее количество видов растений они посещают. При продвижении с юга на север увеличивается доля полилектов и олиголектов и уменьшается – монолектов.

ЛИТЕРАТУРА

- Баркалов А.В., Бурлак В.А. Характер антофилии у мух-журчалок рода *Cheilosia* Mg. (Diptera, Syrphidae) // Сибирский экологический журнал, 2000. № 4. С. 395-408.
- Зимица Л.В. Новые данные по экологии и фаунистике журчалок (Diptera, Syrphidae) Московской области // Бюл. МОИП. Отд. биол., 1957. Т. 62, № 4. С. 51-62.
- Фегри К., ван дер Пэйл Л. Основы экологии пыления. М.: Мир, 1982. 379 с.
- Хмелев К.В., Афанасьев А.А., Кирик А.И. и др. Методы изучения популяций и их консортивных связей в природных и антропогенно-трансформированных экосистемах // Экологический мониторинг. Методы биологического и физико-химического мониторинга. Ч. IV: учебное пособие / Под ред. проф. Д.Б. Гелашвили. Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2000. 427 с.
- Штакельберг А.А. Материалы по фауне двукрылых Ленинградской области. IV. Syrphidae (Diptera) // Труды Зоол. инст. АН СССР, 1958. Т. XXIV. С. 192-246.

DACTYLORHIZA MACULATA S.L. В ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

И.А. Плотникова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: novikova@ib.komisc.ru

Род *Dactylorhiza* до сих пор остается сложным в систематическом отношении (Sundermann, 1975; Soo, 1980; Fuller, 1983; Baumann, Kinkele, 1988; Аверьянов, 1982). Это связано с относительной молодостью видов этого рода, способностью к гибридизации, высокой амплитудой изменчивости признаков. Современные ботаники выделяют в нем от 12 до 75 видов, в зависимости от широты понимания вида (Pedersen, 1998). Основная трудность при определении некоторых видов рода заключается в перекрывании признаков у особей разных таксонов из-за большого размаха изменчивости. Поэтому важно рассматривать признаки не отдельных растений, а естественных совокупностей – популяций (Gathoye, Tyteca, 1987; Филиппов, 1997). Сравнение признаков, присущих всей популяции, выявление групп сходных и близких популяций дают возможность более точно определить границы и ранг отдельных таксонов.

Окончание таблицы

Вид журчалок	Вид растений
<i>Helophilus affinis</i> Wahlberg	AM, AA, HU, LV, SV, SA, TP
<i>Helophilus hybridus</i> Lw.	AM, HU, LV, SV, TO,
<i>Helophilus lapponicus</i> Wahlberg	AM, TO
<i>Helophilus lineatus</i> (F.)	AM
<i>Helophilus lunulatus</i> Mg.	AM, HU, LV, SV, TO
<i>Helophilus pendulus</i> (L.)	AM, CP, HU, LA, LV, SC, SV, SA, TO

Примечание. Виды растений: AM – Тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), AV – Полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.), AA – Астра альпийская (*Aster alpinus* L.), CP – Василек фригийский (*Centaurea phrigida* L.), CS – Василек шершавый (*C. scabiosa* L.), CH – Бодяк разнолиственный (*Cirsium heterophyllum* (L.) Hill), HP – Ястребинка волосистая (*Hieracium pilosella* L.), HU – Ястребинка зонтичная (*H. umbellatum* L.), LA – Кульбаба осенняя (*Leontodon autumnalis* L.), LV – Нивяник обыкновенный (*Leucantemum vulgare* Lam.), SV – Крестовник обыкновенный (*Senecio vulgaris* L.), SC – Серпуха венценосная (*Serratula coronata* L.), SV – Золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea* L.), SA – Осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), TV – Пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.), TO – Одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), TP – Трехреберник непахучий (*Tripleurospermum perforatum* (Merat) M. Lainz), TF – Мать-и-мачеха обыкновенная (*Tussilago farfara* L.).

Пальчатокоренник пятнистый (*Dactylorhiza maculata* (L.) Soo s. l.), в наиболее широком понимании объема этого вида, составлен многими морфологическими расами и является самым запутанным комплексом в роде *Dactylorhiza*. До сих пор нет единого мнения о числе и статусе таксонов, входящих в данную группу. Внутри нее выделяют две группы таксонов: диплоидную ($2n = 40$) (*D. aggr. fuchsii*) и тетраплоидную ($2n = 80$) (*D. aggr. maculata*) (Аверьянов, 1979; Аверьянов и др., 1982). При этом к диплоидам долгое время относили *D. fuchsii*, *D. meyeri*, *D. psychrophila*, к тетраплоидам – *D. maculata*, *D. elodes*, *D. sudetica* (Аверьянов, 1982; Иванова, 1987). Новейшие биохимические методы исследования диплоидных и тетраплоидных комплексов *D. maculata* s. l. доказывают необходимость объединения «мелких» видов в более крупные (Hedren et al., 1998). В указанной группе на сегодняшний день выделяют три вида – *D. fuchsii*, *D. maculata* и *D. hebridensis*. При этом считается, что *D. fuchsii* – вид широколиственных лесов (Аверьянов и др., 1982; Филиппов, 1998), теплолюбивое неморальное растение. В Республике Коми очень редок, отдельные реликтовые популяции сохранились лишь в местах выходов известняковых пород. На территории заповедника, по мнению Л.В. Аверьянова (1982), отсутствует.

С целью таксономического анализа группы *Dactylorhiza maculata* s. l. в Печоро-Илычском заповеднике нами были проведены исследования 23 ценопопуляций (ЦП) представителей этого видового комплекса в разных местообитаниях. В предгорном ландшафтном районе заповедника исследовано 12, в равнинном – девять, в горном – две ЦП. В каждой ЦП проанализировано по 30-40 растений, находящихся в генеративной фазе. Измеряли следующие морфологические показатели: высоту растения (ВР), высоту соцветия (ВС), число цветков в соцветии (ЧЦ), число листьев на растении (ЧЛ), длину нижнего (первого) листа (Д1Л), ширину нижнего листа (Ш1Л), расстояние от основания до расположения наибольшей ширины у нижнего листа (Д1Ш), длину второго листа (Д2Л), ширину второго листа (Ш2Л), расстояние от основания до расположения наибольшей ширины у второго листа (Д2Ш), длину прицветника (ДПр), длину губы (ДГ), длину верхнего лепестка наружного круга околоцветника (ДВЛ), длину нижнего лепестка наружного круга околоцветника (ДНЛ), длину шпорца (ДШп), ширину шпорца (ШШп), длину боковой доли губы (ДБ), длину от основания губы до выемки губы (ДО), ширину боковой доли губы (ШБ), ширину губы (ШГ), длину завязи (ДЗ), длину средней доли губы (ДД), индекс формы губы (ИГ) и некоторые отношения между признаками. Данные обработаны вариационно-статистическими методами с использованием пакетов STATISTICA 6 и MICROSOFT EXCEL. Для изучаемых морфологических признаков определяли среднее арифметическое значение ($\bar{M}$), ошибку средней (m), коэффициент вариации (CV). При сравнении арифметических средних применяли критерий Стьюдента, достоверность которого оценивали при доверительном интервале 95% (Зайцев, 1984).

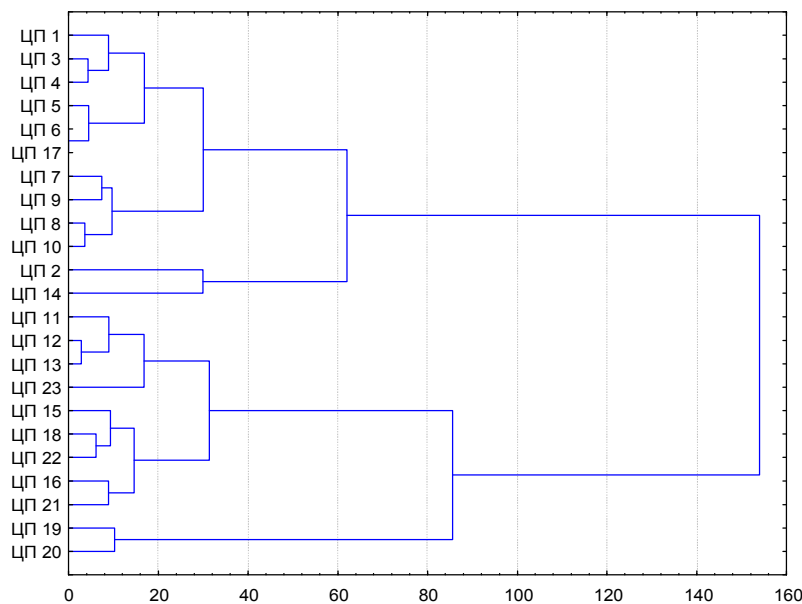


Рис. Распределение ценопопуляций (ЦП) *Dactylorhiza maculata* s. l. при проведении кластерного анализа.

Сходство ЦП определяли методами кластерного анализа. В качестве меры близости было выбрано расстояние Махаланобиса. Кластерный анализ выявил деление на две группы ЦП (см. рисунок). При детальном рассмотрении признаков мы сочли возможным отнести их к *D. hebridensis* (Wilmott) Aver. и *D. maculata* (L.) Soo. По некоторым признакам к *D. maculata* нами были отнесены также ЦП 14 и 17, которые встали при кластерном анализе в группу *D. hebridensis*.

Сравнение средних показателей значений признаков этих групп показывает сильное перекрытие показателей признаков ЦП (см. таблицу). При этом растения *D. maculata* достоверно выше, с длинными, но узкими листьями (менее 1.5 см), с более длинной завязью и крупными цветками. Соцветие *D. hebridensis* плотное, цилиндрическое, длиной около 4 см, у *D. maculata* – более длинное (около 5 см) и расставленное. Отличается и форма губы цветка: в цветках *D. hebridensis* губа трехраздельная, с почти равными по ширине долями, длиной и шириной около 8 мм, с ярким рисунком; у *D. maculata* – губа неглубоко трехлопастная, с широкими боковыми лопастями, длиной около 9.0 и шириной примерно 10.4 мм, часто встречаются альбиносы. Пятна на листьях *D. maculata* – округлые, *D. hebridensis* – поперечно вытянутые. Признак наличия пятен на листьях в данных ЦП очень варьирует, и в том, и другом случае отмечаются растения без пятен и ценопопуляции со 100% -ной пятнистостью листьев.

Дискриминантный анализ позволяет не только получить интегральные оценки по комплексу признаков, но и выбрать наиболее устойчивые признаки и их сочетания, которые в максимально возможной степени различают друг от друга сравниваемые группы (Ким и др., 1989). По первой дискриминантной функции существеннее различия, связан-

Морфологические признаки видов *D. maculata* и *D. hebridensis* в Печоро-Илычском заповеднике

Признак	<i>Dactylorhiza maculata</i>		<i>Dactylorhiza hebridensis</i>		Коэффициент Стьюдента
	M±m	min-max	M±m	min-max	
ВР, см	33.6±0.3	17.5-63.2	32.7±0.3	19.9-54.5	1.97*
ВС, см	5.3±0.1	2.3-13.6	4.4±0.1	2.0-11.0	7.98*
ЧЛ, шт.	2.8±0.04	2-7	3.1±0.04	2-6	4.75*
Д1Л, см	8.1±0.1	3.2-15.5	6.8±0.1	3.0-11.8	8.82*
Ш1Л, см	1.5±0.02	0.5-3.7	1.8±0.02	0.9-3.1	8.77*
Д1Ш, см	4.8±0.1	1.3-11.0	4.2±0.1	1.3-8.0	6.22*
Д2Л, см	9.4±0.1	4.6-20.4	8.8±0.1	5.2-13.5	4.26*
Ш2Л, см	1.2±0.02	0.2-3.1	1.6±0.02	0.6-3.1	9.48*
Д2Ш, см	4.7±0.1	0.7-12.5	5.1±0.1	1.5-9.5	3.72*
ЧЦ, шт.	17.0±0.3	6-41	16.8±0.3	6-48	0.52
ЧЦ/ВС	3.3±0.1	1.3-6.9	3.8±0.1	2.0-8.2	7.59*
Д1Л/Ш1Л	6.1±0.1	1.8-17.6	4.0±0.1	1.9-9.1	13.50*
Д2Л/Ш2Л	8.7±0.2	2.6-33.3	4.2±0.2	0.2-13.1	18.13*
Д1Ш/Д1Л	0.6±0.01	0.2-1.0	0.6±0.01	0.4-0.8	3.15*
Д2Ш/Д2Л	0.4±0.01	0.05-1.5	0.5±0.01	0.1-1.5	5.79*
ДГ, мм	8.9±0.04	6.4-12.4	7.8±0.04	5.5-10.5	16.19*
ДВЛ, мм	8.7±0.04	5.7-12.4	7.5±0.04	5.1-10.2	17.08*
ДНЛ, мм	9.4±0.1	6.7-13.0	8.1±0.05	5.7-10.8	18.20*
ДШп, мм	6.5±0.1	2.9-10.8	5.0±0.1	2.9-7.8	19.52*
ШШп, мм	1.8±0.02	0.9-2.9	1.4±0.02	0.6-2.9	19.96*
ДПр, мм	13.1±0.1	5.3-25.0	10.3±0.1	5.3-16.9	15.08*
ДБ, мм	7.6±0.04	4.9-11.1	6.7±0.04	4.5-9.4	14.31*
ДО, мм	6.0±0.04	3.9-9.9	5.1±0.04	3.0-8.0	13.72*
ШБ, мм	3.5±0.03	1.6-5.4	2.9±0.03	1.6-4.4	13.56*
ШГ, мм	10.4±0.1	5.9-14.4	9.1±0.1	6.0-12.3	13.19*
ДД, мм	3.1±0.1	0.9-6.6	3.0±0.1	0.1-8.2	1.36
ДЗ, мм	9.0±0.1	5.9-16.1	6.9±0.1	4.8-10.0	21.55*
ДГ/ДШп	1.3±0.01	0.8-2.4	1.5±0.01	0.9-2.5	8.97*
ДГ/ДВЛ	1.0±0.01	0.7-1.4	1.0±0.01	0.7-1.3	2.32*
ДНЛ/ДВЛ	1.0±0.01	0.3-1.3	1.0±0.01	0.3-1.5	2.03*
ДГ/ШГ	0.9±0.01	0.6-1.3	0.8±0.01	0.5-1.3	2.19*
ДД/ДГ	0.3±0.01	0.1-0.8	0.3±0.01	0.01-1.0	0.25
ИГ	1.4±0.01	1.1-2.3	1.4±0.01	1.0-2.3	2.54*
Пятнистость листьев, %	79.7	46.7-100	62.5	17.5-100	

ные с такими признаками, как ширина первого листа, высота соцветия, размеры шпорца и длина второго листа. По второй дискриминантной функции максимальный вклад вносят длина верхнего лепестка, прицветника и высота растения, по третьей – число листьев.

Эти два вида отличаются и по фитоценотической приуроченности. *D. maculata* в заповеднике приурочен исключительно к осоково-сфагновым болотам с сосной, с кислыми почвами (рН = 4.6-6.4). *D. hebridensis* – более пластичный вид, произрастает в самых различных местообитаниях, в речных долинах на разнотравных лугах, по бечевникам, береговым склонам, в лесах, редко – на болотах, предпочитает щелочные богатые почвы.

Таким образом, на территории заповедника встречаются два вида комплекса *Dactylorhiza maculata* s. l.: *D. maculata* и *D. hebridensis*. Растения *D. maculata* отличаются более длинными и узкими листьями, меньшим их количеством, длинным и расставленным соцветием, крупными цветками. Пятна на листьях у *D. maculata* чаще округлые, у *D. hebridensis* – поперечно вытянутые.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ-Урал 04-04-96033.

ЛИТЕРАТУРА

Аверьянов Л.В. О внутривидовой структуре таксона *Dactylorhiza maculata* s. l. (Orchidaceae) // Ботан. журн., 1979. Т. 64, № 4. С. 572-582.

Аверьянов Л.В. *Dactylorhiza maculata* s. l. (Orchidaceae) на территории СССР // Ботан. журн., 1982. Т. 67, № 3. С. 303-311.

Аверьянов Л.В., Аверьянова Е.Л., Лавренко А.Н. Кариосистематическая характеристика орхидей (Orchidaceae) Печоро-Илычского заповедника // Ботан. журн., 1982. Т. 67, № 7. С. 945-951.

Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М., 1984. 424 с.

Иванова Е.В. Сем. Orchidaceae Juss. – Ятрышниковые, или Орхидные // Флора Сибири. Araceae-Orchidaceae. Новосибирск, 1987. С. 125-145.

Филиппов Е.Г. Внутривидовая изменчивость и экология видов рода *Dactylorhiza* ex Nevski (сем. Orchidaceae) на Урале: Автореф. дис... канд. биол. наук. Екатеринбург, 1997. 24 с.

Филиппов Е.Г. Таксономический состав комплекса *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo S. L. на Урале // Экология и акклиматизация растений: Сб. статей. Екатеринбург, 1998. С. 67-87.

Baumann H., Kinkele S. Die Orchideen Europas. Stuttgart: Franckh, 1988. 192 s.

Fuller F. Die Gattungen Orchis und *Dactylorhiza* // Orchideen Mitteleuropas. 3. Teil. 3. Aufl. Wittenberg-Lutherstadt: A. Ziemsen Verlag, 1983. 132 s.

Gathoe J.L., Tyteca D. Etude biostatistique des *Dactylorhiza* (Orchidaceae) de Belgique et des territoires voisins // Bull. Jard. bot. nat. Belg., 1987. V. 57. №. 34. P. 389-424.

Pedersen H. A. Species concept and guidelines for infraspecific taxonomic ranking in *Dactylorhiza* (Orchidaceae) // Nordic Journal of Botany, 1998. № 18. P. 289-310.

Soo R. *Dactylorhiza* Necker ex Nevski in Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M., Webb D.A. // Flora Europaea. Vol. 5. Cambridge, 1980. P. 333-337.

Sundermann H. Europäische und mediterrane Orchideen. Hildesheim: Schmersow, 1975. 243 s.

ИЗМЕНЕНИЕ ЦЕНОТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИХЕНОСИНУЗИЙ ПЯТНИСТЫХ КУСТАРНИЧКОВЫХ ТУНДР ХРЕБТА ОЧЕНЫРД (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ) ВДОЛЬ ВЫСОТНОГО ГРАДИЕНТА

С.Н. Плюснин

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: plusnin@ib.komisc.ru

Одна из основных задач экологии лишайников – изучение стадий и направлений формирования лишайносинузий, выяснение роли в этом процессе внешних абиотических факторов и взаимодействий между компонентами фитоценозов. Горные тундры очень удобны и интересны для проведения таких исследований, поскольку представляют собой крайне динамичную и пространственно-гетерогенную систему, составленную каменистыми россыпями, пятнами открытого минерального грунта и разнообразными растительными

ми сообществами. В динамике растительного покрова горных тундр важную роль играют экзогенные факторы – водная и ветровая эрозия, криогенные процессы, колебания микроклимата. Специфичной чертой пространственного распределения фитоценозов здесь является выраженная высотная зональность.

Исследования пространственной структуры лишайникового покрова на Полярном Урале берут свое начало еще в 30-е гг. XX в., когда В.Н. Андреев с коллегами (1935) проводили инвентаризацию оленьих пастбищ на этой территории. В настоящее время изучением структурно-функциональной организации и динамики напочвенных лишайно-синузий горных тундр Урала занимается М.А. Магомедова (1979, 1984, 2002) из Института экологии растений и животных УрО РАН (Екатеринбург). Наша работа, посвященная анализу изменчивости ценотических характеристик напочвенных лишайносинузий горных тундр хребта Оченырда, касается того же круга проблем.

В августе 2004 г. тундровым экологическим отрядом Института биологии Коми НЦ УрО РАН были проведены флористические и геоботанические исследования хребта Оченырда в окрестностях озер Очеты (68°08' с.ш., 65°48' в.д.) и Сидиямбото (68°07' с.ш., 65°53' в.д.). В число задач этого комплексного исследования входило изучение различных аспектов экологии горно-тундровых лишайников: выявление местной лишайнофлоры, определение экологической приуроченности лишайников, видового состава и пространственной структуры лишайносинузий преобладающего типа растительности – пятнистых кустарничковых тундр, анализ изменения структуры напочвенных лишайносинузий вдоль высотного градиента.

Материалы были собраны в ходе проведения геоботанических описаний и флористических маршрутов. За период исследований в горно-тундровом поясе, подпоясе кустарничковых тундр (на высоте 270-400 м над ур. моря) было сделано десять полных (когда выявляли видовой состав и оценивали обилие всех групп растений) и 40 кратких (когда полный видовой состав определяли только для лишайников, а из мохообразных и сосудистых растений указывались лишь доминанты и субдоминанты) геоботанических описаний. Размер пробных площадок – 5×5 м. В качестве характеристики обилия видов использовали проективное покрытие. По результатам проведения серии описаний для каждого вида оценивали постоянство присутствия в сообществе (долю описаний, в которых вид был отмечен) и среднее проективное покрытие. В качестве характеристик лишайносинузий указывали общее проективное покрытие лишайников и видовую насыщенность (число видов на пробной площадке).

В целом на обследованной территории хребта Оченырда обнаружено 129 видов макролишайников. Список лишайников пятнистых кустарничковых тундр насчитывает 76 видов. Число видов в описаниях варьирует от 26 до 42. Наибольшим разнообразием в парциальной флоре кустарничковых тундр представлены семейства *Parmeliaceae* (24 вида), *Cladoniaceae* (20), *Peltigeraceae* (9), *Stereocaulaceae* (8), *Umbilicariaceae* (4). Максимальное число видов отмечено для родов *Cladonia* (20), *Stereocaulon* (8), *Peltigera* (7), *Cetraria* (6), *Umbilicaria* и *Melanelia* (по 4). Доли кустистых (37) и листоватых (36) лишайников почти одинаковы. Отмечено три чешуйчатых лишайника – *Pannaria pezizoides*, *Psoroma hypnorum*, *Stereocaulon condensatum*. Преобладание арктоальпийской фракции над другими географическими элементами выражено сильнее, чем во флоре в целом. Обнаружено 33 аркто-альпийских вида, 14 монтанных, 12 бореальных, десять мультizonальных, семь гипоаркто-монтанных. Среди субстратных групп подавляющее большинство составляют эпигейные лишайники (56 видов). Также отмечены 19 эпилитов и всего один эпифит – *Hypogymnia physodes*. Среди репродуктивных групп баланс смещен в сторону видов, размножающихся путем фрагментации таллома (39 видов); меньше лишайников, размножающихся с помощью аскоспор (31), и совсем немного представителей (шесть), использующих для воспроизводства соредии – это *Cladonia chlorophaea*, *C. cornuta*, *C. cyanipes*, *H. physodes*, *Stereocaulon symphycheilum*, *S. vesuvianum*.

Проективное покрытие лишайников в напочвенном покрове горных кустарничковых тундр варьирует от 10 до 50%. В лишайносинузиях доминируют представители семейств кладониевых и пармелиевых. Наибольшим проективным покрытием обладают следующие виды: *Cladonia uncialis* – до 35%, обычно – 5-10; *Sphaerophorus globosus* – до

25, обычно – 3-5; *Flavocetraria nivalis* – до 15, обычно – 3-5; *Cladonia arbuscula* – до 10, обычно – 2-3; *Arctoparmelia centrifuga*, *Asachinea chrysantha*, *Cetraria nigricans* – до 10, обычно – 1%.

При продвижении вдоль высотного градиента структура фитоценозов кустарничковых тундр претерпевает ясно выраженные изменения, сопровождаемые преобразованиями в структуре напочвенных лишеносинузий. На высоте 270-300 м над ур. моря развиваются травяно-кустарничково-моховые тундры. Здесь в напочвенном покрове доминирующая роль принадлежит зеленым (*Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*) и политриховым (*Polytrichum commune*, *P. juniperinum*) мхам. Проективное покрытие лишайников не превышает 15%. В травяно-кустарничковом ярусе кустарнички преобладают, но травянистые растения в проективном покрытии могут достигать 10-15%. Из них наиболее обычны морошка (*Rubus chamaemorus*), осоки (*Carex arctisibirica*, *Carex brunnescens*, *C. vaginata*) и злаки (*Avenella flexuosa*, *Festuca ovina*, *F. rubra*). Из кустарничков господствуют *Vaccinium vitis-idaea*, *V. uliginosum*, *Empetrum hermaphroditum*. В состав второго яруса входят также низкорослые *Betula nana* и *Salix glauca*. При продвижении на высоту 300-350 м кустарничково-моховые тундры сменяются кустарничково-мохово-лишайниковыми, где проективное покрытие лишайников увеличивается до 25-40%. В составе мохового покрова возрастает обилие *Aulacomnium turgidum*, а покрытие политриховых и дикарных мхов снижается. Сильно разреживается травянистый ярус, а из кустарничков на ведущие роли выходят *Acrtous alpina*, *Dryas octopetala*, *Salix nummularia*. По-прежнему велико обилие водяники. Карликовая березка пропадает. На высоте 350-400 м формируются кустарничково-лишайниковые тундры. Здесь лишайники выходят на лидирующие позиции в напочвенном ярусе, достигая в проективном покрытии 35-50%. Травянистые растения пропадают, за исключением овсяницы овечьей. Кустарничковый ярус разреживается.

В лишайниковом покрове, наряду с увеличением общего проективного покрытия по мере продвижения вдоль высотного градиента, происходит рост видового разнообразия и изменчивости структуры лишеносинузий. Если на высоте 270-300 м над ур. моря в кустарничковых тундрах встречается 43 вида лишайников, то на высоте 300-350 м их число возрастает до 53, а на уровне 350-400 м – до 62. На протяжении всего подпоояса кустарничковых тундр насыщенность лишеносинузий остается на уровне 32-34 видов. Однако диапазон варьирования видовой насыщенности расширяется: в нижней части подпоояса стандартное отклонение этого показателя составляет 2.1, в средней – 5.6, в верхней – 7.8.

На протяжении кустарничкового подпоояса изменяется соотношение географических и экологических групп лишайников. Причем некоторые группы лишайников увеличивают свое разнообразие постепенно вдоль высотного градиента, другие же – резко, на границе между травяно-кустарничково-моховыми и кустарничково-мохово-лишайниковыми тундрами. Так, среди географических элементов для аркто-монтанных лишайников характерно увеличение видового разнообразия на 20% на каждые 50 м, тогда как группа монтанных видов повышает свое богатство на 67% при переходе от нижней к средней части подпоояса кустарничковых тундр. В верхней части подпоояса разнообразие этой группы остается неизменным. Поскольку разнообразие бореальных, гипоаркто-монтанных и мультizonальных видов одинаково на протяжении всего подпоояса, то богатство аркто-монтанного и монтанного элементов увеличивается, процент первых трех групп – уменьшается.

Среди жизненных форм кустистые лишайники наращивают свое разнообразие равномерно (по 15-20% на каждые 50 м), а у листоватых лишайников большая часть прироста видового разнообразия (45%) приходится на границу между кустарничково-моховыми и кустарничково-мохово-лишайниковыми тундрами. Отношение числа эпигейдов к разнообразию эпифитов снижается по мере продвижения вверх с 1.3 до 1.1.

Среди субстратных групп равномерное нарастание разнообразия свойственно эпигейным лишайникам (10-15 %), а эпилитам – двухкратное увеличение на границе между нижней и средней частями подпоояса кустарничковых тундр. Отношение видового богатства эпигейдов к разнообразию эпилитов падает с 5 в травяно-кустарничково-моховых тундрах до 2.8 – в кустарничково-лишайниковых.

Обилие отдельных видов в горно-тундровых фитоценозах часто также изменяется вдоль высотного градиента. Для 29 видов характерно уменьшение проективного покрытия, а для 32 – его увеличение. Постоянство присутствия снижается у 28 видов, возрастает – у 26. Рост обилия по мере продвижения вверх типично для большинства стереокаулонов (пять видов из восьми) и умбиликарий (три из четырех); уменьшение – для пельтигер (пять из девяти). Среди бореальных видов преобладают лишайники, сокращающие свое обилие, а среди аркто-монтанных, гипоаркто-монтанных и монтанных – увеличивающие. Возрастание проективного покрытия и постоянства присутствия вдоль высотного градиента характерно для большинства эпилитов и лишайников, репродуцирующихся вегетативным путем (соредиями или фрагментами таллома).

Виды-доминанты в лишайносинузиях горных тундр по-разному меняют свое обилие вдоль высотного градиента. У *Cladonia amaurocraea* и *Flavocetraria nivalis* среднее проективное покрытие увеличивается равномерно на каждые 50 м в 1.2 и 2 раза соответственно. У *Cladonia arbuscula* и *Cl. uncialis* большая часть прироста обилия (в 4.5 и 6 раз соответственно) приходится на границу между травяно-кустарничково-моховыми и кустарничково-мохово-лишайниковыми тундрами; при продвижении в верхнюю часть подпояса среднее проективное покрытие этих видов возрастает в 1.3-2 раза. У *Arctoparmelia centrifuga* и *Cetraria nigricans* обилие остается неизменно низким в нижней и средней частях подпояса, но возрастает в 25-30 раз в верхней части, в результате чего эти виды завоевывают статус субдоминантов. У *Asachinea chrysantha* и *Sphaerophorus globosus* пик обилия приходится на кустарничково-мохово-лишайниковые тундры. В средней части подпояса кустарничковых тундр их среднее проективное покрытие в несколько раз превышает таковое в смежных частях.

Анализ сопряженности изменений проективного покрытия лишайников-доминантов в напочвенных лишайносинузиях горных тундр показал высокую степень корреляции между *Cladonia arbuscula* и *Cl. uncialis* (0.93), *Cetraria nigricans* и *Flavocetraria nivalis* (0.90), *Cl. amaurocraea* и *C. nigricans* (0.73), *Fl. nivalis* и *Cl. amaurocraea* (0.58). Таким образом, доминирующие лишайники разбиваются на две плеяды, взаимодействие которых и определяет в основном структуру лишайносинузий. Одну из них образуют *Cl. arbuscula* и *Cl. uncialis*, другую – *Cl. amaurocraea*, *C. nigricans* и *Fl. nivalis*.

В целом, конкурентные взаимоотношения между лишайниками начинают проявляться при достижении общего проективного покрытия ими 20 %. До этого, по мере увеличения общего обилия лишайников, видовая насыщенность лишайносинузий растет, достигая 35-45. Начиная с отметки общего проективного покрытия 30%, видовая насыщенность резко снижается, подходя к 23-32 видам при покрытии лишайников 50%. Уменьшение видовой насыщенности лишайносинузий при высоком общем проективном покрытии свидетельствует о вытеснении некоторых видов из сообществ со стороны наращивающих свое обилие доминантов.

ЛИТЕРАТУРА

- Андреев В.Н., Игошина К.Н., Лесков А.И. Оленьи пастбища и растительный покров Полярного Приуралья // Советское оленеводство, 1935. Вып. 5. С. 171-406.
- Магомедова М.А. Сукцессии сообществ литофильных лишайников в высокогорьях Северного Урала // Экология, 1979. № 3. С. 29-38.
- Магомедова М.А. Лишайниковый покров высокогорий Северного Урала // Растительные сообщества Урала и их антропогенная деградация. Свердловск, 1984. С. 91-101.
- Магомедова М.А. Напочвенные лишайники Полярного Урала и их кормовое значение для северного оленя // Научный вестник. Вып. 10. Биологические ресурсы Полярного Урала. Салехард, 2002. С. 90-96.

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ В МАЛЫХ ДОЗАХ У МУТАНТОВ ДРОЗОФИЛЫ ПО РАСПОЗНАВАНИЮ И РЕПАРАЦИИ ПОВРЕЖДЕНИЙ ДНК

Е.Н. Плюснина, А.А. Москалев*

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: kateplus@mail.ru

* Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: amoskalev@ib.komisc.ru

В последние десятилетия в результате крупных техногенных аварий, деятельности различных промышленных предприятий и испытаний ядерного оружия биосфера оказалась подвержена воздействию хронического облучения ионизирующей радиации в малых дозах. Поэтому проблема действия ионизирующей радиации на живые организмы стоит особенно остро.

Для установления механизмов комплексного влияния этого фактора необходимо исследовать динамику такого интегрального показателя, как продолжительность жизни. Он зависит от многих факторов, включая как особенности протекания клеточных процессов, экспрессии тех или иных генов, так и действие мутагенных факторов (Гаврилов, Гаврилова, 1991). Важное значение, в частности, имеет система распознавания и репарации повреждений ДНК.

Цель данной работы – изучение реакции продолжительность жизни линии дикого типа *Canton-S* и мутантов по генам распознавания и репарации повреждений ДНК на хроническое облучение в малых дозах.

Материалы и методы

Линии *Drosophila melanogaster*. В работе использованы линии дикого типа *Canton-S* – линии с мутациями по генам распознавания и репарации повреждений ДНК. Самки линии *y¹mei-9^a l(1)ESHS26¹mei-41^{D5}/FM7c* (далее *mei-9^amei-41^{D5}/FM7*) несут мутации гомолога протеинкиназы ATR, ответственной за распознавание повреждения ДНК (*mei-41*) и гомолога гена белка эксцизионной репарации XPF (*mei-9*). Для оценки вклада генетического окружения в исследуемый признак изучали реакцию у всех вариантов расщепления, включая самцов *FM7* и самок *FM7/FM7*, которые несут вместо исследуемых генов только балансерные хромосомы. Линии *w⁻, mei-41^{D5}/Basc; cn¹, bw1* (далее *mei-41^{D5}/+*) и *w, mei-41^{D5}/w, mei-41^{D5}* (далее *mei-41^{D5}/mei-41^{D5}*) являются, соответственно, гетеро- и гомозиготами по гомологу ATR. Линии *mei-9^a, sw²⁰⁻¹⁴/FM7c, ct^S* (далее *mei-9^a/+*) и *w¹, mei-9^{A1}/w¹, mei-9^{A1}* (далее *mei-9^{A1}/mei-9^{A1}*) несут мутации белка гомолога XPF в гетеро- и гомозиготе соответственно. Линии *w¹¹¹⁸; p53^{E4}/TM3, Actin-GFP, Ser¹* (далее *p53^{E4}*) и *w¹¹¹⁸; p53^{E8}/TM3, Actin-GFP, Ser¹* (далее *p53^{E8}*) несут в гетерозиготе мутантные аллели дрозофилиного гомолога p53, транскрипционного фактора, запускающего в ответ на повреждение ДНК репарацию и апоптоз.

Условия эксперимента. Дрозофил облучали от гамма-источника с Ra^{226} в дозе 60 сГр за поколение (от стадии яйца до вылета имаго, 14 суток). Животных содержали в стандартных условиях (25 °C и 12-часовой режим освещения).

Оценка продолжительности жизни. Подсчет числа умерших мух проводился ежедневно. Один раз в неделю живых мух перебрасывали на свежую среду.

Статистическая оценка продолжительности жизни. Установлено, что распределение продолжительности жизни не подчиняется нормальному закону. Ненормальность распределения исключает использование параметрических критериев, поэтому для оценки достоверности различий по продолжительности жизни в опыте и контроле применяли непараметрические критерии: Гехана-Беслоу-Вилкоксона (для оценки различий медианной ПЖ) и Колмогорова-Смирнова. Дополнительно оценивали и другие характеристики продолжительности жизни: минимальную, максимальную продолжительность жизни популяции (смертность 100% всех особей) и время 90%-ной гибели. Для обработки полученных результатов были использованы программы Winmodest и Statistica 6.0.

Результаты и обсуждение

В результате эксперимента были получены следующие данные (см. таблицу). Было обнаружено, что у линии дикого типа *Canton-S* увеличивается продолжительность жизни после воздействия хронического облучения как у самцов (на 11-27%), так и у самок (10%). В то же время у мутантов по генам *mei-41*, *mei-9* и *p53* во всех вариантах эксперимента после облучения снижалась продолжительность жизни. Это связано с их высокой

Влияние облучения на продолжительность жизни линии дикого типа *Canton-S* и линий с нарушением сенсирования повреждения ДНК

Линия	M	$\bar{X} \pm \Delta m$	90%	min	max	MRDT	α	R	N
<i>Canton-S</i> самцы (контроль)	39.0	35.6±0.6	48	4	60	3.3	0.11	0.001	299
<i>Canton-S</i> самцы (обл. 60 сГр) * 1	44.0*	44.2±1.2	63	14	65	3.4	0.09	0.001	133
<i>Canton-S</i> самцы (обл. 60 сГр) * 2	54.0	52.8±0.9	69	13	83	3.4	0.08	0.001	267
<i>Canton-S</i> самки (контроль)	54.0	51.5±0.8	64	16	75	3.3	0.10	0.0004	268
<i>Canton-S</i> самки (обл. 60 сГр) *	60.0*	53.9±0.8	69	5	75	3.2	0.10	0.0002	248
<i>mei-9^a mei-41^{D5}/FM7</i> самки (контроль) 1	80.0	76.4±0.9	89	15	95	3.3	0.12	0.000	200
<i>mei-9^a mei-41^{D5}/FM7</i> самки (контроль) 2	72.0	68.6±0.8	80	8	90	3.4	0.09	0.0001	324
<i>mei-9^a mei-41^{D5}/FM7</i> самки (контроль) 3	77.0	69.6±1.3	80	6	88	3.8	0.07	0.0005	254
<i>mei-9^a mei-41^{D5}/FM7</i> самки (обл. 6 сГр)*	68.0*	60.7±0.9	78	5	88	3.6	0.08	0.0003	390
<i>mei-9^a mei-41^{D5}/FM7</i> самки (обл. 60 сГр)* 1	72.0*	66.7±1.1	86	20	95	3.7	0.08	0.0003	244
<i>mei-9^a mei-41^{D5}/FM7</i> самки (обл. 60 сГр)* 2	71.0**	65.9±0.8	75	5	90	3.4	0.09	0.0001	358
<i>mei-9^a mei-41^{D5}/FM7</i> самки (обл. 60 сГр)** 3	70.0	64.8±1.5	72	5	86	3.7	0.06	0.001	179
<i>FM7</i> самцы (контроль)	31.0	29.1±1.4	46	3	56	3.5	0.08	0.005	57
<i>FM7</i> самцы (обл. 6 сГр)*	39.0*	36.7±1.1	65	5	64	3.9	0.07	0.003	157
<i>FM7</i> самцы (обл. 60 сГр) 1	38.0	33.8±1.3	51	4	65	3.5	0.07	0.005	123
<i>FM7</i> самцы (обл. 60 сГр) 2	33.0*	34.5±0.6	47	8	64	3.4	0.09	0.003	300
<i>FM7 / FM7</i> самки (контроль)	30.0	28.4±1.3	44	4	54	3.7	0.07	0.007	96
<i>FM7 / FM7</i> самки (обл. 60 сГр) **	21.0	24.7±1.4	44	2	51	4.3	0.05	0.013	96
<i>mei-41^{D5}</i> самцы (контроль)	49.0	50.3±0.9	71	8	78	3.3	0.08	0.001	177
<i>mei-41^{D5}</i> самцы (обл. 60 сГр) *	43.0*	42.1±0.9	60	3	85	3.5	0.07	0.003	212
<i>mei-41^{D5}/+</i> самки (контроль)	45.0	45.1±1.5	71	10	79	4.3	0.05	0.003	131
<i>mei-41^{D5}/+</i> самки (обл. 6 сГр)	40.0*	41.6±0.9	69	5	87	3.9	0.06	0.004	274
<i>mei-41^{D5}/+</i> самки (обл. 60 сГр)	43.0	39.9±1.0	57	8	70	3.4	0.08	0.002	183
<i>mei-41^{D5}/mei-41^{D5}</i> самки (контроль)	36.0	33.8±1.2	50	6	64	3.8	0.07	0.005	144
<i>mei-41^{D5}/mei-41^{D5}</i> самки (обл. 60 сГр)*	29.0*	28.1±1.5	50	4	61	3.9	0.05	0.012	117
<i>mei-9^{A1}</i> самцы (контроль)	42.0	44.0±1.3	61	7	67	3.8	0.07	0.002	148
<i>mei-9^{A1}</i> самцы (обл) *	28.0*	29.2±1.7	51	3	62	3.8	0.04	0.012	100
<i>mei-9^{A1}/mei-9^{A1}</i> самки (контроль)	47.0	45.9±1.1	67	7	74	3.5	0.07	0.002	232
<i>mei-9^{A1}/mei-9^{A1}</i> самки (обл) *	30.0*	29.6±1.3	51	2	64	3.9	0.05	0.011	155
<i>mei-9^a</i> самцы (контроль)	21.0	20.7±1.0	28	4	35	2.9	0.14	0.005	59
<i>mei-9^a</i> самцы (обл) *	16.0**	17.6±1.2	25	3	51	3.5	0.06	0.024	54
<i>mei-9^a/+</i> самки (контроль)	47.0	44.8±0.9	61	4	67	3.3	0.09	0.001	233
<i>mei-9^a/+</i> самки (обл) *	38.0*	36.6±0.8	51	10	64	3.3	0.08	0.003	225
<i>p53^{E4}</i> самцы (контроль)	30.0	31.3±0.7	47	4	64	3.8	0.07	0.005	246
<i>p53^{E4}</i> самцы (обл. 60 сГр) *	26.0**	28.6±0.7	46	4	68	3.6	0.06	0.009	254
<i>p53^{E4}</i> самки (контроль)	54.0	48.8±1.4	69	5	83	3.6	0.07	0.001	268
<i>p53^{E4}</i> самки (обл. 60 сГр)*	49.0**	46.9±0.9	66	4	75	3.5	0.07	0.001	282
<i>p53^{E8}</i> самцы (контроль)	29.5	29.6±0.8	48	4	65	3.6	0.06	0.008	267
<i>p53^{E8}</i> самцы (обл. 60 сГр)	30.0	28.7±0.7	46	4	58	3.3	0.07	0.006	276
<i>p53^{E8}</i> самки (контроль)	46.0	40.4±1.5	58	5	65	3.6	0.08	0.002	243
<i>p53^{E8}</i> самки (обл. 60 сГр) *	40.0*	35.8±1.0	54	4	61	3.6	0.08	0.003	264

* Отличия с контролем достоверны при $p < 0.001$.

** Отличия с контролем достоверны при $p < 0.05$ (в первом столбце – по критерию Колмогорова-Смирнова, во втором – по критерию Гехана-Бреслоу-Вилкоксона).

Примечание. M – медианная продолжительность жизни (сут); $\bar{X} \pm \Delta m$ – средняя продолжительность жизни и ошибка среднего; 90% – время 90%-ной гибели; min и max – минимальная и максимальная продолжительность жизни в выборке; N – количество особей в выборке; 1, 2 – повторности.

чувствительностью к повреждающим факторам вследствие нарушения функционирования систем распознавания и репарации повреждений ДНК.

Кроме этого были обнаружены и другие интересные факты. Так, несмотря на то, что у большинства исследованных линий продолжительность жизни самцов меньше, чем у самок (как у линии дикого типа, так и у мутантов), у линий с мутациями гена *mei-41* самцы-гемизиготы живут дольше самок (на 8% дольше самок-гетерозигот и 26.5% – самок-гомозигот). По сравнению с самцами линии дикого типа самцы *mei-41* живут дольше (на 26%), а самки меньше (на 17-33%). Возможно, это связано с плодовитостью, которая значительно снижена у линии *mei-41*. Интересно отметить, что М.В. Шапошниковым и нами раньше отмечались уменьшение продолжительности жизни неплодовитых самок и ее увеличение у неплодовитых самцов.

У самок линии *y¹mei-9^{al}(1)ESHS26¹mei-41^{D5}/FM7c* наблюдали необычно высокую продолжительность жизни – на 32.5% больше, чем у самок линии дикого типа. В то же время самцы и самки с тем же генотипом, за исключением хромосомы *y¹mei-9^{al}(1)-ESHS26¹mei-41^{D5}* (самки *FM7c/FM7c* и самцы *FM7c*), живут в два раза меньше. Нами показано, что отдельно мутации по генам *mei-9* и *mei-41* не приводят к такому увеличению длительности жизни. Однако нельзя однозначно утверждать, что оно связано именно с одновременным присутствием *mei-9* и *mei-41*. Есть вероятность, что наблюдаемое увеличение обусловлено присутствующей в гетерозиготе рецессивной леталью *ESHS26¹*, что требует дальнейшей проверки.

ЛИТЕРАТУРА

Гаврилов Л.А., Гаврилова Н.С. Биология продолжительности жизни. М.: Наука, 1991. 280 с.

ХРОНОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ОБЫКНОВЕННОЙ БУРОЗУБКИ (*SOREX ARANEUS* L.) СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ВЫЧЕГДА

Е.А. Порошин

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: poroshin2002@yandex.ru

Многие популярные классификации изменчивости млекопитающих под хронографической изменчивостью понимают как годовую, так и сезонную изменчивость (Яблоков, 1966; Майр, 1974; Шварц, 1977). Это абсолютно правильно, если исходить из смысла названия, и также справедливо для долгоживущих животных при изучении признаков, циклически изменяющихся в течение года, например, вес рогов оленя. Однако с методической точки зрения, рассматривая сезонную изменчивость какого-либо признака животного-эфемера, мы фактически рассматриваем его возрастную изменчивость. Напротив, изучая, какое значение принимает признак в определенный месяц (или сезон) у одной и той же возрастной группы на протяжении нескольких лет, мы прослеживаем хронографическую изменчивость мелких млекопитающих. По-видимому, классификация явлений изменчивости во времени еще недостаточно разработана, и связано это в первую очередь с тем, что время не может быть фактором изменчивости само по себе. Действительным фактором изменения мелких млекопитающих в течение одного года является изменение физиологического состояния особей, их взросление. Межгодовые различия зверьков одной возрастной группы зависят именно от особенностей года, в котором они родились. Это могут быть как климатические условия: температура в разные сезоны года, влажность, глубина снежного покрова, количество осадков, солнечная активность, так и биотические факторы: численность популяции, состояние кормовой базы, пресс хищников и паразитов, а также те факторы, о которых мы можем и не подозревать (Васильев, Васильева, Большаков, 2000; Васильев, Фалеев, Галактионов и др., 2003). Сказать, по какой причине тот или иной признак обладает хронографической (годовой) изменчивостью, довольно трудно.

Хронографическая изменчивость отдельных признаков

Подробное изучение годовых различий в морфологии мелких млекопитающих проводилось довольно редко. Чаще всего авторы просто фиксировали наличие или отсутствие разницы в средних значениях или показателях изменчивости между двумя или несколькими годами отлова (Фатеев, 1962; Яблоков, 1966). Однако для выяснения истинной величины годовой изменчивости необходимо рассматривать максимально однородные выборки. Для того, чтобы определить, действительно ли бурозубки разных лет отлова отличаются по морфологии, нами были взяты выборки, пойманные в наиболее сходных условиях на протяжении двух смежных лет. Это сеголетки равнинного и предгорного районов Печоро-Илычского заповедника. Данная возрастная группа развивается именно в тот год, в котором были произведены отловы и поэтому, по нашему мнению, исследовать годовые различия удобнее именно на ней. Тем более что самое сильное влияние на развитие организма со стороны окружающей среды происходит в период взросления (Шварц, 1963), т.е. для бурозубок в первые 1-1.5 месяца жизни. В обеих географических точках бурозубки были пойманы в ельнике зеленомошном в 2001 и 2002 гг. с середины июля по вторую декаду августа. У каждой особи измерялись стандартные экстерьерные промеры (вес, длина тела, хвоста и ступни) и 27 краниометрических промеров. Достоверные половые различия по отдельным признакам не выявлены, поэтому данные по самцам и самкам объединены для получения репрезентативной выборки. С 2001 по 2002 г. и в том, и в другом районе происходило снижение численности после пика. Климатические условия районов изменяются от года в год одинаково, так как прямое расстояние между точками отлова относительно небольшое и составляет 90 км.

Сеголетки равнинного района достоверно различались по годам гораздо большим количеством признаков, чем предгорного – 17 против шести. Нет ни одного общего признака, который достоверно отличался по годам в обоих районах. Из 31 промера в период с 2001 по 2002 г. в равнинном районе увеличились 24, а в предгорном – только 17. Из достоверно различающихся признаков увеличились 14 и 4 соответственно. Таким образом, по большинству промеров бурозубки стали крупнее. Причем число таких промеров в равнинном районе значительно больше. Вероятно, при снижении численности бурозубок после пика кормовые условия улучшаются, так как снижается внутривидовая конкуренция за пищевые ресурсы, бурозубки становятся крупнее. В равнинном районе это более выражено, так как по нашим неопубликованным данным численность почвенных беспозвоночных там гораздо ниже. Это связано с почвенными и ландшафтными особенностями местообитания – ельник, в котором проводились отловы, окружен боровыми надпойменными террасами р. Печора с сухими бедными песчаными почвами. Ельник предгорного района, напротив, очень продуктивен, численность мелких беспозвоночных гораздо выше и дефицит кормовых ресурсов не так сильно сказывается на бурозубках даже во время пика численности. Следует отметить, что при сравнении изменчивости дисперсий признаков по годам достоверные различия были получены только в одном случае в равнинном районе (промер № 1, $F = 2.21$, $p = 0.0053$) и в двух случаях – в предгорном (промер № 1, $F = 4.42$, $p = 0.00003$ и промер № 18, $F = 2.66$, $p = 0.0067$), т.е. размах изменчивости признаков не меняется во времени, следовательно, не изменяется направление действия естественного отбора по ним (Яблоков, 1966).

