

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Уральское отделение
Институт экологии растений и животных

ЭКОЛОГИЯ: ОТ ГЕНОВ ДО ЭКОСИСТЕМ

**МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

25–29 апреля 2005 г.



Издательство «Академкнига»
Екатеринбург, 2005

УДК 574 (061.3)
ББК 28.081
Э 40

Конференция проводилась при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований (05-04-58023),
Министерства природных ресурсов Свердловской области,
Президиума УрО РАН.

Материалы конференции изданы при финансовой поддержке
Министерства природных ресурсов Свердловской области

Э 40

Экология: от генов до экосистем: Материалы конф. молодых ученых,
25–29 апреля 2005 г. / ИЭРиЖ УрО РАН. — Екатеринбург: Изд-во «Академ-
книга», 2005. — 336 с.

ISBN 5–93472–096–1

В сборнике представлены материалы Всероссийской конференции молодых ученых «Экология: от генов до экосистем», которая проходила с 25 по 29 апреля 2005 г. в Институте экологии растений и животных УрО РАН и была посвящена 50-летию начала радиобиологических и биоценологических исследований на Урале и 105-летию со дня рождения Н.В. Тимофеева-Ресовского. Работы молодых ученых посвящены проблемам генетики популяций, теории эволюции и адаптации, изучения биологического разнообразия и анализа последствий антропогенного воздействия на природные экосистемы.

Табл. 79, Илл. 96.

ISBN 5–93472–096–1

© Коллектив авторов, 2005
© Оформление. Издательство
«Академкнига», 2005

РОЛЬ ГЛУТАТИОНА И КАТАЛАЗЫ-I В ОТВЕТЕ *ESCHERICHIA COLI* НА ДЕЙСТВИЕ КУМЕНГИДРОПЕРОКСИДА

А.Г. Байдерин

Пермский госуниверситет

Изучена роль глутатиона и каталазы HPI в защите растущих клеток *E. coli* от окислительного стресса, вызванного обработкой оксидантом — куменгидропероксидом. Для этого исследовался рост штаммов бактерий, дефицитных по глутатиону (gsh-) и по каталазе HPI (katG-).

В качестве объектов исследования выбраны следующие штаммы *E. coli*: R189 — родительский тип (gsh+); R1336 — штамм, дефицитный по синтезу глутатиона (gsh-); AB1157 — родительский тип (katG+); UM202 — штамм, дефицитный по каталазе HPI (katG-). Бактерии предварительно выращивались на питательной среде. Затем 20 мл ночной культуры пересевалась в колбы, в которые по достижении заданной плотности добавляли различные концентрации куменгидропероксида. Измеряли плотность культуры и рассчитывали удельную скорость роста.

На рисунке 1 представлена зависимость удельной скорости роста разных штаммов от концентрации оксиданта. При отсутствии оксиданта, как и при высокой (1 мМ) концентрации куменгидропероксида, удельная скорость роста штаммов, содержащих и не содержащих ген синтеза глутатиона, отличается незначительно. Наибольшая разница в скорости роста двух штаммов наблюдается при концентрации куменгидропероксида 0,1 и 0,2 мМ. Таким образом, наличие глутатиона играет существенную роль в защите *E. coli* от окислительного стресса.

На рисунке 2 показана зависимость удельной скорости роста разных штаммов, содержащих и не содержащих ген синтеза каталазы HPI, от концентрации оксиданта. Наибольшая разница в скорости роста штаммов наблюдается при концентрации куменгидропероксида 0,2 мМ. Полученные данные свидетельствуют, что роль каталазы HPI в защите от окислительного стресса, вызванного действием куменгидропероксида, неоднозначна. При низких концентрациях оксиданта клетки родительского типа более чувствительны, чем мутанты, при повышении концентрации оксиданта наблюдается противоположный эффект — мутанты становятся более чувствительными.

В целом можно сделать вывод, что штаммы, дефицитные по синтезу глутатиона и каталазы-I, более чувствительны к воздействию куменгидропероксида, что указывает на важную роль этих антиоксидантов в ответе клеток *E. coli* на окислительный стресс.

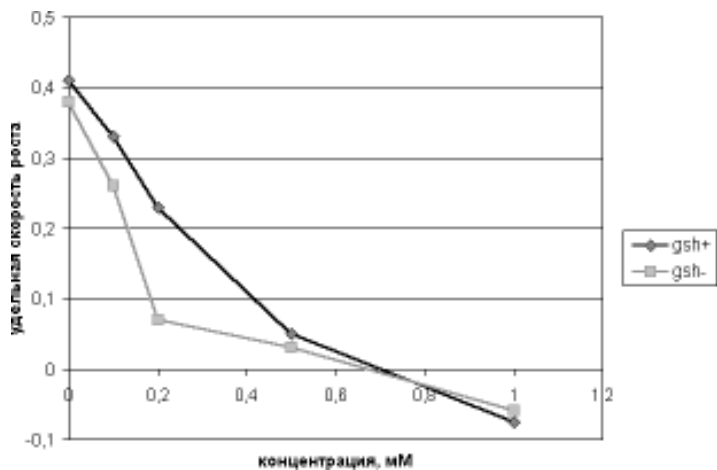


Рис. 1. Зависимость удельной скорости роста штаммов *Escherichia coli*, содержащих и не содержащих ген синтеза глутатиона, от концентрации кумегидропероксида.