Направление хронографической изменчивости

Полученные результаты говорят о том, что годовая изменчивость может иметь случайный характер, например, вследствие изменения генетического состава популяции после массовой гибели зверьков весной. С этой точки зрения наиболее важным представляется вопрос о том, возвращаются ли средние пропорции черепа в популяции обыкновенной бурозубки к исходной величине через некоторое число лет или морфологические различия постепенно накапливаются и увеличиваются. Проведенная ранее В.Н. Большаковым с соавторами работа (1996) показала, что в популяции обыкновенной бурозубки на р. Сакмара происходил возврат фенооблика к исходному году сравнения (с 1974 по 1978). Результаты были получены путем применения дискриминантного анализа, учитывающего большое количество отдельных морфологических признаков, что повышает достовер-

ность вывода. Подобная работа на более длительном временном промежутке (1972-1991 гг.) с использованием неметрических пороговых признаков – фенов, проведенная на рыжей полевке с той же территории (Васильев, Васильева, Большаков, 2000), показала, что ненаправленные колебания около популяционной средней в близкие года сопровождаются постепенным направленным трендом эпигенетической системы, что, возможно, связано с глобальными климатическими и техногенными изменениями. Сходный результат получили Р. Берри и М. Джекобсон в 1975 г. (Berry R.J., Jakobson M.E., 1975) для популяций домовых мыши.

В нашем распоряжении имелись данные по девяти годам с 1976 по 2003 г., собранные в районе среднего течения р. Вычегда. Дискриминантный анализ годовых различий 28 краниометрических признаков у сеголетков показал, что первые три дискриминантные канонические функции статистически значимы (I ДКФ – $\chi^2 = 265$, $p < 0.000001$; II ДКФ – $\chi^2 = 149$, $p = 0.000016$; III ДКФ – $\chi^2 = 95$, $p = 0.012$) и вместе ответственны за 81% объясненной дисперсии. Расположение центроидов выборок в пространстве трех функций отображает наибольшую удаленность начальных и конечных годов отлова, однако бурозубки 1986 г. выбиваются в группу последних лет, что несколько нарушает картину (рис. 1). Группы разделяет первая дискриминантная каноническая функция.

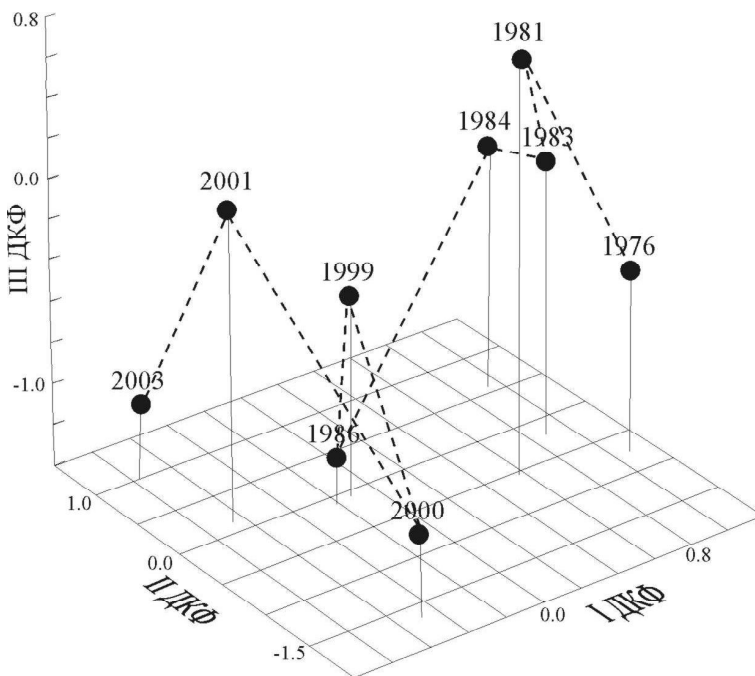


Рис. 1. Дискриминантный анализ хронографической изменчивости краниометрических признаков сеголетков обыкновенной бурозубки среднего течения р. Вычегда.

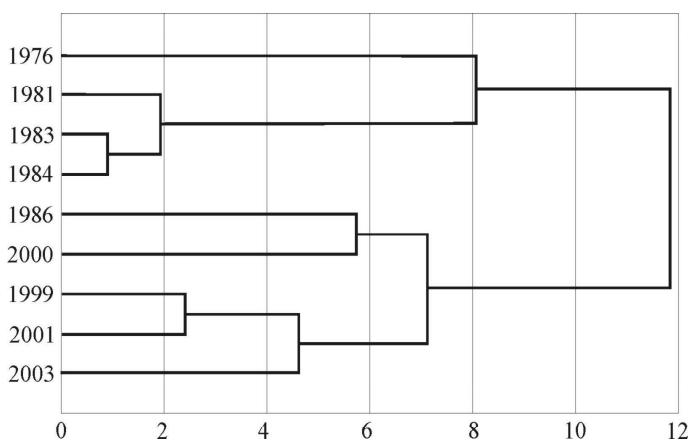


Рис. 2. Кластерный анализ (метод Варда) хронографической изменчивости краниометрических признаков сеголетков обыкновенной бурозубки среднего течения р. Вычегда.

Расположение центроидов выборок в пространстве трех функций отображает наибольшую удаленность начальных и конечных годов отлова, однако бурозубки 1986 г. выбиваются в группу последних лет, что несколько нарушает картину (рис. 1). Группы разделяет первая дискриминантная каноническая функция.

Кластерный анализ, выполненный на основании квадратов расстояний Махаланобиса методом Варда (рис. 2), выявил два кластера начальных и конечных лет отлова. Внутри кластеров года расположены довольно беспорядочно. Таким образом, мы выявили тенденцию постепенного расхождения морфологического облика популяции в течение большого промежутка времени, однако эта тенденция может нарушаться и бурозубки в значительно удаленные годы, оказываются морфологически очень сходными, как это случилось в 1986 г. Это говорит о том, что морфологический облик популяции очень устойчив и направленно изменяется довольно медленно, сохраняя возможность возвращения в исходное состояние.

ЛИТЕРАТУРА

Большаков В.Н., Васильев А.Г., Шарова Л.П. Фауна и популяционная экология землероек Урала (Mammalia, Soricidae). Екатеринбург, 1996. 268 с.

Васильев А.Г., Васильева И.А., Большаков В.Н. Эволюционно-экологический анализ устойчивости популяционной структуры вида (хроно-географический подход). Екатеринбург, 2000. 132 с.

- Васильев А.Г., Фалеев Ю.К., Галактионов Ю.К. и др. Реализация морфологического разнообразия в природных популяциях млекопитающих. Новосибирск, 2003. 232 с.
- Майр Э. Популяции, виды и эволюция. М.: Мир, 1974. 457 с.
- Фатеев К.Я. Изменчивость внутренних органов европейского крота (*Talpa europea*) // Зоол. журн., 1962. Т. 41. Вып. 11. С. 1700-1705.
- Шварц С.С. Внутривидовая изменчивость и видообразование. Эволюционный и генетический аспекты проблемы // Успехи современной териологии. М.: Наука, 1977. С. 279-290.
- Яблоков А.В. Изменчивость млекопитающих. М., 1966. 364 с.
- Berry R.J., Jakobson M.E. Ecological genetics of an island population of the house mouse (*Mus musculus*) // J. Zool. London, 1975. V. 175. P. 523-540.

ЗАПАСЫ ПОДСТИЛКИ ВО ВТОРИЧНЫХ ЛИСТВЕННЫХ, ЛИСТВЕННО-ХВОЙНЫХ И ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ

Т.А. Пристова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: pristova@ib.komisc.ru

Определение запасов лесной подстилки в лесных экосистемах необходимо при изучении биологического круговорота веществ, в котором ей принадлежит важная роль (Карпачевский, 1981; Богатырев, 1989).

Исследования проводились на Ляльском лесоэкологическом стационаре, расположенном в Княжпогостском районе Республики Коми. Определены запасы лесной подстилки в насаждениях различного типа и возраста: березняке злаковом-сфагновом, березняке мертвопокровном, лиственно-хвойном насаждении разнотравно-черничного типа, сосново-лиственном насаждении черничного типа и ельнике чернично-сфагновом. Запас подстилки учитывался путем отбора образцов подстилки металлическим шаблоном, площадью 879 см² в 20-кратной повторности. Цель работы состояла в оценке запасов подстилки в различных типах насаждений.

Исследуемые вторичные смешанные лиственно-хвойные насаждения возникли путем естественного возобновления на месте вырубki.

Установлено, что среди исследуемых насаждений наименьшим запасом подстилки отличается лиственно-хвойное насаждение разнотравно-черничного типа, которое характеризуется наиболее благоприятными условиями для разложения растительного опада. Максимальный показатель запаса лесных подстилок наблюдается в березняке мертвопокровном, где отмечается замедленный процесс разложения растительных остатков в связи с неблагоприятным для минерализации растительного опада водно-тепловым режимом.

Запасы лесной подстилки определяются рядом факторов: типом леса, составом и возрастом древостоя, качеством, скоростью и условиями разложения опада. Согласно нашим исследованиям в густом березняке мертвопокровном запас подстилки в 1.7 раза выше, чем в менее густом лиственно-хвойном насаждении разнотравно-черничного типа. Замедленный процесс разложения растительных остатков в густых мертвопокровных насаждениях связан с неблагоприятным для процессов разложения растительного опада водно-тепловым режимом (Егорова, 1968). На запасы подстилки влияет и состав древостоя. Так, согласно нашим исследованиям, запасы подстилки лиственно-хвойного насаждения на 38% ниже, чем в сосново-лиственном, несмотря на сходный возраст, происхождение, густоту и почвенные условия. Определяющим фактором в данном случае является превалирование участия сосны в составе древостоя.

Лесную подстилку обычно подразделяют на следующие подгоризонты:

A01 – малоразложившийся опад, в основном последнего года;

A02 – полуразложившиеся ферментативные растительные остатки с легко различимыми их частями;

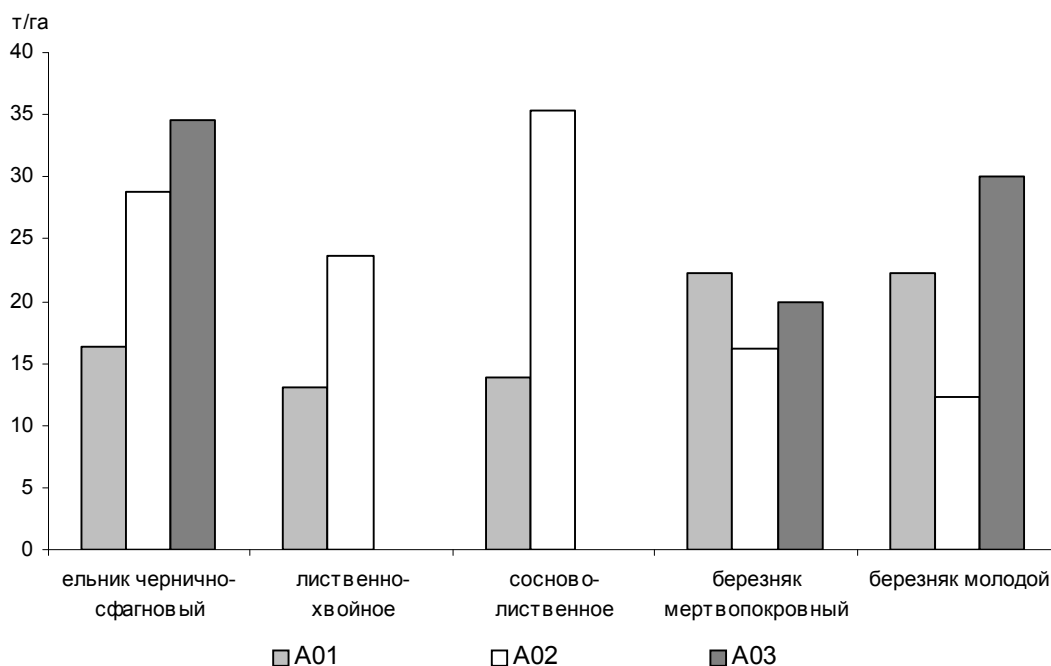


Рис. 1. Запасы подстилки лиственно-хвойного насаждения, т/га.

A03 – однородная темная масса без ясно различимых растительных остатков. Соотношение запасов этих слоев подстилки позволяет судить об условиях формирования подстилки в том или ином типе леса. Известно, что при быстром разложении подстилки может выделяться только подгоризонт A01, наличие подгоризонта A03 свидетельствует о медленном разложении подстилки (Фирсова, Павлова, 1983). Подгоризонты A01, A02 и A03 выделены нами в подстилке ельника, березняка мертвopoкpoвного и березовом молодняке (рис. 1). Следовательно, в этих насаждениях разложение подстилки происходит медленно. В подстилке лиственно-хвойного и сосново-лиственного насаждений выделено

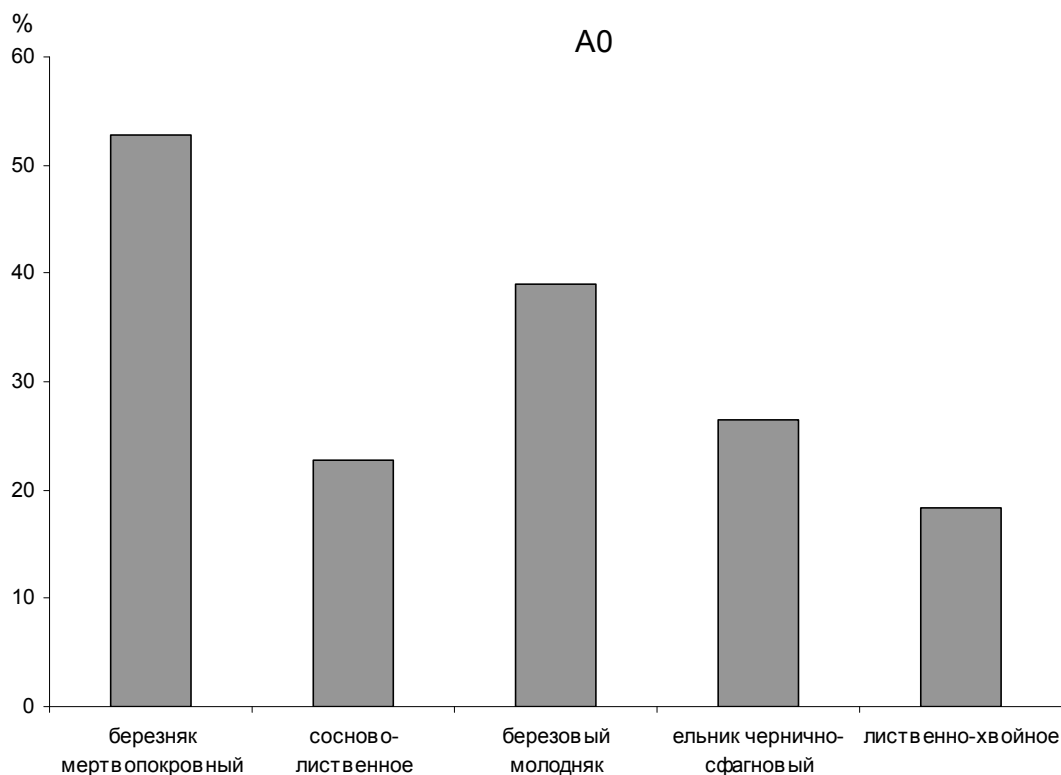


Рис. 2. Коэффициент вариации для показателей запасов подстилки, %.

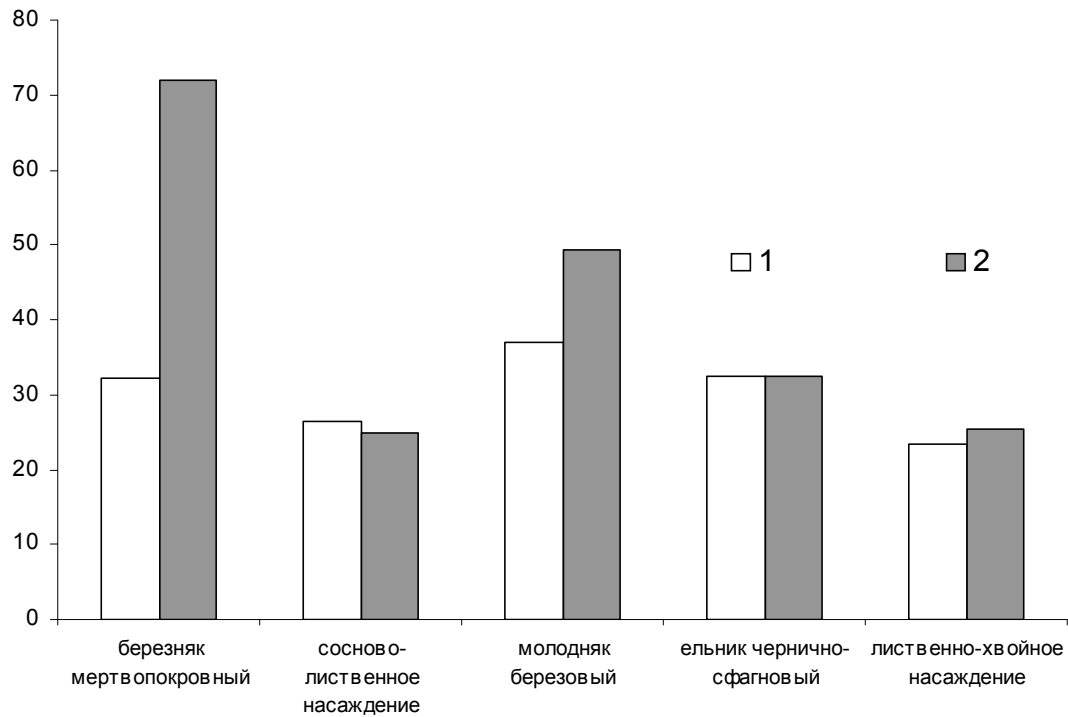


Рис. 3. Коэффициент вариации для показателей запасов подстилки верхнего (1) и нижнего (2) подгоризонтов подстилки.

два подгоризонта А01 и А02, что позволяет судить о средних по благоприятности условиях разложения подстилки.

Наибольшей массой среди исследуемых насаждений отличается верхний подгоризонт (А01) подстилки березового молодняка и березняка мертвопокровного. По соотношению горизонтов А01 к А02 и А03 ельник отличается превалированием нижних горизонтов подстилки.

Статистическое распределение запасов подстилки в пределах биогеоценоза отличается от нормального. Известно, что в пределах одного типа леса и одной парцеллы запасы подстилки значительно варьируют (Карпачевский, 1979). Поэтому для сравнения изменчивости запасов подстилки в различных типах леса был применен коэффициент вариации (V) ($n=20$). Значение этого коэффициента в березняке мертвопокровном и березовом молодняке наибольшее и составляет 53 и 39% соответственно (рис. 2). Во вторичном лиственно-хвойном насаждении запасы подстилки варьируют в наименьшей степени ($V = 18.4\%$). Коэффициент вариации запаса подстилки верхнего подгоризонта А01 в березовом молодняке, березняке мертвопокровном и лиственно-хвойном насаждении варьирует в меньшей степени, чем нижних (рис. 3). Выявлено, что запасы верхнего горизонта подстилок исследуемых типов леса варьируют в меньшей степени, чем нижних, коэффициент вариации не превышает 37%. Нижние горизонты подстилки варьируют в большей степени, значение коэффициента вариации достигает 72%.

Таким образом, наибольшие запасы подстилок характерны для березняка мертвопокровного, наименьшие – для лиственно-хвойного насаждения разнотравно-черничного типа. Полученные данные показывают, что максимальные запасы подстилок сосредоточены в нижних подгоризонтах А02 и А03. В основном масса нижних слоев органогенного горизонта в 2-3 раза выше, чем верхнего А01. Наибольшей вариабельностью отличаются запасы подстилки в березняке мертвопокровном и березовом молодняке.

ЛИТЕРАТУРА

- Богатырев Л.Г. Элементарные процессы в лесных подстилках // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение, 1989. № 4. С. 13-21.
- Егорова Н.В. Запасы, состав опада и подстилок в березово-еловых и еловых насаждениях Южной Карелии / Лес и почва. Красноярск, 1968. С. 268-275.

Карпачевский Л.О. Особенности распределения подстилки в некоторых лесах Подмосковья // Лесоведение, 1979. С. 99-102.

Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. М. : Наука, 1983. 168 с.

Фирсова В.П., Павлова Т.С. Почвенные условия и особенности биологического круговорота веществ в горных сосновых лесах. М.: Наука, 1983. 168 с.

ГНЕЗДОВАЯ БИОЛОГИЯ МУХОЛОВКИ-ПЕСТРУШКИ И БОЛЬШОЙ СИНИЦЫ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

А.В. Рыбкин

Пермский государственный университет

E-mail: alien@psu.ru

Цель работы – выявление особенностей размножения мухоловки-пеструшки (*Ficedula hypoleuca* (Pall.)) и большой синицы (*Parus major* L.) в городской среде обитания. Исследования проводились в г. Пермь в гнездовые сезоны 2003-2005 гг. на территории двух лесопарков, двух городских кладбищ и периферийного городского сада. Прослежена судьба 140 кладок мухоловки-пеструшки и 141 – большой синицы. В сравнительном плане изучены заселенность искусственных гнездовий, сроки размножения, размер кладки, объем яиц и успешность размножения.

Исследуемые участки различаются между собой по площади, расположению в городе, составу древостоя и посещаемости человеком. В составе древостоя лесопарков Сосновый бор (120 га) и Черняевский лес (637 га) преобладают хвойные породы с примесью мелколиственных пород. Оба лесопарка расположены на окраине города и условия обитания в них наиболее близки к естественным. Древостой Егошихинского (20 га) и Южного кладбищ (43 га) и городского сада им. В.Л. Миндовского (10 га) представлен только лиственными породами. В отличие от кладбищ, расположенных на некотором удалении от городской застройки, городской сад со всех сторон окружен жилыми кварталами и является местом отдыха жителей прилегающих микрорайонов. Таким образом, уровень урбанизации исследуемых участков возрастает в ряду лесопарка – кладбища – городской сад. На каждом из участков было развешено в линию по 50 гнездовий стандартной конструкции с диаметром летка 35 мм, расстояние между синичниками составляет 20-25, высота развески – 5 м.

Максимальная заселенность гнездовий мухоловкой-пеструшкой отмечена в лесопарках, минимальная – на Егошихинском кладбище (табл. 1). В целом, в более урбанизированных местообитаниях плотность гнездования мухоловки-пеструшки меньше, чем в менее урбанизированных. Очевидно, в городских условиях птицам труднее обнаружить пригодные для гнездования участки, расположенные среди застроенного пространства (Михельсон и др., 1957; Куранов, 2005). Заселенность гнездовий большой синицей на участ-

ках с разным уровнем урбанизации почти не изменяется, что объясняется определенной синантропностью этого вида.

Локальные популяции большой синицы на кладбищах и в городском саду приступают к размножению раньше на два-четыре дня по сравнению с лесопарками (сравнение по медианным значениям). Наоборот, мухоловка-пеструшка в городских условиях начинает размно-

Таблица 1

**Заселенность гнездовий и плотность гнездования
мухоловки-пеструшки и большой синицы
на участках с разным уровнем урбанизации**

Участок наблюдения	Заселенность, %*		Плотность, гнезд/га	
	Мухоловка-пеструшка	Большая синица	Мухоловка-пеструшка	Большая синица
Сосновый бор	31	17	1.6	0.9
Черняевский парк	31	27	1.6	1.4
Егошихинское кладбище	17	26	0.9	1.3
Южное кладбище	24	30	1.2	1.5
Сад им. Миндовского	21	25	1.1	1.3

* От общего числа гнездовий.

жаться позже на три-шесть дней. В течение всего периода исследований наибольшее отставание в сроках откладки первого яйца у мухоловки наблюдалось на Егошихинском кладбище.

Для сравнения репродуктивных показателей обоих видов в качестве контрольного участка был выбран Сосновый бор, где почти все рассматриваемые параметры имеют максимальные значения. Размер кладки большой синицы достоверно уменьшается в наиболее урбанизированных местообитаниях – саду Миндовского и на Южном кладбище (табл. 2). Объем яиц также достоверно меньше на этих участках по сравнению с контролем. Успех размножения (без учета разоренных и брошенных гнезд) у большой синицы на исследуемых участках не отличается, однако наименьшее его значение отмечено в Черняевском лесу. Число слетков на попытку размножения (включая неуспешные гнезда) на данном участке тоже минимально и значимо меньше по сравнению с контролем, что связано с высоким уровнем хищничества.

Таблица 2

Репродуктивные параметры большой синицы на территориях с разной степенью урбанизации среды

Участок наблюдения	Полная кладка, яиц	Объем яиц, мм ³	Успех размножения, %	Слетков на гнездо
Сосновый бор (контроль)	11.2 ± 0.33 (23)	1691.2 ± 20.4 (195)	79.0 ± 4.18 (22)	7.7 ± 0.67 (24)
Черняевский лес	10.5 ± 0.17 (38)	1696.2 ± 22.8 (401)	69.9 ± 2.98 (32)	5.7 ± 0.50 *
Егошихинское кладбище	10.5 ± 0.24 (31)	1684.6 ± 33.8 (137)	73.1 ± 4.49 (30)	6.1 ± 0.66 (34)
Южное кладбище	9.8 ± 0.49 *	1593.0 ± 35.4 *	80.0 ± 10.76 (12)	6.7 ± 1.11 (15)
Сад Миндовского	10.1 ± 0.37 *	1627.5 ± 23.4 *	79.1 ± 3.19 (24)	6.8 ± 0.51 (27)

* Достоверные отличия (при p<0.05) от контрольного показателя.

Полная кладка и успех размножения мухоловки-пеструшки в Черняевском лесу и на Егошихинском кладбище имеют минимальный размер, что достоверно меньше, чем в контроле (табл. 3). Достоверное снижение объема яиц отмечается только в саду Миндовского. Число слетков на попытку размножения самое малое на кладбищах, но различия не достоверны.

Сокращение размеров кладки в целом характерно для изолированных городских популяций большой синицы (Куранов и др., 1989; Beressem et al., 1983). Некоторые авторы рассматривают это как адаптацию к обитанию в городе (Namann et al., 1989). Низкая плодовитость и успех размножения мухоловки-пеструшки в Черняевском лесу,

Таблица 3

Репродуктивные параметры мухоловки-пеструшки на территориях с разной степенью урбанизации среды

Участок наблюдения	Полная кладка, яиц	Объем яиц, мм ³	Успех размножения, %	Слетков на гнездо
Сосновый бор (контроль)	7.0 ± 0.11 (39)	1658.7 ± 20.4 (347)	90.7 ± 2.55 (33)	5.3 ± 0.38 (43)
Черняевский лес	6.5 ± 0.11*	1656.7 ± 22.1 (295)	86.2 ± 3.06*	5.1 ± 0.27 (44)
Егошихинское кладбище	6.4 ± 0.22*	1649.0 ± 29.0 (94)	75.6 ± 6.52*	4.1 ± 0.56 (16)
Южное кладбище	7.0 ± 0.32 (13)	1633.1 ± 34.3 (78)	90.3 ± 3.43 (12)	4.6 ± 0.54 (17)
Сад Миндовского	6.9 ± 0.14 (19)	1578.2 ± 18.8* (96)	82.4 ± 4.83 (17)	5.0 ± 0.56 (20)

* Достоверные отличия (при p<0.05) от контрольного показателя.

возможно, связаны с плохими микроклиматическими условиями (исследуемый участок сильно заболочен). Также можно предположить, что на Егошихинском кладбище большинство из рассматриваемых параметров размножения мухоловки-пеструшки имеет минимальные значения из-за плохого физиологического состояния размножающихся птиц. На этом участке чаще всего наблюдалась частичная и полная гибель выводков, предположительно вызванная эпизоотиями.

Уменьшение объема яиц у обоих видов в городском саду, с одной стороны, может быть связано с ухудшением условий питания в период откладки яиц, а с другой – с преобладанием в локальных группировках впервые размножающихся особей, откладывающих преимущественно мелкие яйца (Мянд, 1988; Венгеров, 2001). По нашим данным, вес слетков мухоловки-пеструшки в саду Миндовского не отличается от контроля, это означает, что сокращение объема яиц вызвано специфической возрастной структурой локальных группировок исследуемых видов в городе.

В сравнительном плане изучены репродуктивные показатели мухоловки-пеструшки и большой синицы на участках с разным уровнем урбанизации: лесопарки, городские кладбища и периферийный городской сад. Размножение большой синицы в лесопарках начинается позже, мухоловки-пеструшки – раньше, по сравнению с кладбищами и садом. Плотность гнездования мухоловки-пеструшки с ростом уровня урбанизации снижается из-за увеличения фрагментации городского ландшафта, большой синицы – остается неизменной, а на некоторых участках даже повышается. Отмечено достоверное уменьшение размеров кладки большой синицы и объема яиц обоих видов в городском саду по сравнению с контрольным участком (лесопарк Сосновый бор), что, вероятней всего, вызвано доминированием в локальных группировках впервые размножающихся особей, а не ухудшением условий питания. Несмотря на одинаково низкую антропогенную нагрузку в лесопарках, эти участки существенно отличаются по некоторым репродуктивным параметрам исследуемых видов, что обусловлено разницей в микроклиматических условиях и разным уровнем хищничества. Так как участки, объединенные в группы по уровню урбанизации (лесопарки и кладбища), при сравнении репродуктивных параметров обитающих на них птиц продемонстрировали высокий уровень разнородности внутри групп, можно предположить, что влияние антропогенных факторов на размножение птиц на этих участках очень слабо и во многом перекрывается естественными факторами (микроклимат, гибель одного из родителей, болезни, хищничество).

ЛИТЕРАТУРА

- Венгеров П.Д. Экологические закономерности изменчивости и корреляции морфологических структур птиц. Воронеж: Изд-во Воронежского гос. ун-та, 2001. 248 с.
- Куранов Б.Д. Гнездовая биология урбанизированной популяции мухоловки-пеструшки (*Ficedula hypoleuca*) // Экология фундаментальная и прикладная. Проблемы урбанизации: Материалы науч.-практ. конф. Екатеринбург, 3-4 февраля 2005 г. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2005. С. 184-186.
- Куранов Б.Д., Килин С.В., Баяндин О.В. Репродуктивные показатели птиц-дуплогнездящих в зонах с разной степенью урбанизированности среды // Тез. докл. конференции «Рациональное использование природных ресурсов Сибири». Томск, 1989. С. 189.
- Михельсон Г.А., Чаун М.Г., Вискне Я.А. О некоторых факторах, влияющих на плотность заселения искусственных гнездовий мухоловкой-пеструшкой и большой синицей // Труды II Прибалтийской орнитологической конференции. М.: Изд-во АН СССР, 1957. С. 254-264.
- Мянд Р. Внутрипопуляционная изменчивость птичьих яиц. Таллин: Изд-во «Валгус», 1988. 193 с.
- Beressem K.G., Beressem H., Schmidt K.-H. Vergleich der Brutbiologie von Hohlenbrutern in innerstadlichen und stadfernen Biotopen // J. Ornithol., 1983. Vol. 124, № 4, S. 431-445.
- Hamann H.-J., Schmidt K.-H., Simonis S. Der Einfluß Höhenlage auf Ei- und Gelegegröße bei Kohlmeise (*Parus major*) // J. Ornithol., 1989. Vol. 130, № 1. S. 69-74.

ОСОБЕННОСТИ ПЛОДОНОШЕНИЯ ЖИМОЛОСТИ ГОЛУБОЙ (*LONICERA CAERULEA* L.) В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

М.Л. Рябинина

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: mryabinina@ib.komisc.ru

В течение последних трех десятилетий жимолость голубая получила широкое распространение в средней и северной зонах садоводства России. Популярность жимолости обусловлена сверххранним сроком созревания ягод, которые в средней полосе России готовы к употреблению в середине июня, за семь-десять дней до начала созревания земляники. Ягоды содержат витамин С (40-100 мг/100г) и биологически активные полифенолы: свободные катехины, лейкоантоцианы, рутин, хлорогеновую кислоту (в сумме 700-1200 мг/100 г). В небольшом количестве в зрелых ягодах содержатся витамины В₁, В₂, В₉ и провитамин А. Высокое содержание сахаров (7-9%) при сравнительно низкой кислотности (1.5-2.5%) обуславливает кисло-сладкий вкус ягод, а наличие в них сложных эфиров лимонной и яблочной кислот – приятный аромат (Плеханова, 2003). Ягоды жимолости используют в свежем виде как десерт, для переработки на варенье, соки, компоты, а также для замораживания. Высокая морозостойкость жимолости, устойчивость ее цветков к весенним заморозкам и нетребовательность к накоплению тепла в период созревания ягод позволяют выращивать это растение в суровых районах Дальнего Востока и Сибири, на Севере европейской части России, т.е. у самой северной границы садоводства. Первые сорта жимолости были зарегистрированы Госкомиссией по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур в 1980 г. В настоящее время в Государственный реестр включено более 70 сортов, допущенных к использованию в различных регионах России.

Первые посадки жимолости голубой в Республике Коми были заложены к.с.-х.н. К.Н. Дулесовой в 1980 г. на Государственном сортоиспытательном участке плодово-ягодных и декоративных культур при Сыктывкарском государственном университете. За 18 лет (до 1998 г.) было изучено 19 сортов и отборных форм. К сожалению, результаты изучения данной коллекции практически не публиковались (Дулесова, Урнышева, 1986; Дулесова, 1999).

Работа по изучению жимолости в Ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН ведется с 1996 г. В настоящее время коллекция насчитывает 41 сорт и отборную форму селекции ВНИИР им. Н.И. Вавилова, НИИСС им. М.А. Лисавенко, Нижегородской СХА и завезенные из разных мест интродукции. В настоящей работе рассматриваются результаты изучения 23 сортов и отборных форм посадок 1996, 1999, 2000 гг., вступивших в стадию плодоношения. Посадки 1996 г. представлены образцом жимолости съедобной (*L. caerulea subsp. edulis* Ledeb.) и четырьмя сортами: Десертная, Колокольчик, Павловская, Голубое Веретено из Кировской области. В 1999 г. были высажены еще 11 сортов и отборных форм: Берель, Васюганская, Камчадалка, Лакомка, Нижегородская Ранняя, отборные формы 68, 1-46, 1-143, 1-17-59, 4-11-59, 1-8, завезенные из городов Барнаул, Горно-Алтайск и Нижний Новгород. В 2000 г. заложены посадки семи сортов селекции ВНИИР: Морена, Амфора, Содружество, Волхова, Нимфа, Виола и сорт Роксана селекции НИИСС. В создании коллекции принимали участие д.б.н. В.П. Мишуков, к.с.-х.н. А.А. Потапов.

Цель данной работы – изучение особенностей плодоношения и урожайности жимолости в условиях среднетаежной подзоны Республики Коми, которое ведется в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Орел, 1999) с учетом специфики объекта исследования.

Плоды жимолости созревают в третьей декаде июня – первой декаде июля (Рябинина, 2004). Среди сортов посадки 1996 г. первым поспевает Голубое Веретено, остальные созревают на 3-7 дней позже. Различий по срокам начала созревания плодов у сортов посадок 1999-2000 гг. не отмечено, они приходятся на те же сроки, что и у сорта Голубое Веретено. От появления типичной голубой окраски, свидетельствующей о начале созревания, до потребительской зрелости проходит, в зависимости от погодных условий, 5-16

дней. В течение этого срока увеличивается масса ягод, появляются типичные вкус и аромат, консистенция становится более нежной. Поэтому к уборке можно приступать, когда не менее 75% ягод на кусте достигнут потребительской зрелости. Особенно отчетливо проявляется растянутость периода созревания в холодные, дождливые годы (2002-2003 гг.), тогда сбор урожая приходится осуществлять в несколько приемов.

Жимолость голубая плодоносит на однолетней древесине: на ней сосредоточено 98-99% всего урожая. Большинство изученных сортов в наших условиях плодоносят по всей длине однолетней ветви. Каждая почка (нижняя в серии) на годичном побеге дает от одного до восьми плодов. Наибольшее количество плодов образуется, как правило, из верхушечной и двух пар верхних пазушных почек. У сортов Нижегородская Ранняя, Берель, Голубое Веретено, наряду с таким же типом плодоношения, у части побегов пробуждаются и дают плоды по две почки в серии.

Изученные сорта и формы дали первые единичные плоды через год-два после посадки. Сорта посадки 1996 г. все оказались скороплодными, на четвертый год урожай составил 0.6-0.9 кг с куста. В дальнейшем наблюдались колебания урожайности по годам (табл. 1). В среднем сорта Десертная, Колокольчик, Голубое Веретено мы отнесли к среднеурожайным (0.7-0.8 кг с куста), а сорт Павловская – низкоурожайным (0.5 кг с куста).

Таблица 1

Урожайность сортов жимолости голубой в Ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН за 1999-2005 гг. (кг/куст)

Вид, сорт	Год							Средняя урожайность за семь лет
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
Жимолость съедобная	0.15	0.55	1.20	0.35	1.22	0.83	0.50	0.71
Десертная	0.04	0.85	2.10	0.50	0.65	0.90	0.50	0.84
Голубое Веретено	0.06	0.80	1.20	0.30	0.78	0.90	0.65	0.67
Колокольчик	0.08	0.90	0.70	0.50	0.50	0.84	0.50	0.67
Павловская	0.02	0.60	0.60	0.50	0.60	0.73	0.50	0.50

Как скороплодные проявили себя и сорта Берель, Волхова, Амфора, Нимфа, отборные формы 68, 1-17-59, с которых на четвертый год после посадки было собрано по 0.5-1.0 кг плодов с куста (табл. 2). Максимальный урожай за годы исследования был получен в 2004 г. с отборной формы 4-11-59 – 3.2 кг с куста.

Таблица 2

Урожайность некоторых сортов и отборных форм жимолости голубой (посадка 1999-2000 гг.)

Сорт, отборная форма	Урожайность с куста, кг		
	2004 г.	2005 г.	средняя
Посадки 1999 г.			
Берель	0.60	0.80	0.70
Голубое Веретено	0.40	0.30	0.35
Нижегородская Ранняя	0.99	1.08	1.04
№ 68	0.65	0.40	0.53
1-17-59	0.46	0.30	0.38
4-11-59	3.20	1.10	2.15
Посадки 2000 г.			
Амфора	0.50	0.26	0.38
Волхова	0.60	0.59	0.60
Морена	0.17	0.59	0.38
Роксана	0.18	0.20	0.19
Содружество	0.24	0.44	0.34
Фиалка	0.35	0.50	0.43

В целом, урожайность жимолости голубой в условиях европейского Северо-Востока низкая и уступает данным, приводимым по другим регионам (Скворцов, Кукулина, 2002). Наибольшие урожаи были получены в Сибири и на Дальнем Востоке – до 7-10 кг ягод с одного растения. В средней полосе и на Северо-Западе России средняя урожайность большинства сортов в период полного плодоношения составляет 1.5-3.5 кг ягод с куста. Но в то же время жимолость и в этих регионах относится к культурам с невысокой урожайностью, уступая по данному показателю традиционным ягодным культурам: смородине, крыжовнику и малине. Для увеличения урожайности и качества плодов исследователи (Скворцов, Кукулина, 2002; Плеханова, 2003) рекомендуют вести селекционную работу с жимолостью голубой в местных условиях, используя лучшие из имеющихся сортов и местный исходный материал, адаптированный

Таблица 3

**Средняя и максимальная масса плода
некоторых сортов и отборных форм
жимолости голубой (посадка 1999-2000 гг.)**

Сорт, отборная форма	Масса плода, г			
	2004 г.		2005 г.	
	средняя, M±m	max	средняя, M±m	max
Посадки 1999 г.				
Берель	1.05±0.05	1.50	0.89±0.05	1.29
Голубое Веретено	0.74±0.02	0.76	1.05±0.06	1.48
Нижегородская Ранняя	0.82±0.03	0.88	0.71±0.04	1.14
№ 68	0.81±0.01	0.82	0.71±0.07	1.14
1-17-59	0.70±0.01	0.71	0.72±0.04	0.95
4-11-59	0.93±0.05	1.08	0.92±0.04	1.22
Посадки 2000 г.				
Волхова	1.06±0.04	1.17	0.98±0.06	1.51
Морена	1.09±0.06	1.24	1.21±0.05	1.67
Роксана	0.81±0.03	0.84	0.80±0.04	0.85
Содружество	1.19±0.05	1.29	1.04±0.05	1.25
Фиалка	1.28±0.05	1.33	1.15±0.04	1.35

ный к условиям произрастания. Актуальными являются сбор и всестороннее изучение дикорастущего исходного материала.

Важный структурный элемент продуктивности – масса одной ягоды. Средняя масса плода колеблется у изучаемых сортов от 0.4 до 1.3 г. Крупные плоды у сортов Павловская, Колокольчик, Морена, Нимфа, Волхова, Десертная, Берель, Ленинградский Великан, отборной формы 4-11-59 (табл. 3). Очень крупные плоды у сортов селекции ВНИИР – Амфора, Содружество, Фиалка. Средний вес плода у них составляет 1.2-1.3 г, длина – до 3.5 см.

В более засушливые годы соплодия жимолости бывают мельче обычного. Как правило, в такие годы наблюдается сильное варьирование между средней и максимальной массой плодов.

В годы с умеренной влажностью плоды крупные, выровненные, большинство (83-87%) средней и крупной величины (табл. 3)

Таким образом, в условиях европейского Северо-Востока изученные сорта и формы жимолости скороплодны, вступают в плодоношение на первый – второй год после посадки. Установлены значительные различия сортообразцов жимолости по урожайности. Средняя урожайность колеблется от 0.5 до 0.9 кг с куста и несколько уступает данным, приводимым по другим регионам (Ленинградской области, Уралу, Алтайскому краю, Сибири). Максимальный урожай составляет 2.1-3.2 кг с куста (Десертная, отборная форма 4-11-59).

На основе комплексной хозяйственно-биологической оценки жимолости голубой коллекции Ботанического сада могут быть рекомендованы для использования в садоводстве на Севере сорта и отборные формы, обладающие следующими ценными качествами: скороплодностью (Берель, Десертная, Голубое Веретено, Амфора, Нимфа, Волхова, отборная форма 4-11-59, образец жимолости съедобной), высокой урожайностью (4-11-59, Берель, Десертная), крупноплодностью и хорошими вкусовыми качествами ягод (Колокольчик, Нимфа, Волхова, Фиалка).

ЛИТЕРАТУРА

- Дулесова К.Н. Плодово-ягодные культуры // Агробиологические ресурсы Республики Коми и их рациональное использование. Сыктывкар, 1999. С. 176-183.
- Дулесова К.Н., Урнышева Т.Г. Жимолость. Сыктывкар, 1986. 10 с. (Выставка достижений сельского хозяйства Коми АССР).
- Плеханова М.Н. Итоги и перспективы селекции жимолости синей во ВНИИР им. Н.И. Вавилова // Состояние и перспективы развития садовых культур: Матер. Междунар. науч.-методич. конф. (12-14 августа 2003 г.). Воронеж: Изд-во «Кварт», 2003. С. 112-116.
- Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: Изд-во ВНИИС плодовых культур, 1999. 608 с.
- Рябинина М.Л. Изучение жимолости голубой (*Lonicera caerulea* L.) в условиях Севера // Материалы докладов пятнадцатой Коми республиканской молодеж. науч. конф. Т. II: Одиннадцатая молодеж. науч. конф. Ин-та биологии Коми НЦ УрО РАН «Актуальные проблемы биологии и экологии» (Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 19-23 апреля 2004 г.). Сыктывкар, 2004. С. 254-256.
- Скворцов А.К., Куклина А.Г. Голубые жимолости: Ботаническое изучение и перспективы культуры в средней полосе России. М.: Наука, 2002. 160 с.

ЖЕСТКОКРЫЛЫЕ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ СОСНОВЫХ ГАРЕЙ ПОДЗОНЫ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Л.Ю. Савельева

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: parma9@yandex.ru

Цель работы – изучить фауну и экологию жесткокрылых разновозрастных сосновых гарей комплексного заказника «Белоярский» и Печоро-Илычского заповедника. Поставлены следующие задачи:

1. Определить видовой состав жесткокрылых разновозрастных сосновых гарей комплексного заказника Белоярский и Печоро-Илычского государственного заповедника;
2. Сравнить комплексы жесткокрылых различных гарей;
3. Провести их количественный учет;
4. Выявить трофические группы жуков исследуемых гарей.

Нами изучены три гари в сосняках лишайниковых. Исследования проведены в июле 2003 г. (пятилетняя гарь № 1 в комплексном заказнике «Белоярский») и Печоро-Илычском заповеднике в июле 2004 г. (пятилетняя гарь № 2) и июне-августе 2005 г. (однолетняя гарь № 3).

Собрано 86 видов жесткокрылых, принадлежащих 70 родам и 23 семействам.

В таксономическом отношении наиболее многочисленны семейства Cerambycidae и Carabidae. Они включают по 18 и 16 видов жуков соответственно. К массовым на пятилетней гари в заказнике относятся *Strophosoma capitatum ssp. rufipes* Steph., *Hylobius abietis* (L.); на пятилетней гари в заповеднике – *Byrrhus pilula* (L.) и *Hylobius abietis* (L.); на однолетней гари – *Hylobius abietis* (L.), *Cicindela sylvatica* L.

Наиболее богатыми по количеству видов на гари №1 являются семейства Carabidae, Elateridae и Curculionidae. Они включают по три вида. Семейства Byrrhidae и Oedemeridae представлены одним видом каждое.

На гари № 2 обширнее представлено семейство Carabidae (четыре вида). По одному виду включают семейства Byrrhidae, Cerambycidae, Anobiidae, Tenebrionidae, Latridiidae.

На гари № 3 в таксономическом отношении самые разнообразные семейства Cerambycidae и Carabidae. Массовыми являются *Hylobius abietis* (L.) и *Cicindela sylvatica* L. По одному виду включают семейства Histeridae, Byrrhidae, Cantharidae, Cucujidae, Silphidae, Erotylidae, Leiodidae, Erotylidae, Colydiidae.

В ходе исследований на территории Печоро-Илычского государственного заповедника выявлен усач *Acanthocinus carinulatus* (Geb.) (0.13 экз./10 лов.-сут.), отмеченный на территории Республики Коми лишь единожды.

Коэффициент Жаккара для гарей № 2 и 3 составил 9, гарей № 1 и 2 – 13 и для гарей № 1 и 3 – 11%.

Для пятилетних гарей (№ 1 и 2) общими видами были *Hylobius abietis* (L.) (Curculionidae), *Byrrhus pilula* (L.) (Byrrhidae), *Scolytus ratzeburgi* Jans. (Scolytidae) и *Ctenicera cuprea* (F.) (Elateridae).

Общие виды гарей № 1 и 3 – *Pterostichus melanarius* (Ill.) и *Calathus micropterus* (Duft.) (Carabidae), *Eanus costalis* (Payk.), *Ctenicera cuprea* (F.) и *Ampedus balteatus* (L.) (Elateridae), *Oedemera virescens* (L.) (Oedemeridae), *Hylobius abietis* (L.) и *Strophosoma capitatum ssp. rufipes* Steph. (Curculionidae), *Hylastes brunneus* Erich. (Scolytidae), и *Byrrhus pilula* (L.) (Byrrhidae).

На гарях № 2 и 3 общими были *Miscodera arctica* (Payk.), *Notiophilus hypocrita* Curt. (Carabidae), *Athous subfuscus* (Mull.), *Ctenicera cuprea* (F.) (Elateridae), усач *Arhopalus rusticus* (L.) (Cerambycidae), *Hylobius abietis* (L.), *Otiorrhynchus nodosus* (Mull.), *Strophosoma capitatum ssp. rufipes* Steph. (Curculionidae) и *Byrrhus pilula* (L.) (Byrrhidae).

Таким образом, уровень сходства трех гарей не высок, что объясняется различными условиями, сложившимися на этих гарях.

Данные о численности некоторых семейств жесткокрылых представлены в таблице.

В видовом разнообразии и по численности жуков пятилетние гари уступают однолетней, что объясняется развитием послепожарной сукцессии: отмиранием ослабленных огнем деревьев, их разрушением сначала стволовыми вредителями, а затем древоразрушающими грибами. Цикл развития насекомых на гаях продолжается в течение двух-трех лет, после чего численность начинает падать. По наблюдениям ученых (Мелехов, 1948; Вакуров, 1975) максимум развития насекомых на небольших гаях приходится на первые годы (обычно на второй год).

Среди пойманных жесткокрылых выявлено 14 трофических групп: ксилофаги и хищники (соответственно 27 и 26 видов), пантофаги (восемь), мицетофаги (шесть), факультативные сапро-мицетофаги и хищники (четыре), сапро-ксилофаги (три), факультативные сапро-ксило-мицетофаги и хищники (два), хортофаги, детритофаги, антофаги, некрофаги, сапрофаги, факультативные хищники (по одному виду жуков). Представители двух родов стафилинид – *Aleochara* sp. и *Atheta* sp. – являются либо мицетофагами, либо хищниками.

К ксилофагам относятся жуки из семейств *Cerambycidae*, *Buprestidae*, некоторые *Scolytidae*, *Hylobius abietis* (L.) и *Pissodes pini* (L.) (*Curculionidae*) а также *Serropalpus barbatus* (Schall.) (*Melandryidae*).

Хищники (26 видов) включают в себя представителей семейств *Carabidae*, *Cleridae*, *Cantharidae*, некоторые *Staphylinidae*. Факультативным хищником является *Prosternon tessellatum* (L.) (*Elateridae*). Большинство *Elateridae* и *Strophosoma capitatum* ssp. *rufipes* Steph. (*Curculionidae*) относятся к группе всеядных жуков – пантофагов (девять видов).

К мицетофагам (шесть видов) относятся жесткокрылые, питающиеся плодовыми телами грибов: *Anobiidae*, *Tenebrionidae*, *Latridiidae* и *Mycetophagidae* а так же *Trypodendron signatum* (F.) (*Scolytidae*). *Leiodidae* – миксомицетофаги, развивающиеся за счет различных миксомицетов.

Факультативные сапро-мицетофаги (четыре вида) питаются гниющими растительными и животными остатками, древесиной, пронизанной мицелием плесневых грибов, могут нападать на различных беспозвоночных: жуки семейств *Histeridae* и *Cucujidae*.

В группу сапро-ксилофагов (три вида) входят *Scarabaeidae* и *Xylita laevigata* (Hell.) (*Melandryidae*).

Факультативные сапро-ксило-мицетофаги и хищники (два вида) поедают практически любую органику: *Ampedus balteatus* (L.) (*Elateridae*) и *Pytho depressus* L. (*Pythidae*).

Имаго жесткокрылых антофагов (*Oedemera virescens* (L.) (*Oedemeridae*)) питаются нектаром и цветками травянистых растений, хортофаги (*Otiorrhynchus nodosus* (Mull.) (*Curculionidae*)) – их вегетативными побегами. Группе сапрофагов принадлежит *Phloeonotus lapponicus* (Zett.) (*Staphylinidae*). *Nicrophorus vespillo* L. (*Silphidae*) – некрофаг. Детритофаг *Byrrhus pilula* (L.) (*Byrrhidae*) питается перегнивающими остатками травянистых растений, которые в массе произрастают на богатой нитратами выжженной почве в горельнике.

По итогам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. На исследуемых гаях было собрано 86 видов жуков, принадлежащих 70 родам и 23 семействам. В таксономическом отношении наиболее многочисленны семейства *Cerambycidae* и *Carabidae*. Они включают по 18 и 16 видов жуков соответственно;

2. Уровень сходства трех гаярей не высок, что объясняется различными условиями, сложившимися на этих гаях;

Относительная численность жесткокрылых некоторых семейств, пойманных на разновозрастных сосновых гаях, экз./10 лов.-сут.

Семейства	Пятилетняя гарь № 1	Пятилетняя гарь № 2	Однолетняя гарь № 3, почвенные ловушки	Однолетняя гарь № 3, оконные ловушки
<i>Carabidae</i>	0.27	0.50	0.60	–
<i>Elateridae</i>	0.09	0.16	0.07	0.22
<i>Curculionidae</i>	3.18	0.60	6.48	1.15
<i>Byrrhidae</i>	0.36	1.04	0.06	–
<i>Cerambycidae</i>	–	0.04	–	0.78

3. Самым богатым по количеству отловленных экземпляров является семейство Curculionidae. Массовый вид – *Hylobius abietis* (L.) (6.48 экз./10 лов.-сут. в почвенных, 1.15 экз./10 лов.-сут. – в оконных ловушках);

4. Среди жесткокрылых, обнаруженных на горячих, можно выделить 14 трофических групп.

ЛИТЕРАТУРА

- Вакуров А.Д. Лесные пожары на Севере. М., 1975. 100 с.
Каталог жуков комплексного заказника «Белоярский». Сыктывкар, 2002. 104 с.
Мелехов И.С. Влияние пожаров на лес. М.-Л., 1948. 125 с.
Определитель насекомых европейской части СССР. Жесткокрылые и веерокрылые. М.-Л., 1965. Т. 2. 668 с.

СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ ВЫСОТНЫХ ПОЯСОВ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

Н.П. Селиванова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: selivanova@ib.komisc.ru

Приполярный Урал является уникальной природной территорией, находясь в области тесного контакта широтной зональности (подзона средней и северной тайги) и высотной поясности (горно-лесной, подгольцовый, горно-тундровый и гольцовый пояса), на границе европейского, сибирского и арктического типов фауны. Здесь на относительно небольшом расстоянии по вертикали происходит смена физико-географических условий, равноценная перемещению из тайги в тундровую зону. Изучение особенностей высотного поясного распределения различных природных комплексов Приполярного Урала, неотъемлемым компонентом которых являются птицы, необходимо для понимания закономерностей функционирования горных экосистем в целом.

Характер природных условий в горах определяется поясным распределением их ландшафтов. На равнинах, по направлению от полюсов к экватору, наблюдается закономерная смена ландшафтов, получившая название широтной зональности. В горах эта широтная зональность нарушается и заменяется высотной поясностью (Щукин, Щукина, 1959).

Первые сведения по птицам Северного и части Приполярного Урала были предоставлены Северо-Уральской экспедицией Русского географического общества в 1847-1948 гг. (Гофман, 1856). Крупной обобщающей работой по фауне птиц внеполярной части Северного Урала (современная территория Северного и Приполярного Урала) является монография Л.А. Портенко (1937). Обобщающие сведения по фауне неворобьиных птиц европейского Северо-Востока России приведены в одноименных монографиях (Птицы..., 1995, 1999). Систематическое изучение орнитофауны Приполярного Урала было положено в 1968-1974 гг. А.А. Естафьевым (1977, 1981). Стационарно (стационар «Академия», 64°58' с.ш., 59°05' в.д., бассейн р. Войвож-Сыня) и на маршрутах (горные и предгорные междуречья рек Большая Сыня, Войвож-Сыня, Седью, Большой Паток, Щугор) была обследована орнитофауна западного склона Приполярного Урала. В 2000-2005 гг. исследования повторены нами на контрольных площадках стационара и маршрутах в поймах рек Большая Сыня, Войвож-Сыня, Вангыр, Озерная, Седью, Балбанью, Манарага, Нидысей, Косью, Сывью, Кожим, Щугор и Хобею.

Современная орнитофауна Приполярного Урала насчитывает 160 видов, из них более 80% – гнездится, 19 – зимует. По происхождению фауна птиц неоднородна. Кроме широкораспространенных видов (35%) в ее состав входят представители сибирского (32), европейского (16) и арктического (12%) типов фауны. Общая доля видов китайского, средиземноморского и тибетского фаунистических типов составляет всего 5%.

Горные ландшафты характеризуются четко выраженной высотной поясностью растительности: горно-лесной, подгольцовый, горно-тундровый и гольцовый пояса. Наиболее богатыми в видовом отношении в гнездовой период (июнь-июль) являются горно-лесной и подгольцовый пояса (81 и 53 вида соответственно). Горно-тундровый пояс насе-

ляют 24 вида птиц. Биотопы гольцового пояса птицами заселены слабо: на скалах гнездится зимняк (*Buteo lagopus*), в каменистых россыпях – обыкновенная каменка (*Oenanthe oenanthe*). В послегнездовый период (середина июля–август) «молодые» начинают кочевать во всех высотных поясах. В конце августа–сентябре водоплавающие и околоводные виды птиц откочевывают по поймам горных рек в предгорья, большинство воробьиных спускается в горно-лесной пояс и припойменные леса. К началу ноября на Приполярном Урале формируется зимний облик населения птиц. В горно-лесном поясе число видов сокращается до 18, подгольцовом – до 11, горно-тундровом – до четырех. В гольцовом поясе птицы с того времени уже не встречаются. В зимний период орнитофауна сильно обедняется и концентрируется, в основном в предгорной тайге (десять), горно-лесном (шесть) и подгольцовом (четыре вида птиц) поясах. В весенний период (конец апреля – начало июня) происходят прилет местных и пролет севернее гнездящихся видов птиц. Первый пик прилета приходится на 20-30 апреля (хищные, водоплавающие), второй – на 20-30 мая (кулики, воробьиные и др.). При затяжной весне и отсутствии в горах свободных от снега территорий для гнездования птицы (в основном наземногнездящиеся) концентрируются на лугах и долинных болотах предгорья, где у них проходят начальные стадии репродуктивного цикла – токовые явления, брачные игры (Естафьев, 1976). На пролете в горах Приполярного Урала встречается 12 видов, в основном это Гусеобразные и Ржанкообразные (кулики), относящиеся к арктическому фаунистическому типу.

Анализ структуры населения птиц высотных поясов выявил отличия в видовом и фауно-генетическом составе, составе экологических групп (по местам устройства гнезд, сбора корма, типам питания). При движении вверх от горно-лесного до горно-тундрового пояса в фауно-генетических комплексах птиц значительно возрастает доля арктических видов (с 2 до 50%). Доля сибирских и европейских, напротив, снижается (с 43 до 13 и с 21 до 8% соответственно). Следует отметить, что сибирские виды по количественным показателям в целом превосходят европейские во всех высотных поясах более чем в два раза. Доля широкораспространенных видов относительно высока и стабильна во всех высотных поясах (25-29%).

Во всех высотных поясах преобладают представители отряда Воробьинообразные (50-64%). Доля представителей отрядов Соколообразные, Сovoобразные, Кукушкообразные и Дятлообразные закономерно уменьшается от лесного пояса к тундровому, а возрастает – отрядов Курообразные и Ржанкообразные.

При рассмотрении локализации мест расположения гнезд отмечается закономерное увеличение доли видов гнездящихся на земле при сокращении облесенности склонов, достигая максимальных значений в горно-тундровом поясе (83%).

По типу питания во всех высотных поясах в целом преобладают виды, питающиеся животной пищей, в основном насекомыми и их личинками (63-71%). Далее по степени значимости следуют виды, питающиеся мелкими позвоночными животными: птицами, грызунами и водными беспозвоночными (17-22%). Растительной пищей (побеги, семена, ягоды) питается 11-15% птиц.

При изучении основных мест сбора корма птицами можно подчеркнуть, что в ряду от горно-лесного до горно-тундрового пояса закономерно увеличивается доля видов, питающихся на земле, с 25 до 75% и снижается доля видов, добывающих пищу в кронах деревьев, с 51 до 8%. Доля видов, активно охотящихся в воздухе, относительно стабильна и составляет 17-25%.

Таким образом, при поднятии в горы на фоне уменьшения облесенности и смены растительных сообществ от лесных к тундровым снижается видовое богатство и доля видов, экологически связанных с древесной и кустарниковой растительностью, и увеличивается число видов арктического происхождения, гнездящихся и собирающих корм на земле.

ЛИТЕРАТУРА

Гофман Э. Исследования экспедиции, снаряженной Императорским русским географическим обществом в 1847, 1948 и 1850 годах // Северный Урал и береговой хребет Пай-Хой. СПб., 1856. Т. 2. С. 1-295.

Естафьев А.А. Прилет и размножение птиц на западном склоне Приполярного Урала // Сезонное развитие природы. Материалы конференции «Фенология млекопитающих и птиц». М., 1976. С. 48-50.

Естафьев А.А. Птицы западного склона Приполярного Урала // Тр. Коми филиала АН ССР «Животный мир западного склона Приполярного Урала», № 34. Сыктывкар, 1977. С. 44-101.

Естафьев А.А. Современное состояние, распределение и охрана авифауны таежной зоны бассейна р. Печоры // Сыктывкар, 1981. 53 с. (Науч. докл. / Коми филиал АН СССР; Вып. 68).

Портенко Л.А. Фауна птиц внеполярной части Северного Урала. М.-Л., 1937. 240 с.

Птицы. Неворобьиные. Фауна европейского Северо-Востока России. СПб., 1995. Т. 1. Ч. 1. 320 с.

Птицы. Неворобьиные. Фауна европейского Северо-Востока России. СПб., 1999. Т. 1. Ч. 2. 290 с.

ФИТОТОКСИЧНОСТЬ НИТРАТА РТУТИ (II) В ПОЧВЕ

С.Г. Скугорева

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: skugoreva@ib.komisc.ru

В результате техногенной деятельности происходит глобальная эмиссия тяжелых металлов (ТМ) в окружающую среду. Значительная доля ТМ, загрязняющих природную среду, аккумулируется в почве и из нее поступает в растения, а затем по пищевым цепям – в живые организмы, вызывая серьезные нарушения жизнедеятельности (Черных и др., 2001). Ртуть является наиболее токсичным ТМ. При одновременном введении ртути и других металлов последние не могут конкурировать с ней за сайты связывания в ферментах в силу высокого сродства ртути к органическим лигандам и стабильности хелатов (Физиология..., 1988). Известно, что виды растений и сорта одной и той же культуры могут отличаться по способности накапливать тяжелые металлы и устойчивости к ним (Химия..., 1985). Однако данных о реакциях растений на действие ртути в литературе не так много.

Цель нашей работы – выявить симптомы токсичности нитрата ртути (II) у культурных растений. Для этого следовало изучить влияние ртути на процессы жизнедеятельности растений.

Объекты и методы

В опытах использовали растения пелюшки (*Pisum arvense* L.) сорта Надежда, кресс-салата (*Lepidium sativum* L.), салата (*Lactuca sativa* L.) сорта Московский парниковый, редиса (*Raphanus sativus* var. *radicula*) сортов Софит и 18 дней. Салат и редис относятся к культурам, способным поглощать из питательной среды значительные количества тяжелых металлов (Химия..., 1985). Пелюшка, представитель семейства бобовых, является культурой, чувствительной к стрессам.

Растения выращивали в вегетационных сосудах, для набивки которых использовали верхний 15-сантиметровый слой среднеокультуренной подзолистой почвы. Искусственное загрязнение почвы создавали внесением ртути (II) в виде раствора моногидрата НР – $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ из расчета 10, 25 и 50 предельно допустимых концентраций (ПДК) ртути (II).

Определение функциональных показателей и накопления биомассы проводили через 30, 40 и 50 дней от появления всходов у кресс-салата, редиса и пелюшки, салата сорта Московский парниковый соответственно.

Спектрофотометрически измеряли линейный рост побегов и корней, содержание хлорофиллов и каротиноидов в листьях. Активность перекисного окисления липидов (ПОЛ) оценивали по накоплению малонового диальдегида (МДА). Активность пероксидазы определяли йодометрическим методом. Интенсивность дыхания растений измеряли с помощью ИК-газоанализатора «Infralit-4» и аппарата Варбурга. Опыты проводили в трех-

четырёх биологических повторностях, аналитические определения – в четырёх-пятикратной повторности.

Результаты и их обсуждение

Почва служит мощным аккумулятором ТМ и практически не теряет их со временем. Особенно прочно фиксируют ТМ верхние гумусосодержащие горизонты. По сравнению с другими ТМ ртуть способна образовывать летучие соединения. При применении неорганических солей ртути некоторая ее часть может испаряться в ходе опыта, переходя в летучие соединения – элементарную ртуть и диметилртуть. Возможно также образование иона метилртути (CH_3Hg^+), самой токсичной формы ртути (Растения..., 1983).

Нами выявлено, что с увеличением времени содержание ртути в почве уменьшалось (рис. 1). Остаточное количество ртути в почве зависело от внесенной дозы: при 10 ПДК и 50 ПДК содержание ртути уменьшилось через две недели в 1.3 и 2 раза соответственно, на 40 день содержание ртути в почве снизилось еще вдвое. Сокращение количества ртути в почве может происходить из-за испарения, выноса растительностью и деятельности почвенных микроорганизмов. По данным литературы, за неделю испарение может снижать содержание неорганических солей ртути в почве на 45% (Бутовский, 2005). Следовательно, токсичность НР для растений обусловлена действием нескольких форм ртути: непосредственно ионов ртути (II), ионов метилртути, диметилртути и элементарной ртути.

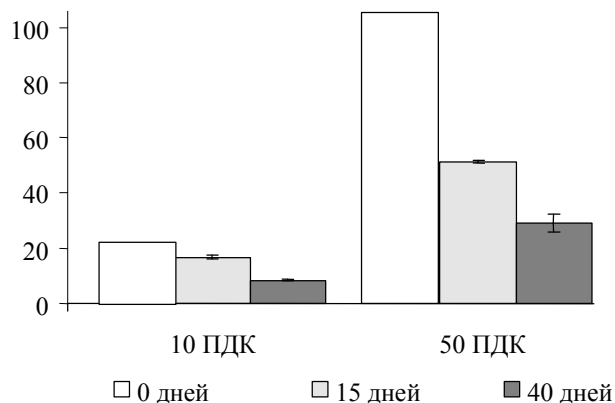


Рис. 1. Динамика валового содержания ртути в почве, мг/кг сухой почвы.

Действие на растения ТМ вызывает перестройку метаболизма, ингибирование энергоемких анаболических процессов, что приводит к торможению роста [7]. Наиболее восприимчивыми к действию НР были растения салата сорта Московский парниковый. Всхожесть семян при дозе 25 ПДК уменьшалась до 10%. При 10 ПДК происходило ингибирование роста корня: его длина снижалась в 1.5 раза, накопление сырой и сухой биомассы соответственно в 3.5 и 1.9 раза (табл. 1). У опытных растений отмечали сокращение сырой и сухой биомассы побега в 2.2 и 4 раза соответственно по сравнению с контролем.

Данные литературы свидетельствуют о том, что высокая токсичность многих металлов обусловлена окислительным стрессом в результате образования в клетках избыточного количества активных форм кислорода (Prasad, Hagemeyer, 1999). Уровень окислительного стресса мы оценивали по активности антиоксидантного фермента пероксидазы и накоплению в тканях одного из конечных продуктов ПОЛ – МДА.

Нами выявлено, что изменение активности пероксидазы, фермента, осуществляющего детоксикацию пероксида водорода и органических перекисей, в корнях растений носило двухфазный характер (табл. 2). В корнях растений кресс-салата при 10 ПДК активность пероксидазы увеличивалась в 1.7 раза по сравнению с контролем, а при 25 ПДК – снижалась. С увеличением дозы токсиканта возрастал уровень окислительного

Таблица 1

Влияние нитрата ртути (II) на морфометрические показатели растений салата сорта Московский парниковый

Вариант	Длина, см		Сырая масса, г/растение		Сухая масса, г/растение	
	Корень	Побег	Корень	Побег	Корень	Побег
Контроль	6.55±0.70	16.2±1.3	1.01±0.18	8.09±1.26	0.060±0.011	0.846±0.131
10 ПДК	4.35±0.70*	15.7±2.2	0.29±0.08**	3.7±0.83**	0.032±0.008*	0.206±0.055***

* Здесь и далее: различия между опытом и контролем достоверны при $p \leq 0.05$.

** Достоверно при $p \leq 0.01$.

*** Достоверно при $p \leq 0.001$.

Таблица 2

Влияние нитрата ртути (II) на содержание малонового диальдегида и активность пероксидазы в корнях растений

Культура	Содержание малонового диальдегида, мкмоль/г сырой массы			Активность пероксидазы, мл 0.01 н I ₂ /г сырой массы		
	Контроль	10 ПДК	25 ПДК	Контроль	10 ПДК	25 ПДК
Кресс-салат	2.45±0.17	2.92±0.06	3.7±0.20*	18.3±0.50	33.8±0.60***	19.4±0.86
Салат	5.03±0.22	8.83±0.21**	Отсутствие растений	5.59±0.50	7.48±0.10*	Отсутствие растений
Редис с. Софит	5.98±0.08	6.11±0.16	7.25±0.17**	—	—	—
Редис с. 18 дней	5.05±0.16	6.24±0.35*	6.27±0.08**	7.68±0.10	7.22±0.34	16.2±0.41***

Примечание. Прочерк означает отсутствие измерений.

стресса, что свидетельствует об ингибировании фермента при действии более высокой дозы. В листьях растений значительных изменений в активности пероксидазы не обнаружено, за исключением редиса сорта 18 дней.

В корнях при действии НР происходила активация ПОЛ. Наиболее чувствительными в этом отношении оказались корни салата. Содержание МДА в них было в 1.5-1.8 раза выше, чем в контроле (табл. 2). Высокая интенсивность ПОЛ у опытных растений свидетельствует об индукции металлом окислительного стресса, что приводит к нарушению целостности мембраны и повреждению клеток.

Дыхание является интегральным показателем, отражающим состояние метаболизма растений. У всех исследованных нами культур интенсивность дыхания корней при высокой концентрации НР была достоверно выше, чем в контроле (рис. 2). Под действием НР корни опытных растений салата сорта Московский парниковый дышали на 30, корни кресс-салата – на 20% интенсивнее, по сравнению с контролем. Дыхание корнеплодов с корнями у обоих сортов редиса при 25 ПДК повышалось на 40%. У растений пелюшки при 50 ПДК дыхание корней было на 45% выше, чем в контроле. Усиление дыхания растений свидетельствует об активизации обменных процессов, направленных на поддержание функциональной целостности и репарацию повреждений, вызванных действием стрессора [2].

Чувствительнее к действию НР была подземная часть растений, непосредственно контактировавшая с токсикантом. Вместе с тем, НР влиял и на фотосинтетический аппарат растений. Реакция пигментного фонда зависела от вида растений и дозы токсиканта. Наиболее чувствительным к действию НР оказался пигментный комплекс растений редиса сорта 18 дней. У опытных растений выявлено уменьшение концентрации всех фотосинтетических пигментов: хлорофиллов – на 26, каротиноидов – на 37% (табл. 3). Снижение содержания пигментов обусловлено ингибированием ферментов их синтеза и окислительной деструкцией.

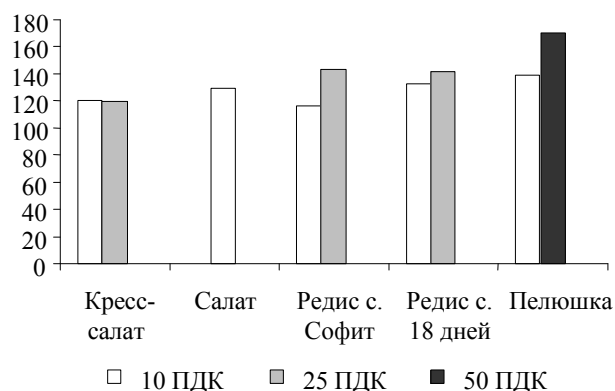


Рис. 2. Интенсивность дыхания подземной части растений, % к контролю.

Таким образом, при внесении в почву нитрата ртути (II) на растения воздействует несколько форм ртути. Токсикант вызывает окислительный стресс у растений, что выражается в усилении активности пероксидазы и активации перекисного окисления липидов. В условиях стресса усиливается дыхание и снижается концентрация фотосинтетических пигментов. Корневая система растений чувствительнее к действию нитрата ртути (II) по сравнению с побегами, что может быть связано с ее прямым контактом с токсикантом, барьерной функцией и связыванием токсиканта. Наиболее восприимчив к действию нитрата ртути (II) салат сорта Московский

парниковый, что позволяет рекомендовать его как тест-культуру для определения фитотоксичности почвы, загрязненной ртутью.

ЛИТЕРАТУРА

Бутовский Р.О. Тяжелые металлы как техногенные химические загрязнители и их токсичность для почвенных беспозвоночных животных //Агрохимия, 2005. № 4. С.73-91.

Головки Т.К. Дыхание растений (физиологические аспекты). СПб.: Наука, 1999. 204 с.

Растения в экстремальных условиях минерального питания / Под ред. М.Я. Школьника и Н.В. Алексеевой-Поповой. Л.: Наука, 1983. 176 с.

Физиология растительных организмов и роль металлов / Под ред. Н.М. Чернавской. М.: Изд-во МГУ, 1988. 157 с.

Химия тяжелых металлов, мышьяка и молибдена в почвах / Под ред. Н.Г. Зырина и Л.К. Садовниковой. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. 208 с.

Черных Н.А., Милащенко Н.З., Ладонин В. Ф. Экотоксикологические аспекты загрязнения почв тяжелыми металлами. Пути: ОНТИ ПНЦ РАН, 2001. 148 с.

Prasad M.N.V., Hagemeyer J. Heavy metal stress in plants: from molecules to ecosystems. Berlin: Springer, 1999. 401 p.

Таблица 3
Содержание фотосинтетических пигментов в листьях редиса сорта 18 дней под действием нитрата ртути (II), мг/г сухой массы

Вариант	Хлорофилл а + б	Каротиноиды
Контроль	7.41±0.18	1.5±0.12
10 ПДК	5.53±0.11**	0.97±0.03*
25 ПДК	5.48±0.07**	0.96±0.02*

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ, ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СТАТУС И ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ БАРСУКА В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.А. Соловьев

Всероссийский НИИ охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М. Житкова

E-mail: solo_vjatka@mail.ru

Сведения об образе жизни, особенностях распространения, хозяйственном значении барсука в Кировской области носят общий характер. Полевые работы по изучению некоторых сторон биологии и охотничьего значения барсука в центральной части области (научно-опытное охотничье хозяйство (НООХ) ВНИИОЗ, Котельничский и Слободской районы) проводились в 2002-2005 гг. Данные по другим районам собраны методом анкетирования.

Барсук встречается на всей территории Кировской области, однако его распространение ограничивается наличием мест, пригодных для норения (сухие гривы среди леса, склоны логов, оврагов). Несмотря на тяготение к лесу, он избегает селиться в обширных сплошных лесных массивах. Так, в северных районах с лесистостью более 80% (Верхнекамский, Афанасьевский, Омутнинский, Опаринский, Нагорский, Мурашинский, Подосиновский) есть участки площадью до 70 тыс. га, не заселенные барсуком. Поэтому на севере области, в подзоне средней тайги, его численность невысока, а распространение приурочено к открытым пространствам (полям, сенокосным лугам, лесным полянам и т.д.). Наибольшая численность зверька отмечена в центральной части (южнотаежная подзона) и на юге области (подзона смешанных лесов). Это обусловлено обилием благоприятных для норения мест и мозаичностью ландшафта (Соловьев, 2005). Лесистость здесь составляет менее 50% (35.4-42.7), а распаханность приближается к 50% (42.2-52.7) (Клочков, 1996).

Норы по сложности строения и продолжительности использования делятся на постоянные (выводковые) и временные. Для первой категории жилищ (n = 17) характерно наличие более трех входных отверстий, больших объемов выброшенной земли (0.7-8.1 м³), хорошо развитой сети троп, ямок-уборных. Наиболее крупные из известных нам нор этого типа располагаются в поймах рек Чепца и Вятка. Они занимают площадь 600-630 м², а общее количество входов достигает 28.

Временные норы ($n = 12$) удалены от крупных поселений на 0.16-1.2 км и занимают менее 50 м². В окрестностях одной выводковой норы находится, как правило, несколько временных. Они служат убежищами для расселяющихся молодых зверьков, покидающих выводковую нору. Их наличие благоприятствует более полному освоению территории семейного участка во время охоты. По мнению П.К. Горшкова (1997), весной во временные норы переселяются и взрослые барсуки, спасаясь от скопившихся за зиму в выводковой норе эктопаразитов.

В барсучьих норах ширина входа, как правило, больше высоты (табл. 1), что согласуется с короткой и широкой формой тела этого зверька.

Таблица 1

Параметры входных отверстий по типам поселений

Тип поселения	Количество, шт.			Высота, см			Ширина, см		
	n	M±m	Lim	n	M±m	Lim	n	M±m	Lim
Постоянное	121	7.12±1.4	3-28	92	29.28±1.0	15-66	92	33.41±1.0	10-65
Временное	38	3.17±0.8	1-10	31	27.48±1.7	13-55	31	30.55±1.5	17-50

Строение и сложность норы зависят от рельефа и структуры грунта (Горшков, 1997). По топографическому положению все норы можно условно объединить в три группы: 1) в склонах оврагов, логов; 2) на ровных местах; 3) в искусственных (антропогенных) неровностях.

На территории научно-опытного хозяйства ВНИИОЗ представлены все три типа поселений барсука. Хозяйство охватывает лесистую правобережную часть р. Чепцы в пределах Чепецко-Белохолуницкого междуречья, где встречаются норы 1-го и 2-го типов и изрезанное глубокими оврагами аграрное левобережье, с норами только 1-го типа. Наличие воды, изрезанность и мозаичность ландшафта, легко поддающийся рытью супесчаный подпочвенный горизонт осадочных пород левобережной части создают благоприятные условия для норения барсука (Соловьев В., Соловьев А., 2003). Здесь плотность жилых постоянных поселений составляет 0.8 нор/1000 га общей площади, тогда как в правобережной части – 0.3 норы/1000 га. Поселения барсука на ровной местности расположены, главным образом, в пойме и надпойменных террасах.

Норы в неровностях антропогенного происхождения – в углежогных ямах, в старых ямах различного происхождения, в валах земли и т.д. – встречаются повсеместно.

Как видно из данных табл. 2, при меньшем количестве входных отверстий в поселениях, расположенных в оврагах, их средние размеры больше таковых у нор на ровной местности и в искусственных неровностях. Это связано с тем, что на «маленьких» норах звери чаще используют одни и те же входы.

Общая заселенность нор за четыре года наблюдений изменялась с 52 до 65%. В соседней Республике Татарстан с 1959 по 1993 г. этот показатель варьировал в пределах 20-80% (Горшков, 1997).

Согласно исследованиям А.В. Абрамова и др. (2003), на территории Кировской области обитают два вида барсука – европейский (*Meles meles* L., 1758) и азиатский (*Meles leucurus* Hodgson, 1847). Они достаточно четко отличаются по нескольким краниологическим признакам, характеру окраски головы и строению бакулума. Нами были осмотрены и проанализированы черепа и шкуры 32 барсуков из разных районов области. Дан-

Таблица 2

Размещение и характеристика нор барсука в условиях различного рельефа

Поселения	Входные отверстия									Процент от общего числа известных нор
	Количество, шт			Высота, см			Ширина, см			
	n	M±m	Lim	n	M±m	Lim	n	M±m	Lim	
В склонах оврагов	59	3.8±0,5	1-8	52	31.6±1.3	17-66	52	34.3±1.2	18-50	53.6
На ровной местности	72	10.2±3.2	4-28	48	24.9±1.0	13-46	48	31.0±1.3	10-60	25.0
В искусственных неровностях	28	4.7±1.5	1-10	23	30.7±2.5	15-65	23	32.4±2.5	18-65	21.4

ные о присутствии *M. leucurus* относятся к Афанасьевскому, Богородскому, Зуевскому, Оричевскому, Кильмезскому, Уржумскому и Малмыжскому районам. В районах, расположенных с правой стороны р. Вятка, обитает европейский барсук.

С давних лет охотники добывают барсука ради его целебного жира, который применяется при лечении ран, туберкулеза легких и других заболеваний. Накопление жира идет в течение лета и осени. В августе-октябре подкожный жир у вятских барсуков составляет ($n = 5$) от 12.8 до 32.1% (24.6 ± 0.6) от общей массы тела.

По данным анкетирования ($n = 53$), значительная часть охотников (45%) добывает барсука капканами у нор, с собаками охотятся 10, подкарауливают на переходах – 5 и в 40% случаев добывают барсуков случайно. За сезон охотники добывают от одного до четырех зверей (чаще один), некоторым это удается даже не каждый год. Лишь 10% охоткорреспондентов указали на популярность промысла барсука в их районе, в основном на юге области: Кикнурский, Сунской, Малмыжский, Советский районы, что обусловлено высокой плотностью населения зверя, доступностью угодий, повышенным спросом (главным образом в крупных городах) и ценностью жира.

Таким образом, барсук распространен по всей территории Кировской области, но плотность его поселений уменьшается с юга на север, где он встречается спорадично, придерживаясь открытых пространств. Кировская область входит в зону симпатрии европейского и сибирского барсука. На большей ее части обитает *M. meles*. Ареал *M. leucurus* клином заходит со стороны Удмуртии в междуречье Вятки и Чепцы. Добыча зверька ведется во всех районах области, но интенсивнее – в южных. Барсучий жир, получаемый в результате охоты, пользуется постоянным спросом среди населения и высоко ценится.

ЛИТЕРАТУРА

Абрамов А.В., Савельев А.П., Сотников В.Н., Соловьев В.А. Распространение двух видов барсуков (Mustelidae, Meles) в европейской части России // Систематика, филогения и палеонтология мелких млекопитающих. СПб.: ЗИН РАН, 2003. С. 5-9.

Горшков П.К. Барсук в биоценозах Республики Татарстан. Казань, 1997. 176 с.

Клочков В.А. Оценка эколого-хозяйственного состояния территории Кировской области // Региональные и муниципальные проблемы природопользования (Материалы 4-й Межрег. науч.-практ. конф. Кирово-Чепецк, 1996. 158 с.

Соловьев В.А. Динамика численности барсука в Кировской области // Биологические ресурсы: состояние, использование и охрана / Материалы Всерос. науч.-практ. конф. Киров: Вятская ГСХА, 2005. 253 с.

Соловьев В.А., Соловьев А.Н. Поселения барсука в антропогенном ландшафте // Животные в антропогенном ландшафте: Материалы I Междунар. науч.-практ. конф. (14-16 мая 2003 г.). Астрахань: Изд-во Астраханского гос. ун-та, 2003. С. 59-61.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ОТ СОДЕРЖАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ И ЛЕГКОРАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ В ПОЧВАХ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ В СФЕРЕ ВЛИЯНИЯ НЕФТЕДОБЫЧИ

З.Е. Соловьева

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

E-mail: anysways@mail.ru

Для нефтедобывающих районов остро стоит проблема разливов нефти и сопутствующих минерализованных вод, вызывающих загрязнение почв. Исследования влияния загрязнения почвы нефтью и минерализованными водами на таежные фитоценозы немногочисленны (Маковский, 1989; Чижов и др., 1998) и носят преимущественно описательный характер. Между тем этот вопрос очень важен для определения способности почвы к самовосстановлению и выбора рекультивационных мероприятий (Пиковский и др., 2003).

В ходе исследований нарушенных почв в сфере влияния объектов нефтедобывающей промышленности, проводившихся факультетом почвоведения МГУ им. Ломоносова в 2003 г. в Нефтеюганском районе Ханты-Мансийского автономного округа, были собраны

материалы в 1260 точках, на которых выполнены почвенно-геоботанические описания и отбор образцов почв на глубине 0-20 см. В образцах почв определяли содержание нефтепродуктов, хлоридов и сульфатов.

Глубина трансформации свойств нарушенных почв сильно варьирует в зависимости от дозы загрязняющего вещества и типа почвы (Солнцева, 1998). По общности изменений в почвенно-растительном покрове в результате загрязнения исследованные почвы Среднего Приобья были объединены в четыре условные группы. Для каждой из них выявлены закономерности деградационно-восстановительной динамики фитоценозов и построены регрессионные модели зависимостей общего проективного покрытия (ОПП) растительности от концентраций в почве нефтепродуктов (НП) и хлоридов (тип засоления везде хлоридный).

1. Торфяные олиготрофные почвы. Это торфяные олиготрофные типичные и остаточно-эутрофные почвы сосново-кустарничково-сфагновых, березово-вейниково-сфагновых и осоко-сфагновых болот. Максимальные ареалы засоленных почв приурочены именно к таким территориям. Зависимости ОПП растительности от содержания в почве нефтепродуктов и легкорастворимых солей представлены на рис. 1 и 2.

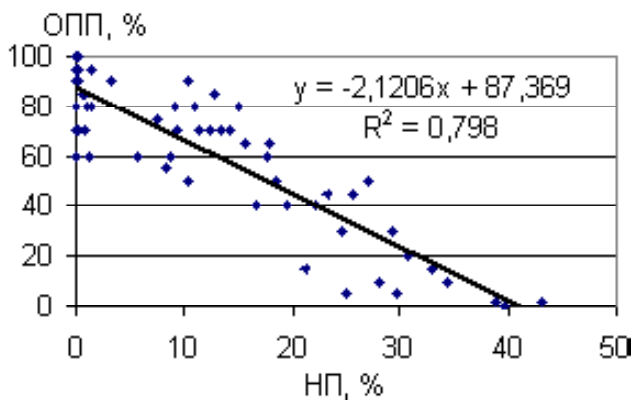


Рис. 1.

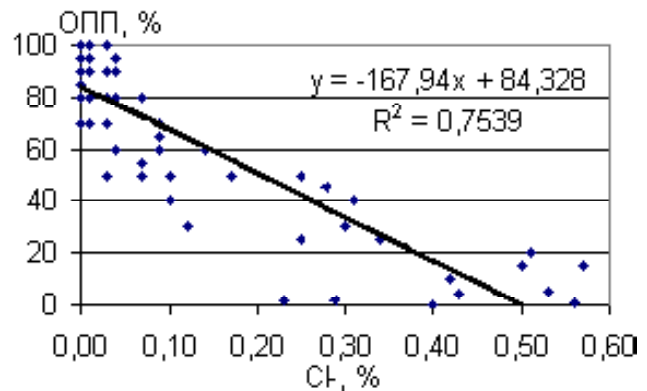


Рис. 2.

При загрязнении нефтью почвенный профиль, как правило, характеризуется высокой битуминизацией на глубину 10-30 см. Содержание нефтепродуктов довольно высокое. ОПП растительности находится в обратной линейной зависимости от концентрации нефтепродуктов в почве (рис. 1). Сильные изменения в фитоценозе происходят лишь при превышении концентрации нефтепродуктов 15%, полное вымирание растительного покрова наблюдается при приближении к концентрации 40%.

Застойный водный режим обуславливает относительно равномерное распределение растворимых солей по профилю, с некоторым снижением концентрации к менее насыщенному водой поверхностному слою. Это позволяет даже на сильнозасоленных участках сохраниться живой растительности по микроповышениям кочек. Зависимость ОПП растительности от содержания солей также достоверно аппроксимируется (рис. 2), что согласуется с данными авторов, исследовавших влияние концентрации почвенного раствора на доступность воды растениям (Зайцева и др., 2003).

При химическом загрязнении олиготрофный торф меняет направление почвообразования в сторону эутрофикации. Растет степень разложения торфа, образуются вторичные болота с доминированием осок, вейника сероватого, рогоза широколистного, пушицы. Сосна заменяется мелколистными породами – березой, ивой. В восстанавливаемом фитоценозе обычно сокращается доля вересковых кустарничков. Наиболее устойчивой к засолению является череда.

2. Таежные оторфованные почвы. Лесные почвы с верхним оторфованным горизонтом мощностью более 20 см – торфяно-глееземы, приурочены к оторфованным сосново-сфагновым и березово-елово-зеленомошным лесам.

Для этой группы почв характерны сильная битуминизация и засоление только верхнего органогенного горизонта. Содержание нефтепродуктов и растворимых солей в тяже-

лосуглинистых минеральных горизонтах близко к погрешности измерений, однако может отмечаться их некоторое подщелачивание.

При нефтяном и солевом загрязнении древесный ярус полностью переходит в сухостой, на микроповышениях частично сохраняются отдельные элементы травяно-кустарничкового яруса. Выявленные связи между проективным покрытием травяно-кустарничкового яруса и концентрацией загрязняющих веществ (рис. 3 и 4) сходны с результатами для верховых торфяников, но для оторфованных лесных почв наклон аппроксимирующей прямой более пологий. В точках с нулевыми концентрациями нефти и легкорастворимых солей проективное покрытие растительности составляет всего 60%. Это является следствием нефте-солевого загрязнения приобских лесов, которое приводит к отмиранию деревьев и вторичному заболачиванию. На таких территориях часто образуются болота с разреженной рудеральной растительностью. Общее направление изменений в лесных фитоценозах схоже с процессом на олиготрофных торфяниках. При смене хвойных деревьев мелколиственными сохраняются кустарнички, в частности, брусника, багульник болотный, которые во вторичных сообществах торфяников выпадают. В принципе лесные сообщества, как более продуктивные и сложные по структуре, толерантнее к высоким концентрациям нефти и солей, чем олиготрофные торфяники, но из-за вторичного заболачивания этот эффект выражен нечетко.

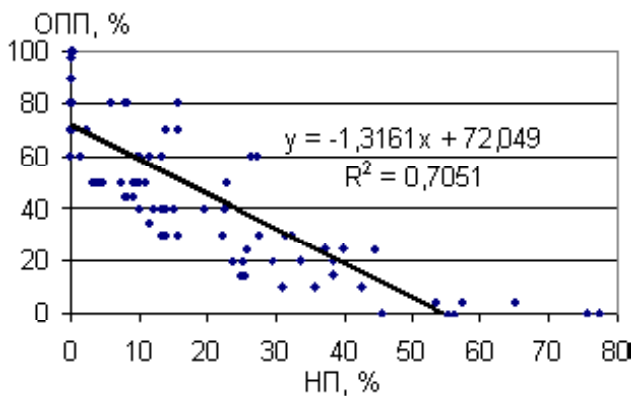


Рис. 3.

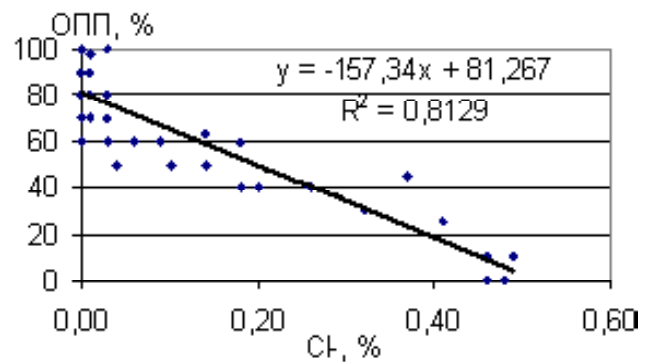


Рис. 4.

3. Тажные минеральные почвы. Лесные почвы без мощного оторфованного горизонта: светлосезмы и глеезезмы, приурочены к кедровым, сосновым и елово-березовым лесам большей частью на расчлененных элементах рельефа. Они характеризуются максимальными концентрациями нефтепродуктов и солей в подстилке, которые снижаются с увеличением глубины минеральных горизонтов.

Зависимость ОПП травяно-кустарничкового и мохового ярусов от содержания нефтепродуктов (рис. 5) тоже является линейной, но достоверность аппроксимации ниже, так как на минеральных почвах, причем преимущественно тяжелого грансостава, процесс вторичного заболачивания еще более распространен.

При концентрации нефти в верхнем 20-сантиметровом слое свыше 4% уже идут глубокие изменения в фитоценозе, где около половины древесных растений переходит в сухостой. Поскольку минеральные лесные почвы обычно распространены на склонах, нефтепродукты стекают по ближайшей ложбине и замазученная площадь не так велика, как на плоских болотах. Нефть стекает по микропонижениям между деревьев, загрязняя лишь часть площади. Тажные минеральные почвы быстрее других очищаются от самых токсичных фракций нефти. Для них характерно восстановление естественной растительности, только замазученная ложбина зарастает тростником или розогом.

Зависимость ОПП от концентрации легко растворимых солей представлена на рис. 6. Достоверной корреляции не выявлено. Концентрации солей низкие, вследствие их высокой миграционной способности. Низкий коэффициент детерминации свидетельствует о том, что фактор засоления не является значимым. Значения ОПП растительности для тажных минеральных почв лимитируются другими параметрами.

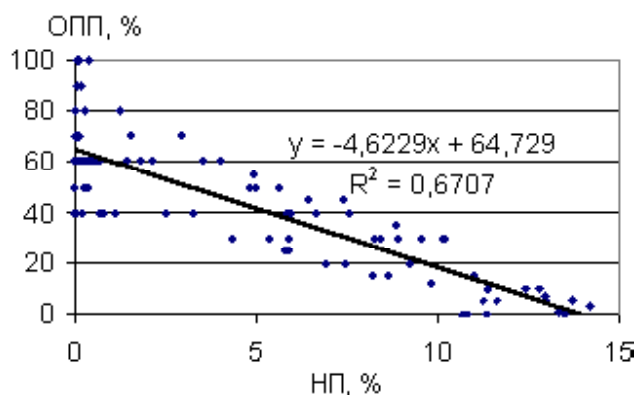


Рис. 5.

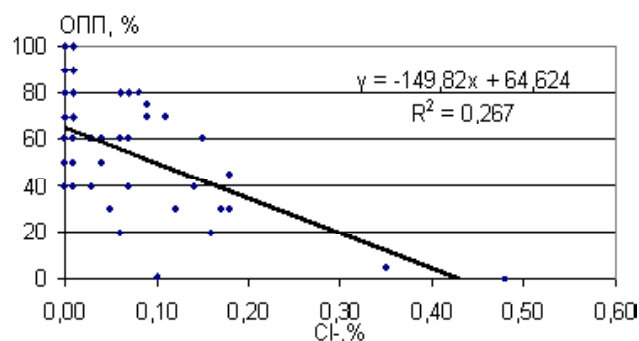


Рис. 6.

4. Торфяные эутрофные почвы. Торфяные эутрофные типичные, перегнойные и иловато-торфяные почвы низинных болот – осоковых, тростниковых, рогозовых березово-вейниковых.

Для эутрофных болот из-за их подчиненного положения в ландшафте и высокой емкости низинного торфа характерны максимальные концентрации нефтепродуктов и солей, сильная битуминизированность верхних горизонтов и загрязнение более легкими фракциями нефти всего почвенного профиля до уровня грунтовых вод. Торфяная масса уплотняется, становится вязкой, бесструктурной. В предельных случаях пропитанные нефтью горизонты становятся водоупорными. Так как эти почвы плодороднее, живые растения сохраняются даже при 50% нефтепродуктов в почве (рис. 7). Зарастают разливы на эутрофных болотах естественной растительностью – осоками, вейниками, тростником, рогозом. Доля двух последних увеличивается, а растения древесного и мохового ярусов выпадают. Зависимость достоверно аппроксимируется линейной функцией.

Для легкорастворимых солей прослеживаются те же закономерности (рис. 8). Концентрации легкорастворимых солей плавно уменьшаются по почвенному профилю до уровня грунтовых вод. Из всех рассмотренных групп почв растительность низинных торфяников наиболее устойчива к засолению.

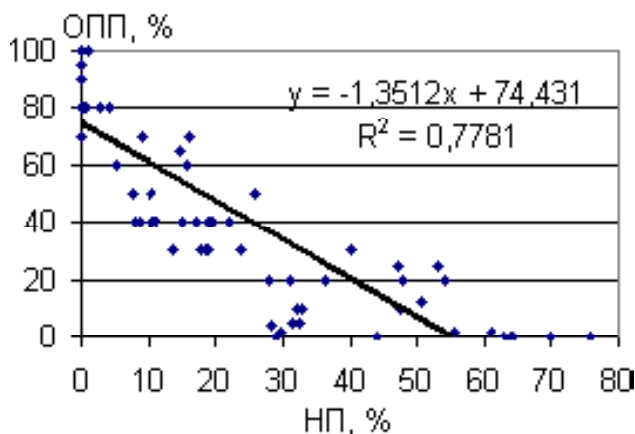


Рис. 7.

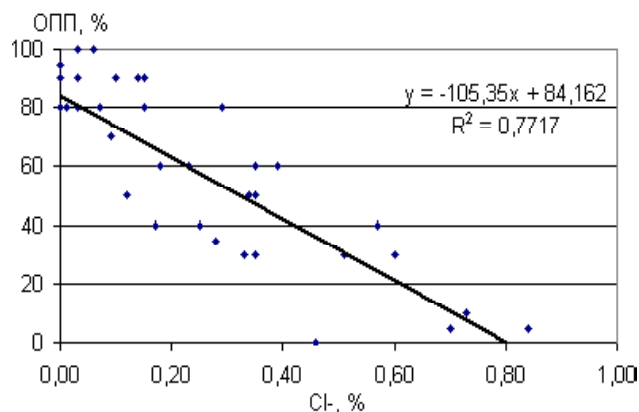


Рис. 8.

ЛИТЕРАТУРА

Зайцева Р.И., Судинцын И.И., Никитина Н.С. Влияние концентрации и осмотического давления почвенного раствора на доступность воды растениям // Почвоведение, 2003. № 9. С. 1124-1131.

Маковский В.И. Влияние нефтезагрязнений на растительный покров и торфяную залежь олиготрофных болот // Растительность в условиях техногенных ландшафтов Урала: Сб. науч. тр. Свердловск, 1989. С. 96-102.

Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н., Чернявский С.С., Сахаров Г.Н. Проблемы диагностики и нормирования загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами // Почвоведение, 2003. № 9. С. 1132-1140.

Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. 376 с.

Чижов Б.Е., Захаров А.И., Гаркунов Г.А. Деградационно-восстановительная динамика лесных фитоценозов после нефтяного загрязнения // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. Тюмень, 1998. С. 160-172.

RAPD-ФИНГЕРПРИНГ ПЛОТВЫ (*Rutilus rutilus*) И ЛЕЩА (*Abramis brama*)

В.В. Столбунова, Ю.В. Слынько

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН

E-mail: vvsto@mail.ru

Метод полимеразной цепной реакции со случайными праймерами (RAPD-PCR) успешно используется для поиска информативных полиморфных маркеров, пригодных для физического картирования геномов животных и растений (Патрушев, 2004). В настоящей работе проведены оценка генетической изменчивости наиболее массовых видов внутренних водоемов европейской части России – плотвы и леща – на основании определения геномного разнообразия данных видов по случайным фрагментам тотальной ДНК длиной от 100 до 2500 п.н. и выявление видоспецифичных фрагментов.

Внутри- и межвидовую RAPD-изменчивость изучали на двух выборках плотвы (*Rutilus rutilus*) и леща (*Abramis brama*) Рыбинского водохранилища р. Волга. Исследовано десять особей по семи праймерам. Для выделения тотальной ДНК использовали венозную кровь. Забор крови производили из хвостовой вены, затем консервировали в 0.05 М растворе ЭДТА (pH-8.0) и хранили при температуре + 4 °С. Выделение ДНК проводили по стандартному методу, включающему следующие стадии: лизис клеток и ядер, депротенинизация ДНК с помощью протеиназы К и фенол-хлороформа, осаждение спиртом и растворение ДНК в воде. Для выявления геномной вариабильности использовали семь праймеров следующего состава: OPA11-5'-CAATCGCCGT-3', OPA17-5'-GACCGCTTGT-3; OPA19-5'-CAAACGTCGG-3'; R45-5'-GCCGTCCGAG-3'; P29-5'-CCGGCCTTAC-3'; OPA20-5'-GGTCTAGAGG-3'; SB2-5'-GACGGCCAGTATT-3'. Реакцию амплификации со случайными праймерами осуществляли на термоциклере «MJ Reseach» (USA). Реакционная смесь объемом 25 мкл содержала 67 мМ трис- HCl (pH-8.8), 16.6 мМ сульфата аммония, 0.01% твин-20, по 0.3 мМ каждого dNTP, 60 мМ MgCl₂, 1 мкМ праймера, 0.9 ед. Tag- полимеразы и 25-100 нг тотальной ДНК. Каждый цикл полимеразной реакции состоял из денатурации (94 °С, 2 мин), отжига (45 °С, 1 мин), элонгации (72 °С, 2 мин). Циклы повторялись 35 раз, первый цикл предваряли денатурацией в течение пяти минут при температуре 94 °С. После окончательной достройки амплифицированной ДНК (72 °С, 2 мин.) прибор снижал температуру до 4 °С. Продукты амплификации подвергали электрофорезу в 1.5% - ном агарозном геле толщиной 7-10 мм, содержащем бромистый этидий. В качестве маркеров молекулярной массы использовали 100 bp и 1kb Ladder «Fermentas».

На основании электрофореграмм были составлены бинарные матрицы, по которым для каждой выборки рассчитывали следующие коэффициенты: среднее число фрагментов индивидуальных спектров (N); общее число фрагментов (L); долю полиморфных локусов (P, %); среднее внутригрупповое сходство $APS = \Sigma S/n$, где n – число индивидуумов в группе, $S = 2N_{xy} / (N_x + N_y)$ – сходство между каждой парой особей внутри группы (N_x и N_y – число фрагментов, выявляемых у особей x и y соответственно, N_{xy} – число одинаковых фрагментов у особей x и y). Достоверность различий по средним значениям N и APS рассчитывали с помощью пермутационного теста, и их значимость на уровне $p < 0.001$ (STATISTICA 6.0). Для построения дендрограммы генетического сходства использовали парно-групповой метод для невзвешенных средних (UPGMA) из пакета прикладных программ TREECON (Van der Peer, De Wachter, 1994).

В предварительных экспериментах нами было опробовано девять случайных праймеров, из которых для последующего RAPD- анализа отобрано семь (ОРА-01, ОРА-17, ОРА-19, ОРА-10, Р-29, ОРА-09, R-45), позволяющих выявлять четкие, стабильно воспроизводимые спектры, отчетливо дифференцирующие рассматриваемые виды. Выявление видоспецифичных фрагментов осуществляли по всем семи праймерам на основании способности универсальных праймеров давать в ПЦР консервативные и вариабельные для данного вида ПЦР паттерны (Булат и др., 1992). Наиболее информативными по числу выявляемых фрагментов оказались праймеры Ора-17 и R-45 (рис. 1), что позволило осуществить корректный детальный анализ внутри- и межвидовой изменчивости леща и плотвы.

Пр-р ОРА-17 давал хорошо воспроизводимые фрагменты в области 200-1500 п.н. С помощью данного праймера удалось выявить в геноме плотвы и леща 37 локусов (31-плотва; 29- лещ), из них семь мономорфных фрагментов – общие для обоих видов. Количество полос в индивидуальных спектрах колеблется от 18 до 23, выборки плотвы и леща не различаются между собой по среднему значению H ($p < 0.0001$), которое составляет для плотвы – 21.0 ± 1.1 , леща – 20.2 ± 0.8 . Обе выборки по данному праймеру демонстрируют высокую степень внутригруппового сходства, этот показатель для плотвы составил 80.0 ± 0.16 ; для леща – 82.0 ± 0.12 . Уровень полиморфизма также не высок – 58.0 и 48.0% для плотвы и леща соответственно (табл. 1).

По праймеру R45 отмечено 52 RAPD-фрагмента (локуса) размером от 100 до 2500 п.н., из них общими для плотвы и леща являются только три локуса. В индивидуальных спектрах отмечено от 24 до 31 фрагмента, по среднему значению H ($p < 0.0001$), которое составило 24.8 ± 0.7 для плотвы и 29.4 ± 0.92 – для леща, выборки достоверно различаются между собой.

Уровень полиморфизма плотвы и леща составил 85.0 и 57.0 % соответственно, а степень внутригруппового сходства составила 64.0 ± 0.03 и 0.80 ± 0.02 .

После объединения данных по двум праймерам общее число локусов составило 89, а число фрагментов в индивидуальных (H) спектрах плотвы и леща по двум праймерам – 42-53. Число выявляемых локусов в геноме плотвы и леща по двум праймерам – 72 и 71,

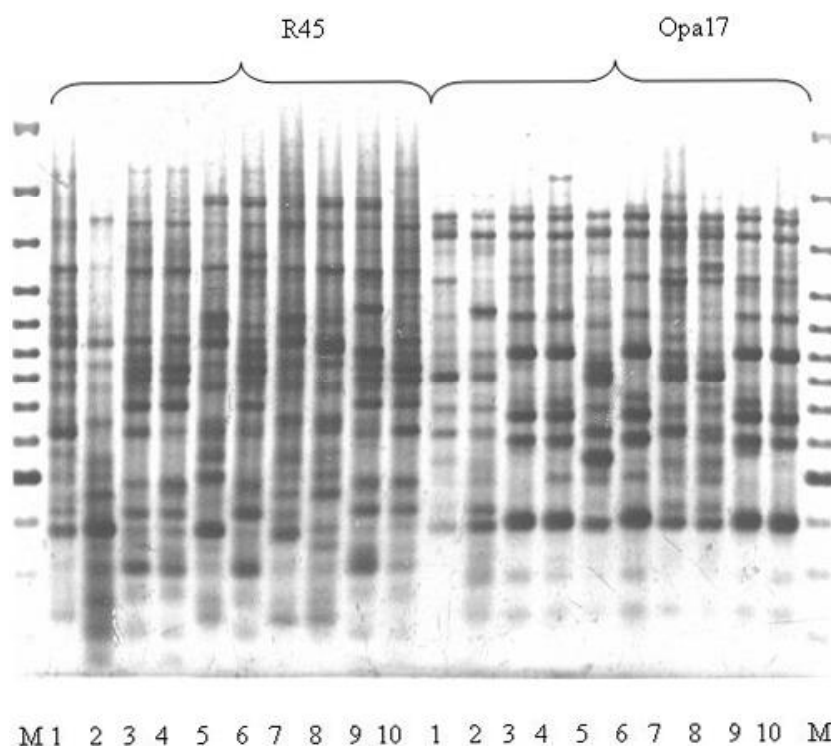


Рис. 1. Индивидуальные спектры ДНК плотвы (1, 2, 5, 7, 8) и леща (3, 4, 6, 9, 10) по праймерам R45 и Ора-17; М-маркер молекулярных масс (1 kb).

видоспецифических мономорфных фрагментов – 18 и 33 для плотвы и леща соответственно. Выборки достоверно различаются между собой по среднему значению H ($p < 0.0001$) и коэффициенту сходства ($tg = -4.8$; $p < 0.0001$). Доля полиморфных локусов плотвы – 74, леща – 53%. Средние уровни генетического сходства внутри выборок варьируют в пределах 64.0-82.0%, причем выборка леща наиболее гомогенна (82.0%), что подтверждается литературными данными, где этот же показатель имеет следующие значения – 62.8-79.3% (Хрисанфова и др., 2004).

При исследовании дендрограмм генетического сходства после объединения матриц по двум праймерам мы получили четкое разделение

Таблица 1

Генетический полиморфизм в выборках плотвы и леща по двум праймерам

Вид	Количество локусов по каждому экземпляру					N ± σ	S	P, %
	1	2	3	4	5			
Праймер R45								
Плотва	23	24	24	26	26	24.8±0.70	0.64±0.029	85.0
Лещ	29	26	31	31	30	29.4±0.92	0.80±0.019	57.0
Праймер OPA-17								
Плотва	20	23	18	20	24	21.0±1.10	0.80±0.016	58.0
Лещ	20	21	19	22	19	20.2±0.80	0.82±0.012	48.0
Суммарно по обоим праймерам								
Плотва	43	47	42	46	50	45.6±1.43	0.72±0.018	74.0
Лещ	49	47	50	53	49	49.6±0.93	0.81±0.008	53.0

Примечание. N ± σ – среднее число фрагментов в индивидуальных спектрах; S – коэффициент сходства между каждой парой особей внутри группы; P – полиморфные локусы.

видов на два кластера с индексом бутстрепа 100%, что свидетельствует о надежности объединений (рис. 2). Значения внутригруппового сходства в выборке плотвы варьируют в пределах 0.16-0.33, леща – 0.15-0.21. Обе выборки высокополиморфны.

При исследовании специфики праймеров были получены следующие результаты. Общее генетическое разнообразие выборок, т.е. число RAPD-фрагментов (локусов) разного размера по семи праймерам, для плотвы составило 146, для леща – 161, из них общими для обоих видов оказались 34 локуса (табл. 2). В спектрах всех праймеров четко видны межвидовые различия по наличию видоспецифических мономорфных фрагментов: лещ – 42, плотва – 41 (табл. 3). Наименьшее число фрагментов в индивидуальных спектрах у плотвы и леща отмечены по праймеру Ора-19 (10:9 соответственно), наибольшее – по R45 (23:31). По праймерам Ора-01 и P29 отмечено максимальное число мономорфных видоспецифических фрагментов при низкой индивидуальной изменчивости, что отражает консервативные свойства вида (Алтухов, Абрамова, 2000). Кодированная часть ДНК является консервативнее, тогда как некодирующая часть – более изменчивей, так как в меньшей степени подвержена селективным ограничениям (Nei, 1987). Присутствие в спектрах мономорфных видоспецифических фрагментов, возможно, – результат амплификации кодирующей части генома.

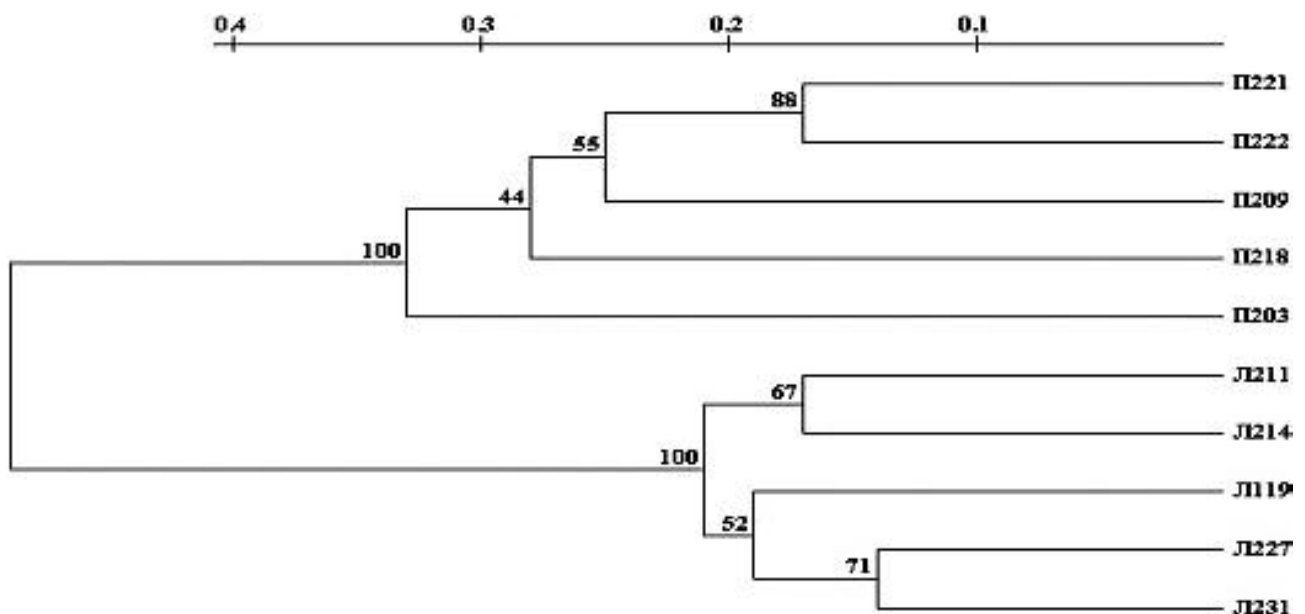


Рис. 2. Дендрограмма генетического сходства по двум праймерам. П221, П222, П209, П218, П203 – особи плотвы; Л211, Л214, Л119, Л227, Л231 – особи леща. Вверху – шкала генетического сходства по Ней (Nei, 1987), числовые значения в узлах ветвления – индекс бутстрепа (%).

Таблица 2

Количество фрагментов (локусов) по используемым праймерам у леща и плотвы

Вид, геномные характеристики	Праймеры							Σ
	Ора-01	Ора-19	Ора-29	Ора-09	Ора-10	R45	Ора-17	
Плотва 1	15	10	14	13	20	26	20	118
Плотва 2	16	10	15	17	17	26	24	125
Общие локусы	14	7	11	9	15	21	18	95
S	0.90	0.70	0.75	0.60	0.81	0.80	0.81	0.76±0.03
Лещ 1	22	12	22	14	17	29	20	136
Лещ 2	20	9	23	13	11	26	21	123
Общие локусы	16	8	17	6	11	24	16	101
S	0.76	0.76	0.76	0.44	0.78	0.87	0.78	0.74±0.05
Плотва (1, 2)	31	20	29	30	37	52	44	146
Лещ (1, 2)	42	21	47	27	28	55	41	161
Общие локусы	4	2	4	2	5	3	7	34
S	0.30	0.20	0.37	0.29	0.37	0.47	0.53	0.36±0.10

Примечание. S – коэффициент сходства между каждой парой особей внутри группы.

Таблица 3

Количество мономорфных видоспецифических фрагментов (локусов)

Вид	Праймеры						
	Ора-01	Ора-19	Ора-29	Ора-09	Ора-10	R45	Ора-17
Плотва	10	4	6	6	9	1	5
Лещ	8	7	10	5	5	4	3

Таким образом, для определения видового статуса из семи использованных праймеров наиболее пригодны Ора-01 и Ора-29, максимальный уровень генетической изменчивости для плотвы и леща отмечен по праймеру R-45.

Доля полиморфных локусов плотвы выше чем у леща, выборка леща более гомогенна. Уровень геномной вариабельности у леща составил 5, у плотвы – 74%. Дендрограмма генетического сходства дает четкое разделение видов на два кластера с индексом бутстреп-па 100%, что свидетельствует о надежности объединений. Обе выборки высокополиморфны, по разбросу индекса сходства родство маленькое.

ЛИТЕРАТУРА

Алтухов Ю.П., Абрамова А.Б. Мономорфная видоспецифическая ДНК, выявляемая в полимеразной цепной реакции со случайными праймерами // Генетика, 2000. Т. 36. № 12. С. 1674-1681.

Булат С.А., Кобаев О.К., Мироненко Н.В., Ибатуллин Ф.М. и др. Полимеразная цепная реакция с универсальными праймерами для изучения геномов // Генетика, 1992. Т. 28. № 5. С. 19-28.

Вейр Б. Анализ генетических данных. М.: Мир, 1995. 400 с.

Патрушев Л.И. Искусственные генетические системы. М.: Наука, 2004. С. 237.

Хрисанфова Г.Г., Луданный Р. И., Слынько Ю.В и др.. RAPD-фингерпринг леща (*Abramis brama*), плотвы (*Rutilus rutilus*) и гибридов первого поколения лещ × плотва и плотва × лещ // Генетика, 2004. Т. 40. № 10. С. 1-5.

Nei M. Molecular evolutionary genetics. N.-Y.: Colambia Untiv. press, 1987. 512 p.

Van der Peer Y., de Wachter. R. TREECON for Windows: a software package for the construction and drawing of evolutionary trees for Microsoft Windows environment // Comput. Applic. Biosci., 1994. V. 10. P. 569-570.

КОРНЕВЫЕ ОКОНЧАНИЯ ЕЛИ СИБИРСКОЙ: СТРУКТУРА, ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ДЫХАНИЕ

Т.А. Творожникова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: tvorognikova@ib.komisc.ru

Корневая система является связующим звеном в системе почва-растение. Внешний вид и характер распространения корневой системы в почве зависят не только от наследственных способностей, но и свойств среды, окружающей корневую систему. Ель сибирская – основная лесообразующая порода на европейском Северо-Востоке. Показано, что основная масса ее корней (до 89.2%) содержится в верхнем 10-сантиметровом слое (Шубин, 1985; Бобкова, 1987; Еропкин, 1987). Отдельные части корневой системы отличаются друг от друга по морфологии, анатомическому строению и функциям. Выделяют четыре типа корневых окончаний ели сибирской: ростовые быстрорастущие, ростовые медленнорастущие, сосущие-ростовые и сосущие (Саляев, 1961). Функциональная активность корней определяет процессы роста и развития растений, а также фитоценотические взаимоотношения видов в сообществе. Известно, что структура и функционирование корневых систем зависят от некоторых факторов, прежде всего, температуры и влажности, содержания азота и минеральных элементов, биологической активности почвы. Особую роль в улучшении снабжения деревьев элементами питания отводят микоризообразующим грибам, которые, кроме того, расширяют возможности растений в извлечении элементов питания из сложных органических и минеральных соединений. Симбиоз увеличивает скорость поглощения растениями воды и элементов питания, повышает устойчивость растений к засухе и некоторым патогенным микроорганизмам (Лобанов, 1971; Шубин, 1985). Облигатная микотрофность хвойных расширяет их адаптивные способности, позволяет им осваивать разнообразные местообитания и занимать ключевые позиции в лесных сообществах (Веселкин, 2002). Все лесообразующие породы таежной зоны, в том числе и ель, имеют эктомикоризы. Виды хвойных характеризуются большим разнообразием микоризных окончаний. Их разделяют на три основные группы: простые, переходные, сложные. Формы микоризных окончаний определяются возрастом микориз и систематической принадлежностью растения-хозяина, а также экологическими условиями. Простые и переходные формы встречаются на более ранних этапах развития корней. Основная масса молодых, ежегодно закладывающихся корешков у ели представлена относительно крупными, длиной 7-11 мм, ростовыми корешками быстрого и медленного роста (Еропкин, 1979). У ели на большей глубине почвы находятся преимущественно простые формы микоризных окончаний: булавовидные, реже вильчатые, а в верхних слоях почвы появляются коралловидные, гроздевидные, папоротниковидные и клубневидные формы (Еропкин, 1987). Эктомикоризы формируются на укороченных, всасывающих корневых окончаниях растений, реже – на корнях медленного роста, при этом внешний вид корней видоизменяется. У микоризованных корней отсутствуют корневые волоски; часто микоризные окончания утолщены; являются более хрупкими и иначе окрашены, нежели проводящие корни и безмикоризные всасывающие окончания. На поверхности микориз нередко имеются гифальные образования различной структуры. По сравнению с безмикоризными всасывающими корневыми окончаниями, микоризы менее интенсивно растут в длину, что связано с меньшей активностью меристематических тканей в апикальных меристемах эктомикориз (Веселкин, 2002). У ели мелкие сосущие корешки слабо захватываются грибной инфекцией, поэтому процесс микоризообразования протекает медленно (Еропкин, 1979).

Цель работы – выявить распределение корней в почве и связь сезонной динамики дыхательной способности корневых окончаний с экзогенными факторами.

Исследования проводили на Ляльском лесозооэкологическом стационаре в 100-летнем ельнике черничном. Образцы верхних горизонтов почвы отбирали буром диаметром 10 и высотой 9 см через один метр от ствола в трех направлениях от экспериментального дерева, высота которого составила 21, а радиус проекции кроны – 2.5-3 м. Корни из этих

образцов распределяли по фракциям и высушивали. Одновременно определяли температуру почвы и брали ее пробы для микробиологического анализа. Температурную зависимость дыхания устанавливали на отрезанных корнях в диапазоне температур 10-35 °C инфракрасным газоанализатором «Infralyt-4» (Германия). Обработку образцов почвы производили стандартными методами почвенных посевов, находили численность микроорганизмов и видовой состав микромицетов.

Согласно нашим наблюдениям, температура почвы на глубине 0-10 см уменьшалась при удалении от ствола дерева. Численность микроорганизмов увеличивалась в весенний и осенний периоды и снижалась в середине лета в наиболее засушливый период. Причем в августе с наступлением теплого периода при влажности почв, близкой к оптимальной отмечалась заметная активизация микробиоты (Титов, 1971). Преобладающей группой микроорганизмов в почве была бактериальная (рис. 1). Доля актиномицетов в подзолистых почвах незначительна, что отмечалось ранее (Стенина, 1964; Титов, 1971). Хотя доля бактериальной группы микроорганизмов и доминирует, роль микромицетов для микоризообразования все же велика. При выделении микоризных грибов из микоризных окончаний хвойных древесных пород большинство посевов было «загрязнено» видами рода *Penicillium*, в меньшей степени – *Mucor* и *Trichoderma*. Присутствие этих микромицетов связывают с их положительной ролью, так как они являются симбиотрофами для микоризообразователей и ограничивают распространение корневых патогенных грибов (Шубин, 1980). Всего из органогенного слоя почвы выделен 41 вид микромицетов, относящихся к трем классам. Обильней роды *Penicillium*, *Trichoderma*, являющиеся самыми

типичными родами грибов северных почв (Стенина, 1964; Шубин, 1980).

В радиусе 3 м от ствола наиболее многочисленны группы аммонификаторов и олиготрофов, что может быть связано с вымыванием атмосферными осадками питательных веществ с поверхности кроны (рис. 2). По данным Т.А. Пристовой (2005), количество элементов минерального питания по степени убывания их концентрации в дождевых водах, достигающих поверхности почвы, следующее: $\text{HCO}_3^- > \text{K}^+ > \text{N} (\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-) > \text{Ca}^{2+} > \text{Cl}^- > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{SO}_4^{2-} > \text{P} (\text{PO}_4^{3-}, \text{P}_2\text{O}_5) > \text{Mn}^{2+} > \text{Fe}^{2+3+}$.

В связи с неравномерным распределением элементов минерального питания в почве, насыщение почвы тонкими корнями было неоднородно. Наибольшую насыщенность наблюдали на границе проекции кроны (рис. 3).

По нашим данным, в 10-сантиметровом слое почвы доля корней ели сибирской от общей массы корней составила в среднем 44, а доля тонких корней – 33% от общей массы корней ели.

Дыхание является интегральным показателем функционального состояния растений. В сезонной

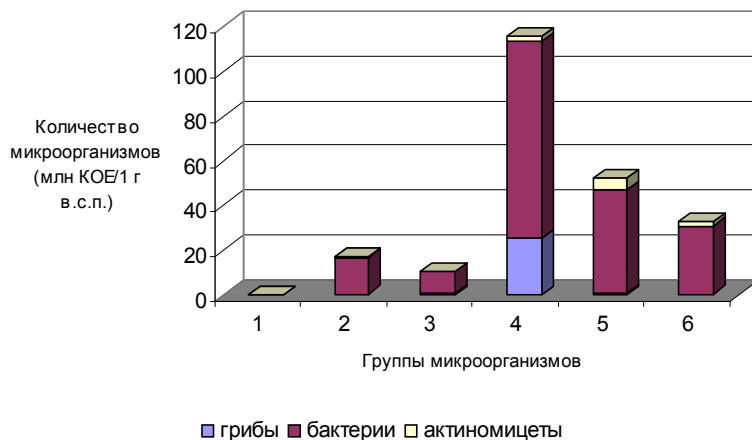


Рис. 1. Количество микроорганизмов разных физиологических групп: 1 – целлюлозолитики, 2 – сахаролитики, 3 – нитрификаторы, 4 – аммонификаторы, 5 – олиготрофы, 6 – олигонитрофилы.

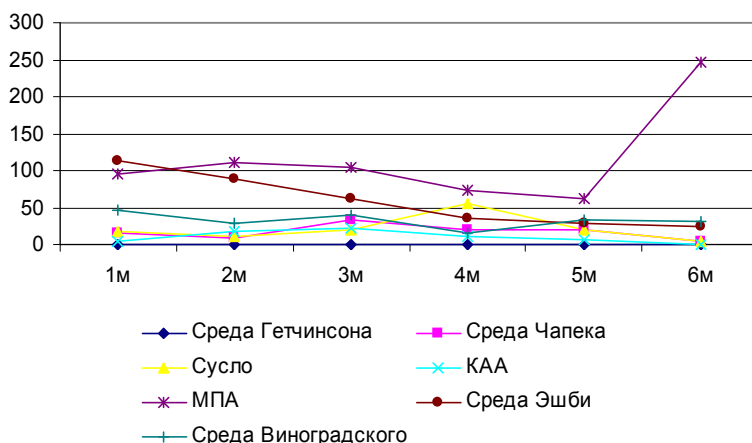


Рис. 2. Количество микроорганизмов различных физиологических групп на разном расстоянии от ствола дерева.

динамике максимальные значения дыхания тонких корней ели наблюдали во второй половине июля – начале августа, когда у хвойных отмечают наиболее активный фотосинтез и транспирацию (рис. 4). Это связано с поступлением большего количества ассимилятов и воды в корневые окончания, что, в свою очередь, ведет к усилению их дыхательной активности.

Таким образом, пространственное распределение корневых окончаний в 10-сантиметровом слое почвы определяется архитектурой кроны, которая влияет на температурный режим, содержание элементов минерального питания и микробиоту почвы. Функциональная активность тонких корней зависит от физиологического состояния дерева в целом.

ЛИТЕРАТУРА

Бобкова К.С. Биологическая продуктивность хвойных лесов европейского Северо-Востока. Л.: Наука, 1987. 156 с.

Веселкин Д.В. Строение и микоризация корней сеянцев ели и пихты при изменении почвенного субстрата // Лесоведение, 2002. № 3. С. 12-17.

Еропкин К.И. О взаимосвязи форм микоризных окончаний у хвойных // Микориза растений. Пермь, 1979. С. 61-77.

Еропкин К.И. Разнокачественность микориз некоторых хвойных в различных географических условиях // Микориза и другие формы консортивных связей в природе. Пермь, 1987. С. 81-88.

Лобанов Н.В. Микотрофность древесных растений. М.: Лесная промышленность, 1971. 216 с.

Пристова Т.А. Кислотность и химический состав почвенных вод иллювиально-железистого подзола лиственнично-хвойного насаждения средней тайги. Сыктывкар, 2005. 26 с. (Сер. Научные доклады / Коми НЦ УрО РАН; Вып. 468).

Салеев Р.К. Изучение физиологически активной части корневых систем у главнейших лесобразующих древесных пород таежной зоны: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 1961. 19 с.

Стенина Т.А. Микробиологическая характеристика некоторых почв Коми АССР // Известия Коми филиала Всесоюзного географического общества, 1964. № 9. С. 38-48.

Титов Ю.В. Влияние корней ели на биологическую активность и азотный режим подзолистых почв // Лесоведение, 1971. № 4. С. 9-20.

Шубин В.И. Вопросы микоризообразования в связи с взаимоотношениями почвенных микроорганизмов. Задачи исследований // Микоризные грибы и микоризы основных лесобразующих пород Севера. Петрозаводск, 1980. С. 5-31.

Шубин В.И. Значение микосимбиотрофии в организации лесных биогеоценозов таежной зоны // Микосимбиотрофизм и другие консортивные отношения в лесах Севера. Петрозаводск, 1985. С. 9-32.

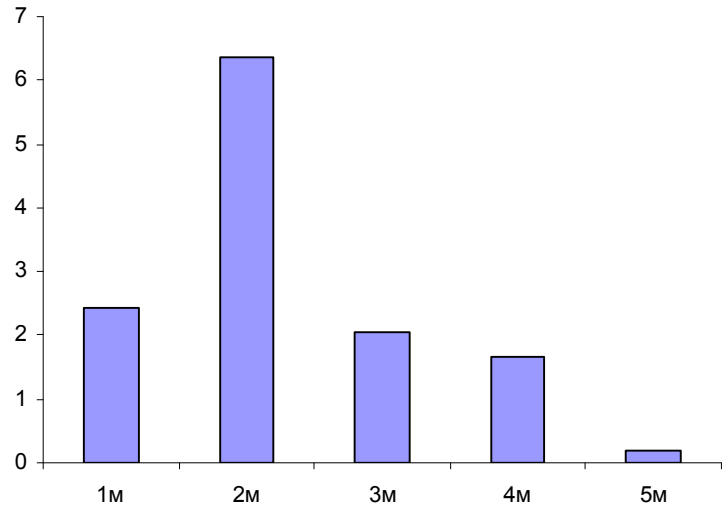


Рис. 3. Насыщенность почвы корнями ели (%) на разном расстоянии от ствола дерева.

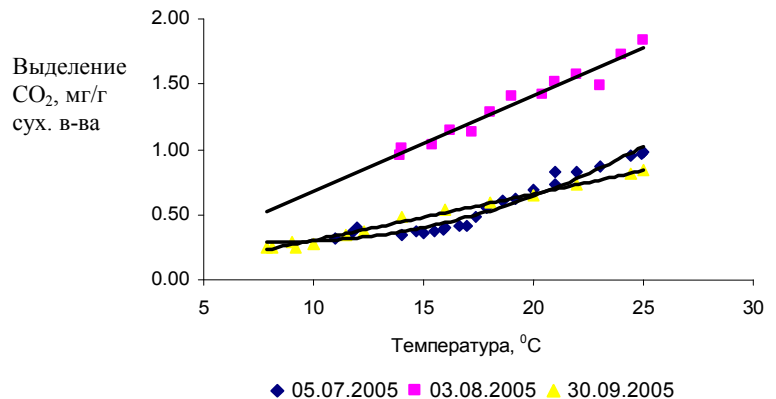


Рис. 4. Зависимость дыхания корней ели сибирской от температуры.

ВЛИЯНИЕ ВОДНОГО ДЕФИЦИТА НА CO_2 -ГАЗООБМЕН РАСТЕНИЙ *RHODIOLA ROSEA*, *SEDUM ACRE* И *HYLOTELEPHIUM TRIPHYLLUM*

Е.В. Тимофеева*, Д.С. Бачаров, И.В. Далькэ

* Сыктывкарский государственный университет
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

В процессе эволюции у суккулентов выработались механизмы, обеспечивающие их устойчивость к водному дефициту. *Rhodiola rosea*, *Sedum acre* и *Hylotelephium triphyllum* из семейства *Crassulaceae* относятся к тем немногим суккулентам, которые произрастают на Севере. Мы исследовали устойчивость этих растений к водному стрессу на разных стадиях развития.

У молодых побегов *R. rosea* в условиях засухи отмечали резкое уменьшение интенсивности CO_2 -газообмена (на 70%) по сравнению с контролем. Взрослые растения родиолы устойчивее к водному стрессу – скорость поглощения CO_2 снизилась на 50%.

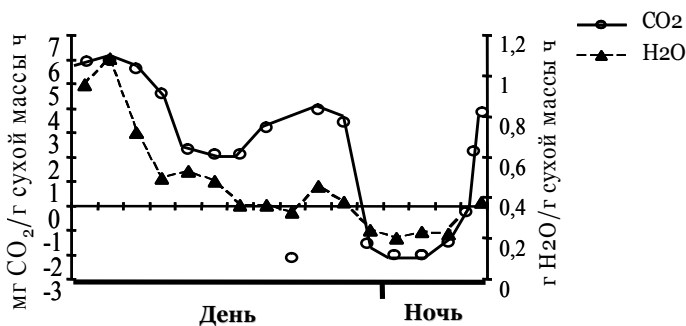


Рис. 1. Суточная динамика CO_2 -газообмена растений *H. triphyllum* на стадии формирования вегетативных побегов, 15-й день засухи.

Взрослые генеративные растения *H. triphyllum* более устойчивы к водному стрессу, чем растения *R. rosea*, и не показали снижения скорости фотосинтеза листьев. У молодых побегов *H. triphyllum* во время засухи наблюдали сокращение интенсивности газообмена на 75% по сравнению с контрольными растениями. Отмечены существенные изменения в динамике газообмена. В конце темнового и начале светового периода побеги активно ассимилировали CO_2 , после чего интенсивность фотосинтеза снижалась (рис. 1). Таким образом, суточный ход CO_2 -газообмена побегов

H. triphyllum был сходным с растениями САМ типа.

Определение параметров индукции флуоресценции хлорофилла показало, что под влиянием засухи нарушения в транспорте электронов на уровне фотосистем у стрессированных растений *R. rosea* и *H. triphyllum* не происходит (рис. 2). Показатели флуоресценции были близкими к теоретическим значениям (0.8), что свидетельствует о нормальном функциональном состоянии фотосистемы во всех вариантах (Maxwell, Johnson, 2000). Снижение скорости фотосинтеза во время засухи происходит, видимо, за счет увеличения устойчивого сопротивления в дневные часы, а не нарушения работы фотосистем.

У молодых и взрослых вегетативных побегов *S. acre* в контролируемых условиях при водном дефиците наблюдается ночное поглощение CO_2 по САМ-типу (рис. 3). У молодых побегов, подвергшихся действию засухи, скорость фотосинтеза значительно падает по сравнению с контролем, тогда как у взрослых растений заметного снижения интенсивности газообмена нет. При создании водного дефицита в природных условиях уменьшение поглощения CO_2 с 5 до 1 мг CO_2 /г сухой массы наблюдали только на 20-е сутки опыта. Содержание воды в почве в тот период составило 8% от контроля. Ночного поглощения CO_2 при этом не наблюдали. Таким образом, у молодых растений *H. triphyllum* и *S. acre* при засухе сильно снижалась интенсивность фотосинтеза, но, по сравнению со взрослыми генеративными растениями, моло-

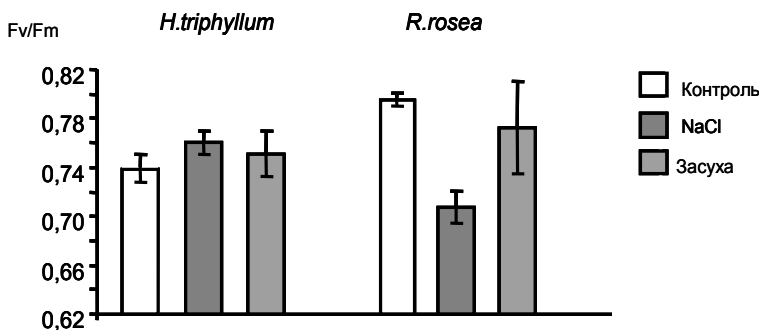


Рис. 2. Показатели фотохимической активности ФС II (F_v/F_m) в листьях *H. triphyllum* и *R. rosea* на 15-й день воздействия стрессовых факторов.

ности газообмена нет. При создании водного дефицита в природных условиях уменьшение поглощения CO_2 с 5 до 1 мг CO_2 /г сухой массы наблюдали только на 20-е сутки опыта. Содержание воды в почве в тот период составило 8% от контроля. Ночного поглощения CO_2 при этом не наблюдали. Таким образом, у молодых растений *H. triphyllum* и *S. acre* при засухе сильно снижалась интенсивность фотосинтеза, но, по сравнению со взрослыми генеративными растениями, моло-

дые пластичней и способны к перестройке метаболизма на САМ-тип.

О возможности перехода отчитков на САМ тип метаболизма также свидетельствует ночное повышение кислотности клеточного сока в жаркий и сухой период (Головки и др., 2005). Было показано, что на территории с умеренным климатом (Западная Европа) *H. triphyllum* способен переходить на САМ во время засухи (Lee, Griffiths, 1987; Groenhof et al., 1988). В условиях Севера засуха наблюдается крайне редко и обычно непродолжительна. При искусственной засухе только молодые побеги *H. triphyllum* способны к ночному поглощению CO_2 и лишь непродолжительное время. Таким образом, *H. triphyllum* можно отнести к группе растений с факультативным САМ-типом.

У растений *S. acre* ночное повышение кислотности клеточного сока отмечали как у взрослых, так и у молодых вегетативных побегов в контролируемых условиях при водном дефиците. Вместе с повышением кислотности было зафиксировано ночное поглощение CO_2 , что позволило отнести данный вид к растениям с факультативным САМ-типом метаболизма, подтверждая более ранние исследования (Kluge, 1977).

В природных условиях создание искусственной засухи не привело к переходу на САМ-метаболизм растений *S. acre* – лишь на 20-е сутки отмечалось незначительное закисление клеточного сока в ночное время.

Мы полагаем, что САМ-тип метаболизма у *S. acre* на Севере возможен крайне редко, поскольку для индукции САМ необходимы очень жесткие условия: сильный водный стресс и высокие температуры.

Полученные сведения позволяют заключить, что взрослые растения толстянковых устойчивее к водному дефициту и в меньшей степени снижают интенсивность CO_2 -газообмена, чем молодые особи. Растения *R. rosea* больше подвержены водному стрессу, чем отчитки, что подтверждается существенным снижением оводненности тканей листьев у *R. rosea* во время засухи (см. таблицу). Видимо, это связано с условиями произрастания *R. rosea* в естественных местообитаниях. *R. rosea* предпочитает хорошо увлажненные участки, тогда как отчитки приурочены к местам среднего увлажнения и, следовательно, способны длительное время выдерживать недостаток влаги.

Таким образом, представители сем. *Crassulaceae* на европейском Северо-Востоке не способны эффективно фотосинтезировать в условиях водного дефицита. Взрослые генеративные растения толстянковых устойчивей к недостатку влаги и в меньшей степени снижают интенсивность фотосинтеза, чем молодые особи. Растения *R. rosea* больше подвержены водному стрессу, чем *H. triphyllum* и *S. acre*, что связано с условиями местообитания вида. Отчитки при водном стрессе способны перестраивать метаболизм на САМ-тип, а у растений *R. rosea* такой способности не выявили.

ЛИТЕРАТУРА

Головки Т.К., Далькэ И.В., Бачаров Д.С. и др. Экофизиология представителей сем. Толстянковые (*Crassulaceae* DC.) на Севере // Сыктывкар, 2005. 40 с. (Науч. докл. / Коми науч. центр УрО РАН; Вып. 474).

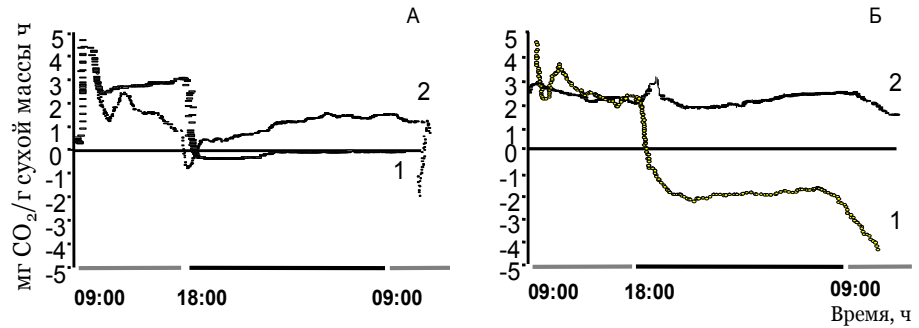


Рис. 3. Суточная динамика CO_2 -газообмена растений *S. acre* в лабораторных условиях на 16-й день засухи. А – фаза формирования вегетативных побегов, Б – фаза генеративного роста.

Содержание воды в листьях и побегах растений, выращенных в нормальных условиях (группа 1), и после 16 дневной засухи (группа 2), 34 дня после пересадки (n = 6)

Вид	Группа 1 (контроль)		Группа 2 (опыт)	
	Листья	Побеги	Листья	Побеги
<i>Rhodiola rosea</i>	93±0.3	92±0.2	87±0.7	92±0.2
<i>Hylotelephium triphyllum</i>	95±0.2	94±0.4	91±0.5	92±0.3

Maxwell K., Johnson G.N. Chlorophyll fluorescence – a practical guide // J. of Experimental Botany, 2000. V. 51. P. 659-668.

Kluge M. Is *Sedum acre* L. a CAM? // Oecologia, 1977. V. 29. P. 77-83.

Lee H.S.J., Griffiths H. Induction and repression of CAM in *Sedum telephium* L. in response to photoperiod and water stress // J. of Experimental Botany, 1987. V. 38. P. 834-841.

Groenhof A.C., Bryont J.A., Etherington J.R. Photosynthetic changes in the inducible CAM plant *Sedum telephium* L. Following the imposition of water stress. 2. Changes in the activity of phosphoenolpyruvate carboxylase // Annals of Botany, 1988. V. 60. № 2. P. 187-192.

ПАЗИТОФАУНА ГОЛЬЯНА ОБЫКНОВЕННОГО *PHOXINUS PHOXINUS* (L.) ИЗ РЕКИ ВЫМЬ

И.И. Титова

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: itikom@komifree.ru

Река Вымь, самый крупный приток р. Вычегда, – важный в рыбохозяйственном отношении водоток Тимана. В состав ихтиофауны этой реки входят ценные виды рыб. Здесь нерестится семга, поэтому р. Вымь присвоен статус ихтиологического заказника. В рамках различных проектов неоднократно осуществлялись исследования ихтиофауны Выми, однако изучение паразитофауны рыб не проводилось. Последние очень важны и в связи с осуществлением проекта искусственного зарыбления водоема, успешность которого зависит от состояния паразитофауны рыб.

Цель данной работы – изучение паразитофауны гольяна обыкновенного из р. Вымь.

В качестве объекта исследования выбрана паразитофауна *Phoxinus phoxinus* (L.), поскольку гольян широко распространен на территории Северо-Востока европейской части России, является промежуточным, дополнительным и окончательным хозяином многих видов паразитов.

Сбор материала производился в июле (отловлено 18 экз. рыб) и августе (отловлено 19 экз.) 2004 г. с помощью водного сачка на р. Вымь в 60 км от устья. Возраст отловленных особей составил 0+ (15 экз.) и 1+ (22 экз.). Материал обрабатывали путем полного паразитологического вскрытия по общепринятой методике (Быховская-Павловская, 1985) с учетом особенностей исследуемого материала (рыба была зафиксирована в 10%-ном растворе формалина). Также на наличие паразитов просматривался осадок в материальных банках, в которых содержали рыбу. Проводилась математическая обработка результатов: подсчитывались экстенсивность инвазии (характеризует процентную долю зараженных особей в популяции хозяина) и индекс обилия (отражает среднюю численность паразита на одну особь хозяина). Кроме того, анализировали состояние компонентных сообществ паразитов гольяна возраста 0+, пойманного в июле, и гольяна возраста 1+, пойманного в августе. Для этих компонентных сообществ подсчитывались индекс разнообразия компонентных сообществ Шеннона и индекс доминирования Бергера-Паркера, выравненность видов по численности особей и биомассе.

В результате было найдено восемь видов паразитов, относящихся к четырем классам (табл. 1). Среди них доминирует *Diplostomum phoxini*, для которого гольян – промежуточный хозяин. Его окончательным хозяином являются рыбоядные птицы. Данный вид – узкоспецифичный для гольянов, хотя в бассейне р. Вычегда экстенсивность заражения им намного выше (100%), что, видимо, объясняется разными условиями обитания рыб (Голикова, 2005).

Зараженность *Raphidascaris acus* обусловлена питанием гольяна донными беспозвоночными. Поскольку найденные особи этого вида паразита были инцистированы, гольян являлся для них вторым промежуточным хозяином. Окончательным хозяином *Raphidascaris acus* являются хищные рыбы.

Обитание гольяна на участках с песчаным, местами заиленным дном обуславливает зараженность его глохидиями двустворок. Причем особи возраста 0+ заражены ими не были. Следовательно, зараженность рыб глохидиями с возрастом увеличивается.

Таблица 1

Паразитофауна гольяна обыкновенного из р. Вымь

Вид паразита	Локализация	Интенсивность заражения	Экстенсивность	Индекс обилия
<i>Myxobolus albovae</i>	Жабры	3	2.7% ± 2.6	0.08 ± 0.08
<i>Myxobolus bramae</i>	Жабры	15	2.7% ± 2.6	0.41 ± 0.41
<i>Myxobolus muelleri</i>	Жабры	27-31	8.1% ± 4.5	2.7 ± 1.55
<i>Diplostomum phoxini</i>	Мозг	1-12	48.65% ± 8.2	2.7 ± 0.73
<i>Rhipidocotyle campanula</i>	Мышцы, печень, стенка кишечника	1-6	5.4% ± 3.7	0.19 ± 0.16
<i>Ichthyocotylurus erraticus</i>	Стенка печени, стенка кишечника	1-2	8.1% ± 4.5	0.14 ± 0.08
<i>Raphidascaris acus</i>	Стенка печени, стенка кишечника	4	2.7% ± 2.6	0.11 ± 0.11
<i>Unionidae gen. sp. larva</i>	Жабры	1-14	8.1% ± 4.5	0.76 ± 0.64

У гольяна из среднего течения р. Вымь также обнаружена *Rhipidocotyle campanula*. Для особей данного вида паразитов гольян является промежуточным хозяином, их окончательный хозяин – хищные рыбы. Вид широко распространен по всей территории России.

Кроме *Diplostomum phoxini*, все найденные виды паразитов не специфичны для гольяна. Так, например, *Myxobolus albovae* паразитирует не только на гольяне, но и сибирском ельце, лебде, белоглазке, густере, уклейке, пескаре, подусте и других видах рыб. Для *Myxobolus bramae* и *Myxobolus muelleri* список хозяев гораздо больше (Определитель..., 1984).

Из всей совокупности обнаруженных паразитов только диплостомиды заражают рыбу активным путем. Все остальные заражают гольяна пассивно, попадая в хозяина с током воды либо с пищей.

Анализ структуры компонентных сообществ (табл. 2) показал, что эти сообщества находятся в стадии формирования, на что указывают малое видовое разнообразие, низ-

Таблица 2

Характеристика компонентных сообществ паразитов гольяна из р. Вымь

Показатель	Даты сбора материала, возраст рыб	
	Июль 2004. 0+	Август 2004. 1+
Исследовано рыб	13	15
Общее число паразитов	2	4
Общее число особей паразитов	115	74
Общее значение условной биомассы	207.74	12.83
Количество автогенных видов	2	2
Количество аллогенных видов	0	2
Доля особей автогенных видов	1	0.09
Доля биомассы автогенных видов	1	0.15
Доля особей аллогенных видов	0	0.91
Доля биомассы аллогенных видов	0	0.85
Количество видов специалистов	0	1
Доля особей видов специалистов	0	0.84
Доля биомассы видов специалистов	0	0.74
Количество видов генералистов	2	3
Доля особей видов генералистов	1	0.16
Доля биомассы видов генералистов	1	0.26
Доминантный вид по числу особей	<i>Myxobolus muelleri</i>	<i>Diplostomum phoxini</i>
Доминантный вид по значению биомассы	<i>Myxobolus muelleri</i>	<i>Diplostomum phoxini</i>
Характеристика доминантного вида	г/ав	с/ал
Индекс Бергера-Паркера по числу особей	0.87	0.84
Индекс Бергера-Паркера по биомассе	0.82	0.74
Выравненность видов по числу особей	0.57	0.45
Выравненность видов по биомассе	0.69	0.59
Индекс Шеннона по числу особей	0.39	0.62
Индекс Шеннона по значениям биомассы	0.48	0.83

кие значения индекса Шеннона, высокие значения индекса доминирования Бергера-Паркера. Нет оснований утверждать о сильном загрязнении гидробиоценоза, поскольку отсутствуют явление двойного доминирования (по численности особей и биомассе), невысокая выравненность, инфузории, малое количество особей паразитов на одной особи хозяина (Доровских, 2002).

Таким образом, паразитофауна гольяна обыкновенного из р. Вымь представлена восемью видами, среди которых доминирует *Diplostomum phoxini*. Малое видовое разнообразие паразитов обусловлено тем, что изученные компонентные сообщества находятся в стадии формирования.

ЛИТЕРАТУРА

- Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб: руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.
 Голикова Е.А. Экология паразитов гольяна обыкновенного и их сообществ в условиях малых рек бассейна Вычегды: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2005. 22 с.
 Доровских Г.Н. Методика мониторинга гидробиоценозов по структуре и видовому богатству сообществ паразитов рыб // Экологический мониторинг. Сыктывкар: Изд-во Сыктывкарского ун-та, 2002. С. 50-105.
 Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Л.: Наука, 1984. Т. 1. 431 с.

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА РОСТА ПОБЕГОВ СОСНЫ

Н.В. Торлопова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
 E-mail: torlopova@ib.komisc.ru

При проведении экологического мониторинга хвойных лесов одними из основных критериев оценки жизненного состояния деревьев являются степень и характер развития их ассимиляционного аппарата (Серебряков, 1962). Степень облиствения определяет продуктивность растительных сообществ, а также оказывает большое влияние на поглощение и отражение солнечной радиации, изменение температурного и водного режимов фитоценозов (Крамер, Козловский, 1963).

Цель данной работы – изучить изменения морфометрических показателей ассимилирующих органов в зависимости от возраста сосны. Исследования проводили в сосновых древостоях лишайникового, зеленомошного и сфагнового типов, произрастающих в подзоне средней тайги. Проанализированы хвоя и ветви 18 модельных деревьев от 30 до 400 лет (Молчанов, Смирнов, 1967). По результатам статистической обработки измерений они сгруппированы в шесть категорий по возрасту: 30, 50-80, 110-120, 220-280, 330-340 и 350-400 лет.

Одним из показателей функционального состояния ассимиляционного аппарата дерева является его способность ежегодно формировать новые вегетативные побеги (Озолинчюс, 1996). Согласно нашим данным, количество охвоенных побегов с возрастом деревьев изменяется. Наибольшее их число наблюдается у 110–120-летних сосен и составляет в среднем 43.4 тыс. шт., затем постепенно убывает с увеличением возраста дерева до 24 тыс. шт. у 350–400-летних (рис. 1). У деревьев 50-280 лет количество охвоенных побегов текущего 2003 г. превышает число побегов второго года на 18, третьего – на 47, четвертого – на 106%; у деревьев 330-400 лет – соответственно на 17, 44 и 121%. Несмотря на высокую вариабельность линейных приростов боковых побегов деревьев, их максимальная величина наблюдается у 50–80-летних сосен. Выявлена положительная корреляция между среднегодовой длиной центрального и боковых побегов. Заметна синусоидальная вариабельность средней длины одно-трехлетних побегов из года в год – повышение длины побегов в текущем году приводит к уменьшению линейных приростов побегов следующего года в связи с более высоким расходом питательных веществ на прирост органической массы в текущем вегетационном сезоне. Важно отметить, что у сосен всех возрастов общая длина одно-, двух- и трехлетних побегов имеет близкие значения, что

свидетельствует о том, что в среднем каждый год дерево формирует примерно одинаковую массу новых побегов.

Линейные размеры хвои сосны, которая растет в длину только в течение первого года ее жизни, являются наиболее доступными биометрическими показателями, по которым можно оценить воздействие экологических факторов на рост и развитие древостоев. В многочисленных исследованиях отмечается высокая изменчивость длины хвои как в зависимости от ее возраста, сезонных климатических колебаний и типов условий местопроизрастания, так и расположения в разных частях кроны. О высокой вариабельности этого показателя свидетельствуют и проведенные нами измерения. Расчет числа пар хвоинок на побегах разных лет формирования показал достоверное их увеличение у 50–80-летних сосен, но уже в возрасте 110–120 лет происходит стабилизация количества одно-трехлетних хвоинок, которое сохраняется почти до возраста естественного отмирания дерева. Для сравнения роста и развития ассимиляционного аппарата сосен разного возраста и растущих в различных лесорастительных условиях принято рассчитывать комплексный морфометрический показатель – охвоенность побега (число пар хвоинок на 1 см побега). Расчет данного показателя для побегов разного года формирования показал, что у деревьев разного возраста наибольшая степень охвоенности характерна для однолетних побегов 2003 г. формирования (рис. 2).

Важной качественной характеристикой ассимилирующих органов хвойных растений является масса определенного числа хвоинок (Молчанов, Смирнов, 1967). Следует отметить, что если длина хвоинок после первого года развития больше не изменяется, то плотность хвоинок в последующие годы ее развития увеличивается и, соответственно, повышается их масса (Правдин, 1964). Наши исследования выявили большую вариабельность массы хвои в зависимости от ее возраста и возраста дерева. Масса одной пары хвоинок увеличивается с возрастом хвои. В возрастном ряду деревьев масса одной пары хвоинок минимальна у 30-летнего дерева, максимальна у сосен от 50 до 280 лет и снижается после 330 лет (рис. 3А).

В работах, посвященных изучению фитомассы сосняков, показано, что изменения массы хвои по годам имеют тесную корреляцию с динамикой биомассы дерева в целом, его таксационных параметров. По результатам наших исследований наибольшая масса хвои нарастает у сосен в возрасте 110–120 лет (рис. 3Б). Важно отметить, что даже 900 г хвои в сухом состоянии достаточно 400-летней сосне не только для ежегодного формирования новых побегов и хвои, но и для прироста по объему – до 0.4 дм³/год.

В настоящее время выявлены взаимосвязи между массой хвои и возрастом дерева (Семечкина, 1978), его диаметром и высотой (Цветков, Никонов, 1985), текущим приростом по диаметру (Усольцев, 1997)

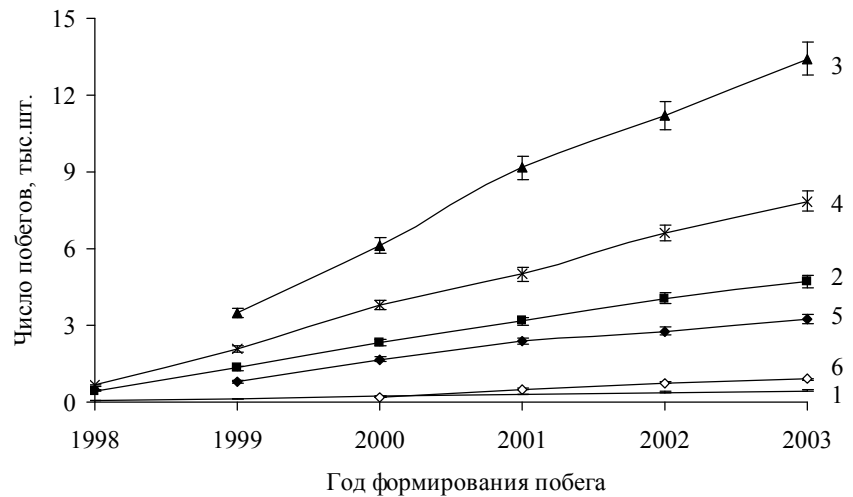


Рис. 1. Количество охвоенных побегов сосны. 1 – 30, 2 – 50-80, 3 – 110-120, 4 – 220-280, 5 – 330-340, 6 – 350-400 лет.

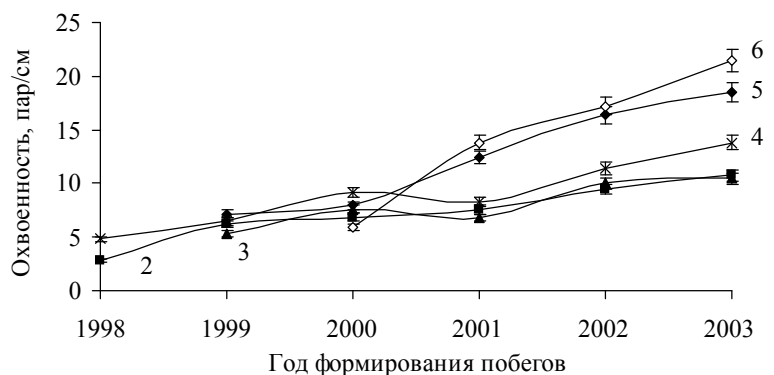


Рис. 2. Охвоенность побегов сосны разного возраста. Обозначения как на рис. 1.

и объемным приростом древесины (Молчанов, 1949). Эти связи в основном установлены для сосен от 20 до 120 лет и не могут быть использованы при расчетах для высоковозрастных и толстомерных деревьев в связи с тем, что возрастание массы хвой происходит до определенного возраста и диаметра дерева и, несмотря на дальнейшее их увеличение, идет процесс снижения запаса хвой. Более точные результаты были получены при использовании зависимости массы хвой от величины текущего прироста по диаметру и объему ствола.

По результатам наших исследований линейная зависимость между абсолютно сухой массой всей хвой на дереве (m) и годичным объемным приростом ствола (Z_{vs}) имеет следующий вид:

$$m = 1.53Z_{vs} + 0.92 (R^2 = 0.98).$$

Высокая достоверность аппроксимации между массой хвой и текущим объемным приростом древесины позволила нам провести расчет коэффициентов продуктивности ассимиляционного аппарата (K) – объема прироста стволовой древесины на 1 кг массы свежей хвой (Burger, 1957; по Г.Л. Кравченко, 1972). Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что с увеличением возраста дерева фотосинтетическая способность ассимиляционного аппарата снижается (см. таблицу).

**Коэффициенты продуктивности
ассимиляционного аппарата деревьев сосны разного возраста**

Коэффициент продуктивности	Возраст деревьев, лет				
	30	50-80	110-120	220-280	330-400
дм ³ /кг	0.75	0.65±0.04	0.65±0.02	0.48±0.04	0.42±0.02
кг/кг	0.64	0.55±0.03	0.56±0.02	0.41±0.04	0.36±0.02

вьев. Коэффициент продуктивности ассимиляционного аппарата прямолинейно снижается с возрастом дерева.

ЛИТЕРАТУРА

- Кравченко Г.Л. Закономерности роста сосны. Л.: Лесн. пром-ть, 1972. 168 с.
 Крамер П., Козловский Т. Физиология древесных растений. М.: Гослесбумиздат, 1963. 627 с.
 Молчанов А.А., Смирнов В.В. Методика изучения прироста древесных растений. М.: Наука, 1967. 100 с.
 Озолинчюс Р.В. Хвойные: морфогенез и мониторинг. Каунас: Аэсти, 1996. 340 с.
 Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция. М.: Наука, 1964. 190 с.
 Семечкина М.Г. Структура фитомассы сосняков. Новосибирск: Наука, 1978. 165 с.
 Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. М.: Высшая школа, 1962. 378 с.
 Усольцев В.А. Биоэкологические аспекты таксации фитомассы деревьев. Екатеринбург: УрО РАН, 1997. 216 с.
 Цветков В.Ф., Никонов В.В. Структура и запасы фитомассы хвой в сосновых молодняках Кольского полуострова // Лесоведение, 1985. № 1. С. 32-39.
 Эколого-физиологические основы продукционного процесса хвойных фитоценозов на Севере / К.С. Бобкова, Э.П. Галенко, С.Н. Сенькина и др. Сыктывкар, 1992. 176 с.

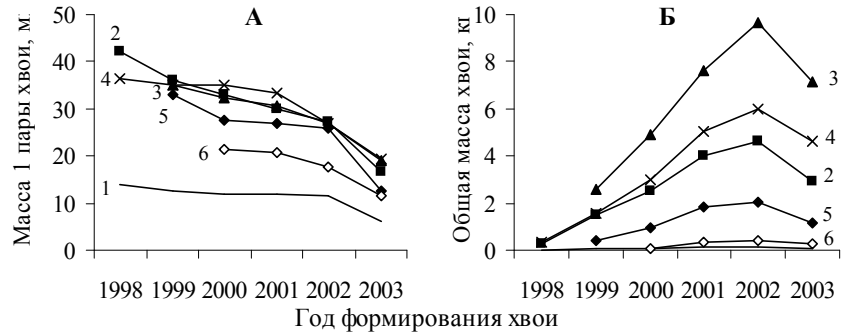


Рис. 3. Масса 1-6-летней хвой сосны разного возраста. Обозначения как на рис. 1.

АНАЛИЗ РИТМА СЕЗОННОГО РАЗВИТИЯ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ

Н.В. Турмухаметова

Марийский государственный университет

E-mail: bonid@mail.ru

Одной из современных задач фенологических наблюдений является исследование влияния антропогенного фактора на сезонное развитие растений. В рамках изучения экологических механизмов адаптации растений к разным экологическим условиям важно анализировать не только экзогенный, но и эндогенный ритм развития побега.

В течение трех лет нами проводилось наблюдение за сезонным развитием березы повислой (*Betula pendula* Roth) в г. Йошкар-Ола на постоянных участках разной антропогенной нагрузки. Это ООПТ лесопарк «Сосновая роща» (зона наименьшего загрязнения), микрорайон «Дубки» (зона слабого загрязнения), Парк культуры и отдыха им. 30-летия ВЛКСМ (зона умеренного загрязнения) и окрестности фармацевтического завода ОАО «ICN Марбиофарм» (зона умеренного загрязнения) (Государственный доклад..., 1999; Суетина, 1999). Наблюдения осуществляли за 240 деревьями *B. pendula* трех онтогенетических состояний генеративного периода: молодого (g1), средневозрастного (g2) и старого (g3) (Диагнозы и ключи..., 1989). Фенонаблюдения проводили в течение вегетационного периода: весной через один-два дня, летом и осенью – с интервалом шесть-семь дней (Булыгин, 1979). Индивидуально у каждой особи фиксировали даты наступления фенофаз: фазы набухания и распускания почек, разворачивания листьев, цветения, пожелтения листьев и листопада. Вычисляли продолжительность заложения листовых зачатков в почке (пластохрон) и разворачивания листьев на побеге (филлохрон) (Askenasy, 1880; Anslow, 1966; цит. по: Бакулина, 1981), длительность цветения, пожелтения листьев, продолжительность жизни листьев, вегетации и длительность листопада. При обработке данных применяли критерий χ^2 , двухфакторный дисперсионный анализ: модель I (Sokal, Rohlf, 1995).

Сравнение внутрипочечного и внепочечного ритмов развития побега выявило, что продолжительность заложения листовых зачатков у *B. pendula* является консервативным признаком, поскольку не зависит от колебания погодных условий, микроэкологических условий среды обитания и возрастных особенностей ($P > 0.05$) по сравнению с более изменчивым признаком – продолжительностью разворачивания листа. Так, пластохрон почечных чешуй и катафиллов *B. pendula* является непродолжительным по времени – равен семи дням, пластохрон ассимилирующих листьев в первой половине вегетационного периода составляет 11-18 дней, далее вплоть до сентября на апексе отчлениются еще один-два листовых зачатка. Консервативность пластохрона, по-видимому, обусловлена защитой апекса побега покровными органами и доказывает эндогенность ритма эмбриональной фазы морфогенеза побега. Устойчивость особей *B. pendula* к неблагоприятным условиям может определяться жесткой предопределенностью внутрипочечного ритма развития побега и способностью чутко реагировать на изменения внешней среды лабильностью его внепочечного развития.

Анализ сезонного развития деревьев *B. pendula*, относящихся к разным фрагментам локальных городских популяций, выявил ритмологическую поливариантность (Жукова, 2001), которая проявляется по-разному: у отдельных особей, у разных онтогенетических групп генеративного периода онтогенеза, по годам, в различных экологических условиях.

В пределах каждой онтогенетической группы *B. pendula* можно выделить подгруппы особей с разными темпами сезонного развития. За условно нормальный вариант сезонного развития мы приняли средние длительности отдельных фенофаз деревьев в лесопарке (зоне наименьшего загрязнения) и вычисляли соотношения ускорившихся (с короткой длительностью фенофаз) и замедлившихся (с большой длительностью фенофаз) в темпах развития растений по отношению к этой условной норме. Установлено, что в пределах каждой онтогенетической группы *B. pendula* в лесопарке чаще доминируют особи с нор-

мальным (близким к среднему) темпом сезонного развития. В условиях специфического микроклимата и загрязнения воздуха гетерогенность внутри онтогенетических групп *B. pendula* повышается: увеличивается число особей с ускоренным или замедленным темпом развития в зависимости от рассматриваемой фенофазы. Так, в g1 группе преобладают особи с нормальным и ускоренным темпом сезонного развития, в g2 и g3 группах – возрастает число особей с растянутым во времени темпом развития (рис. 1).

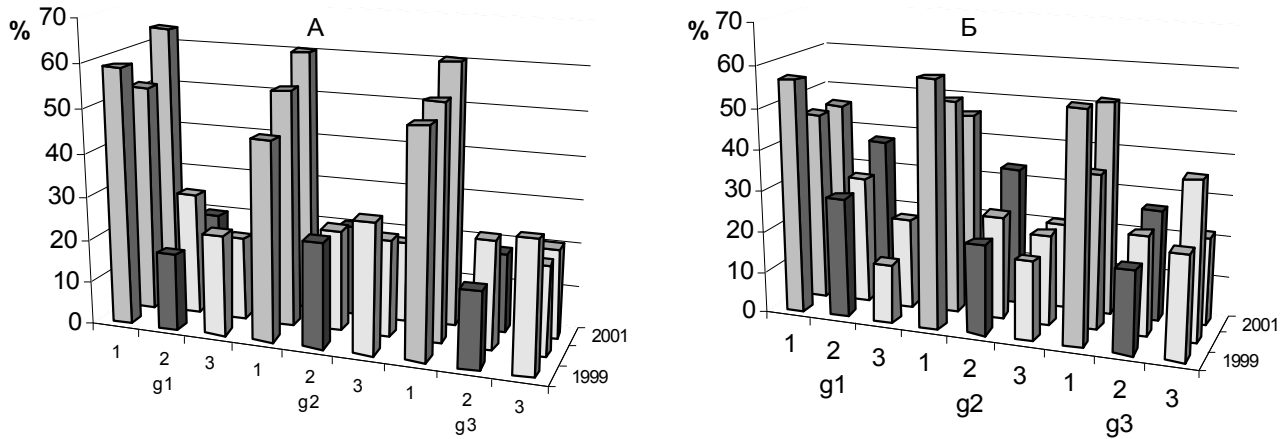


Рис. 1. Соотношение особей *B. pendula* онтогенетических групп с разными темпами сезонного развития в 1999-2001 гг.

Пункты: А – Сосновая роща, Б – Завод.

Темп развития: 1 – нормальное, 2 – ускоренное, 3 – замедленное.

Индивидуальный учет деревьев позволил проследить – повторяется ли темп сезонного развития отдельной особи по годам, т.е. является ли он генетически обусловленным. Нами обнаружено, что у одной и той же особи изученных видов в основном отмечаются переключения темпа сезонного развития с ускоренного на замедленный и т.п., реже он повторяется в течение двух лет, а совпадения определенного темпа развития в течение всех трех лет исследования очень редки. Замедленный темп развития с продолжительными периодами нахождения в определенных фенофазах, который повторялся в течение всех трех лет исследования, обнаружен только у двух особей *B. pendula* из 240. Следовательно, наблюдаемая в один и тот же период времени разнокачественность особей модельных видов по их фенологическому состоянию объясняется неоднородностью микроклиматической обстановки.

Установлено, что развитие деревьев разного биологического возраста происходит неодновременно. Асинхронность сезонного развития характерна преимущественно для деревьев, находящихся в зоне умеренного загрязнения (Парк и Завод) ($P < 0.01-0.05$). Средневозрастные генеративные особи *B. pendula* отличаются более ранними сроками начала фенофаз, быстрым разворачиванием листьев, длительными цветением, пожелтением листьев и, в целом, периодом вегетации, по сравнению с молодыми и старыми генеративными деревьями (рис. 2).

Следовательно, в фрагментах городской популяции *B. pendula* можно выделить две феноритмогруппы: 1 – ранняя и продолжительно вегетирующая (g2 особи), 2 – поздняя и непродолжительно вегетирующая (g1 и g3 особи *B. pendula*). По нашему мнению, повышенная энергия жизнедеятельности средневозрастных генеративных растений *B. pendula* определяет как синхронизацию ритма развития (одновременное вступление в фенофазу многих особей), так и более ранний и продолжительный характер их сезонного развития. Большая гетерогенность по феноритмограммам в условиях города может быть обусловлена действием воздушных токсикантов как асинхронизаторов ритмов роста и развития и различной чувствительностью к ним деревьев разного возраста. Выявленная внутрипопуляционная феноритмологическая изменчивость особей в загрязненных условиях среды способствует адаптации фрагментов локальных популяций *B. pendula* к этим условиям и выживаемости особей.

При сравнении сезонного развития деревьев в целом в различных точках города обнаружено следующее. Так, в условиях города весенние фенофазы и цветение у *B. pendula* начинаются раньше на два-семь дней по сравнению с лесопарком, осенние фенофазы – на семь дней (см. таблицу). Отклонения во времени наступления фенофаз у объектов исследования весной являются незначительными по сравнению с осенними явлениями. По-видимому, аккумуляция токсикантов в листьях приводит к преждевременному окрашиванию листы и листопаду. У деревьев *B. pendula* в городских посадках сокращается продолжительность отдельных фенофаз, длительность общей вегетации – на три-пять дней.

Тенденции в сроках наступления некоторых фенофаз у *B. pendula* в условиях лесопарка и в изученных городских посадках г. Йошкар-Ола в целом отражают потепление климата: устанавливаются более ранние весенние и более поздние осенние сроки, увеличивается продолжительность периода вегетации на 6-11 дней.

Следовательно, ритм сезонного развития особой березы повислой зависит и от индивидуальных и возрастных особенностей, и от влияния условий специфического городского микроклимата и загрязнения среды. Адаптация особей *B. pendula* к неблагоприятным погодным факторам и условиям городской среды определяется стабильным ритмом заложения листьев в почках и его лабильностью при их разворачивании, а также разнообразием феноритмогрупп в генеративном периоде онтогенеза. Фенологические признаки – сроки и длительность отдельных фенофаз – являются как маркерами онтогенетических состояний генеративного периода особей *B. pendula*, так и качества окружающей среды.

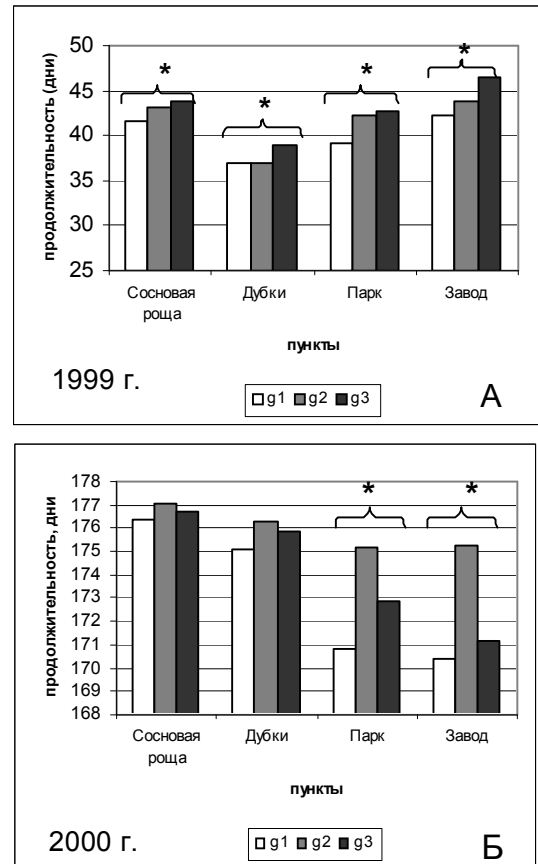


Рис. 2. Длительность пожелтения листьев (А) и вегетации (Б) особей *B. pendula* разных онтогенетических групп (Б).
* $P < 0.05$.

Изменение сроков некоторых фенофаз (дни) особей *B. pendula* в разных пунктах наблюдения по сравнению с контролем

Фенофаза		Дубки			Парк			Завод		
		1999 г.	2000 г.	2001 г.	1999 г.	2000 г.	2001 г.	1999 г.	2000 г.	2001 г.
Начало вегетации		0	+7	0	0	+7	0	0	+7	0
Разворачивание листьев	Начало	+2	0	+2	+2	0	+4	+2	0	+4
	Конец	+2	0	+2	+4	+2	+2	0	0	+2
Цветение	Начало	+2	0	0	+4	+2	0	+2	0	+2
	Конец	0	0	+2	+2	+2	+2	0	0	+2
Пожелтение листьев	Начало	0	0	0	+7	0	+7	+7	+7	+7
	Конец	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Листопад	Начало	0	0	0	+7	0	0	+7	+7	+7
	Конец	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Примечание: «+» – ускорение определенной фенофазы; 0 – совпадение с контролем.

Выражаю благодарность Заслуженному деятелю науки, д.б.н, проф. Л.А. Жуковой и к.б.н., проф. Э.В. Шестаковой за руководство работой.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 04-04-49152.

ЛИТЕРАТУРА

- Бакулина Э.В. Эндогенные ритмы роста растений // Биология растений Среднего Поволжья. Йошкар-Ола: Изд-во МарГУ, 1981. С. 3-33.
- Булыгин Н.Е. Дендрология. Фенологические наблюдения над листовыми древесными растениями. Л.: ЛТА, 1979. 96 с.
- Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Марий Эл в 1998 году. Йошкар-Ола, 1999. 190 с.
- Диагнозы и ключи возрастных состояний лесных растений: Деревья и кустарники / А.А. Чистякова, Л.Б. Заугольнова, И.В. Полтинкина и др. М.: Прометей, 1989. 105 с.
- Жукова Л.А. Многообразие путей онтогенеза в популяциях растений // Экология, 2001. № 3. С. 169-176.
- Суетина Ю.Г. Изменения эпифитной лишайнофлоры и структуры популяции *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. в городской среде: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Йошкар-Ола, 1999. 26 с.
- Sokal R.R., Rohlf F.J. Biometry. N.-Y.: Freeman, 1995. 887 p.

ЖИЗНЕННЫЕ ФОРМЫ ЖУЖЕЛИЦ ТУНДРОВЫХ ЭКОСИСТЕМ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА

О.А. Ужакина

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: uzhakinao@rambler.ru

Важный показатель структуры животного населения тундровых экосистем – состав и соотношение приспособительных типов, или жизненных форм и трофических групп (Чернов, 1978). Морфологическими типами, или жизненными формами, жужелиц считаются группы организмов на определенной фазе онтогенеза, занимающие сходные экологические ниши и обладающие комплексом основных морфологических признаков, определяющих их общий габитус, возникших в процессе эволюции под влиянием сходных факторов естественного отбора (Шарова, 1981). Эта схема основана на общих признаках строения имаго и личинок. Она включает классы, подклассы, группы и подгруппы жизненных форм, причем выделение классов основывается на типе питания, подклассов – на обитаемом ярусе, а групп – на характере передвижения. В настоящей работе рассмотрены жизненные формы исключительно имаго.

Исследования выполнены в 1996-2002 гг. в Малоземельской и Большеземельской тундрах, горно-тундровом поясе Полярного, Приполярного и Северного Урала. Для отлова жужелиц использовали стандартные почвенно-зоологические методы (Гиляров, 1941). Кроме собственных данных к анализу привлекались материалы, любезно предоставленные сотрудниками Института биологии Коми НЦ УрО РАН (д.б.н. М.М. Долгиным, к.б.н. А.А. Колесниковой, к.б.н. А.А. Медведевым, к.б.н. А.А. Таскаевой). В общей сложности обработано около 2400 экз. и определено 117 видов жужелиц.

Жизненные формы жужелиц тундровых экосистем европейского Северо-Востока представлены двумя классами морфологических типов: зоофагами и миксофитофагами, включающими 15 различных вариантов (табл. 1). Среди жизненных форм преобладают зоофаги

стратобионты, среди миксофитофагов по числу видов выделяются геобионты (рис. 1).

В растительных сообществах тундр европейского Северо-Востока преобладают зоофаги стратобионты подстильно-почвенные и стратобионты подстилочные (табл. 1). Максимальная доля каждой из этих жизненных форм характерна для морского побережья и приморских тундр (35.71%). Среди других вари-

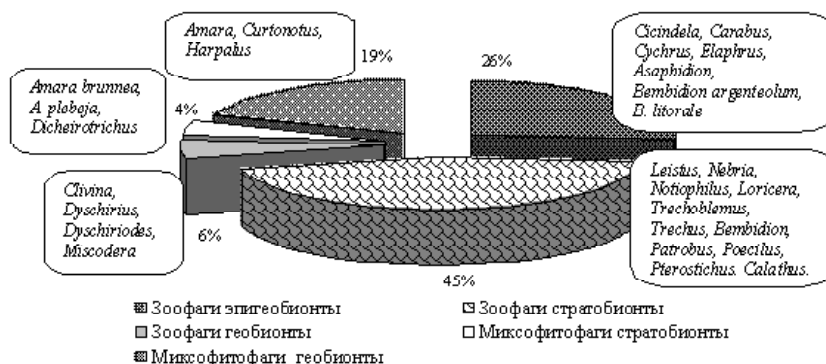


Рис. 1. Соотношение типов жизненных форм жужелиц (классов и подклассов) в тундровых экосистемах европейского Северо-Востока.

Таблица 1

Типы жизненных форм жужелиц тундровых экостем

Класс Зоофаги	Класс Миксофитофаги
<i>Подкласс Эпигеобионты</i>	<i>Подкласс Стратобионты</i>
группа 1. бегающие	группа скважники
2. летающие	подгруппа 11. поперностно-подстилочные
3. ходящие	12. подстилично-трещинные
<i>Подкласс Стратобионты</i>	группа 13. хортобионты
группа скважники	<i>Подкласс Геохортобионты</i>
подгруппа 4. поперностно-подстилочные	группа 14. гарпалоидные
5. подстилочные	15. заброидные
6. подстилично-трещинные	
7. подстилично-подкорные	
группа зарывающиеся	
подгруппа 8. подстилично-почвенные	
<i>Подкласс Геобионты</i>	
группа 9. бегающе-роющие	
10. роющие	

антов морфологических типов жужелиц в каменистой тундре и луговых сообществах отмечено высокое видовое обилие зоофагов эпигеобионтов: в луговых сообществах – 28.84 и каменисто-лишайниковой горной тундре – 33.33%. Суммарная доля зоофагов, по сравнению с миксофитофагами, колеблется в пределах 70.59-91.9%. Полученные результаты подтверждают общепризнанный факт преобладания зоофагов над миксофитофагами в северных широтах (Шарова, 1981; Шарова, Филиппов, 2004).

Среди немногих миксофитофагов отмечены представители двух подклассов: стратобионты и геохортобионты. Их видовое обилие в группировках жужелиц незначительное. Следует, однако, отметить увеличение доли жужелиц данной жизненной формы в каменисто-лишайниковых тундрах (16.67%) и луговых растительных сообществах (28.84%). В целом доля миксофитофагов составляет 8.10 – 29.41%. Наши показатели согласуются с высказыванием Ю.И. Чернова (1978) о том, что виды со смешанным питанием обильнее именно в тех группировках, где состав растительности разнообразнее, например, в разнотравно-злаковых сообществах. Действительно, в луговых сообществах тундровых экосистем обилие жужелиц-миксофитофагов повышается более чем в два раза, по сравнению с другими фитоценозами (табл. 2).

Таблица 2

Спектр жизненных форм жужелиц тундровых фитоценозов европейского Северо-Востока, %

	bv	bm	iv	lug	pt	les	km	kl	kt
Зспп	29.16	35.71	18.75	23.07	35.71	27.45	35.13	42.34	–
Зсп	16.66	35.71	34.37	13.46	35.71	17.65	18.94	26.92	33.33
Зсз	4.16	14.3	6.25	1.92	14.3	3.92	5.4	3.84	16.67
Зэ	20.83	–	18.75	28.84	–	21.57	27.03	11.54	33.33
Згр	16.66	–	12.5	3.85	–	–	5.4	3.84	–
Мсп	4.16	7.14	3.13	1.92	7.14	1.96	2.7	3.84	–
Мсс	–	–	–	1.92	–	–	–	3.84	16.67
Мсх	–	–	–	–	–	1.96	–	–	–
Мгг	8.37	7.14	6.25	19.23	7.14	–	2.7	3.84	–
Мгх	–	–	–	5.77	–	3.92	2.7	–	–

Условные обозначения: bv – берега водоемов, bm – морское побережье, iv – ивняковые сообщества, lug – луговые сообщества, pt – приморские осоково-дюпонсиевые тундры, les – лесные участки, km – кустарничково-моховая тундра, kl – кустарничково-лишайниковая тундра, kt – горная каменисто-лишайниковая тундра; З – зоофаги: эл – эпигеобионты летающие, спп – стратобионты-скважники поперностно-подстилочные, сп – стратобионты-скважники подстилочные, эх – эпигеобионты ходящие, эб – эпигеобионты бегающие, гр – геобионты роющие, гбр – геобионты бегающе-роющие, сз – стратобионты зарывающиеся подстилично-почвенные, сппч – стратобионт подстилично-почвенный, сппк – стратобионт подстилично-подкорный; М – миксофитофаги: сп – стратобионт подстилочный, гг – геохортобионты гарпалоидные, гх – геохортобионт, сх – стратохортобионты, сс – стратобионты-скважники.

При сравнении изученных биотопов на основании жизненных форм жуужелиц (Песенко, 1982; Baev, Penev, 1993) наблюдается достаточно высокое сходство между сообществами (рис. 2). Большинство местообитаний составили единый комплекс, возможно предположить сходство экологических условий внутри этих групп. Особняком стоят только группировки морского побережья и приморских тундр, наиболее специфичным оказался набор жизненных форм в горной каменисто-лишайниковой тундре.

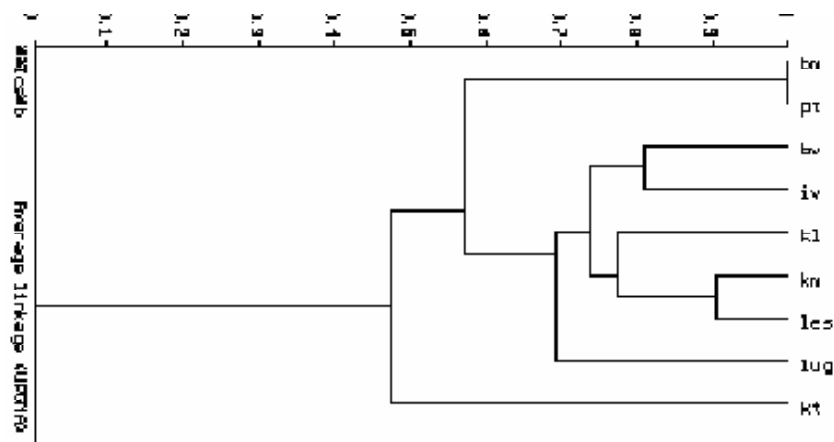


Рис. 2. Дендрограмма сходства по жизненным формам топических группировок жуужелиц тундровых экосистем европейского Северо-Востока.

Условные обозначения как в табл. 2.

ЛИТЕРАТУРА

- Гиляров М.С. Методы количественного учета почвенной фауны // Почвоведение, 1941. № 4. С. 48-77.
- Песенко Ю.А. Принципы и методы статистического анализа при фаунистических исследованиях. М., 1982. 287 с.
- Шарова И.Х. Жизненные формы жуужелиц (Coleoptera, Carabidae). М., 1981. 360 с.
- Шарова И.Х., Филиппов Б.Ю. Экология жуужелиц лесов в дельте Северной Двины. Архангельск, 2004. 115 с.
- Чернов Ю.И. Животное население Субарктики. М., 1978. 166 с.
- Baev P.V., Penev L.D. BIODIV – program for calculation biological diversity parameters, similarity, niche overlap and cluster analysis, Version 4.1. Sofia, 1993. 43 p.

ДЕЙСТВИЕ ЭКЗОГЕННЫХ ЭКДИСТЕРОИДОВ НА ЛИЧИНОК ЕГИПЕТСКОЙ ХЛОПКОВОЙ СОВКИ *SPODOPTERA LITTORALIS* BOISD. (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE)

К.Г. Уфимцев, И.В. Надуткин*

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: ufimtsev@ib.komisc.ru

* Сыктывкарский государственный университет

Известно, что насекомые обладают различной чувствительностью по отношению к экзогенным фитоэкдистероидам (ФЭ) – структурным аналогам гормонов линьки и метаморфоза насекомых. По мнению некоторых исследователей, наиболее устойчивыми к высоким концентрациям фитоэкдистероидов являются полифаги (Дайнен, 1998). Однако нами были получены новые данные о действии экдистероидов на гусениц чешуекрылых – капустной совки *Mamestra brassicae* L. и кукурузного мотылька *Ostrinia nubilalis* Hb., свидетельствующих о чувствительности этих полифагов к фитоэкдистероидам (Уфимцев и др., 2003). Сказанное согласуется с результатами, полученными Марион-Полл с соавт. (Marion-Poll F. and Descoins, 2002) при воздействии экдистероидов на сенсорные рецепторы личинок четырех видов чешуекрылых (*Bombyx mori*, *O. nubilalis*, *M. brassicae*, *S. littoralis*), по которым гусеницы кукурузного мотылька и капустной совки оказались чрезвычайно чувствительными по отношению к экдизону (Э), 20-гидроксиэкдизону (20Э) и понастеронам. У *S. littoralis*, которая в природе охотно питается листьями растения марь белая *Chenopodium album*, содержащими до 175 ppm ФЭ, по отношению к этим экдисте-

роидам не наблюдалось почти никаких вкусовых реакций. Наиболее распространенный в растительном мире экдистероид – 20Э – в довольно высоких концентрациях также не оказывал детеррентного воздействия на *S. littoralis* (Blackford et al., 1996, 1997).

Известно, что экдистероиды и ювенильный гормон (ЮГ) являются гонадотропинами у имаго насекомых, при этом 20Э играет важную роль в непосредственном контроле оогенеза. В работе (Раушенбах и др., 2005) было показано, что экспериментальное повышение титра 20Э у самок дикого типа *Drosophila virilis* резко снижает плодовитость.

На примере египетской хлопковой совки, считающейся нечувствительной к высоким концентрациям 20Э, мы показали, что экзогенные экдистероиды нарушают нормальное развитие личинок *S. littoralis* и вызывают значительное снижение плодовитости имаго.

Гусеницы египетской хлопковой совки *S. littoralis* были получены из Института энтомологии Академии наук Республики Чехия (г. Ческе-Будейовице). Изучалось влияние питательных сред, содержащих 1 мг/г 20Э (ЭПС-1), Э (ЭПС-2) и 2,3,22,25-тетраацетата 20Э (ТА, ЭПС-3). Контрольная среда (К) не содержала экдистероиды. Личинок выращивали в чашках Петри диаметром 200 мм в термостате при температуре 25°C с фотофазой 16 и скотофазой 8 ч на искусственной питательной среде по общепринятой методике (Adel and Sehnal, 2000).

Гусениц VI (последнего) возраста со средней массой 270 ± 10 мг помещали в чашки Петри на контрольную среду и ЭПС группами по пять особей. Ежедневно регистрировали изменение массы гусениц и смертность. В конце эксперимента определяли продолжительность развития личинок и плодовитость имаго. Изменение титра экдистероидов в гемолимфе завершивших питание гусениц определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с использованием аналитической ВЭЖХ – системы Varian, pro Star (США).

Экдистероидсодержащая диета влияла на динамику развития гусениц, их смертность, но прежде всего – на плодовитость имаго. На ЭПС-1 наблюдались незначительное снижение значения максимальной средней массы одной гусеницы по сравнению с контролем, задержка развития гусениц на три-пять суток, гибель 27% особей и существенное уменьшение плодовитости имаго (см. таблицу). На ЭПС-2 во время питания больших отличий от контрольной группы в развитии не отмечалось. Максимальная средняя масса одной гусеницы ненамного отличалась от контрольной, гибель гусениц также была ничтожной (см. таблицу). Высокая смертность фиксировалась на стадии куколки и во время линьки на имаго. Выход имаго составил всего 28.6%, из полученных кладок встречались отрождение гусениц и их гибель.

Из каждой группы было отобрано по пять гусениц, завершивших питание, на анализ гемолимфы. Результаты анализа показали изменение содержания гормона линьки 20Э и прогормона Э по сравнению с контрольной группой (см. рисунок). Титр 20Э в контроле был самым высоким – 440 нг/мл. На ЭПС-1 с 20Э он составил 180 нг/мл. На ЭПС-2 с Э гормон линьки 20Э обнаружен не был, но содержалось 200 нг/мл Э. Питание на ЭПС-3 с ТА 20Э, приведшее к гибели всех гусениц, вызвало существенное изменение

Развитие гусениц *S. littoralis* последнего возраста на экспериментальных питательных средах, содержащих 1 мг/г экдистероидов

Среда	Объем выборки	Смертность, %	m _{max} , мг (гусеницы)	m _{ср.} , мг (куколки)	Число яиц на одну самку, шт.	Содержание экдистероидов в гемолимфе, нг/мл	
						20Э	Э
Контроль	30	0	557±15	249±8	485±31	440±61	0
ЭПС-1	25	27.0	457±9	204±10	259±10**	180±17	0
ЭПС-2	35	71.4*	542±16	215±5	–	0	200±22

Примечание. Прочерк означает, что количество яиц на одну самку не подсчитывалось.

m_{max} – максимальная средняя масса.

m_{ср.} – средняя масса.

* P < 0.01, приведена гибель гусениц и куколок.

** P < 0.01.

качественного и количественного содержания гормонов в гемолимфе. При ВЭЖХ-анализе гемолимфы были обнаружены небольшие количества 20Э и инокостерона (см. рисунок).

Таким образом, нами показано, что экзогенные экидистероиды, поступившие с пищей, нарушают нормальное развитие гусениц египетской хлопковой совки, приводят к изменению титра экидистероидов в гемолимфе завершивших питание гусениц, вызывая гибель гусениц и куколок и значительное снижение плодовитости имаго.

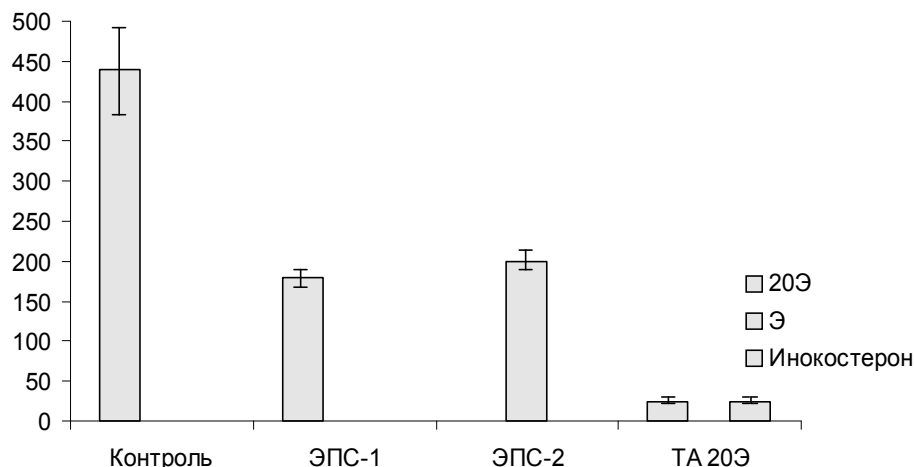


Рис. Титр экидистероидов в гемолимфе завершивших питание гусениц *S. littoralis*.

ЛИТЕРАТУРА

- Дайнен Л. Стратегия оценки роли фитоэкидистероидов как детеррентов по отношению к беспозвоночным-фитофагам // Физиол. раст., 1998. Т. 45, № 3. С. 347-359.
- Раушенбах И.Ю., Груntenко Н.Е., Карпова Е.К. и др. 20-гидроксиэкидизон взаимодействует с ювенильным гормоном и дофамином в контроле плодовитости *Drosophila virilis* // ДАН, 2005. Т. 400, № 6. С. 847-849.
- Уфимцев К.Г., Ширшова Т.И., Володин В.В. Действие фитоэкидистероидов *Serratula coronata* L. на поведение и развитие личинок некоторых видов насекомых-фитофагов // Фитоэкидистероиды / Отв. ред. В.В. Володин. СПб.: Наука, 2003. С. 160-170.
- Adel M.M., Sehna F. Azadirachtin potentiates the action of ecdysteroid agonist RH-2485 in *Spodoptera littoralis* // J. of Insect Physiol., 2000. V. 46. P. 267-274.
- Blackford M., Clarke B., Dinan L. Tolerance of Egyptian cotton leafworm *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) to ingested phytoecdysteroids // J. of Insect Physiol., 1996. V. 42. P. 931-936.
- Blackford M., Clarke B., Dinan L. Distribution and metabolism of exogenous phytoecdysteroids in the Egyptian cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) // Arch. Insect Biochem. Physiol., 1997. V. 34. P. 329-346.
- Marion-Poll F., Descoins C.L. Taste detection of phytoecdysteroids in larvae of *Bombyx mori*, *Spodoptera littoralis* and *Ostrinia nubilalis* // J. of Insect Physiology, 2002. V. 48, № 4. P. 467-476.

ФАУНА СЕМ. ЛИСТОЕДЫ (COLEOPTERA, CHRYSOMELIDAE) ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Уханова

Вологодский государственный педагогический университет

E-mail: lenych.84@mail.ru

Семейство листоеды (Coleoptera: Chrysomelidae) широко распространено и играет немалую роль в регуляции фитомассы. В энтомофауне Вологодской области эти жуки являются обязательным компонентом большинства биоценозов. Ранее исследования фауны семейства листоедов на территории области не проводились.

Вологодская область расположена на севере Русской равнины, в умеренном поясе, в пределах подзон средней и южной тайги. Леса занимают 68% площади региона. На долю хвойных приходится 60% общей площади лесов (ельники – 36, сосняки – 24), мелколиственные – 40% (березняки – 33, осинники – 6, сероольшанники – 1). Луга в пределах Вологодской области занимают 7% (пойменные, суходольные, низинные) общей площа-

ди. Большинство лугов – вторичные, образованные в местах вырубок и лесных пожаров; 33% составляют водоемы, болота, населенные пункты и агроценозы (Шевелев, Комиссаров, 1994).

Полевые исследования проведены с мая по август 2002-2005 гг. в 19 из 26 административных районов Вологодской области. Использованы различные методы сбора: кошение энтомологическим сачком, обтрясывание ветвей деревьев и кустарников, ручной сбор. Собрано и обработано около 2300 экз. Помощь в определении и проверке сложных видов оказали Б.А. Коротяев (ЗИН РАН) и О. Маскинская (Чебоксарский государственный университет), которым автор выражает искреннюю благодарность.

Фауна листоедов Вологодской области на данный момент представлена 108 видами, относящимися к 40 родам и 11 подсемействам. Самыми многочисленными являются подсемейства *Chrysomelinae* (38 видов), *Cryptocephalinae* (15), *Cassidinae* (14), *Donaciinae* (12), *Alticinae* (9), *Galerucinae* (8), *Criocerinae* (6). Подсемейства *Eumolpinae*, *Orsodacninae*, *Zeugophorinae* имеют по одному виду.

На территории области наиболее обычны *Donacia aquatica* L.; *Plateumaris discolor* Panz.; *Crioceris duodecimpunctata* L.; *Lilioceris merdigera* L.; *Cryptocephalus sericeus* L.; *Cr. octopunctatus* Scop.; *Adoxus obscurus* L.; *Chrysolina polita* L.; *Ch. varians* Schall.; *Chrysomela collaris* L.; *Ch. vigintipunctata* Scop.; *Ch. lapponica* L.; *Ch. populi* L.; *Ch. tremulae* F.; *Linaeidea aenea* L.; *Gonioctena viminalis* L.; *G. rufipes* Deg.; *Phratora vulgatissima* L.; *Ph. vitellinae* L.; *Ph. atrovirens* Corn.; *Lochmaea capreae* L.; *Pyrrhalta viburni* Payk.; *Agelastica alni* L.; *Phylltreta undulata* Kts.; *Altica tamaricis* Schrk.; *Cassida viridis* L.; *C. nebulosa* L.; *C. vibex* L.; *C. rubiginosa* Mull.; *C. sanguinosa* Suffr.

Часть собранных видов встречена в единичных экземплярах (*Macroplea appendiculata* Panz.; *Donacia crassipes* F.; *D. dentata* Нор.; *Plateumaris sericea* L.; *P. affinis* Kunze.; *Orsodacne cerasi* L.; *Syneta betulae* F.; *Cryptocephalus flavipes* F.; *Zygogramma suturalis* F.; *Chrysolina kusteri* Hell.; *Phratora tibialis* Suffr.; *Ochrosis ventralis* Ill.; *Chatocnema concinna* Marsh.; *Cassida murraea* L.).

Хорологический анализ (классификация ареалов дана по Городкову, 1984) показал, что в региональной фауне представлены виды, обладающие разными типами ареалов (Лопатин, 1986) (см. рисунок). Основу местной фауны листоедов составляют виды с палеарктическим (35% от общего числа видов) и европейско-сибирским (28%) типами. На долю видов с европейскими, голарктическими, европейско-западносибирскими, западно-палеарктическими ареалами суммарно приходится 36%.

Согласно классификации типов питания, предложенной В.М. Бровдий (1985), листоеды относятся к нескольким экологическим группам: хортофилы, дендрофилы и жуки со смешанным типом питания. В региональной фауне к группе хортофилов относится 58 видов (53.7% от их общего числа). Это жуки подсемейств *Donaciinae*, *Criocerinae*, большинство представителей подсемейства *Cassidinae*, а также р. *Galeruca* Geoffr. В качестве кормовых они предпочитают растения семейств Сложноцветные (37% общего числа видов кормовых растений), Злаковые (22%), Осоковые (19%), Яснотковые (15%).

На долю дендрофилов, питающихся листвой растений семейств Ивовые (61% от общего числа кормовых растений), Березовые (26%), Розовые (10%), приходится 41 вид листоедов (37.9%), из которых преобладают представители подсемейств *Orsodacninae*, *Syneti-*

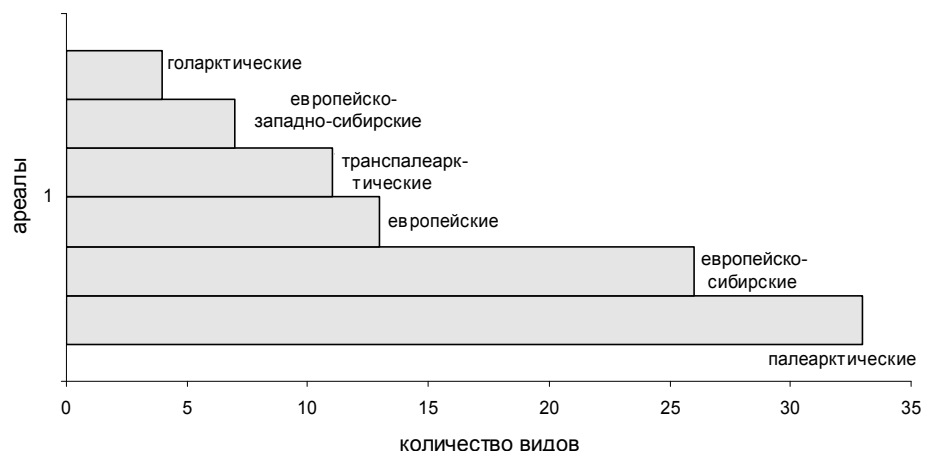


Рис. Типы ареалов листоедов Вологодской области.

nae и *Zeugophorinae*. Небольшая доля (девять видов, 8.4%) из подсемейств *Chrysomelinae* и *Alticinae* имеет смешанный тип питания.

Важным аспектом анализа региональной фауны является биотопическое распределение видов (см. таблицу).

Биотопическое распределение листоедов Вологодской области

Биотоп	Количество видов		Примеры видов-стенотопов
	Общее	Стенотопы	
Пойменные луга	58	10	<i>Macroplea appendiculata</i> Panz.; <i>Donacia dentata</i> Hop.; <i>D. crassipes</i> F.; <i>D. clavipes</i> F.; <i>D. impressa</i> Payk.; <i>D. aquatica</i> L.; <i>Plateumaris discolor</i> Panz.; <i>Lema cyanella</i> L.; <i>Hydrothassa marginella</i> L.; <i>Cryptocephalus quadripustulatus</i> Gyll.
Разнотравные луга	49	8	<i>Cryptocephalus sericeus</i> L.; <i>Chrysolina sanguinolenta</i> L.; <i>C. geminate</i> Payk.; <i>C. varians</i> Schall.; <i>Oreina rugulosa</i> Suffr.; <i>Adoxus obscurus</i> L.; <i>Cassida viridis</i> L.; <i>C. vibex</i> L.
Суходольные луга	41	6	<i>Oulema erichoni</i> Suffr.; <i>O. lichenis</i> Voet.; <i>Cassida denticollis</i> Suffr.; <i>C. hemisphaerica</i> Hbst.; <i>C. panzeri</i> Wse.; <i>C. denticollis</i> Suffr.
Сосняки	18	1	<i>Orsodacne cerasi</i> L.
Ельники	18	0	–
Березняки	21	2	<i>Syneta betulae</i> F.; <i>Cryptocephalus distinguendus</i> Schnd.
Сероольшанники	6	2	<i>Linaeidea aenea</i> L.; <i>Pyrrhalta tenella</i> L.
Ивняки	28	4	<i>Pachibrachis hieroglyphicus</i> Laich.; <i>Chrysomela vigintipunctata</i> Scop.; <i>Gonioctena viminalis</i> L.; <i>G. rufipes</i> Deg.
Агроценозы	23	4	<i>Zygogramma suturalis</i> F.; <i>Leptinotarsa decimpunctata</i> Say.; <i>Gastrophysa polygoni</i> L.; <i>Phylltreta undulata</i> Kts.;

Таким образом, наибольшее видовое разнообразие листоедов приурочено к луговым биотопам (148 видов). Значительным видовым богатством характеризуются комплексы листоедов мелколиственных лесов. Интересно, что количество стенотопных видов находится в прямой зависимости от общего числа видов в составе биоценотических комплексов листоедов.

Существенное разнообразие листоедов, встречающихся на лугах и в мелколиственных лесах, можно объяснить благоприятными микроклиматическими особенностями биотопов (освещенность, влажность), широким спектром кормовых растений, а также большой площадью в регионе лугов, подверженных зарастанию ивняком. Свыше половины видов родов *Donacia* F., *Chrysolina* Motsch., *Chrysomela* L., *Cassida* L. характерны для опушек и лугов подобного типа.

Таким образом, в результате наших исследований на территории Вологодской области отмечено 108 видов листоедов, что по предварительной оценке составляет около 50% от числа возможных. Все выявленные виды для территории области являются достаточно обычными. В хорологическом отношении доминируют палеарктические виды. Анализ фауны по типу питания показал преобладание видов-хортофилов. Биотопическое распределение листоедов неравномерно, большинство из них предпочитают луговые местообитания.

ЛИТЕРАТУРА

Бровдий В.М. Главные направления и этапы эволюции трофических связей жуков-листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae) фауны СССР // Энтомологическое обозрение, 1985. Т. 64. Вып. 2. С. 285-293.

Городков К.Б. Типы ареалов насекомых тундры и лесных зон европейской части СССР // Ареалы насекомых европейской части СССР. Карты 179-221. Л., 1984. С. 3-20.

Лопатин И.К. Жуки-листоеды фауны Белоруссии и Прибалтики: Определитель. Минск, 1986. 129 с.

Шевелев Н.Н., Комиссаров В.В. Природопользование и экологические проблемы Вологодской области. Вологда, 1994. 186 с.

К ПОЗНАНИЮ ФЛОРЫ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ ЦЕНТРАЛЬНЫХ РАЙОНОВ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.А. Филиппов

Вологодский государственный педагогический университет

E-mail: philippov_d@mail.ru

В Вологодской области на 7-9% ее территории и в системе охраняемых природных территорий значительно преобладают олиготрофные болота. Их растительный покров, в отличие от торфяной залежи, изучен слабо. Для познания флористического разнообразия были выбраны два крупных охраняемых болотных массива верхового типа. Полевые исследования проводили в течение 2000-2005 гг. на территории ландшафтного заказника «Шиченгский» (Сямженский район) и охраняемого клюквенного болота «Алексеевское-1» (Сокольский район).

Ландшафтный заказник «Шиченгский» создан в 1986 г. для сохранения уникального для Верхне-Кубенского ландшафта комплекса природных урочищ. Оно включает реликтовое ледниковое оз. Шиченгское (площадь водного зеркала более 1000 га) и болотный массив, не испытывавший осушения. Шиченгское болото входит в состав болотной системы «Соколь» (№ 1429), имеет площадь 4594 га. Согласно болотному районированию Т.Г. Абрамовой (1965), Шиченгский болотный массив (далее – ШБМ) принадлежит к Шиченгско-Кулойскому району переходных кустарничково-пушицево-осоковых с сосной и березой и верховых сосново-кустарничковых болот (преимущественно озерного происхождения). Общая площадь болот в районе около 10-12%. В непосредственной близости к западу и северо-западу от ШБМ проходит граница с Вожего-Важско-Царевским районом.

Болотный массив «Алексеевское-1» (№ 2156) площадью 1503 га расположен в окрестностях г. Кадников, охраняется как ценный клюквенник (решение областного Совета народных депутатов № 479 от 14.08.78). Находится в бессточной котловине на водоразделе р. Сухона и ее притоков рек Двиница и Пельшма. Болотный массив «Алексеевское-1» (далее – БМА) относится к Кубеноозерско-Верхнесухонскому району преимущественно лесных болот различных типов (озерного заболачивания и заболачивания пойменных лесов); их общая площадь в районе – до 30% (Абрамова, 1965).

Для оценки разнообразия растений выбранных болот во время маршрутных полевых исследований составляли флористические списки, которые уточняли и дополняли при камеральной обработке гербарных сборов. Ниже приводится список видов высших растений, выявленных на территории обоих изученных болотных массивов. Латинские названия семейств, родов и видов сосудистых растений даны по сводке С.К. Черепанова (1995), листостебельных мхов – по работе М.С. Игнатова, О.М. Афониной (1992) и приводятся в алфавитном порядке. В случае обнаружения вида на территории только одного болотного массива сведения об этом даются в скобках. Жирным шрифтом выделены названия видов, включенных в Красную книгу Вологодской области, и в список видов, требующих дополнительного изучения и биологического контроля на ее территории.

Список видов высших растений болот «Алексеевское-1» и «Шиченгское»

Мохообразные:

1. *Amblystegiaceae*: *Calliergon stramineum* (Brid.) Kindb. (БМА); *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske(ШБМ).

2. *Aulacomniaceae*: *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwaegr.

3. *Brachytheciaceae*: *Brachythecium rivulare* Schimp. (БМА).

4. *Climaciaceae*: *Climacium dendroides* (Hedw.) Web. et Mohr.

5. *Dicranaceae*: *Dicranum polysetum* Sw. (ШБМ); *D. scoparium* Hedw. (ШБМ).

6. *Hylocomiaceae*: *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp.; *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt.

7. *Hypnaceae*: *Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not. (ШБМ).

8. *Polytrichaceae*: *Polytrichum strictum* Brid.

9. *Sphagnaceae*: *Sphagnum angustifolium* (Russ.) C.Jens.; *S. balticum* (Russ.) Russ.; *S. capillifolium* (Ehrh.) Hedw. (ШБМ); *S. centrale* H. Arn. et C.Jens.; *S. cuspidatum* Hoffm.

(БМА); *S. fallax* (Klinggr.) Klinggr.; *S. fuscum* (Schimp.) Klinggr.; *S. girgensohnii* Russ. (ШБМ); *S. magellanicum* Brid.; *S. majus* (Russ.) C. Jens. (БМА); *S. riparium* Aongst. (БМА); *S. russowii* Warnst.; *S. squarrosum* Crome; *S. wulfianum* Girg. (ШБМ).

Сосудистые:

1. *Alismataceae*: *Alisma plantago-aquatica* L.
2. *Apiaceae*: *Cicuta virosa* L.; *Sium latifolium* L.; *Thyselinum palustre* (L.) Rafin.
3. *Araceae*: *Calla palustris* L.
4. *Asteraceae*: *Crepis paludosa* (L.) Moench.
5. *Athyriaceae*: *Athyrium filix-femina* (L.) Roth.
6. *Betulaceae*: *Alnus incana* (L.) Moench; *Betula nana* L. (ШБМ); *B. pubescens* Ehrh.
7. *Boraginaceae*: *Myosotis cespitosa* K.F.Schultz; *M. palustris* (L.) L.
8. *Brassicaceae*: *Cardamine pratensis* L.
9. *Caryophyllaceae*: *Coronaria flos-cuculi* (L.) A. Br.; *Stellaria palustris* Retz.
10. *Cupressaceae*: *Juniperus communis* L.
11. *Cyperaceae*: *Carex acuta* L.; *C. chordorrhiza* Ehrh.; *C. irrigua* (Wahlenb.) Hiit.; *C. juncella* (Fries) Th.Fries (БМА); *C. lasiocarpa* Ehrh.; *C. leporina* L. (БМА); *C. limosa* L.; *C. pauciflora* Lightf.; *C. rostrata* Stokes; *Eriophorum vaginatum* L.; *Rhynchospora alba* (L.) Vahl (ШБМ); *Scirpus sylvaticus* L.
12. *Droseraceae*: *Drosera anglica* Huds. (ШБМ); *D. Ч obovata* Mert. et Koch (ШБМ); *D. rotundifolia* L.
13. *Dryopteridaceae*: *Dryopteris cristata* (L.) A. Gray.
14. *Empetraceae*: *Empetrum nigrum* L.
15. *Equisetaceae*: *Equisetum fluviatile* L.; *E. sylvaticum* L.
16. *Ericaceae*: *Andromeda polifolia* L.; *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench; *Ledum palustre* L.; *Oxycoccus palustris* Pers.; *Vaccinium uliginosum* L.
17. *Fabaceae*: *Lathyrus palustris* L.
18. *Grossulariaceae*: *Ribes nigrum* L.
19. *Hydrocharitaceae*: *Hydrocharis morsus-ranae* L.
20. *Juncaceae*: *Juncus filiformis* L.
21. *Lamiaceae*: *Lycopus europaeus* L.; *Scutellaria galericulata* L.; *Stachys palustris* L.
22. *Lentibulariaceae*: *Utricularia minor* L.; *U. vulgaris* L. (ШБМ).
23. *Lythraceae*: *Lythrum salicaria* L.
24. *Menyanthaceae*: *Menyanthes trifoliata* L.
25. *Nymphaeaceae*: *Nymphaea candida* J. et C.Presl (БМА).
26. *Onagraceae*: *Epilobium palustre* L.
27. *Orchidaceae*: *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo; *D. traunsteineri* (Saut.) Soo (ШБМ).
28. *Pinaceae*: *Picea abies* (L.) Karst.; *Pinus sylvestris* L. (вид представлен двумя экологическими формами: *f. litwinowii* Sukacz.; *f. wilkommii* Sukacz.).
29. *Poaceae*: *Calamagrostis canescens* (Web.) Roth; *C. neglecta* (Ehrh.) Gaertn., Mey. et Scherb.; *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.
30. *Polygonaceae*: *Rumex hydrolapathum* Huds. (ШБМ).
31. *Primulaceae*: *Lysimachia vulgaris* L.; *Naumburgia thyrsiflora* (L.) Reichb.
32. *Ranunculaceae*: *Caltha palustris* L.; *Ranunculus lingua* L.
33. *Rhamnaceae*: *Frangula alnus* Mill.
34. *Rosaceae*: *Comarum palustre* L.; *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.; *Potentilla erecta* (L.) Raeusch.; *Rubus chamaemorus* L.
35. *Rubiaceae*: *Galium palustre* L.
36. *Salicaceae*: *Salix aurita* L.; *S. cinerea* L.; *S. myrsinifolia* Salisb.; *S. pentandra* L.; *S. phyllicifolia* L.; *S. rosmarinifolia* L.
37. *Scheuchzeriaceae*: *Scheuchzeria palustris* L.
38. *Scrophulariaceae*: *Melampyrum pratense* L.; *Pedicularis palustris* L.; *Veronica longifolia* L.
39. *Thelypteridaceae*: *Thelypteris palustris* Schott.
40. *Typhaceae*: *Typha angustifolia* L. (ШБМ); *T. latifolia* L.
41. *Valerianaceae*: *Valeriana officinalis* L.
42. *Violaceae*: *Viola palustris* L.

Ботаническое разнообразие верховых болот представлено 86 видами сосудистых растений и 25 видами мохообразных. Также было выявлено десять видов лишайников, являющихся эпифитами и эпиксилами, в основном на *Pinus sylvestris* (*Cetraria sepincola* (Ehrh.) Ach. (БМА); *Evernia mesomorpha* Nyl.; *E. prunastri* (L.) Ach. (БМА); *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. (БМА); *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf. (БМА); *Vulpicida pinastri* (Scop.) J. E. Mattsson & M. J. Lai. (ШБМ)) и реже по окрайкам болот – на *Betula pubescens* (*Melanelia olivacea* (L.) Essl.; *Parmeliopsis ambigua* (Wulfen) S. L. F. Meyer; *Usnea hirta* (L.) Weber ex F. H. Wigg. (ШБМ)). Данные по лишайнобиоте верховых болот носят пока предварительный характер и требуют более тщательного изучения.

Бриофлора верховых болот сравнительно бедна (25 видов из 11 родов и 9 семейств). Общими для обоих болотных массивов являются 14 видов; пять видов обнаружено только на БМА, шесть – только на ШБМ. Основу флоры составляет семейство *Sphagnaceae* (14 видов), представители которого имеют очень высокие показатели верности болоту (три облигатных и 11 облигатно-факультативных болотных видов). Виды других семейств отличаются низким баллом верности (семь факультативных и четыре облигатно-факультативных), поэтому их участие в сложении растительного покрова невелико. Они приурочены в основном к облесенным окрайкам. Относительное разнообразие условий обитания (особенности микро- и мезорельефа) находит отражение в экологической структуре. Здесь представлен весь спектр от гидро- до гигромезофитов, но преобладает группа гигрофитов (11 видов). Для географической структуры бриофлоры верховых болот характерно, что в долготном отношении преобладают виды, имеющие широкие ареалы (у 15 видов циркумполярное распространение). Широтный спектр представлен исключительно бореальными видами, что подчеркивает зональные черты флоры. На территории обследованных нами болот редкие виды не обнаружены.

Флора сосудистых растений верховых болот включает 86 видов из 64 родов и 42 семейств. Общими для обоих болотных массивов являются 75 видов. Наибольшим видовым богатством отличаются семейства *Cyperaceae* – 12, *Salicaceae* – шесть, *Ericaceae* – пять, *Rosaceae* – четыре, *Apiaceae*, *Droseraceae*, *Lamiaceae*, *Poaceae* и *Scrophulariaceae* – по три вида. Остальные семейства – одно- или двувидовые. На уровне родов высокое видовое богатство характерно для *Carex* (9), *Salix* (6) и *Drosera* (3). В экологическом спектре велика доля гидрогигро- и гигрофитов (62.8%), на мезотрофных окрайках увеличивается количество гигромезофитов (до 21 вида, 24.4%), наличие микрорельефа способствует появлению (5.8%) немногочисленных гидрофитов в озерах. Географическая структура характеризуется преобладанием бореальных видов (70.9%). На обследованных верховых болотах обнаружено четыре облигатных и облигатно-факультативных вида со статусом «редкий» (*Carex juncella*, *Rhynchospora alba*, *Dactylorhiza traunsteineri*, *Drosera anglica*) и пять «видов-претендентов».

Растительный покров обоих болотных массивов в целом очень сходен. Облик центральных (типично олиготрофных) частей изученных болот определяют 25-30 доминирующих и содоминирующих видов. Наибольшее флористическое разнообразие приурочено к мезо- и мезоолиготрофным облесенным окрайкам и антропогенно нарушенным местам (кострища, тропы, стоянки). Видовое богатство ШБМ несколько выше, что связано со смешанным типом образования болота и наличием прибрежно-водной полосы вдоль озера Шиченгского.

В заключение хочу искренне поблагодарить к.б.н. М.А. Бойчук (Институт биологии Карельского НЦ РАН) за помощь в определении листостебельных мхов и к.б.н. М.А. Фадееву (Институт леса Карельского НЦ РАН) – образцов лишайников.

ЛИТЕРАТУРА

- Абрамова Т.Г. Болота Вологодской области, их районирование и сельскохозяйственное использование // Северо-Запад европейской части СССР, 1965. Вып. 4. С. 65-93.
- Игнатов М.С., Афонина О.М. Список мхов территории бывшего СССР // Бриол. журн. Arctoa, 1992. Т. 1. № 1-2. С. 1-85.
- Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб., 1995. 992 с.

ПОСЛЕДСТВИЯ ОСВОЕНИЯ ПОЙМЕННЫХ БОЛОТ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.А. Филиппов

Вологодский государственный педагогический университет

E-mail: *philippov_d@mail.ru*

На ход естественной динамики развития природных экосистем все большее влияние оказывают антропогенные факторы. Существование и устойчивость одних экосистем (луговых) напрямую зависят от интенсивности хозяйственного использования, которое в других экосистемах (лесных и луговых) приводит к значительной трансформации. Специфика болот как природных объектов (наличие неравнозначных и взаимосвязанных компонентов: воды, растительности, торфа) обуславливает характер, интенсивность и последствия антропогенных воздействий. Влияние человека зависит от типа болот, поэтому вопросы антропогенной трансформации и охраны болот должны рассматриваться в сочетании с представлениями о болоте как системе с учетом их типологии.

Мы опирались на классификацию антропогенных воздействий на болота О.В. Плосниковой и П.И. Хорошева (1984) с некоторыми дополнениями (Косов, Панов, 2001). Схематически классификация имеет следующий вид (в скобках указаны виды воздействий на болотные экосистемы Вологодской области):

I. Структурно-механические нарушения (осушение для последующей добычи торфа, строительство водохранилищ и затопление, сельскохозяйственная мелиорация, пожары, строительство и прокладка линейных сооружений);

II. Функциональные нарушения:

1. Деструктивные нарушения (лесоосушительная мелиорация, загрязнение, вызывающее эвтрофирование, рекреационное вытаптывание);

2. Аккумулятивные нарушения (вырубки, лесные пожары, подтопление).

Адаптировав эту классификацию применительно к пойменным болотам с учетом региональных особенностей, рассмотрим наиболее значимые виды антропогенных воздействий и их последствия на природные экосистемы.

Первая группа воздействий связана с влиянием антропогенных факторов, вызывающих уничтожение исходного типа растительности, нарушение гидрологического режима, прекращение процесса торфонакопления. Для пойменных болот эти нарушения вызваны в основном затоплением и осушением. Другие виды воздействий, как правило, не настолько ярко выражены и зачастую являются следствием осушения (пожары и строительство линейных сооружений). В иных случаях использование пойменных земель (например, в качестве земельного фонда) в условиях Вологодской области экономически нецелесообразно, потому что уже имеющиеся площади сельхозугодий практически не используются или находятся в запущенном состоянии.

Наиболее сильным видом антропогенного влияния на пойменные болота является **затопление** обширных территорий для создания водохранилищ. На территории Вологодской области имеется восемь крупных водохранилищ. Несколько водохранилищ стали таковыми только в результате антропогенного регулирования стока. Остальные были созданы искусственно, в основном в ходе затопления обширных пространств пойменного (реже террасного) местоположения, которые зачастую имеют высокую степень заболоченности. В результате создания в 1940-е гг. на территории Молого-Шекснинского междуречья (путем подпора на реках Молога, Шексна, частично Суда, Андога и др.) одного из самых крупных водохранилищ в России – Рыбинского – под водой оказались более 50 крупных торфяных болот с общей площадью 15 тыс. га (Торфяной фонд..., 1970). При строительстве Шекснинского водохранилища, которое функционирует с 1963 г., официально зарегистрировано затопление 14 выявленных и разведанных торфяных болот общей площадью свыше 1700 га. Точной цифры всех затопленных болот в Вологодской области в литературе нами не обнаружено. Очевидно, что реальная картина может быть получена только после сравнения и анализа геоботанических карт 1920–1930-х гг. и современного периода.

Строительство водохранилищ уничтожает не только исходные экосистемы. Из-за изменений некоторых абиотических условий (гидрологического режима, климата и др.) происходят сукцессионные изменения.

Неустойчивый режим уровня воды в водохранилище приводит, как правило, к образованию зоны временного периодического затопления, в которой отмирает естественная растительность. Изменения болотной растительности во многом зависят от ее характера до создания водохранилища, продолжительности осушения и затопления, свойств верхнего слоя и мощности торфяной залежи (Денисенков, 1969). Новые растительные сообщества состоят преимущественно из травянистых прибрежно-водных и эвтрофных болотных видов, поэтому наибольшей трансформации подвергаются олиготрофные растительные группировки.

Другим следствием затопления является образование всплывших торфяников, которые представляют собой оторвавшиеся на разной глубине слои торфяной залежи. Во флоре всплывших торфяников господствующую роль занимают эвтрофные болотные и прибрежные растения, образуя тростниковые, рогозовые, ланцетно-вейниковые и осоковые формации (Денисенков, 1969, 1980). Всплывшие торфяники являются, по существу, новой экологической нишей, характеризующейся промежуточными условиями между болотной, прибрежной и водной средой. На крупных островах всплывшего торфа (как, например, на Рыбинском водохранилище) произрастает более 100 видов сосудистых растений, а также гнездятся редкие птицы.

Необходимо отметить, что строительство водохранилищ приводит к функциональным нарушениям, связанным с подтоплением лесных и луговых экосистем террасного расположения. Это вызывает появление признаков заболачивания (смена растительного покрова и развитие торфообразования), снижение продуктивности фитоценозов, уменьшение экономической ценности.

Противоположным затоплению вариантом антропогенного воздействия является **осушение**, которое проводится либо для последующей торфодобычи, либо для создания культивируемых сельскохозяйственных угодий. Добыча торфа в области началась еще в 1890-х гг., в промышленных масштабах – в 1930-е гг. За истекший период разрабатывалось, в основном для целей сельского хозяйства, более 400 торфяных месторождений, а торфяные ресурсы 60 болот площадью свыше 10 га полностью выработаны. В связи с трудностью осушения и мелкозалежностью на пойменных болотах Вологодской области торфодобыча не проводилась, но такая проблема существует для южных регионов, где площадь пойменных местообитаний значительней (Тановицкий, Обуховский, 1988; Федотов, 1999 и др.). К настоящему времени торфодобывающая отрасль пришла в упадок, ежегодные объемы добычи резко сократились (с 3000 тыс. т в 1970-е гг. до 20–30 тыс. т). С одной стороны, данная тенденция будет способствовать некоторым экономическим убыткам, с другой – благотворно отразится на сохранности торфяных болот.

Понижение уровня грунтовых вод (частичного или полного осушения) является следствием **пожаров** на болотах, в результате чего происходят обеднение флоры, почвенной фауны и нарушение верхних почвенных горизонтов, что вызывает пирогенные сукцессии, уменьшает продуктивность травостоя, снижает темпы торфонакопления.

Вторая группа воздействий связана с антропогенными факторами, вызывающими функциональные нарушения, которые могут носить либо деструктивный (тормозят скорость и направление торфообразовательного процесса), либо аккумулятивный (стимулируют заболачивание территории и активизируют торфообразовательный процесс) характер.

Сильное воздействие на болота оказывает **загрязнение**, которое может носить физический (бытовой мусор), химический (стоки органических и неорганических удобрений с близлежащих полей, атмосферная пыль), биологический (занос сорных и рудеральных видов) и комплексный характер. Особенно сильно влияние загрязнителей наблюдается вблизи крупных промышленных центров (города Череповец, Сокол) и вдоль транспортных магистралей. Основным следствием загрязнения является процесс эвтрофирования, проявляющийся в нарушении естественного эндозоогенетического развития болот. Это выражается в замедлении хода естественных сукцессий в результате повышения общей

минерализации болотных вод, зольности торфа и степени его разложения. К деструктивным нарушениям также следует отнести выпас скота, сенокошение и рекреационное вытаптывание. В итоге меняется растительный покров, снижаются продуктивность и гибель растений, появляются заносные виды и исчезают виды, не переносящие вытаптывание.

Таким образом, наиболее сильные воздействия на пойменные болота оказывают создание водохранилищ и загрязнение, мелиорация и линейные сооружения. Основные результаты использования пойменных болот человеком для решения некоторых социально-экономических задач вызывают серьезные экологические последствия. К ним относятся коренные преобразования болотных экосистем и их трансформация в лесные или водные; изменение биоразнообразия (потеря некоторых редких видов и растительных ассоциаций, уменьшение доли видов, «верных» болоту, увеличение количества адвентивных видов и видов с широкой экологической амплитудой); значительное замедление процессов торфонакопления, связанное с нарушением гидрологического режима и продуктивности биоценозов.

Болота обладают существенным запасом ресурсов, многие из которых (не исключая и торф) являются невозобновимыми. Поэтому использовать их, безусловно, необходимо, но строго придерживаясь научно обоснованной схемы освоения болот. Такая стратегия должна являться одной из составляющих общефедеральной и региональной политики в отношении водно-болотных угодий.

ЛИТЕРАТУРА

Денисенков В.П. Растительность и стратиграфия залежи болот Дарвинского заповедника: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Л., 1969. 23 с.

Денисенков В.П. Изменение растительности болот Молого-Шекснинской низменности под воздействием хозяйственной деятельности человека // Современные проблемы биogeографии. Л., 1980. С. 69-78.

Косов В.И., Панов В.В. Торфяно-болотные системы в экосфере (интеграция техносферы с биogeосферой). Тверь, 2001. 188 с.

Плошников О.В., Хорошев П.И. Антропогенное влияние на развитие болот и торфонакопление // Известия АН СССР. Сер. геогр., 1984. № 5. С. 43-51.

Тановицкий И.Г., Обуховский Ю.М. Антропогенные изменения торфяно-болотных комплексов. Минск, 1988. 165 с.

Торфяной фонд РСФСР. Вологодская область. М., 1970. С. I-LIV и 1-617.

Федотов Ю.П. Болота заповедника «Брянский лес» и Неруссо-Деснянского полесья (флора и растительность). Брянск, 1999. 106 с.

ШМЕЛИ КОМПЛЕКСНОГО ЗАКАЗНИКА «БЕЛАЯ КЕДВА»

Н.И. Филиппов

Сыктывкарский государственный университет

Отряд Перепончатокрылые (Hymenoptera) относится к группе эволюционно наиболее прогрессивных мекоптероидных насекомых. Это один из крупнейших отрядов; существует, вероятно, более 150 тыс. видов (Бей-Биенко, 1980). Жалоносные перепончатокрылые (Hymenoptera, Aculeata) играют важную роль в природе, участвуя в пищевых цепях. Среди представителей подотряда имеются основные опылители цветковых растений, хищники, паразиты.

Данная группа насекомых на территории Республики Коми изучена недостаточно, имеются сводки в работах Купчиковой (1953) и Седых (1974).

Цель данной работы – изучение фауны и экологии шмелей (Apidae, Bombus) заказника «Белая Кедва».

Работа основана на материалах, собранных в июле 2005 г. на территории комплексного (ландшафтного) заказника «Белая Кедва» (Средний Тиман). Сборы проведены по общепринятой методике эколого-фаунистических исследований насекомых: метод коше-

ния по травянистой и кустарниковой растительности, осмотр растений. Собрано и определено около 200 экз. шмелей.

В результате исследований в заказнике «Белая Кедва» было зарегистрировано 13 видов шмелей (*Bombus*). Из них два вида (*Bombus schrencki* Morawitz, *Bombus sporadicus* Nylander) внесены в Красную книгу РК (1998), один (*Bombus arcticus* Kirby) указывается впервые для Республики Коми.

Bombus arcticus Kirby – исключительно северный вид; обитает в тундрах и лесотундре. Поймано 3 экз. на склонах северной экспозиции.

Bombus consobrinus Dahlberg – таежный вид; обитает на пойменных лугах и опушках леса. Довольно обычный вид, встречается в луговых сообществах на *Aconitum septentrionale*.

Bombus flavidus Eversmann (= *lissonurus* Thompson) – широко распространенный вид. Немногочисленен, но отмечен в большинстве биотопов. Клептопаразит шмелей.

Bombus jonellus Kirby – обычный, широко распространенный вид. Зарегистрирован в большинстве биотопов.

Bombus hortorum Linnaeus – обычный, широко распространенный вид. Встречается в большинстве биотопов на склонах южной, западной экспозиций, на хорошо прогреваемых участках.

Bombus hypnorum Linnaeus – обычный, широко распространенный вид. Отмечен на пойменных лугах и других влажных биотопах.

Bombus lucorum Linnaeus – обычный, широко распространенный вид. Зафиксирован в большинстве биотопов.

Bombus pascuorum Scopoli (= *smithianus* White) – массовый, широко распространенный вид. Найден на открытых или слабо облесенных участках.

Bombus pratorum Linnaeus – немногочисленен. Зарегистрирован в затененных местообитаниях.

Bombus schrencki Morawitz – обычный, широко распространенный вид. Встречается в большинстве биотопов.

Bombus soroensis laetus Schmied – немногочисленен. Отмечен на опушках леса, пойменных лугах.

Bombus sporadicus Nylander – обычный, широко распространенный вид. Зафиксирован в большинстве биотопов.

Bombus sylvestris Lepeletier – широко распространенный вид. Немногочисленен, но встречается в большинстве биотопов. Клептопаразит шмелей.

Всего в Республике Коми на данный момент, по результатам наших исследований, отмечено 36 видов рода *Bombus*, включая данные Купчиковой (1953) и Седых (1974). Столь небольшое число видов, обнаруженных нами на территории заказника, можно связать с непродолжительностью полевых работ, а также с естественными условиями заказника, т.е. с его микроклиматом, который немного отличается по температурным и другим показателям. Наличие скальных обнажений делает возможным проникновение сюда более северных видов (по склонам северной экспозиции).

ЛИТЕРАТУРА

- Бей-Биенко Г.Я. Общая энтомология. М.: Высшая школа, 1980. 416 с.
- Болотов И.Н., Подболоцкая М.В. Локальные фауны шмелей (Hymenoptera: Apidae, Bombini) европейского Севера России: Соловецкие острова // Вестн. Поморского университета, 2003. Вып. 1 (3). С. 74-87.
- Определитель насекомых европейской части СССР. Л., 1978. Т. 3. Ч. 1. 584 с.
- Радченко В.Г., Песенко Ю.А. Биология пчел (Hymenoptera, Apoidea) СПб., 1994. 350 с.
- Седых К.Ф. Животный мир Коми АССР. Беспозвоночные. Сыктывкар, 1974. 188 с.
- Ilka Teras. Food plants and flower visits of bumblebees (*Bombus*: Hymenoptera, Apidae) in southern Finland. Helsinki, 1985. 84 pp.

ВЫДЕЛЕНИЕ И ИММУНОСТИМУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ ЛЕМНАНА, ПЕКТИНА ИЗ КАЛЛУСА РЯСКИ МАЛОЙ *LEMNA MINOR* L.

Д.С. Храмова, Е.А. Гюнтер
Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: dasha@physiol.komisc.ru

Вакцинация сегодня – один из эффективнейших способов защиты организма от патогенных микроорганизмов. Для повышения иммуногенности антигенов при разработке вакцин используют адъюванты (Gupta, Siber, 1995). В настоящее время широко известны иммуностимуляторы, полученные на основе бактериальных токсинов (Boyaka et al., 2003), однако ввиду высокой токсичности они не могут быть использованы для создания вакцин, применяемых в клинике. На сегодняшний день значительный интерес представляет разработка веществ, обладающих иммуномодулирующей и адъювантной активностью. Основу таких веществ могут составлять пектиновые полисахариды, присутствующие в пище в больших количествах и способные модулировать иммунные процессы (Kiyohara et al., 1995). Несмотря на то, что пектиновые вещества изучаются в течение длительного времени, проблема создания сырьевой базы для получения полисахаридов с заданными свойствами и стандартизованных по химическому составу и биологической активности сохраняет свою актуальность. Важными путями решения этой проблемы являются использование новых источников растительного сырья и создание биотехнологических методов получения полисахаридов. Сокращение ресурсов природного растительного сырья и ухудшение его качества в условиях загрязнения окружающей среды также ставят проблему создания биотехнологических методов получения полисахаридов с использованием культур клеток. Главные преимущества культур клеток перед традиционным сырьем – гомогенность системы, состоящей в основном из клеток с первичными клеточными стенками, и независимость от климатических условий.

Настоящая работа выполнена с использованием каллусной культуры ряски малой *Lemna minor* L. Ранее показано, что пектиновые полисахариды нативного растения ряски обладают иммуностимулирующей активностью.

Цель работы – выделение, общая химическая характеристика и исследование иммуномодулирующей активности лемнана, пектина из каллуса ряски малой *Lemna minor* L.

Каллусную культуру ряски малой *Lemna minor* L. выращивали на агаризованной модифицированной среде Мурасиге и Скуга с добавлением ауксина 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты и цитокинина 6-бензиламинопурина. Каллус субкультивировали с интервалом в 28 суток при 26 ± 1 °C в темноте. Каллусная культура ряски имеет следующие ростовые характеристики: прирост сухой биомассы составляет 8-12 г/л, индекс роста по сухой биомассе – 3-5.5.

Биомассу исчерпывающе экстрагировали водой при 50 °C до отрицательной реакции на углеводы по реакции с фенолом в присутствии концентрированной серной кислоты (Dubois et al., 1956). Биомассу отделяли фильтрованием. Объединенные водные экстракты концентрировали, центрифугировали, полисахарид осаждали двукратным объемом 96%-ного этанола. Осадок отделяли центрифугированием, растворяли в дистиллированной воде, диализовали, центрифугировали, супернатант лиофилизировали. В результате получили полисахаридную фракцию арабиногалактана AG. Остаток сырья после водной экстракции обрабатывали 0.5%-ным водным формалином в течение 12-17 ч при 20-25 °C, промывали дистиллированной водой. Затем остаток сырья после обработки формалином обрабатывали раствором соляной кислоты (pH 4; 50 °C) в течение 3 ч. Далее биомассу промывали водой и экстрагировали 0.7%-ным водным раствором оксалата аммония при 68 °C. Затем объединенные экстракты обрабатывали как описано выше. В итоге получили фракцию лемнана LMC. Лемнан LMC был очищен на ультрафильтрационных мембранах с пределом пропускания пор 100 кДа (Millipore) и получена фракция LMC1.

Мыши линии СВА были трижды перорально иммунизированы лизоцимом куриного яйца (ЛКЯ, 1 мг, n = 7) с интервалом в семь дней или смесью 1 мг ЛКЯ и 1 мг пектина из каллусной культуры ряски малой – лемнана LMC1 (n = 7). В качестве положительного

контроля третья группа мышей ($n = 7$) получала 1 мг белка и 10 мкг холерного токсина (ХТ).

Интенсивность реакции гиперчувствительности замедленного типа (ГЗТ) определяли спустя семь дней после последней иммунизации общепринятым способом (Mowat et al., 1999). После измерения реакции ГЗТ животных умервщляли, забирали кровь и определяли концентрацию антиген специфичных антител. Титр анти-ЛКЯ антител класса IgG, IgG1, IgG2a в сыворотке находили с помощью непрямого иммуноферментного анализа (ИФА) с использованием поликлональных антител (Acris Antibodies GmbH, Germany) (Kato et al., 2001).

При обработке данных вычисляли среднее арифметическое значение и среднее квадратичное отклонение. Достоверность различий оценивали с помощью критерия Стьюдента (Лакин, 1990).

Разработан метод выделения полисахаридов из каллусной культуры ряски малой, включающий экстракцию водой при 50 °C, обработку биомассы 0.05% -ным водным формалином, разбавленной соляной кислотой (pH 4.0) при 50 °C и экстракцию водным оксалатом аммония при 68 °C. Экстракцией водой и раствором оксалата аммония из каллуса выделены кислый арабиногалактан (AG) и пектин (лемнан LMC) соответственно, отличающиеся типом построения углеводной цепи. При обработке водным формалином происходят связывание полифенольных соединений, дезактивация ферментов и удаление низкомолекулярных соединений, что позволяет получить очищенный пектиновый полисахарид. Выход арабиногалактана и лемнана от сухой массы варьирует от 1 до 3%.

Доминирующими нейтральными составляющими кислого арабиногалактана являются остатки арабинозы, галактозы и гликуроновых кислот. В составе лемнана LMC в качестве основных компонентов содержатся остатки галактуроновой кислоты (53%), галактозы и арабинозы. В составе лемнана обнаружены также остатки апиозы, ксилозы, рамнозы, глюкозы и маннозы. Ферментолит с помощью α -1,4-D-полигалактоураназы указывает на наличие в его составе углеводной цепи остатков α -1,4-D-галактуроновой кислоты, что доказывает принадлежность полисахарида к классу пектинов.

Лемнан LMC был очищен на ультрафильтрационных мембранах с пределом пропускания пор 100 кДа. В результате получена фракция LMC1 с молекулярной массой более 100 кДа. Очищенная фракция LMC1 имеет качественный моносахаридный состав, близкий таковому LMC. Содержание белка в LMC1 после ультрафильтрации снижается. Химическая характеристика полисахаридов из каллуса ряски представлена в таблице.

Показано, что у животных перорально иммунизированных только ЛКЯ, содержание антител класса IgG в сыворотке незначительно. Трехкратное пероральное введение ЛКЯ в смеси с LMC1 приводит к увеличению титра анти-ЛКЯ-IgG в сыворотке крови (рис. 1). Лемнан LMC1 повышает интенсивность реакции ГЗТ на белковый антиген (рис. 2). Подобная активация иммунного ответа наблюдалась, когда животным вводили ЛКЯ совместно с ХТ, использованным в качестве положительного контроля.

Стимуляция иммунного ответа LMC1, вероятнее всего, вызвана его активирующим действием на Т-лимфоциты, которые, в свою очередь, побуждают плазматические клетки к продукции антител. Увеличение ГЗТ в присутствии лемнана указывает на способность пектина модулировать активность Т-лимфоцитов хелперов 1 класса (Th1) или антиген-представляющих клеток (макрофагов, дендритных клеток).

Чтобы выяснить возможный механизм действия пектиновых полисахаридов, мы определили содержание подклассов иммуноглобулина IgG (IgG₁ и IgG_{2a}) в сыворотке им-

Характеристика полисахаридных фракций, выделенных из каллуса ряски малой

Фракция	Выход, %	GalA, %	Нейтральные моносахариды, %								Белок, %
			Gal	Ara	Rha	Api	Glc	Xyl	Man	Сумма	
AG	2.1*	7.8	22.3	8.0	0.5	0	3.4	10.7	1.1	46.0	25.5
LMC	2.4*	52.7	8.9	8.3	2.4	1.4	1.6	2.5	0.5	25.6	8.6
LMC1	1.8*	67.0	11.3	11.4	3.3	1.8	1.7	3.2	0.7	33.4	5.7

* Выход от сухой биомассы каллуса.

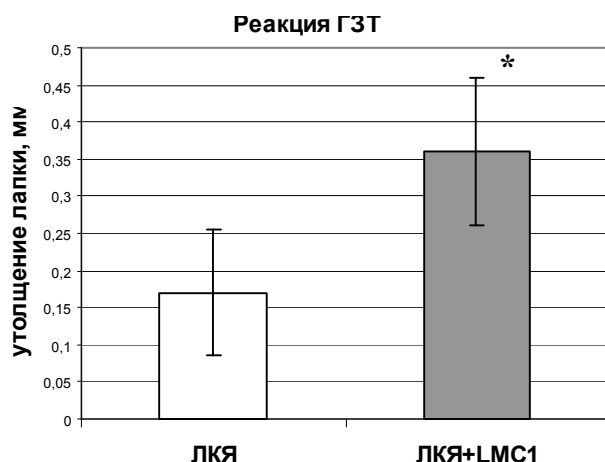


Рис. 1. Концентрация антиген-специфичных антител класса IgG в сыворотке иммунизированных мышей.

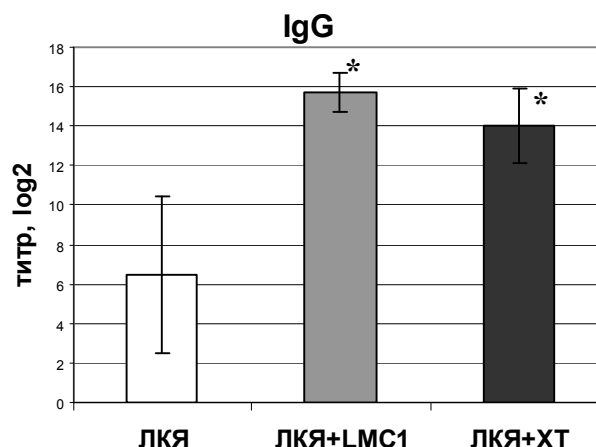


Рис. 2. Действие лемнана LMC1 на реакцию ГЗТ. Здесь и далее данные представлены в виде среднего арифметического значения $\pm$ стандартное отклонение; * $p < 0.05$ по сравнению с контролем; $n = 7$.

мунизированных животных. Известно, что синтез подклассов антител регулируется действием Т-лимфоцитов хелперов (Th1 и Th2). Так, продукция IgG₁ обуславливается действием цитокинов, секретируемых Th2-лимфоцитами, а синтез IgG_{2a} индуцируют цитокины Th1-лимфоцитов (Maggi, 1998). Определение иммуноглобулинов IgG₁ и IgG_{2a} показало, что в сыворотке мышей, получавших ЛКЯ, преобладают IgG₁ антитела. Иммунизация мышей ЛКЯ в смеси с лемнаном LMC1 стимулирует как IgG₁-, так и IgG_{2a}-антителообразование (рис. 3), что указывает на вовлечение в иммунный ответ цитокинов, секретируемых и Th1-, и Th2-лимфоцитами.

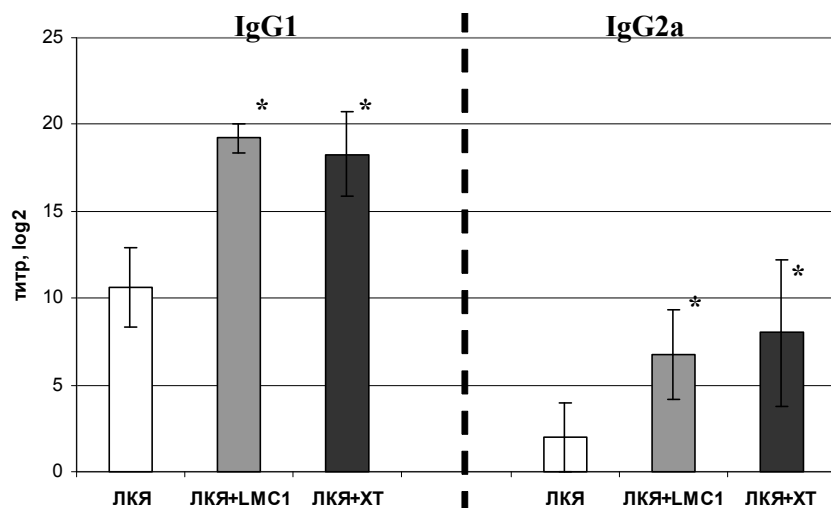


Рис. 3. Содержание анти-ЛКЯ-IgG1 и анти-ЛКЯ-IgG2a у перорально иммунизированных животных.

Следовательно, экстракцией водой и оксалатом аммония с последующим осаждением, диализом и лиофилизацией из каллуса ряски выделены кислый арабиногалактан и пектин. Каллусная культура ряски синтезирует пектиновый полисахарид, в составе которого преобладают остатки арабинозы и галактозы и содержится небольшое количество апиозы. Показано, что лемнан LMC1, представляющий собой рамногалактуронан, обладает иммуностимулирующим действием.

ЛИТЕРАТУРА

- Лакин Г. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
- Boyaka P., Ohmura M., Fujihashi K. et al. Chimeras of labile toxin one and cholera toxin // Immunology, 2003. Vol. 170. P. 454-462.
- Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K. et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances // Anal. Chem., 1956. Vol. 28. P. 350-356.
- Gupta R., Siber G. Adjuvants for human vaccines – current status, problems and future prospects // Vaccine, 1995. Vol. 13. P. 1263-1276.
- Kiyohara H., Matsumoto T., Takemoto N. et al. Effect of oral administration of a pectic polysaccharide fraction from a Kampo (Japanese herbal) medicine «Juzen-Taiho-To» on antibody response of mice // Planta Med., 1995. Vol. 61. P. 429-434.

Maggi E. The Th1/Th2 paradigm in allergy // Immunotechnology, 1998. Vol. 3. P. 233-244.

Mowat A., Steel M., Leishman A., Garside P. Normal induction of oral tolerance in the absence of a functional IL-12-dependent IFN- γ signaling pathway // Immunology, 1999. Vol. 163. P. 4728-4736.

Kato H., Fujihashi K., Kato R., Yuki Y., McGhee J. Oral tolerance revisited: prior oral tolerization abrogates cholera toxin – induced mucosal IgA responses // Immunology, 2001. Vol. 166. P. 3114-3121.

ГРИБНЫЕ БОЛЕЗНИ, НАСЕКОМЫЕ-ВРЕДИТЕЛИ И ДРУГИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД ГОРОДА НОВОДВИНСК

С.В. Хрущева

Архангельский государственный технический университет

E-mail: *ChirkovaSV@yandex.ru*

В озеленении Новодвинска используются местные породы и интродуценты, для которых условия существования в городе зачастую далеки от тех, где они произрастают в пределах естественного ареала. Деревьям и кустарникам приходится приспосабливаться к повышенной загазованности, запыленности и задымленности воздуха, особенностям температурного и водного режимов воздуха и почвы, к неблагоприятным химическим и физико-механическим свойствам почвы и другим факторам, обуславливающим специфичность экологической среды города. Эти условия резко отличаются от естественных, в которых сформировались биологические и экологические особенности растений. По этой причине древесные и кустарниковые породы в городах ослаблены, больше подвергаются поражению насекомыми-вредителями и различными болезнями.

Целью исследования было определить виды болезней ассимиляционного аппарата растений и виды насекомых-вредителей, распространенных на территории г. Новодвинск, их влияние на снижение декоративности лиственных пород деревьев и кустарников.

Ранее мы проводили обследования самых многочисленных древесных пород на территории города, определяли показатель эстетического состояния (декоративности) и степень ослабления насаждений по двум шкалам (Ширяева, 2001). На эти показатели сильно влияют не только механические повреждения, но и процент поражения листьев насекомыми-вредителями, пятнистостью, мучнистой росой и другими болезнями.

В течение двух летних сезонов мы проводили наблюдения на двадцати объектах города. В течение каждого сезона в июле и августе изучали внешние изменения листового аппарата деревьев и кустарников. Исследовали образцы листвы, поврежденной грибными болезнями и насекомыми, при возможности и самих насекомых, если таковые имелись на поврежденных листьях. Характер заболеваний идентифицировали с помощью соответствующих определителей (Определитель повреждений..., 1951; Грибы и..., 1970 и др.).

В Новодвинске ассортимент пород весьма беден. На его территории произрастают 15 видов деревьев и 12 – кустарников. Самыми многочисленными являются тополь бальзамический, березы пушистая и повислая, осина, вяз гладкий, липа мелколистная, рябина обыкновенная, ольха серая, черемуха обыкновенная. Из кустарников наиболее распространены акация желтая или карагана древовидная, жимолость татарская, сирень венгерская, роза иглистая, спирея иволистная. Частые виды повреждений листвы древесных пород и причины, их вызывающие, показаны в таблице. Массовый характер носит бурая пятнистость (марсония) тополя бальзамического, так как он – самая распространенная древесная порода Новодвинска. Степень повреждений может быть различной. Установить какой-нибудь общий ее критерий для дерева или кустарника крайне трудно. Вредные насекомые могут быть условно разделены на три группы, тесно связанные между собой (Лесная энтомология, 1949). В нашем случае все насекомые-вредители принадлежат к группе, куда относят насекомых, приносящих незначительный вред, но при этом у поврежденных деревьев снижается декоративный вид, который особенно важен в услови-

Грибные болезни, насекомые-вредители и другие повреждения ассимиляционного аппарата лиственных пород г. Новодвинск

Древесные породы	Видимые повреждения листьев	Причина повреждения
Тополь бальзамический	Бурая пятнистость тополя (марсония)	<i>Marssonina populi</i> (Lib.) Sacc.
	Уколы в ткани листа и скопление мелких насекомых на нижней стороне листа	<i>Chaitophorus populi</i> L. Бурая тополевая тля (X. Aphididae. Тли)
Осина	Уколы в ткани листа, вызывающие побеление листьев	<i>Chaitophorus populi</i> L. Бурая тополевая тля (X. Aphididae. Тли)
	Минирование листа	<i>Phyllocnistis sorhageniella</i> Lüd. Осинковая белая моль (Гусеница). (Б Сем. Lyonetiidae. Минирующие моли)
	Бурые пятна, ожоги на листовой пластине, засыхая деформируют лист	Возникают вследствие попадания на него капелек серной или азотной кислот, что возможно во время смога, тумана и наличия на обследуемой территории выпадения кислотных дождей
Березы пушистая и повислая	Пожелтение листовой пластины полностью или частично	<i>Calaphis betulae</i> Mord. Березовая желтая тля (X Сем. Aphididae. Тли)
	Большая часть листа свернута в трубочку	<i>Gracilaria betulicola</i> Ner. Березовая трубчатая моль-пестрянка (Б Сем. Gracilariidae. Моли-пестрянки)
Вяз гладкий	Крупный толстостенный галл на срединной жилке	<i>Tetraneura pallida</i> Hal. Вязовая бледная тля (X Сем. Aphididae. Тли)
	Мелкие бледно-зеленые галлы с верхней стороны листа	<i>Eriophyes ulmicola brevipunctatus</i> Nal. Вязовый мешчатый клещик (К Сем. Eriophyidae. Растительные клещи)
Липа мелколистная	Войлочники беловатого или розоватого цвета на нижней стороне листа	<i>Eriophyes tiliae var. liosoma</i> Nal. Липовый войлочный клещик (К Сем. Eriophyidae. Растительные клещи)
Рябина обыкновенная	Галлы в виде круглых коричневых войлочков на нижней стороне листа	<i>Eriophyes goniotorax sorbeus</i> Nal. Рябиновый краевой клещик (К Сем. Eriophyidae. Растительные клещи)
Черемуха обыкновенная	Скрученные пожелтевшие листья	<i>Siphonaphis padi</i> L. злаково-черемуховая тля (X Сем. Aphididae. Тли)
	На листовой пластине галлы сверху в виде светлых рожков высотой до 4 мм, отверстия снизу	<i>Eriophyes padi</i> Nal. Черемуховый галловый клещик (К Сем. Eriophyidae. Растительные клещи)
Акация желтая или карагана древовидная	Уколы в ткани листа, вызывающие побеление листьев по всей поверхности	<i>Acyrtosiphon caraganae</i> Cholodk. Акациевая тля (X Сем. Aphididae. Тли)
	Мучнистая роса	<i>Trichocladia caragane</i> Neger

Усл. обозн.: X – хоботные; К – клещи; Б – бабочки.

ях произрастания в городах и других населенных пунктах. Значит, для улучшения декоративного состояния деревьев и кустарников с такими насекомыми следует бороться.

Для изучения степени пораженности ассимиляционного аппарата тополя бальзамического брали пробы листьев с разных деревьев и измеряли площадь видимого распространения бурых пятен. Степень поражения выражалась в процентах площади пятен пробы к общей площади листа. Бурая пятнистость (марсония тополя) при благоприятных атмосферных условиях распространяется по площади листьев дерева, что приводит к раннему опадению части листьев у наиболее пораженных деревьев. При этом снижается густота кроны.

Повсеместно в Новодвинске осина поражена бурой тополевой тлей (в сочетании с химическими ожогами листа), причем количество пораженных деревьев тлей с каждым годом (за период наблюдения) растет. Особенно массовое скопление тли наблюдают в июле, когда наступает самое жаркое время лета и бурую тлю можно обнаружить на 100% осин. Некротическими пятнами осина особенно сильно поражена на территории город-

ского парка, поражаются еще и молодые побеги с листьями. Можно предположить, что это сказывается близость Архангельского ЦБК.

Акация желтая в середине лета сильно страдает от акациевой тли, а в августе – от мучнистой росы. Ими поражены в основном живые изгороди, рядовые посадки акации. При этом сильно снижается показатель эстетического состояния данной породы, желтеет или бледнеет, затем преждевременно опадает листва кустарника. Одиночно встречающиеся кусты акации имеют более здоровый и красивый вид.

Борьбу с грибными болезнями листвы и насекомыми-вредителями нужно вести общепринятыми методами. Например, можно применять соответствующие фунгициды и инсектициды, опрыскивая или опыливая кроны деревьев и кустарников в период вегетации, а опавшую хвою следует уничтожать как можно скорее. Также стоит использовать агротехнические методы ухода за древесной растительностью, которые повышают их устойчивость к неблагоприятным факторам городской среды.

Необходимо регулярно и своевременно проводить мероприятия по профилактике, выявлению и борьбе с массовыми вредителями и возбудителями заболеваний зеленых насаждений.

ЛИТЕРАТУРА

Черемисинов Н.А., Негруцкий С.Ф., Лешковцева И.И. Грибы и грибные болезни деревьев и кустарников. Справочное пособие / Под ред. проф. Н.А. Черемисинова. М.: Лесная пром-сть, 1970. 392 с.

Римский-Корсаков М.Н., Гусев В.И., Шиперович В.Я. и др. Лесная энтомология. М.: Гослесбумиздат, 1949. 507 с.

Гусев В.И., Римский-Корсаков М.Н. Определитель повреждений лесных и декоративных деревьев и кустарников европейской части СССР. М.: Гослесбумиздат, 1951. 580 с.

Ширяева Н.В. Фитосанитарная обстановка насаждений Сочинского национального парка // Лесное хозяйство, 2001. № 3. С. 34-36.

ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИЕ ГРИБЫ ГОРОДА СЫКТЫВКАР

А.В. Чирков, Д.А. Косолапов*

Сыктывкарский государственный университет

* Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: kosolapov@ib.komisc.ru

Трутовые грибы широко распространены и являются важным гетеротрофным компонентом в лесных экосистемах. Они играют одну из ведущих ролей в процессе разложения древесины. Биота дереворазрушающих грибов среднетаежных лесов Республики Коми исследована довольно хорошо. Менее изучено влияние трутовых грибов на городские экосистемы нашей республики: зеленые насаждения, лесопарки и зеленые зоны крупных городов и населенных пунктов, выполняющих важные эстетические, санитарно-гигиенические (оздоровительные), рекреационные, средообразующие (ландшафт), а также исторические функции. Следует отметить, что в городах богаче и разнообразнее ассортимент древесно-кустарниковых пород, специфика которых состоит в том, что они принимают на себя постоянное и сильное химическое и физическое воздействие в виде газо-пылевых выбросов промышленных предприятий, выхлопных газов автотранспорта, уплотнения почвы, механического повреждения стволов и корневых систем. Все это отрицательно сказывается на состоянии зеленых насаждений, устойчивости их к болезням и энтомо-вредителям и в итоге – на продолжительности жизни древесных пород, которые отмирают задолго до наступления естественной старости, становясь субстратом для дереворазрушающих грибов.

В таких условиях происходят изменения в биоте дереворазрушающих грибов. В нарушенных местообитаниях, по сравнению с естественными, резко сокращается видовое разнообразие грибов, но возрастает численность отдельных видов (Научные основы..., 1992).

Город Сыктывкар расположен на левом крутом берегу р. Сысола на четырех ее пойменных террасах, частично заходит на водораздельную равнину между Сысолой и речкой Дырнос. Наши исследования проводились в парках г. Сыктывкар (Мичуринском, Кировском), в различных районах города, где имеются зеленые насаждения (микрорайоны Строитель, Орбита), на улицах города и в лесных зонах пригородов (за железнодорожным вокзалом) летом-осенью 2004-2005 гг. Сбор грибов осуществлялся маршрутным методом.

В процессе исследования на территории г. Сыктывкар и пригородов было зафиксировано 53 вида трутовых грибов, относящихся к восьми порядкам, 13 семействам и 28 родам. Средняя видовая насыщенность семейств составляет 4, родовая насыщенность – 1.9. Ведущие по численности порядки Fomitopsidales – 15 и Coriolales – 12 видов. Ведущими семействами являются *Coriolaceae* (11), *Fomitopsidaceae* (9) и *Phellinaceae* (7 видов). Наибольшее число видов насчитывают роды *Phellinus* (7), *Postia* и *Trametes* (5), половина родов представлена одним видом (см. таблицу).

При географическом анализе нами использовался метод, основанный на совмещении зонального и регионального принципов анализа. Большую роль в сложении исследованной биоты трутовых грибов играют виды мультizonального географического элемента – 70% (*Antrodia xantha*, *Phellinus punctatus*, *Trametes pubescens* и др.). Представители бореальной группы (*Antrodia serialis*, *Diplomitoporus lindbladii*, *Trichaptum abietinum* и др.) составляют 28% от общего числа видов. Один вид – *Ceriporiopsis aneirina* – относится к неморальному элементу. Большинство видов трутовых грибов, выявленных в пределах г. Сыктывкар, имеют широкие ареалы: мультирегиональные (*Antrodia xantha*, *Bjerkandera adusta*, *Lenzites betulinus* и др.) составляют 48, а голарктические (*Daedaleopsis confragosa*, *Phellinus tremulae*, *Tyromyces chioneus* и др.) – 40%. Евразийский ареал характерен для 8% (*Daedaleopsis septentrionalis*, *Phellinus nigricans* и др.), 4% имеют европейские

виды (*Skeletocutis papyracea*).

По приуроченности к тем или иным древесным породам распределение афиллофороидных грибов было следующим: наибольшее число видов отмечено на березе и ели – 21 и 19 соответственно, на тополе – 18, иве – 15, на остальных породах, как видно на рисунке, оно было незначительным. Как правило, узкоспециализированных видов немного, большинство трутовых грибов приурочено к определенным группам древесных пород (хвойные и лиственные). Всего на хвойных породах зарегистрировано 20 видов, на лиственных – 37. На деревьях ели встречаются 15 видов, не отмеченных на других породах (*Skeletocutis papyracea*, *Phellinus chrysoloma*, *Antrodia serialis* и др.). На березе встречено восемь видов (*Antrodiella semisupina*, *Phellinus nigricans*, *Piptoporus betulinus* и др.), которые не попадают ни на одной из других лиственных пород.

Трутовые грибы принимают активное участие в процессе деструкции древесины, осуществляя полное ферментативное разложе-

Таксономическая структура биоты трутовых грибов
г. Сыктывкар

Порядок, семейство (число родов / видов)	Род (число видов)
Coriolales (6/12)	
<i>Coriolaceae</i> (5/11)	<i>Cerrena</i> (1), <i>Daedaleopsis</i> (3), <i>Datronia</i> (1), <i>Lenzites</i> (1), <i>Trametes</i> (5)
<i>Fomitaceae</i> (1/1)	<i>Fomes</i> (1)
Fomitopsidales (7/14)	
<i>Fomitopsidaceae</i> (5/9)	<i>Antrodia</i> (4), <i>Daedalea</i> (1), <i>Fomitopsis</i> (2), <i>Gloeophyllum</i> (1), <i>Piptoporus</i> (1)
<i>Phaeolaceae</i> (2/6)	<i>Postia</i> (5), <i>Pyrenopeziza</i> (1)
Ganodermatales (1/1)	
<i>Ganodermataceae</i> (1/1)	<i>Ganoderma</i> (1)
Hymenochaetales (2/9)	
<i>Inonotaceae</i> (1/2)	<i>Inonotus</i> (2)
<i>Phellinaceae</i> (1/7)	<i>Phellinus</i> (7)
Hyphodermatales (7/10)	
<i>Bjerkandera</i> (3/4)	<i>Bjerkandera</i> (1), <i>Ceriporiopsis</i> (2), <i>Tyromyces</i> (1)
<i>Chaetoporellaceae</i> (3/5)	<i>Antrodiella</i> (1), <i>Skeletocutis</i> (3), <i>Diplomitoporus</i> (1)
<i>Steccherinaceae</i> (1/2)	<i>Trichaptum</i> (2)
Phanerochaetales (3/3)	
<i>Rigidopora</i> (3/3)	<i>Ceriporia</i> (1), <i>Oxyporus</i> (1), <i>Physiporus</i> (1)
Polyporales (1/1)	
<i>Polyporaceae</i> (1/1)	<i>Polyporus</i> (1)
Schizophyllales (1/1)	
<i>Schizophyllaceae</i> (1/1)	<i>Gloeoporus</i> (1)
Итого: 8 порядков, 13 семейств, 28 родов, 53 вида	

ние лигнина и целлюлозы. Все трутовые грибы разделяются на лигнинразрушающие (образуют белую гниль) и целлюлозоразрушающие (образуют бурую). На изученной нами территории 38 видов (77%) вызывают белую гниль, а 15 видов (28%) относятся к грибам бурой гнили.

По приуроченности к определенным условиям существования трутовых грибов на исследованной территории ведущее положение занимают мезофилы – 26 видов (49%). Ксерофилы составляют 36% (19 видов), а гигрофилы 15% (8 видов) соответственно. Таким образом

видно, что в городских условиях, по сравнению с ненарушенными лесными сообществами, происходят заметное увеличение видов с ксерофильными свойствами и уменьшение – с гигрофильными. При рассмотрении анатомических особенностей плодовых тел трутовых грибов было отмечено, что максимальное число видов (21) имеет димитическую гифальную систему, характерную для мезофилов. Тримитическая гифальная система, которая свойственна базидиомам ксерофилов, обнаруживается у 17 видов трутовых грибов. Плодовые тела гигрофилов отличаются мономитической гифальной системой с тонкостенными гифами. И этот анализ также позволяет нам охарактеризовать исследованную биоту как типичную для антропогенно нарушенных местообитаний.

Следует отметить, что в лесной зоне (за железнодорожным вокзалом) было найдено наибольшее количество видов трутовиков – 32, среди которых процент ксерофильных видов значительно меньше, чем среди видов, выявленных в парках и вдоль улиц, где ксерофильные виды достигают 50% и выше. Это объясняется более благоприятными условиями, сложившимися под пологом леса (наличие валежа и др.), для развития трутовиков, в отличие от явно неблагоприятных условий городской черты, где заметно сокращается количество доступных для грибов субстратов хвойных и лиственных пород и, следовательно, уменьшается видовое разнообразие грибов.

Таким образом, исследованную биоту трутовых грибов г. Сыктывкар, можно охарактеризовать как типичную для антропогенно нарушенных местообитаний.

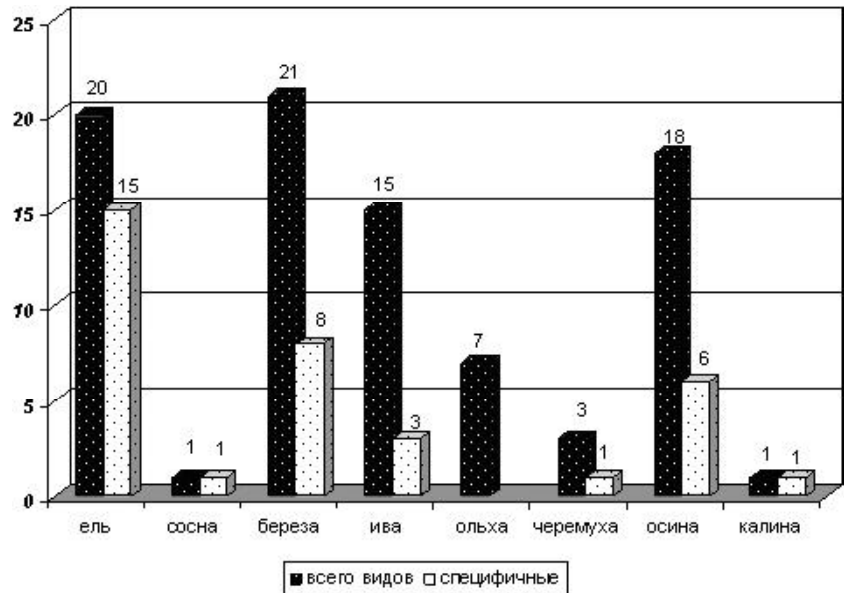


Рис. Приуроченность трутовых грибов к древесным породам.

ЛИТЕРАТУРА

Научные основы устойчивости лесов к дереворазрушающим грибам / В.Г. Стороженко, М.А. Бондарцева, В.А. Соловьев, В.И. Крутов. М., 1992. 221 с.

СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ВОДОРosЛЕЙ BACILLARIOPHYTA КАРСТОВОГО ОЗЕРА (БАССЕЙН РЕКИ ИЖМА)

Ю.Н. Шабалина

Сыктывкарский государственный университет
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: stenina@ib.komisc.ru

Представители отдела Bacillariophyta (диатомовые водоросли) являются обычным компонентом водных биоценозов. В водоемах таежной зоны Республики Коми диатомеи изучены недостаточно, наиболее подробно описаны видовой состав и сообщества этих

водорослей в пойменных озерах Озельской системы (Стенина, 1980, 1983). Карстовые озера – особый тип водоемов, в которых диатомеи исследованы слабо (Гусев, 2005).

Цель работы – изучение Bacillariophyta водорослевых сообществ карстового озера системы Параськиных озер. Они являются гидрологическим памятником природы, который расположен на юге Ухтинского района Республики Коми в долине р. Тобысь (притоке р. Ижма) (Производительные силы..., 1955). В литературе до последнего времени не было сведений о водной растительности этих озер. Первые исследования их флоры включали изучение семейства *Fragilariaceae* (Шабалина, 2004).

Изучены пробы фитопланктона, фитобентоса и перифитона (нитчатки, осока, сабельник, мхи, древесный субстрат), собранные автором в августе 2003-2004 гг. в оз. Параськино 1 (название условное). Водоем образован двумя воронками, соединенными мелководным перешейком. По составу преобладающих ионов вода озера сульфатно-кальциевая: SO_4^{2-} – 162.0, Ca^{2+} – 32.5 мг/дм³; сумма ионов – 291.5 мг/дм³, pH – 7.0-8.3. Диатомовые определены в постоянных препаратах при увеличении X 900 с масляной иммерсией. Значение видов в сообществах устанавливали по относительному (процентному) обилию путем подсчета 200 створок в препарате. Экологические характеристики приведены по данным литературы. В работе за основу принята система F.E. Round, R.M. Crawford, D.G. Mann (1990) с последними дополнениями.

Всего выявлен 181 вид с разновидностями и формами из 56 родов, 29 семейств и 15 порядков. Среди них 39 таксонов относятся к редким, в том числе впервые найденные на территории Республики Коми *Nitzschia perspicua* Cholnoky, *N. terrestris* (Petersen) Hust., *Navicula abiskoensis* Hust. Они не имеют высокого обилия, но некоторые встречаются довольно часто: в 60% проб обнаружены *Fragilaria bidens* Heib., *Cymbella hustedtii* Krasske, *Nitzschia vitrea* Norm. Четыре таксона считаются ограниченно распространенными: *Thalassiosira* cf. *bramaputrae* (Ehr.) Hekansson et Locker, *Cyclotella antiqua* W. Sm., *Fragilaria tenera* (W. Sm.) Lange-Bert., *Synedra rumpens* var. *scotica* Grun.

Максимальное разнообразие диатомовых обнаружено в фитобентосе и на нитчатках (93 и 94 вида, включая разновидности и формы). Несколько меньше диатомей в обрастаниях мхов, осоки, бревен (80, 87 и 89 таксонов соответственно), а также сабельника – 59 таксонов. В фитопланктоне отмечено всего 29 видов и разновидностей. Низкое видовое богатство диатомей в фитопланктоне характерно и для карстовых озер Владимирской области в конце лета (Гусев, 2005).

По таксономическому разнообразию первое место среди выявленных семейств отдела занимает сем. *Fragilariaceae* (28 таксонов). В обрастании сабельника оно заметно преобладает (17 таксонов). Почти во всех остальных сообществах разнообразие *Fragilariaceae* незначительно выше по сравнению с другими семействами (рис. 1). В обрастании бревна оно уступает первое место *Bacillariaceae*, представленному бентосными видами. Последнее семейство, в целом занимающее второе место по числу таксонов (25 видов и разновидностей), сохраняет его во всех остальных сообществах, кроме перифитона мхов. Далее по разнообразию следуют семейства *Naviculaceae* и *Pinnulariaceae* (17 и 18 таксонов соответственно). В разных сообществах первое семейство включает большее число видов, чем второе, развитое преимущественно в заболоченных водоемах. Фитобентос и связанные с ним сообщества на древесном субстрате и осоке содержат больше видов сем. *Pinnulariaceae*, являющихся в основном донными организмами. Во флоре озера одинаково представлены семейства *Gomphonemataceae* и *Cymbellaceae* (по 15 таксонов). Эпифитные представители первого семейства выделяются большим разнообразием на осоке (11), а второго – в фитобентосе (девять таксонов).

Среди родов диатомовых водорослей в оз. Параськино 1 первое место занимает *Nitzschia* (21), второе – *Fragilaria* (18 таксонов). Представители этих родов довольно разнообразны во всех сообществах (рис. 2). Обрастание сабельника отличается большим числом диатомей рода *Fragilaria*. Почти все виды-эпифиты рода *Gomphonema*, выявленные в озере, обнаружены на осоке (11 видов и разновидностей), в других сообществах разнообразие рода гораздо ниже (один-шесть таксонов). Бентосные и бентосно-эпифитные водоросли *Navicula* во всех непланктонных сообществах представлены примерно одинаково (четыре-восемь таксонов).

Среди выявленных диатомей преобладают донные водоросли (78), несколько меньше обрастателей (51 вид с разновидностями). В разных сообществах в основном сохраняется такое соотношение этих экологических групп. Эпифиты доминируют по числу видов на сабельнике и в планктоне, куда они попадают случайно. Типичных планктеров в фитопланктоне озера мало, они имеют довольно низкое обилие. Это может быть обусловлено особенностями их сезонной вегетации, на что указывает наличие данных водорослей в фитобентосе и перифитоне озера, куда створки оседают при отмирании. Преобладание донных видов на нитчатках (35 таксонов), возможно, связано с характером развития нитчатых водорослей, которые сначала могут образовывать скопления на дне, а затем подниматься к поверхности водоема.

Доминирующие комплексы (доминанты и субдоминанты с обилием более 10%) в сообществах озера образованы десятью диатомеями из родов: *Stephanodiscus*, *Staurosira*, *Pseudostaurosira*, *Rossithidium*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Epithemia*, *Rhopalodia*. Большинство из них относится к эпифитным, литорально- или бентосно-эпифитным водорослям. Виды с высоким обилием *Stephanodiscus minutulus* (Kütz.) Cl. et Möll. и *Navicula radiosa* Kütz. были отмечены во всех пробах. Каждое сообщество имеет особый набор доминантов и субдоминантов.

Фитопланктон отличается крайне слабым развитием диатомовых. Большинство преобладающих по обилию видов – донные, донно-эпифитные и эпифитные представители рода *Nitzschia* (46% относительного обилия), а также *Navicula radiosa* (23), *Epithemia sorex* Kütz. (22.2), *E. adnata* (Kütz.) Bréb. (12.8), *Rhopalodia gibba* (Ehr.) O. Müll. (15%), попадающие в толщу воды с оторванными частицами субстрата. Планктеров мало, среди них чаще встречается лишь *Stephanodiscus minutulus* (21.3%).

В обрастаниях сабельника ни один вид не имеет обилия свыше 10% и заметного отличия в развитии. Наибольшие значения относительного обилия на этом субстрате имеют обрастатели *Rossithidium linearis* и *Rhoicosphenia abbreviata* (Ag.) Lange-Bert. (по 8.5%). *R. linearis* является также единственным видом-доминантом среди диатомей в обрастании древесного субстрата, где он наиболее развит (22.5 %). Среди сопутствующих видов отмечены *Achnanthes minutissimum* (Kütz.) Czarn., *Adlafia minuscula* var.

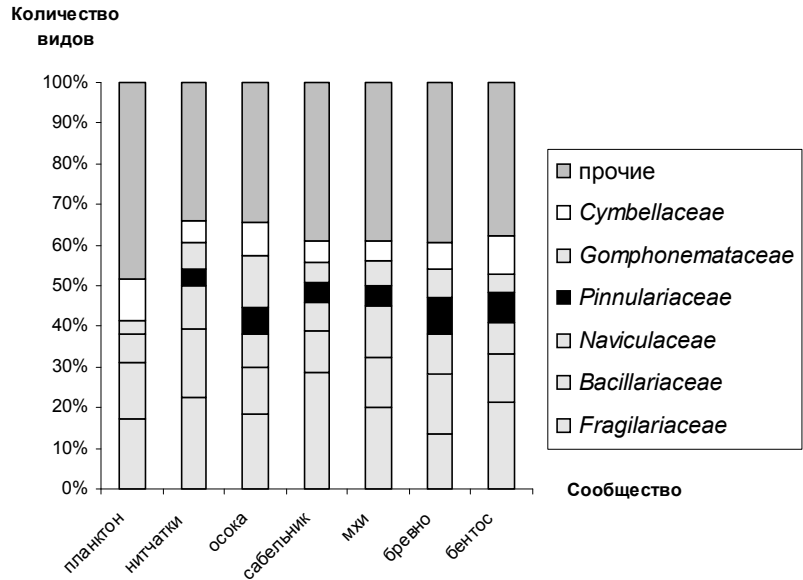


Рис. 1. Соотношение числа таксонов основных семейств диатомовых водорослей в сообществах оз. Параськино 1.

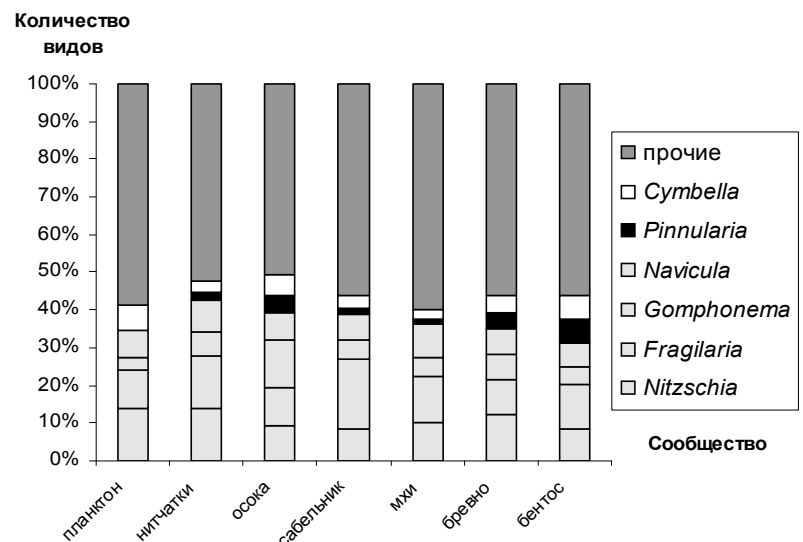


Рис. 2. Соотношение числа таксонов основных родов диатомовых в сообществах оз. Параськино 1.

muralis (Grun.) Lange-Bert., *Achnanthes nodosa* A. Cl., *Navicula radiosa*, *Rhoicosphenia abbreviata*, *Gomphonema turris* Ehr. На мхах преобладает *Stephanodiscus minutulus* (57.5%). Остальные диатомовые не достигают 10% относительного обилия, среди них чаще встречаются *Eolimna minima* (Grun.) Lange-Bert., *Planothidium lanceolatum* (Breb. ex Kütz.) Lange-Bert., *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Sm. Доминирующим видом обрастания осоки является *Pseudostaurosira brevistriata* (Grun.) Will. et Round (25.6%), субдоминантным – бентосная диатомея *Nitzschia palea* (11%). Им сопутствуют *Staurosirella pinnata* (Ehrenb.) Will. et Round и *Nitzschia amphibia* Grun. На нитчатых водорослях группу видов с большим обилием образуют *Stephanodiscus minutulus* (21), *Staurosira construens* var. *venter* (Ehr.) Hamilton (19.5), *Pseudostaurosira brevistriata* (17), *Navicula radiosa* (16.5) и *N. cryptocephala* Kütz. (11.5%). Среди сопутствующих таксонов отмечены литорально-планктонная диатомея *Fragilaria capucina* Desm., литоральная *Staurosirella pinnata*, планктонная *F. crotonensis* Kitt. и бентосные виды *Nitzschia amphibia*, *N. palea*.

В фитобентосе больше половины створок принадлежит виду *Pseudostaurosira brevistriata* (74.5%), далее по обилию следуют *Stephanodiscus minutulus* (20) и *Staurosira construens* var. *venter* (10%), обилие остальных таксонов не достигает 10%. Видам доминирующего комплекса сопутствует бентосная диатомея *Navicula oblonga* (Kütz.) Kütz., а также как и на нитчатках и осоке – *Staurosirella pinnata*.

Следовательно, состав диатомей карстового оз. Параськино 1 довольно разнообразен. Во всех непланктонных сообществах, кроме обрастаний сабельника, господствуют бентосные водоросли. Роль таких ведущих по разнообразию семейств, как *Pinnulariaceae* и *Gomphonemataceae* и их типовых родов, в структуре альгоценозов различна. Общий для всех сообществ вид-доминант не отмечен. Виды *Stephanodiscus minutulus*, *Navicula radiosa*, *Pseudostaurosira brevistriata* и *Nitzschia palea* чаще участвуют в образовании доминирующих комплексов. Уровень разнообразия, таксономическая структура и преобладающие комплексы оз. Параськино 1 близки таковым некоторых озер таежной зоны (Стенина, 1983).

Автор выражает благодарность за помощь в подготовке материала доклада сотрудникам Института биологии Коми НЦ УрО РАН А.С. Стениной, Е.Н. Патовой, в приготовлении препаратов – С. В. Вавиловой и проведении химического анализа воды сотрудникам лаборатории аналитической химии.

ЛИТЕРАТУРА

Гусев Е.С. Сезонная периодичность доминирующих видов диатомовых водорослей в карстовых озерах Владимирской области // Морфология, систематика, онтогенез, экология и биогеография диатомовых водорослей: Тез. IX школы диатомологов России и стран СНГ. Борок, 2005. С. 31.

Производительные силы Коми АССР. Т. II. Ч. 2. Водные ресурсы. Сыктывкар: Изд-во Коми фил. АН СССР, 1955. 192 с.

Стенина А.С. Диатомовые водоросли перифитона озера Ыджыдты (бассейн Вычегды) // Экология и биология растений в посевных и естественных фитоценозах. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1980. С. 71-80.

Стенина А.С. Диатомовые водоросли Озельских озер (бассейн Вычегды) // Водоемы бассейнов Печоры и Вычегды. Сыктывкар, 1983. С. 88-94. (Тр. Коми филиала АН СССР; № 57).

Шабалина Ю. Н. Семейство *Fragilariaceae* (Kütz.) D.T. в карстовом озере-памятнике природы (Ухтинский район, Республика Коми) // Проблемы особо охраняемых природных территорий Европейского Севера (к 10-летию национального парка «Югыд ва»): Матер. науч.-практ. конф. (Сыктывкар, 25-29 октября 2004 г.). Сыктывкар, 2004. С. 176-178.

Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. Diatoms: Biology and morphology of the genera. Cambridge: Cambridge Univ. press, 1990. 747 p.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССОВ САМООЧИЩЕНИЯ ОЗЕРА СВЯТОЕ

Л.С. Широкова

Институт экологических проблем Севера УрО РАН

E-mail: LShirocova@yandex.ru

В Архангельской области насчитывается более 200 тысяч озер, имеющих в основном ледниковое происхождение. Большая часть их сосредоточена к западу от р. Онега, в районе так называемого Озерного Прионежья, расположенном между средним и верхним течением Онеги и юго-западной границей области, среди которых преобладают малые озера с площадью зеркала до 50 км². Хозяйственная деятельность вносит существенные изменения прежде всего в абиотические элементы озерной экосистемы, определяющие условия жизнедеятельности гидробионтов. При любом антропогенном воздействии нарушается естественное равновесие между биотическими и абиотическими составляющими озерной экосистемы, что приводит к интенсивному загрязнению, заилению и обмелению озер, их зарастанию. В рамках данной проблемы основной задачей является исследование процессов самоочищения в малых озерах Архангельской области на основе количественных показателей содержания и функциональных характеристик бактериопланктона.

Ротковецкая озерно-речная система располагается в водосборном бассейне р. Онега. Наиболее крупным водоемом в составе данной системы является оз. Святое, подвергающееся максимальному хозяйственному воздействию за счет концентрации на его водосборной площади населенных пунктов и местных производств (маслозавода и лесопильных цехов). Гидрологические исследования показали, что средняя глубина озера составляет 3.3, максимальная – 16 м, объем воды 6 млн. 300 тыс. м³, площадь поверхности акватории – 1.9 км².

В 2005 г. была исследована структура бактериопланктона в целях выявления его сезонной активности и интенсивности процессов самоочищения. Для гидрографической характеристики озер использовали приборы GPS «E trex» и эхолот «Piranha Max¹⁰». При изучении ярусной структуры водной экосистемы учитывались гидрологические особенности биотопов: на участках с полной гомотермией отбор проб воды производится только с поверхностного (с глубины 0.5 м) горизонта, а на стратифицированных биотопах пробы отбирались с двух горизонтов – эпилимниона и гипolimниона. Пробы воды отбирались в стерильные склянки батометром. Микробиологические исследования включали определение общей численности и биомассы бактериопланктона, количества эвтрофных бактерий при выращивании на сухом питательном агаре (СПА) при 20 °С, факультативно-олиготрофных бактерий на среде Горбенко (СПА:10), концентрации фенолоксиляющих и анаэробных микроорганизмов. Также определяли количественные показатели бактерий группы кишечных палочек (БГКП) на средах Эндо, МакКонки и дрожжеподобных грибов на среде Сабуро (Корш, 1978; Руководство..., 1992, Медицинская микробиология, 1999). Учет численности бактерий с определением наиболее вероятного числа производили с помощью экспресс-обработки результатов учета микроорганизмов методом предельных разведений (по Мак-Креди) после первого месяца инкубирования. Общая численность микроорганизмов определялась методом мембранной фильтрации (Кузнецов, Дубинина, 1989). Показатели интенсивности дыхания бактерий определяли с помощью метода Винберга (кислородная модификация Винклера).

Гетеротрофный бактериопланктон играет в процессах самоочищения ведущую роль, и изучение его сезонной динамики позволяет определить активность в различные биологические периоды. В таблице представлены результаты исследований сезонных флуктуаций количественных показателей бактериопланктона оз. Святое.

Зимой содержание эвтрофных бактерий, общей численности и биомассы бактериопланктона минимально, в то время как были зафиксированы максимальные показатели содержания факультативно-анаэробных микроорганизмов, что обусловлено снижением содержанием кислорода (8.14 мг О₂/л) по сравнению с аналогичными показателями в период открытой воды (9.5 мг О₂/л). Наибольшее значение численности эвтрофных бакте-

Сезонная динамика бактериопланктона в оз. Святое (2005 г.)

Биологический период	Эвтрофные бактерии, КОЕ/мл	Факультативно олиготрофные бактерии, КОЕ/мл	Общая численность бактериопланктона, млн. кл/мл	Биомасса бактериопланктона, мг/м ³
Зима Поверхность	<u>12-1500</u>	<u>90-3500</u>	<u>1.54-2.56</u>	<u>0.18-1.17</u>
	196±123	1643±76	2.01±0.26	0.66±0.24
Дно	<u>56-308</u>	<u>173-730</u>	<u>1.08-1.93</u>	<u>0.14-0.56</u>
	232±107	452±111	1.51±0.6	0.35±0.3
Весна Поверхность	<u>105-525</u>	<u>300-1420</u>	<u>1.94-3.54</u>	<u>0.75-3.27</u>
	278±65	622±200	2.58±0.24	1.33±0.43
Дно	<u>280-590</u>	<u>540-2220</u>	<u>1.4-1.86</u>	<u>0.59-0.72</u>
	477±121	1350±595	1.64±0.163	0.63±0.06
Лето Поверхность	<u>140-360</u>	<u>350-2320</u>	<u>1.9-2.79</u>	<u>0.76-1.15</u>
	247±39	918±322	2.38±0.19	0.97±0.07
Дно	<u>60-150</u>	<u>210-700</u>	<u>1.64-2.01</u>	<u>0.66-0.87</u>
	120±37	463±174	1.84±0.13	0.74±0.08
Осень Поверхность	<u>140-280</u>	<u>320-1300</u>	<u>1.97-3.7</u>	<u>0.87-3.77</u>
	204±26	862±171	2.39±0.29	1.54±0.5
Дно	<u>120-140</u>	<u>420-2490</u>	<u>1.36-2.33</u>	<u>0.81-1.66</u>
	127±8	1340±745	1.74±0.37	1.14±0.32

рий (1500 КОЕ/мл) отмечено на станции, находящейся в зоне влияния производства маслозавода. Различия между количеством эвтрофов зимой и во время открытой воды незначительны, что, по-видимому, связано с достаточным запасом органического вещества в водоеме (см. таблицу). Придонный горизонт в тот период характеризовался высокой температурой и существенными запасами питательных веществ, чем поверхностный, что создало в нем благоприятные условия для протекания бактериальных процессов.

Весной для озера проявилась общая тенденция увеличения бактерий в поверхностном и придонном слоях (см. таблицу), в частности, фенолоксилирующих микроорганизмов (64000 кл/мл в поверхностном и 75333 – в придонном горизонте). Повысилась роль эвтрофных бактерий за счет повышения органических веществ в водоеме, примерно в два раза возросли показатели биомассы бактериопланктона, что свидетельствует об интенсификации микробных процессов. Одной из весомых причин увеличения численности бактериопланктона весной, как указывается в литературных источниках (Драбкова, 1971; Кузнецов, 1952), является поступление аллохтонных органических веществ с паводковыми водами.

Летом значения данных показателей несколько стабилизируются. Наибольшими показателями характеризуется поверхностный горизонт за счет повышения температуры воды и скорости процессов естественного самоочищения. Содержание факультативно анаэробных микроорганизмов минимально и одинаково как в поверхностном, так и в придонном горизонте (250 кл/мл) вследствие достаточного содержания кислорода (8.63 мг О₂/л).

В период осеннего охлаждения наблюдалось некоторое снижение содержания бактериопланктона (см. таблицу). Уменьшились показатели содержания эвтрофных бактерий, общей численности бактериопланктона. Однако численность бактериопланктона в поверхностном горизонте была выше, чем в придонном, что, вероятно, связано с увеличением содержания легкоусвояемого органического вещества в результате отмирания фитопланктона.

Содержание представителей бактерий группы кишечной палочки варьировало в пределах 0.1-8 КОЕ/мл. Максимальные значения были зафиксированы в период весеннего половодья и в условиях подледного режима. В поверхностном горизонте содержание БГКП было наибольшим зимой. Осенью представители этой группы не выделены.

Содержание дрожжеподобных грибов во все исследованное время было незначительным и варьировало в пределах 0.4-2.6 КОЕ/мл. Наибольшими показателями характеризуется осень, где в поверхностном и придонном горизонтах вследствие перемешивания значения были одинаковыми и составили в среднем 1.7 КОЕ/мл.

Интенсивность дыхания в оз. Святое летом представлена величиной 0.3 мг O₂/(л·сут), что характерно для мезотрофных озер. Величина деструкции органического вещества в кислородной модификации составила в среднем 0.44 мг O₂/(л·сут).

Таким образом, в динамике бактериопланктона можно выделить два этапа: подледный и период открытой воды. Во время открытой воды при увеличении концентрации органических веществ и температуры воды количество бактерий, по сравнению с зимой, возрастает. Интенсификация микробиологических процессов затрагивает как поверхностные, так и придонные слои. На особенности распределения бактериопланктона в оз. Святое влияют структура водоема и степень воздействия антропогенного фактора. Количественные показатели гетеротрофного бактериопланктона, деструкционные процессы указывают на активно идущие процессы естественного самоочищения. Озеро Святое можно определить как мезотрофное.

Работа по исследованию экосистемы оз. Святое проводилась при поддержке гранта молодых ученых УрО РАН.

ЛИТЕРАТУРА

Драбкова В.Г. Микрофлора и ее деятельность в воде и донных отложениях оз. Красного в годовом цикле // Озера Карельского перешейка. Лимнологические циклы оз. Красного. Л.: Наука, 1971. С. 258-325.

Корш Л.Е., Артемова Т.З. Ускоренные методы санитарно-бактериологического исследования воды. М.: Медицина, 1978. 270 с.

Кузнецов С.И. Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озерах. М.: Наука, 1952. 300 с.

Кузнецов С.И., Дубинина Г.А. Методы изучения водных микроорганизмов. М.: Наука, 1989. 288 с.

Медицинская микробиология / Гл. ред. В.И. Покровский, О.К. Поздеев. М.: ГЭОТАР Медицина, 1999. 1200 с.

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем // Под ред д.б.н. В.А. Абакумова. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.

Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши // Под ред. А.Д. Семенова. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 544 с.

ИЗМЕНЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ ЖУЖЕЛИЦ В ПАРЦЕЛЛАХ ПЕРВИЧНОПИРОГЕННЫХ БЕРЕЗНЯКОВ ЛЕСОСТЕПНОГО ЗАУРАЛЬЯ

А.С. Ширпужева, Г.А. Воронин

Пермский государственный университет

E-mail: shalyona@rambler.ru

Для лесостепного Зауралья характерно два основных способа образования парковых березняков – путем постепенного зарастания озер (гидросерия) и в результате возникновения осинового колка в пониженных участках рельефа в степи (ксеросерия).

В мае 2004 г. в Троицком заказнике Челябинской обл. сгорела большая часть березовых колков. Исследования проведены в июле 2004 г. Выбирались биотопы, соответствующие временным стадиям становления климаксного сообщества. Были представлены следующие ряды биотопов и парцелл:

Ксеросерия

- | | |
|---------------------------|--|
| 1) осинник в степи: | а) осиновая |
| 2) осинник-березняк: | а) злаковая, б) мертвопокровная |
| 3) приспевающий березняк: | а) коротконожковая, б) мятликовая, |
| (при пожаре не пострадал) | с) шиповниковая, d) осоковая |
| 4) парковый березняк: | а) вишарниковая, б) лабазниковая, с) мятликовая, |
| | d) коротконожковая |
| 5) искусственная дубрава: | а) мертвопокровная |

Гидросерия

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1) березняк-жердняк: | а) осиновая, б) злаково-осоковая |
| 2) березняк средневозрастной: | а) мать-и-мачеховая, б) злаково-осоковая,
с) мертвопокровная, d) осиновая |
| 3) березняк приспевающий: | а) злаковая, б) осиновая |
| 4) березняк парковый: | а) коротконожковая, б) мятликовая, с) вишарниковая |

Для описания структуры сообществ рационально использовать концепцию парцеллы, которая рассматривается как элементарная единица биогеоценоза, формирующаяся внутри него в связи с неравномерностью условий и создающая его горизонтальную дифференциацию. «Парцеллы – структурные части горизонтального расчленения биогеоценоза, отличающиеся друг от друга составом, структурой и свойствами компонентов, спецификой их связей и материально-энергетического обмена. Обособлены парцеллы друг от друга в пространстве на всю радиальную толщу биогеоценоза» (Дылис, 1969). Таким образом, при учете микростационального распределения получаются более точные результаты. Описание населения биоценозов с учетом их парцеллярной структуры важно для получения адекватной характеристики сообщества, в которой учитывается вклад микростаций в общую оценку, и понимания особенностей распределения видов внутри биоценоза.

Цель данного исследования – выявление динамики структуры населения герпетобионтных жуужелиц Троицкого заказника (Челябинская обл.) в двух сукцессионных рядах с учетом парцеллярного распределения.

Материал был получен методом банок-ловушек с фиксатором (4% -ный раствор формалина), экспонированных в течение 10-11 дней. Количество ловушек, установленных в биотопе, определялось степенью мозаичности сообществ и варьировало от 10 до 40 штук. Для описания населения жуужелиц использовались такие показатели, как попадаемость (экз./100 лов.сут.), индекс разнообразия Шеннона (H'). Кластерный анализ населения проводился с помощью программы BIODIV (Baev, Penev, 1993), осуществлялся и канонический анализ группировок в среде CANOCO (Hill, 1979).

Нами были рассмотрены межбиотопические преобразования населения жуужелиц. В год пожара наименьшая численность жуужков отмечена в не пострадавшем от огня приспевающем березняке ксеросерии. Наибольшая – в осиново-березовом колке и парковом березняке. Стабильнее оказалось население биотопов, слагающих гидросерию (Ширпужева, Воронин, 2006).

При анализе парцеллярной структуры выявлены значительные отличия внутри биотопов. Рассмотренные парцеллы ксеросерии отличаются по таксономическому составу, попадаемости и разнообразию населения (см. таблицу). Обращают на себя внимание низкие показатели приспевающего березняка ксеросерии, обусловленные тем, что это единственный не пострадавший биотоп. Максимальные попащаемость и число таксонов из всех парцелл данного биотопа отмечены в осоковой – самой увлажненной (см. таблицу).

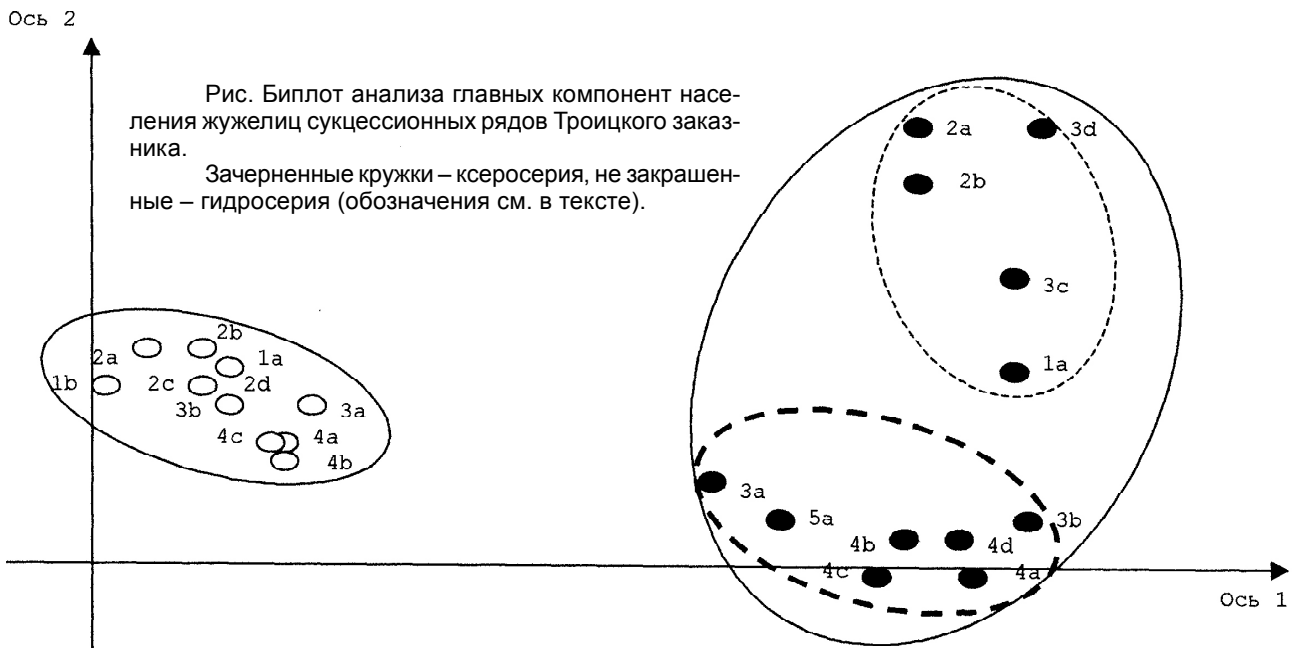
Различия между сериями проявляются при классификации вдоль первой оси корреляционного биплота. Отличия выражаются в большем внутрибиотопическом разнообразии ксеросериального ряда, по сравнению с гидросериальным (см. рисунок). При рассмотрении биплота видно, что население приспевающего березняка, не пострадавшего в результате пожара, достаточно сильно разнесено вдоль второй оси биплота и группируется с парцеллами остальных стадий ксеросерии в зависимости от степени увлажненности подстилки (см. рисунок). Аналогичная зависимость размещения парцелл вдоль первой оси биплота в гидросерии выражена не столь четко – ассоциации располагаются более агрегировано (см. рисунок).

При классификационном анализе на первом уровне разделения обособляется ксеро- и гидросерия, что подтверждает различия между ними. На втором уровне отделяются начальные стадии ксеросерии, к которым присоединяются более влажные осоковая и шиповниковая парцеллы приспевающего березняка. В гидросерии к первым двум биотопам примыкает микростация приспевающего березняка с подростом осины.

Попадаемость (экз./100 лов.сут.), показатели разнообразия и выравненности жужелиц парцелл березовых лесов Троицкого заказника

КСЕРОСЕРИЯ												
Биотоп	1		2		3				4			
Парцелла	a	a	b	a	b	c	d	a	b	c	d	a
Число видов	17	34	22	6	6	8	24	18	31	20	20	17
Попадаемость	153.3	763.0	336.7	25.6	25.0	35.0	101.1	525.0	378.9	496.7	617.0	431.2
Разнообразие (H')	1.8	1.8	1.7	1.5	1.4	1.5	2.4	1.6	1.9	1.9	1.7	1.7
Выравненность (HBe)	0.6	0.5	0.5	0.7	0.8	0.6	0.7	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6
ГИДРОСЕРИЯ												
Биотоп	1		2		3		4		5		6	
Парцелла	a	b	a	b	c	d	a	b	a	b	c	d
Число видов	21	26	23	27	26	20	15	16	19	21	25	25
Попадаемость	212.0	349.0	169.0	248.0	191.0	252.0	111.0	272.0	258.0	321.0	373.0	373.0
Разнообразие (H')	2.3	2.1	2.2	2.6	2.5	1.9	1.6	2.0	2.1	1.9	1.9	1.9
Выравненность (HBe)	0.7	0.6	0.7	0.8	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6

Примечание. Обозначения биотопов и парцелл такие же, как в тексте.



Таким образом, можно отметить, что пожар оказал значительное влияние на население жужелиц, характеризующееся большой стабильностью структуры (Ширпужева, Воронин, 2005). Микростациональные различия населения внутри биотопов становятся менее выражены. Наиболее значимы отличия между сериями. Карабидокомплекс связан в основном с абиотическими факторами и чутко реагирует на изменение гидрологического режима почвы, что подтверждается внутрибиотопическим разнообразием непострадавшей стадии.

ЛИТЕРАТУРА

- Дылис Н.В. Структура лесного биогеоценоза. Л.: Наука, 1969. 237 с.
- Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 288 с.
- Ширпужева А.С., Воронин А.Г. Некоторые закономерности варьирования населения жужелиц (Coleoptera, Carabidae) сукцессионных березняков лесостепного Зауралья // Многолетние наблюдения в ООПТ. История, современное состояние, перспективы: Матер. Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию ГПЗ «Столбы». Красноярск: «Кларетианум», 2005. С. 109-114.

Ширпужева А.С., Воронин А.Г. Изменение населения жуужелиц первичнопирогенных березняков лесостепного Зауралья. Оренбург, 2006. (В печати).

Baev P.V., Penev L.D. BIODIV – program for calculation biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Version 4.1. Sofia: PENSOFT, 1993. 43 p.

Hill M.O. TWINSpan – a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individuals and attributes. N.Y.: Cornell Univ. Ithaca, 1979. 90 p.

РОЛЬ ДЕТОКСИКАЦИИ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА И РЕПАРАЦИИ ДНК В РЕАКЦИИ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ ДРОЗОФИЛЫ НА РАЗНЫЕ РЕЖИМЫ ОСВЕЩЕНИЯ

О.А. Шосталь, А.А. Москалев*

Сыктывкарский государственный университет

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: amoskalev@ib.komisc.ru

На сегодня существует множество теорий и гипотез, объясняющих механизмы старения, однако ни одна из них не заняла главенствующего положения. Дрозофила является удобным объектом для исследования механизмов старения, так как существуют богатые коллекции трансгенных линий, затрагивающих все основные биохимические пути, при этом дрозофила имеет 80% общих с человеком генов (Москалев, 2004; O’Kane, 2003).

В процессах старения существенную роль отводят уровню метаболизма и свободным радикалам. Согласно свободнорадикальной теории, высокий метаболизм ведет к высокой продукции свободных радикалов, а следовательно, к ускоренному старению и укороченной продолжительности жизни (Le Bourg, 2001).

Влияние на продолжительность жизни изменения температуры, т.е. параметров, модифицирующих метаболизм, было показано многочисленными экспериментами (Москалев, 2004). При этом практически ничего не известно о влиянии света на продолжительность жизни.

Цель наших исследований — изучить механизмы влияния разных режимов освещения на продолжительность жизни *Drosophila melanogaster*. В наших экспериментах использовали линии с различными нарушениями генетического аппарата:

1. Линия *Sodⁿ¹/+* – гетерозигота по мутации с потерей функции гена супероксиддисмутазы (*Sod*), участвующей в детоксикации O_2 -радикала, имеет нарушения в механизмах обезвреживания свободных радикалов. Гетерозиготы, несущие аллель *n1* (синоним – *n108*), имеют только 36.7 % от нормальной активности *Sod*. Линия имеет генотип *Sodⁿ¹red¹/TM3, Sb¹Ser¹*;

2. Линия *mus210^{G1}/+* – гетерозигота по дефекту гена *mutagen-sensitive 210* (аллель *G1*), кодирующего белок, связывающийся с поврежденным участком ДНК и участвующий в эксцизионной репарации нуклеотидов. Данная линия имеет генотип *mus210^{G1}/CyO*.

Различия продолжительности жизни этих линий анализировали по сравнению с линией дикого типа *Canton-S* в условиях освещения 24 и 0 ч.

В течение всего эксперимента по продолжительности жизни особей исследуемых линий содержали при температуре 25°С. Молодые имаго были разделены по полу и помещены в баночки (100 мл) с дрожжевой питательной средой. Общее количество баночек каждой линии было разделено на несколько групп. Одна часть разделенных по полу особей линии *Canton-S* подвергалась освещению 12 ч при интенсивности 10 LX от обычной лампы накаливания, другая – находилась в темноте в течение 24 ч на протяжении всей жизни. Часть особей этой же линии и других исследуемых линий освещалась светом интенсивностью 120-130 LX 24 ч, остальные мухи были в темноте на протяжении всей жизни.

Согласно нашим результатам, мутанты с низкой способностью детоксицировать свободные радикалы и устранять повреждения ДНК характеризуются более выраженной

разницей между продолжительностью жизни в темноте и на свету, по сравнению с линией дикого типа. Так, при круглосуточном освещении самцов и самок линии *Sodⁿ¹/+* происходило снижение средней продолжительности жизни на 39 и 24% соответственно, самцов и самок линии *mus210^{ci}/+* на 18 и 16% соответственно. В то время как у самцов и самок линии дикого типа *Canton-S*, содержащихся при 12- и 24-часовом режиме освещения, наблюдалось лишь незначительное уменьшение средней продолжительности жизни (табл. 1-3). Данный результат свидетельствует, что увеличение продолжительности жизни в темноте происходит за счет сокращения выделения свободных радикалов и, как следствие, повреждения ДНК. Интересно отметить, что у линии дикого типа эффект 12-часового сумеречного освещения не был более выражен, чем влияние интенсивного круглосуточного режима. Кроме того, в подавляющем большинстве сравнений разница между продолжительностью жизни на свету и в темноте у самцов значительней, чем у самок. Особенно это выражено у линии с нарушением *Sod*, что согласуется с нашими наблюдениями и литературными данными о большей двигательной активности самцов, более высоком уровне их метаболизма и меньшей продолжительностью жизни, по сравнению с самками (Комфорт, 1967; Дильман, 1981).

Таблица 1

Влияние светового режима на продолжительность жизни имаго лабораторной линии дикого типа *Canton-S*

Освещение, ч	Пол	M	СПЖ	90%	min	max	MRDT	α	R	N
12	Самцы	49.0	46.7±0.8	59	4	70	3.4	0.10205	0.00050	249
0	Самцы	52.0*	49.4±1.0	66	8	78	3.6	0.08098	0.00087	186
12	Самки	56.0	51.9±0.8	63	8	78	3.3	0.09568	0.00041	246
0	Самки	63.0*	58.2±1.0	70	9	78	3.5	0.10396	0.00014	170
24	Самцы	61.0	54.9±0.8	67	10	67	3.9	0.11113	0.00013	291
0	Самцы	66.0**	59.7±0.7	67	10	76	3.5	0.14445	0.00001	266
24	Самки	58.0	53.7±0.8	66	10	71	3.4	0.10755	0.00018	245
0	Самки	58.0*	54.6±0.8	67	10	74	3.5	0.10264	0.00020	286

* Отличия с контролем достоверны при $p < 0.01$.

** Отличия с контролем достоверны при $p < 0.001$.

M – медианная продолжительность жизни; СПЖ – средняя продолжительность жизни; 90% – время жизни 90% популяции; min и max – минимальная и максимальная продолжительность жизни в выборке; MRDT – время удвоения интенсивности смертности; α и R – параметры уравнения Гомперца; N – количество особей в выборке.

Таблица 2

Влияние светового режима на продолжительность жизни имаго лабораторной линии *Sodⁿ¹/+*

Освещение, ч	Пол	M	СПЖ	90%	min	max	MRDT	α	R	N
24	Самцы	36.0	30.8± 0.8	59	6	66	3.4	0.05895	0.00785	262
0	Самцы	56.0**	50.8± 1.2	66	6	79	3.6	0.06856	0.00122	242
24	Самки	36.0	32.0±0.7	58	6	56	3.8	0.09522	0.00287	245
0	Самки	42.0**	42.1±0.9	44	6	66	3.5	0.08146	0.00160	242

Таблица 3

Влияние светового режима на продолжительность жизни имаго лабораторной линии *mus210^{ci}/+*

Освещение, ч	пол	M	СПЖ	90%	min	max	MRDT	α	R	N
24	Самцы	32.0	28.9± 0.8	46	7	66	4.0	0.05832	0.00879	310
0	Самцы	36.0*	35.5± 1.0	56	7	59	3.7	0.06565	0.00449	201
24	Самки	46.0	45.5±0.8	60	9	64	3.4	0.09951	0.00061	239
0	Самки	60.0*	54.2±0.9	66	7	74	3.3	0.11317	0.00013	254

ЛИТЕРАТУРА

- Дильман В.М. Большие биологические часы. М.: Знание, 1981. 208 с.
 Комфорт А. Биология старения. М.: Мир, 1967. 369 с.
 Москалев А.А. Радиационно-индуцированное изменение продолжительности жизни *Drosophila melanogaster*. Сыктывкар, 2004. 104 с.

Le Bourg E. Oxidativ stress, aging and longevity in *Drosophila melanogaster* // FEBS Letters, 2001. V. 498. P. 183-186.

O'Kane C.J. Modelling human diseases in *Drosophila* and *Caenorhabditis* // Seminars in Cell & Dev. Biol., 2003. V. 14. P. 3-10.

АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ФЕРМЕНТОВ КАК ИНДИКАТОРОВ ПРОЦЕССА БИОДЕГРАДАЦИИ НЕФТИ В ПОЧВЕ

Т.Н. Щемелинина

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

К числу наиболее масштабных источников загрязнения различных экосистем относятся добыча, транспортировка и переработка нефти. Ферментативную активность, наряду с дыханием почвы, почвенной биомассой и микробиологической активностью, предлагается использовать как показатель мониторинга эволюции биологической активности почв и процессов минерализации нефти, техногенного засоления (Габбасова, 2001). Биодиагностика загрязненности почв, основанная на определении ферментативной активности, позволяет выявить загрязнения на самых ранних стадиях.

В качестве объектов исследования мы рассматриваем опытные и производственные участки, загрязненные нефтью в районе Верхневозейского месторождения Усинского района Республики Коми.

Цель нашего исследования – изучение активности некоторых ферментов и возможности их использования как индикаторов биodeградации нефти в почве.

К окислительно-восстановительным ферментам, участвующим в процессах нефтеокисления, относится каталаза. Повышение и снижение каталазной активности после нефтяных загрязнений связаны с некоторыми факторами, наиболее существенными из них являются доза загрязнения, состав нефти, буферная емкость почв, длительность нефтяного воздействия. Усиление активности каталазы характеризует стабилизацию почвенных условий. В результатах, полученных в нашем исследовании, наблюдается четкая корреляция между каталазной активностью и содержанием остаточной нефти в пострекультивированных почвах (рис. 1). Каталазная активность приближается к фоновым значениям на участках, где массовая доля остаточной нефти тоже приближается к фоновым значениям.

Нефтяное загрязнение ингибирует дегидрогеназную активность. Почвенные дегидрогеназы ингибируются в наибольшей степени не самими углеводородами, а продуктами их деградации, которые могут аккумулироваться в почве и длительное время оказывать

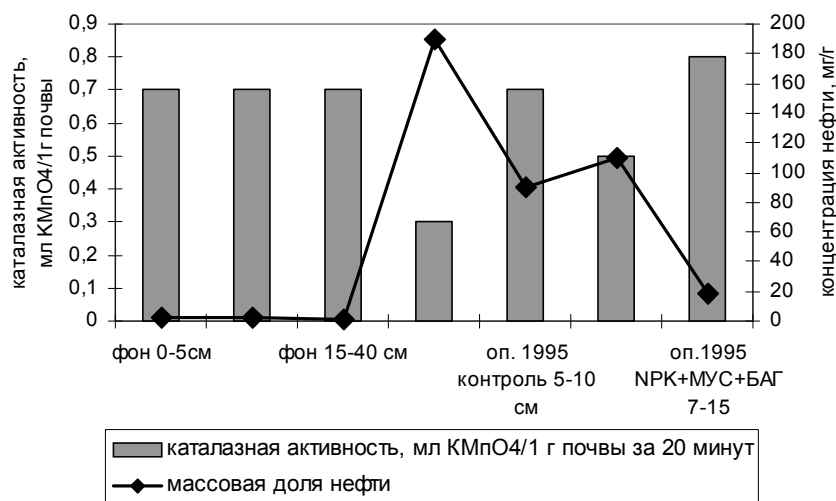


Рис. 1. Зависимость величины каталазной активности фоновых и рекультивированных почв от содержания углеводов.

токсическое влияние, несмотря на снижение в почве содержания углеводородов (Исмаилов и др., 1984). Из графика (рис. 2) видно, что спустя десять лет после рекультивации участков показатели дегидрогеназной активности значительно ниже фоновых.

Дегидрогеназная активность на почвах, рекультивированных позже, в 2000 г., несколько выше, чем дегидрогеназная активность на почвах после рекультивации, проведенной в 1995 и 1997 гг. (рис. 3). Повышение дегидрогеназной активности связано

с усилением процессов жизнедеятельности почвенных микроорганизмов. В данном случае биологическая активность почвы еще аномально высокая, что характерно на стадии стресса (Маркарова и др., 2004), и поэтому дегидрогеназная активность выше, чем в фоновых почвах.

Липазная активность – еще один показатель, который можно использовать в качестве индикатора нефтяного загрязнения исследуемых почв. Липазы – это

ферменты, ответственные за расщепление масел и жиров перед усвоением их микроорганизмами. Процессы окисления нефтяных углеводородов происходят по пути образования жирных кислот. Вполне логично предположить, что показатели липазной активности могут более информативно, чем другие виды ферментативной активности, характеризовать интенсивность окислительно-восстановительных процессов при деструкции нефтяных углеводородов. И после нефтяного загрязнения, и после ее рекультивации в почве отмечается высокий уровень липазной активности, значительно превышающий таковую для фоновых почв. Это связано в первую очередь с тем, что в почве накапливаются битуминозные вещества в процессе разложения нефти, которые индуцируют активность липазы (Киреева и др., 2003). В наших исследованиях хорошо прослеживается корреляция между липазой и остаточным содержанием нефти (рис. 4). С повышением массовой доли нефти липазная активность снижается.

Известно, что продуцентами ферментов в почвах являются микроорганизмы, поэтому на втором этапе исследований мы проверяли способность некоторых нефтеокисляющих микроорганизмов выделять те или иные ферменты в субстрат.

Для опыта брали различные штаммы. Исследуемые культуры отличались субстрат-специфичностью по отношению к нефтяным углеводородам – каждый из штаммов способствовал разложению определенных групп углеводородных соединений.

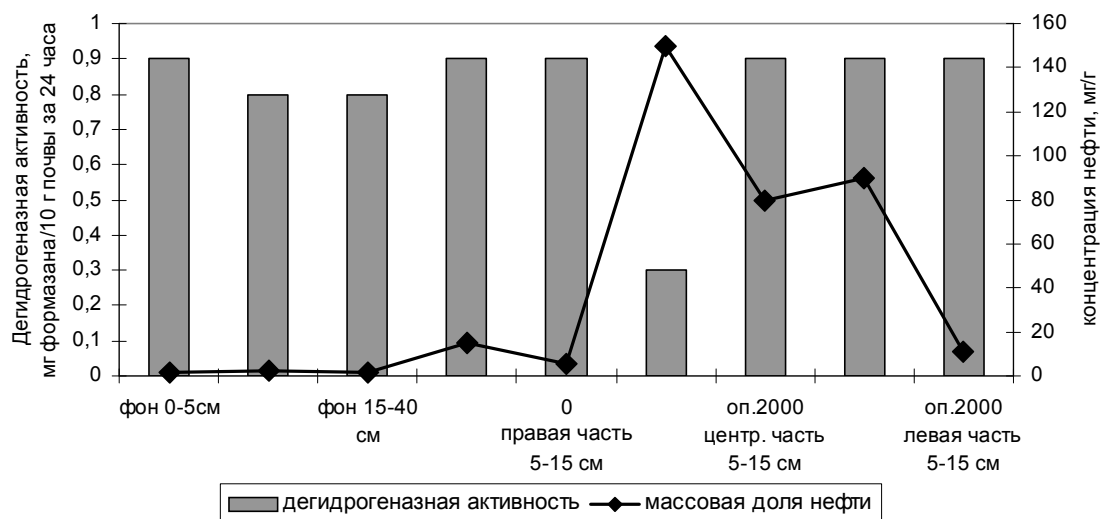


Рис. 3. Зависимость величины дегидрогеназной активности от содержания углеводородов.

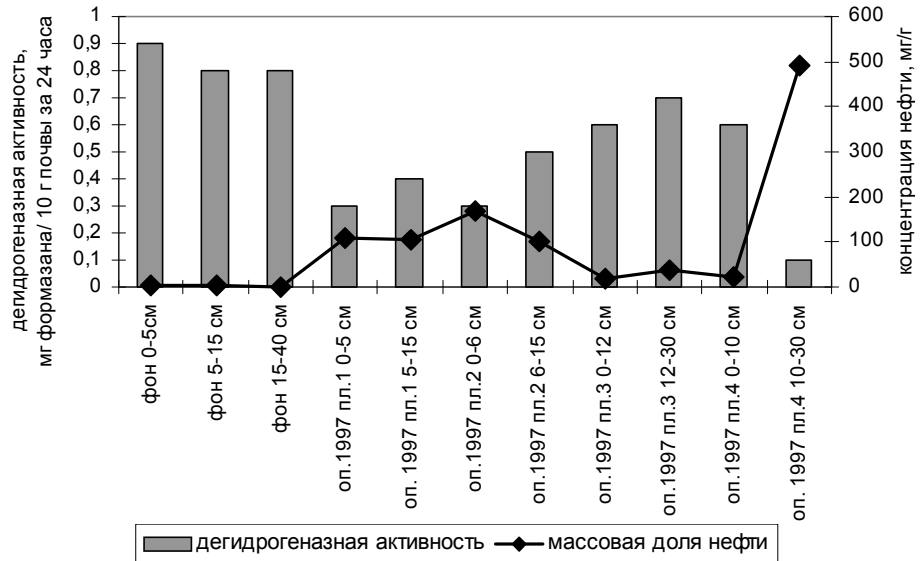


Рис. 2. Показатели дегидрогеназной активности загрязненных, рекультивированных и фоновых почв.

стенку миколовыми кислотами, являющимися одними из главных родовых признаков группы *Rhodococcus*. По всей видимости, механизм окисления нефтяных соединений этой группой сильно отличается от других представителей нефтеокисляющей микрофлоры, и рассмотрение их ферментативной активности следует вести по другим направлениям.

Таким образом, наши исследования позволяют заключить следующее:

1. В качестве индикаторов процесса завершения биodeградации нефти в почве можно использовать показатели активности каталазы, а индикаторов активизации процессов нефтеокисления – дегидрогеназы;
2. Среди гидролитических ферментов наиболее показательным в разложении углеводородов является липаза;
3. Среди изученных штаммов самым активным продуцентом ферментов липазы и дегидрогеназы оказался штамм *Rhodotorula glutinis* – 55-1-Р.

ЛИТЕРАТУРА

- Габбасова И.М. Дegrаdация и рекультивация почв Южного Приуралья: Автореф. дис. ... д.б.н. М., 2001. 45 с.
- Исмаилов Н.М., Гаджиева В.И., Гасанова М.Г. Коэффициент минерализации углеводов как показатель самоочищающей способности нефтезагрязненных почв и эффективности применяемых методов их рекультивации // Изв. АН АзССР. Сер. биол. наук, 1984. № 6. С. 76-85.
- Киреева Н.А., Новоселова Е.И., Валиуллина А.А. Использование липазной активности для биомониторинга дegrаdации нефти и нефтепродуктов в почве // Матер. 5 республ. науч. конф. Казань, 2003. С. 630.
- Маркарова М.Ю., Емельянова Л.Г., Щемелинина Т.Н. Сукцессионные изменения микробocenозов нефтезагрязненных почв Севера на разных стадиях их восстановления // Тез. докл. пятнадцатой Коми республ. молодеж. конф. Сыктывкар, 2004. С. 87-88.

РОСТ И РАЗВИТИЕ *HYPERICUM PERFORATUM* L. ПЕРВОГО И ВТОРОГО ГОДОВ ЖИЗНИ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ НА СЕВЕРЕ

Э.Э. Эчишвили

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: elmira@komisc.ru

Зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.) семейства зверобойных (*Hypericaceae*) – ценное лекарственное растение, широко используемое в научной и народной медицине многих стран. Препараты зверобоя обладают вяжущими, противовоспалительными и антисептическими свойствами (Турова и др., 1987). Распространен в европейской части России, кроме Крайнего Севера, на Кавказе, в Западной, реже Приенисейской Сибири, в Средней Азии (Атлас ареалов..., 1980). На территории Республики Коми данный вид не произрастает (Флора Северо-Востока..., 1976).

В связи с тем, что заготовка сырья зверобоя продырявленного в природе не удовлетворяет потребности в сырье этого растения, встает вопрос о введении его в культуру (Растительные ресурсы, 1983). Исследования по данному вопросу в разных регионах России направлены на создание стабильных продуктивных популяций с высоким содержанием биологически активных веществ.

В Ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН для изучения особенностей роста и развития в 2004 г. была заложена коллекция из семи образцов разного географического происхождения. Объектами исследований послужили растения, выращенные из семян местной репродукции, за исключением двух образцов: из Новосибирска (сорт Золотодолинский) и Саратова. Исходный материал (семена) был получен из ботанических садов Новосибирска, Кировской области, Горного Алтая, Барнаула и Саратова.

Цель данной работы – изучение особенностей роста и развития зверобоя продырявленного первого и второго годов жизни в культуре.

Исследования проводили в течение двух вегетационных сезонов 2004 и 2005 гг. Фенологические наблюдения и все измерения осуществляли на 20-35 модельных растении-

ях каждого образца. Онтогенетические состояния особей зверобоя продырявленного выделяли по методике Л.А. Жуковой (Онтогенетический атлас..., 2002). Материал статистически обработан по Зайцеву (Зайцев, 1973).

Зверобой продырявленный в начале своего развития развивается медленно, поэтому для ускорения роста и развития растений первого года жизни семена всех образцов высевали в теплице в посевные ящики 28 апреля 2004 г. Всходы появились на 12 день (9.05.2004 г.), массовые проростки – на 25 день (22.05.2004 г.). Проросток имеет два семядольных листа округлой формы и два сидячих настоящих листа длиной 0.5, шириной 0.2 см, главный корень длиной до двух сантиметров. У ювенильных растений – три-четыре пары настоящих листьев, семядоли еще сохраняются. Высота растений варьировала от 2.7 до 4.7 см, длина листа – 0.4-0.7, ширина – 0.2-0.4, длина корня – 2.7-2.8 см. В августе (11.08.2004 г.) растения зверобоя продырявленного переходят из имматурного в виргинильное (вегетативное) состояние, т.е. наблюдается ветвление побегов второго порядка. Высота растений здесь варьирует от 13 до 24 см, число стеблевых листьев – 10-15 пар, диаметр стебля – 0.1-0.2, длина боковых побегов второго порядка – от 1.8 до 5.0 см. 18 августа 2004 г. растения были высажены на экспериментальном участке по 35 экз. каждого образца с площадью питания 40×40 см².

На второй год жизни (вегетационный период 2005 г.) особи зверобоя продырявленного вступают в генеративный период, т.е. в молодое генеративное состояние (см. таблицу). Цветение длится три месяца – с начала июля до конца сентября. Географическое происхождение образцов влияет на период цветения. Более поздним цветением (16 июля 2005 г.) отличился образец под №7 (Саратов). Самое раннее цветение (1 июля 2005 г.) отмечено у образцов под № 3 и 4 Саратов (местной репродукции) и Новосибирск соответственно. Массовое цветение у ранних образцов саратовского (местной репродукции) и новосибирского происхождения зафиксировано 18 июля, у остальных – 28-30 июля, за исключением образца под № 7 Саратов – 15 августа 2005 г. Начало плодоношения у всех образцов наблюдается в конце июля (30.07.2005 г.), а массовое плодоношение приходится на 12 сентября 2005 г., за исключением образцов из Кировской области и Саратова – 26 сентября 2005 г. Эти образцы являются более поздними.

Фенологические наблюдения за растениями зверобоя продырявленного второго года жизни (2005 г.)

Происхождение образца	Бутонизация		Цветение		Плодоношение	
	Начало	Массовая	Начало	Массовое	Начало	Массовое
Новосибирск (сорт Золотодолинский)	14.06	24.06	4.07	28.07	30.07	12.09
Кировская область	14.06	26.06	4.07	30.07	30.07	26.09
Саратов (образец местной репродукции)	14.06	24.06	1.07	18.07	30.07	12.09
Новосибирск	14.06	24.06	1.07	18.07	30.07	12.09
Горный Алтай	14.06	24.06	4.07	28.07	30.07	12.09
Барнаул	14.06	24.06	4.07	28.07	30.07	12.09
Саратов	24.06	4.07	16.07	15.08	30.07	26.09

Исследование роста и развития зверобоя продырявленного в течение двух вегетационных периодов 2004-2005 гг. показало следующее:

1. При изучении на начальных этапах онтогенеза для зверобоя продырявленного первого и второго годов жизни в условиях культуры выявлены три периода (латентный, прегенеративный (виргинильный), генеративный) и пять возрастных состояний (проростки, ювенильное, виргинильное, молодое, генеративное);

2. В первый год жизни зверобой продырявленный отличается замедленными темпами роста и развития. К концу вегетации в первый год жизни достигает высоты в среднем от 13 до 24 см и не вступает в генеративную фазу;

3. Со второго года жизни зверобой продырявленный цветет и плодоносит. Наиболее ранними по прохождению фенологических фаз являются образцы из Саратова (местной репродукции) и Новосибирска. Поздние образцы – из Кировской области и Саратова.

ЛИТЕРАТУРА

- Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. М., 1980. 340 с.
 Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. М.: Наука, 1973. 256 с.
 Онтогенетический атлас лекарственных растений: Учебное пособие. Т. 3. Йошкар-Ола: Мар-Гу, 2002. 280 с.
 Тюрина Е.В., Шохина Н.К., Гуськова И.Н. Опыт возделывания *Hypericum perforatum* L. в Новосибирской области. Растительные ресурсы, 1983. Т. XIX. Вып. 4.
 Турова А.Д., Сапожникова Э.Н., Вьен Дыок Ли. Лекарственные растения СССР и Вьетнама. М.: Медицина, 1987. 464 с.
 Флора Северо-Востока европейской части СССР. Л.: Наука, 1976. Т. 3. 293 с.

РАДИОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ *DROSOPHILA MELANOGASTER* ПОСЛЕ ХРОНИЧЕСКОГО ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ

Е.А. Юшкова, М.В. Шапошников
 Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

В настоящее время не вызывает сомнения, что экологические факторы окружающей среды, включая ионизирующее излучение, способствуют различным изменениям в генетическом аппарате клеток и организме в целом. Облучение инициирует абберрации хромосом, мутации и обладает канцерогенным эффектом. Исследования некоторых авторов (Лавренчук и др., 2001) показывают, что уровень поврежденности генома зависит от его способности репарировать постоянно возникающие в результате внешних воздействий повреждения (одно- и двунитевые разрывы ДНК). Изменение активности репаративных систем, связанное с мутациями генов, контролирующих механизмы репарации, влечет за собой изменение радиочувствительности генома как животного, так и растительного организма (Бурлакова и др., 1999).

Цель настоящей работы заключалась в исследовании уровня радиочувствительности мутантных по репарации линий *Drosophila melanogaster*, находящихся на разных стадиях онтогенеза.

В эксперименте исследовали линии с нарушениями в репарации двунитевых разрывов ДНК (*rad54*, *mei-41*, *mus209*, *mus309*) и линию *mus210*, имеющую нарушение в эксцизионной репарации. В качестве контроля использовали линию дикого типа *Oregon R*. Опытные линии подвергали хроническому облучению от источника ^{226}Ra (0.5 Гр/ч) при мощности экспозиционной дозы 2.5 мГр/ч. Поглощенная доза за поколение – 20 сГр. Острое облучение составляло 30 Гр при мощности экспозиционной дозы 0.05 Гр/с.

Оценку чувствительности *Drosophila melanogaster* к хроническому и острому облучению проводили на мухах, находящихся на разных стадиях индивидуального развития. Эмбрионы, личинки и куколки получали из синхронной двухчасовой кладки при температуре 25 ± 0.1 °С. Подсчет количества эмбрионов, личинок и куколок вели до и после облучения него. Статистическую обработку результатов осуществляли с использованием стандартных статистических методов.

Исследования уровня радиочувствительности линий, имеющих нарушения в механизмах репарации, показали, что острое облучение в дозе 30 Гр вызывает достоверную задержку ($p < 0.01$) времени развития на всех стадиях. Но данные мутантные линии имеют отличия как в уровне радиочувствительности, так и характере формирования адаптивного ответа. Линии *mus210* и *rad54*, так же, как и линия *mus309*, испытывают аддитивное влияние хронического и повреждающего облучения на личиночной стадии. По данным эксперимента, облучение низкой интенсивности в дозе 20 сГр приводит к увеличению периода развития на предимагинальных стадиях дрозофилы. Замечено, что предварительное облучение в малых дозах у линии *mus210*, имеющей нарушение в эксцизионной репарации, не снижает появление радиационных повреждений у облученных личинок и куколок. В конкретном случае, как мы полагаем, системы репарации либо не индуцируются, либо функционируют со значительно меньшей интенсивностью, поэтому в настоящем эксперименте адаптирующего эффекта малых доз и гормезиса не наблюдается.

У линии *mus209* с нарушением репарации двунитевых разрывов ДНК адаптивный ответ был обнаружен только на личиночной стадии. Наблюдаемый адаптирующий эффект малых доз связан с активностью белка *mus209*, являющегося гомологом белка PCNA, который играет важную роль в репарации двунитевых разрывов. Показано, что у линии *mus309* с нарушением репарации двунитевых разрывов ДНК малые дозы на стадии личинки третьего возраста не являются адаптирующими, так как повреждающее облучение в дозе 30 Гр активирует появление двунитевых разрывов ДНК и тормозит репарацию путем инактивации ее ферментов, в то время как у куколок фиксируется повышенная резистентность к острому облучению в ответ на воздействие низкоинтенсивной радиации. Такое отличие, по-видимому, связано с разной интенсивностью пролиферирующих процессов, происходящих на определенных стадиях онтогенеза.

Известно (Бурлакова и др., 1999), что низкоинтенсивное облучение, помимо включения систем восстановления путем репарации, может ограничивать их активность, и поэтому радиационно-индуцированные повреждения элиминируются с большой задержкой во времени. Полученные данные свидетельствуют, что линии *mei-41* и *rad54*, имеющие дефекты по репарации двунитевых разрывов, обладают повышенной чувствительностью к облучению в малых дозах на стадии куколки. Следует отметить, что у линии *rad54* при предварительном хроническом облучении в дозе 20 сГр наблюдается увеличение времени предимагинального развития на всех стадиях. Кроме того, острое облучение в исследованиях данной линии влияет на задержку развития мух, но с меньшей эффективностью, чем при малых дозах радиации. В последнем случае можно заключить, что по мере роста дозы эффект облучения растет до некоторого максимума, а затем начинает уменьшаться в результате активации систем репарации. Эта линия характеризуется наличием белка Rad54, который отвечает за рекомбинационную репарацию двунитевых разрывов ДНК и контролирует задержку митотического цикла при переходе стадий S/G2 (Kooistra et al., 1999). Таким образом объясняется высокая чувствительность линии *rad54* к действию радиации разной мощности.

Рассмотрим линию *mei-41*, демонстрирующую разные эффекты облучения на определенных стадиях индивидуального развития. Экспериментальные данные указывают на то, что куколки являются наиболее чувствительными к действию малых доз, по сравнению с личинками, находящимися на третьей стадии развития, и эмбрионами. По-видимому, такая реакция связана с генетической нестабильностью данной линии, а также с отсутствием задержки клеточного цикла в ответ на воздействие малых доз, поэтому деление клетки происходит с поврежденной ДНК, что приводит к появлению нежизнеспособных куколок. Повреждающее облучение в дозе 30 Гр вызывает задержку митотического цикла и вызванная таким образом остановка деления клетки дает время на восстановление разрывов ДНК, в результате чего происходит активация индуцибельной репарации. Поскольку *mei-41* участвует в задержке клеточного цикла на стадии G2/M, то наблюдаемый эффект мы связываем с этой его функцией.

В то же время на всех предимагинальных стадиях наблюдается адаптивный ответ, т.е. малые дозы снижают эффект повреждающего облучения в дозе 30 Гр. Данные результаты свидетельствуют, что предварительное облучение малыми дозами снижает радиочувствительность. Радиочувствительность данной линии определяется ключевой ролью белка *mei-41*, который аналогично АТМ млекопитающих обеспечивает задержку клеточного цикла в контрольной точке G2/M, активирует процессы репарации, контролирует радиочувствительность и генетическую нестабильность, а также предотвращает запуск программируемой гибели клетки – апоптоз (Hari et al., 1995)

В ходе эксперимента линия дикого типа *Oregon-R* показала пониженную чувствительность к ионизирующему излучению по сравнению с мутантными по репарации линиями. Острое облучение в дозе 30 Гр угнетающе влияет на предимагинальное развитие дрозофилы. Однако радиочувствительность личинок отличается от радиочувствительности куколок и эмбрионов. Хроническое облучение приводит к сокращению срока окукливания у личинок, находящихся на третьей стадии онтогенеза, по сравнению с необлученными личинками и эмбрионами, в то время как у эмбрионов и куколок такая тенденция не наблюдается. Кроме того, как и у личинок третьего возраста, у куколок и эмбрионов

отмечается снижение эффекта острого облучения в дозе 30 Гр в ответ на предварительное воздействие малых доз. Как было упомянуто выше, такие эффекты малых доз являются адаптирующими и гормезисными. Данные эффекты в ответ на облучение низкой интенсивности индуцируют системы репарации и детоксикации активных форм кислорода.

Таким образом, результаты свидетельствуют о том, что исследуемые линии *Drosophila melanogaster* имеют разные чувствительность к действию облучения и способность формирования адаптивного ответа. Считают (Лавренчук и др., 2001), что адаптирующее слабое воздействие инициирует в клетке процессы, активирующие экспрессию генов и вызывающие образование новых генных продуктов, которые и отвечают за повышенную резистентность к последующему облучению. По-видимому, устойчивость к радиации той или иной клетки связана с повышенной или пониженной активностью ферментов репарации ДНК. Показано, что облучение малой мощности (20 сГр за поколение) имеет разный эффект на определенных стадиях индивидуального развития дрозофилы: чувствительней к малым дозам линии с нарушением двунитевых разрывов ДНК *mei-41*, *mus209* и *rad54*, находящихся на стадии куколки. Предварительное облучение в малых дозах вызывает адаптивную реакцию на острое облучение у линии дикого типа *Oregon-R* и мутантных линий *mei-41* и *mus209*. Однако адаптивный ответ не фиксируется у линий *rad54*, *mus210*, *mus309* (только на стадии куколки). Полученные данные свидетельствуют о том, что в некоторых случаях хроническое облучение в малых дозах (20 сГр) может быть эффективнее, чем острое (30 Гр). В случае инактивации систем восстановления в условиях низкоинтенсивного облучения изменяется соотношение между повреждениями и репарацией, что приводит к дестабилизации генома и повышению радиочувствительности мутантных линий дрозофилы.

ЛИТЕРАТУРА

Бурлакова Е.Б., Голощапов А.Н., Жижина Г.П., Конрадов А.А. Новые аспекты закономерностей действия низкоинтенсивного облучения в малых дозах // Радиационная биология. Радиоэкология, 1999. Т. 39, № 1. С. 26-34.

Лавренчук Г.И., Серкиз Я.И., Дубченко Т.Н. Адаптивный ответ клеток *in vitro* в ранние и отдаленные сроки после облучения // Сб. науч. докл. IV съезда по радиационным исследованиям. М., 2001. Т. 2. С. 275-298.

Kooistra R., Pastink A., Zonneveld B.M. The *Drosophila melanogaster* *DmRad54* Gene Plays a Crucial Role in Double-Strand Break after P-Element Excision and Acts Synergistically with *Ku70* in the Repair of X-Ray Damage // Molec. and Cel. Biol., 1999. Vol. 19, № 9. P. 6269-6275.

Hari K.L., Santerre A., Sekelsky J.J. The *mei-41* gene of *Drosophila melanogaster* is a structural and functional homolog of the human ataxia telangiectasia gene // Cell., 1995. P. 815-821.

ПЕРЕЛЕТНЫЕ ПТИЦЫ И ПРОБЛЕМА ВЕСЕННЕЙ ОХОТЫ

А.В. Ярославцев, А.А. Сергеев*

Вятская государственная сельскохозяйственная академия

* Всероссийский НИИ охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М. Житкова РАСХН

E-mail: metalbird@mail.ru

Любительская охота – одно из самых популярных увлечений активной части населения нашей страны, имеющее важное рекреационное значение. Поскольку процесс охоты сопровождается изъятием части ресурсов из окружающей среды, гарантия рационального и неистощительного их использования требует правильной организации и полноценного научного обеспечения. В последнее время все большее внимание исследователей, практиков и общественности привлекает весенняя охота, организуемая в период размножения птиц и млекопитающих. Закрытие весенней охоты на водоплавающих птиц, призывы к которому все чаще звучат в средствах массовой информации и специальных научных изданиях, в некоторых регионах России – уже свершившийся факт. В последние годы такая охота была частично или полностью закрыта в Волгоградской, Пермской, Самарской, Новосибирской, Омской, Кемеровской, Саратовской, Ульяновской и других

областях. В 2004-2006 гг. в отдельных регионах весенняя охота была запрещена в связи с опасностью распространения гриппа птиц. Борьба сторонников и противников охоты в весенний период имеет уже более чем вековую историю. Доводы противников весенней охоты все это время остаются почти неизменными и в основном сводятся к следующему:

1. Численность гусей, уток и других охотничьих птиц в России постоянно и значительно сокращается. Охота является одной из главных тому причин, поэтому открывать весеннюю охоту в таких условиях нельзя;

2. В большинстве стран Европы весенняя охота на перелетных птиц запрещена;

3. Появление значительного количества людей в угодьях весной вызывает существенное увеличение фактора беспокойства, птицы меняют места гнездования или не размножаются вовсе;

4. При охоте весной гибнет часть готовых к размножению самок уток, гусей и вальдшнепов, а также других запрещенных к отстрелу животных.

Многие современные исследователи сходятся во мнении, что наиболее значимыми факторами динамики численности водоплавающих птиц являются гидрометеорологические условия в период размножения и зимовок. Огромное влияние могут оказывать хозяйственная деятельность человека и воздействие хищников, особенно в период размножения. В то же время наблюдается явный дефицит достоверной научной информации о влиянии весенней охоты на популяции хозяйственно важных видов. Безусловно, охота может существенно влиять на отдельные локальные популяции водоплавающих и других птиц. В таких ситуациях необходимость оценки показателя реальной нагрузки охоты особенно актуальна.

Цель нашей работы – изучение влияния весенней охоты на вальдшнепа и крякву, определение активности птиц в утренние и вечерние часы в различных биотопах. Работы проводились в конце апреля – начале мая 2004 и 2005 гг. в угодьях научно-опытного охотхозяйства ВНИИОЗ на территории Слободского и Зуевского районов Кировской области.

Охота на вальдшнепа проводилась на вечерней тяге в удобных для стрельбы местах – небольших окруженных лесом или кустарником полянах, зарастающих осинкой и березой. Погодные условия в дни, когда проводилась охота, были одинаковыми – ясно, безветренно, температура воздуха 10-15 °С. Наименее интенсивная тяга вальдшнепов отмечена в пойменных угодьях, на самых высоких точка водоразделов интенсивность «лёта» также снижалась. Во всех точках наблюдений тяга начиналась в 20 ч 45 мин., максимальная интенсивность тяги отмечалась с 21.00 до 21.45, затем активность птиц снижалась (табл. 1). В различных по качеству угодьях среднее количество «протянувших» за единицу времени птиц различалось, но периоды активности были одинаковыми.

Не все пролетающие птицы оказывались на расстоянии действительной стрельбы, лишь 30-40% появлялись на расстоянии меткого выстрела из ружья. Остальные 60% пролетали на более удаленной дистанции, часто оставаясь невидимыми за деревьями. Важнейшее значение при весенней охоте на вальдшнепа имеют опыт охотника, меткость его стрельбы и качество боеприпасов. В нашем случае добывалось до 25% пролетающих в

Таблица 1

Результаты охоты на вальдшнепа на тяге

Время	20.45-21.00	21.00-21.30	21.30-21.45	Всего
Среднее количество пролетевших вальдшнепов				
Точка 1	2	8.5	2.5	13
Точка 2	1.5	М-5	М-2	8.5
Точка 3	0.5	2	1	3.5
Точки 1-3	1.33	5.17	1.83	8.33
Сделано в среднем выстрелов	0	2	1	3
Добыто в среднем за одну охоту, особей	0	1.33	0.67	2

зоне поражения вальдшнепов в начале сезона охоты и до 50% – в конце сезона. На добычу одного вальдшнепа нами затрачено в среднем 1.5 патрона. По опросным данным результативность охоты на тяге зачастую бывает значительно ниже и колеблется от 0 до 10%, на отстрел одной птицы расходуется до 20 и более патронов, однако эта охота продолжает оставаться очень популярной. По мне-

нию большинства опрошенных нами охотников, наибольшую ценность представляет эмоциональная сторона вальдшнепиной охоты, а не количество добытой дичи.

Охота с манной птицей на крякву проводилась на разливах р.Чепца и пойменных озерах в утренние и вечерние часы. Наиболее активный лет селезней наблюдался с 3.30 до 4.10 и с 20.50 до 21.40 (табл. 2). В среднем на подсадную птицу реагировали до шести-восьми селезней за зорю. Только 20-30% селезней подсаживались к манной утке, другие лишь делали круг и улетали, либо садились далеко и не приближались на дистанцию действительной стрельбы. Селезни, находящиеся в паре с самкой, очень редко реагировали на манную птицу. Дважды к подсадной крякве подсаживались чирки-трескунки. По сведениям других охотников к самке кряквы могут подсаживаться также шилохвости, широконоски, свиязи, чирки-свистунки. Успешность охоты во многом определяется сроками открытия сезона. Наиболее продуктивными бывают дни массового пролета (начальный период охоты), а также период, когда большинство самок кряквы приступили к насиживанию яиц, и самцы начинают искать себе новую пару (завершающий период охоты). По нашему опыту при хорошо организованной охоте, т.е. правильно выбранном месте, хорошо построенном укрытии, качественной подсадной утке возможна добыча лишь 30-50% подсевших к манной птице селезней. В начале сезона этот показатель выше, поскольку селезни в период охоты с каждым днем становятся все более осторожными.

Таблица 2

Результаты охоты на селезня кряквы с подсадной уткой

Время утренней охоты	До 3.30	С 3.30 до 4.10	После 4.10	Всего
Замечено селезней	0-2	2-8	0-1	2-11
Количество подсевших к подсадной утке селезней	0-1	1-4	0	1-5
Время вечерней охоты	До 20.50	С 20.50 до 21.40	После 21.40	Всего
Замечено селезней	0-2	3-7	0-2	3-11
Количество подсевших к подсадной утке селезней	0-1	1-3	0	1-4
Среднее количество замеченных селезней, особей/день	1	5	0.75	6.75
Среднее количество подсевших к подсадной утке селезней, особей/день	0.5	2.25	0	2.75
Среднее количество выстрелов в день	0.5	2.5	0	3
Добыто в среднем, особей/день	0	1.25	0	1.25

В современной охотничьей практике сложился стойкий стереотип, согласно которому необходимо открывать охоту на все разрешенные к отстрелу в весенний период виды одновременно и в максимально ранние сроки. Сроки охоты на водоплавающих птиц и вальдшнепа в весенний период должны определяться исходя из местных условий независимо от сроков весенней охоты на другие группы животных. Целесообразно открывать охоту на перелетных птиц в более поздние сроки, после окончания массового пролета основного воспроизводительного ядра. В данном случае будут добываться не достигшие зрелости и не участвующие в размножении гуси, а изъятие селезней и самцов вальдшнепа в этот период уже не сможет сказаться на воспроизводстве птичьих популяций.

По нашему мнению, описанные способы охоты на вальдшнепа и крякву наиболее биологически оправданы, поскольку позволяют избежать отстрела самок, относительно малодобычливы, но привлекают охотников своей эмоциональной стороной, не оказывают существенного негативного воздействия на популяции пернатых и не несут беспокойства насиживающим самкам.

**РЕЗОЛЮЦИЯ
ТРИНАДЦАТОЙ МОЛОДЕЖНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ КОМИ НЦ УРО РАН
«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ»
(Сыктывкар, 3-7 апреля 2006 г.)**

Тринадцатая молодежная научная конференция Института биологии Коми НЦ УРО РАН проходила 3-7 апреля 2006 г. В работе конференции приняли участие 163 чел., из них 35 – из других городов России (Архангельска, Борка, Вологды, Екатеринбурга, Ижевска, Йошкар-Олы, Кирова, Костромы, Москвы, Перми), а также Украины. Среди участников 34 кандидата наук разных специальностей, 50 аспирантов и 22 студента.

Участники представляли научные и природоохранные учреждения, высшие учебные заведения, всего 22 организации: Архангельский государственный технический университет, Ботанический сад УРО РАН, Вологодский государственный педагогический университет, Всероссийский НИИ охотничьего хозяйства и звероводства РАСХН, Вятскую государственную сельскохозяйственную академию, Вятский государственный гуманитарный университет, Институт экологических проблем Севера УРО РАН, Институт биологии внутренних вод РАН, Институт биологии Коми НЦ УРО РАН, Институт физиологии Коми НЦ УРО РАН, Коми государственный педагогический университет, Кировский городской зоологический музей, Кировский филиал по воспроизводству водных биологических ресурсов и организации рыболовства ФГУ «Камуралрыбвод», Костромской государственный университет, Марийский государственный университет, Московский государственный университет, Пермский государственный университет, Сыктывкарский государственный университет, Сыктывкарский лесной институт, Удмуртский государственный университет, Харьковский национальный университет.

Научная программа включала рассмотрение следующих проблем: ценоотическое, популяционное и видовое разнообразие экосистем Севера; изменение структурно-функциональной организации экосистем Севера при антропогенном воздействии; экологические аспекты рационального природопользования и охраны природы; последствия загрязнения окружающей среды поллютантами различной природы для биологических систем и здоровья человека; физико-химические основы биологических процессов и биотехнологии; информационные технологии в решении биологических проблем.

На конференции прозвучали 105 докладов, в том числе пять пленарных докладов и четыре пленарных лекции. Значительная часть представленных докладов отражала результаты исследований молодых ученых по проблемам изучения, охраны и рационального использования животного и растительного мира. Существенное внимание было уделено анализу последствий антропогенного воздействия на структурно-функциональную организацию экосистем и проблем восстановления нарушенных территорий. Обсуждены отдельные проблемы генетики, радиобиологии и радиоэкологии, итоги исследований в области физиологии и биохимии растений, биотехнологии. Некоторые из сделанных сообщений затрагивали вопросы и перспективы использования ГИС-технологий в исследованиях биологической и экологической направленности.

Оргкомитет и жюри конференции отметили достаточно высокий научный уровень абсолютного большинства докладов, практическую направленность работ многих начинающих исследователей. Состоявшиеся в рамках конференции пленарные лекции расширили кругозор молодых исследователей; дискуссии, организованные в процессе работы секционных заседаний, были плодотворными, способствовали повышению методического уровня работ и зарождению новых идей. Прошедшая конференция открыла новые возможности для сотрудничества молодых специалистов из разных регионов России.

Подводя итог обсуждению основных рассмотренных проблем конференция рекомендует:

1. Принимая во внимание регулярное участие в работе конференции молодых ученых, аспирантов и студентов из разных регионов страны придать конференции статус Всероссийской;
2. Оргкомитету, Совету молодых ученых и администрации Института биологии Коми НЦ УрО РАН рассмотреть вопрос о приглашении для чтения пленарных лекций специалистов из других организаций (городов);
3. Институту биологии Коми НЦ УрО РАН издать материалы докладов, представленных на конференции «Актуальные проблемы биологии и экологии», тиражом 300 экземпляров;
4. Совету молодых ученых разместить электронную версию материалов докладов Тринадцатой молодежной научной конференции «Актуальные проблемы биологии и экологии» на сайте Института биологии;
5. Совету молодых ученых Института биологии Коми НЦ УрО РАН провести Четырнадцатую молодежную научную конференцию «Актуальные проблемы биологии и экологии» в апреле 2007 г.

Участники конференции выразили благодарность оргкомитету, Совету молодых ученых и администрации Института биологии Коми НЦ УрО РАН за высокий уровень ее организации и проведения, а также Президиуму Уральского отделения РАН и Министерству природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми за финансовую поддержку.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Абрамова М.И.	4	Каверин Д.А.	107	Плюснина Е.Н.	206
Ананьина А.А.	7	Калеева Е.В.	109	Порошин Е.А.	208
Андреева Е.И.	9	Канев В.А.	112	Пристова Т.А.	211
Аниськина М.В.	11	Капустина О.М.	116	Руоколайнен А.В.	83
Афанасьева О.Е.	15	Кармазина Е.В.	118	Рыбкин А.В.	214
Байкова Е.Н.	17	Карнаух О.Н.	91	Рябинина М.Л.	217
Баймиев Е.И.	20	Карпова И.Н.	122	Савельева Л.Ю.	220
Балукова Н.С.	22	Козинская Т.Б.	124	Селиванова Н.П.	222
Батурина М.А.	26	Колесникова А.А.	43	Сергеев А.А.	289
Бачаров Д.С.	240	Колосова Ю.С.	127	Скугорева С.Г.	224
Беспалая Ю.В.	28	Кононова О.Н.	129	Слынько Ю.В.	233
Бешлей И.В.	31	Коробов Б.В.	132	Соловьев В.А.	227
Бородин Д.П.	34	Королев А.Н.	139	Соловьева З.Е.	229
Вараксина А.И.	37	Косолапов Д.А.	269	Столбунова В.В.	233
Велегжанинов И.О.	40	Кот Ю.Г.	91	Таскаева А.А.	43
Виноградова Ю.А.	43	Криницын И.Г.	142	Творожникова Т.А.	237
Вокуева А.В.	45	Кулакова О.И.	145	Тимофеева Е.В.	240
Воронин Г.А.	277	Лиханова И.А.	149	Титова И.И.	242
Воронцова Е.М.	48	Лобанова Е.В.	152	Торлопова Н.В.	244
Вострикова А.В.	51	Ляпунов А.Н.	154, 157	Турбылева В.А.	51
Габов Д.Н.	4	Малышев Р.В.	159	Турмухаметова Н.В.	247
Герлинг Н.В.	53	Манов А.В.	162	Ужакина О.А.	250
Гладышева В.С.	57	Маракулина С.Ю.	165	Уфимцев К.Г.	252
Горбунов А.А.	59	Машика А.В.	168	Уханова Е.А.	254
Гофаров М.Ю.	62	Москалев А.А.	40, 206, 280	Филиппов Д.А.	257, 260
Гречушкина Н.А.	65	Надуткин И.В.	252	Филиппов Н.И.	262
Грозовский С.А.	67	Немченко Е.Л.	172	Храмова Д.С.	264
Гюнтер Е.А.	116, 264	Нестерова М.С.	174	Хрущева С.В.	267
Далькэ И.В.	240	Нефедова Е.Е.	177	Чирков А.В.	269
Демина И.В.	71	Новаковская И.В.	179	Чудородова О.Е.	132
Дубровский Ю.А.	74	Новаковский А.Б.	179	Шабалина Ю.Н.	271
Дулин М.В.	76	Новичкова Е.С.	182	Шапошников М.В.	287
Дымова О.В.	79	Носкова Л.М.	152	Швецова А.Л.	31
Ежов О.Н.	83	Огородникова С.Ю.	184	Широкова Л.С.	275
Еропкина О.В.	86	Панюков А.Н.	188	Ширпужева А.С.	277
Ершов Р.В.	83	Панюкова Е.В.	190	Шосталь О.А.	280
Жангуров Е.В.	89	Пастухов А.В.	107	Щанов В.М.	182
Жукова Т.В.	91	Паутова Н.В.	193	Щемелинина Т.Н.	282
Зиновьева А.Н.	94	Пестов С.В.	196	Эчишвили Э.Э.	285
Иванова Т.В.	97	Плотникова И.А.	199	Юшкова Е.А.	287
Иевлева Н.А.	100	Плюснин С.Н.	202	Ярославцева А.В.	289
Истомина Л.Н.	103			Яцко Я.Н.	79

**Тринадцатая молодежная научная конференция
Института биологии Коми НЦ УрО РАН**

«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ»

*Рекомендовано к изданию ученым советом
Института биологии Коми НЦ УрО РАН*

Редактор О.П. Сыромолотова
Оригинал-макет Е.А. Волкова
Художник О.П. Велегжанинов

Лицензия № 0047 от 10.01.99.

Компьютерный набор. Подписано в печать 12.03.2007. Формат 60×84¹/₈. Печать офсетная.
Бум. офсетная. Усл. печ. л. 37.0. Уч.-изд. л. 37.0. Тираж 250. Заказ № 18.

Издательство Коми научного центра УрО РАН.
167982, ГСП, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48.