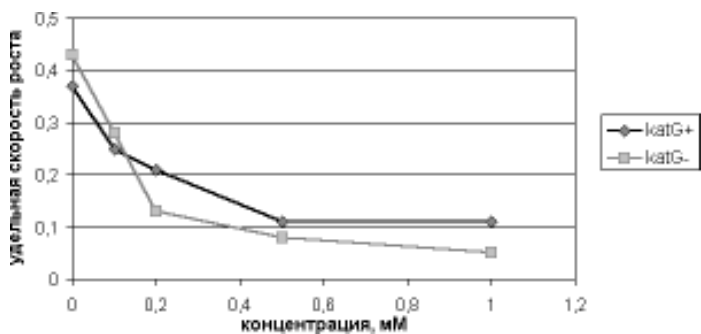


Рис. 2. Зависимость удельной скорости роста штаммов *Escherichia coli*, содержащих и не содержащих ген синтеза каталазы HPI, от концентрации кумегидропероксида.

ПЛОДОВИТОСТЬ САМОК РЫЖЕЙ ПОЛЕВКИ В УСЛОВИЯХ ЕСТЕСТВЕННОЙ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ АНОМАЛИИ

Е.А. Байтиминова, Е.В. Михеева

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

На территории Свердловской области располагается ряд биогеохимических провинций различного происхождения, которые характеризуются повышенными концентрациями химических элементов или их соединений, по сравнению с фоновыми территориями региона.

Известно, что избыток тяжелых металлов в окружающей среде отрицательно сказывается на репродуктивной функции животных. Большинство исследований, касающихся данной тематики, проводятся на техногенно загрязненных территориях. Однако мало изученной остается проблема воздействия геохимического фактора естественной природы на репродуктивную функцию животных. Вместе с тем, обитатели природных биогеохимических провинций представляют особый интерес, так как они в течение многих поколений сталкиваются с условиями избытка или недостатка определенных химических элементов. Численность популяции определяется процессами рождаемости и смертности. Поэтому исследование фактической плодовитости млекопитающих, подверженных действию экстремальных геохимических условий, является актуальным.

Целью данной работы было изучение фактической плодовитости самок рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780) на территории биогеохимической провинции.

Исследования проводились в окрестностях пос. Уралец Пригородного района Свердловской области на территории природной биогеохимической провинции с избыточным почвенным содержанием никеля, кобальта и хрома. Содержание Ni в почве превышает среднеуральские фоновые значения в 4–35 раз, Co — в 4–10 раз, Cr — в 3,5–100 раз. В качестве фоновой территории использовался участок в юго-восточной части Висимского государственного заповедника. Отловы мелких млекопитающих проводились в июне-июле 2001–2004 гг. с помощью давилок. Подсчет относительного обилия мелких млекопитающих произвели по стандартной методике. Для сравнения значений численности на разных фазах использовали критерий χ^2 . Фактическая плодовитость исследовалась только на беременных самках. Для этого использовали методику Н.В. Тупиковой и Ю.Г. Швецова (1956), которая сводится к подсчету в матке числа плодов или плацентарных пятен. Для оценки влияния фактора «фаза численности», «геохимического фактора» на фактическую плодовитость рыжей полевки использовали 2-х факторный дисперсионный анализ.

Двухфакторный дисперсионный анализ значений фактической плодовитости рыжей полевки не выявил значимых эффектов факторов и их взаимодействий. Следовательно, фактическая плодовитость рыжей полевки на двух исследуемых территориях не отличается. Вместе с тем отмечены значимые отличия численности рыжей полевки. Так в 2001 г. (фаза — «пик численности»), относительное обилие рыжей полевки в 3,2 раза ниже на территории геохимической аномалии, в 2003 г. («рост») — в 1,7 раза, а в 2004 г. («пик») — в 1,6 раза ($\chi^2=22,615$; $df=2$; $p<0,000012$). Вероятно, снижение численности, при неизменной плодовитости связано с более высоким уровнем смертности животных на территории природной биогеохимической провинции.

Работа поддержана РФФИ (гранты №№ 03–04–48086, 04–04–96010, 05–04–63026).

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ОСОБЕННОСТИ ИХТИОФАУНЫ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ МИАСС

М.А. Бакланов, И.А. Бухарин

Пермский госуниверситет

Река Миасс принадлежит Обь-Иртышскому бассейну, берёт начало в Башкирии и впадает в р. Исеть справа на 218 км от устья. Длина реки 658 км, площадь водосбора 21800 км². На всём протяжении р. Миасс испытывает сильное антропогенное воздействие; наиболее негативными являются сбросы Челябинского промышленного комплекса. Исследования ихтиофауны проводились в среднем течении реки от границ Челябинской и Курганской областей и на 60–70 км вниз по течению (430–360 км от устья). Речная сеть в данном районе развита слабо и имеет преимущественно транзитный характер.

Исследования фауны рыб водоемов в бассейне р. Миасс проводились в октябре 1997 г., мае-июне 1998 г. и в сентябре-октябре 2004 г. Всего в исследованном районе обнаружено 20 видов рыб, из которых лишь 14 являются представителями аборигенной фауны, а 6 — виды-вселенцы. Из вселенцев в водоемы Сибири целенаправленно были внесены лишь ценные виды рыб — лещ (*Abramis brama*), карп (*Cyprinus carpio*) и судак (*Stizostedion lucioperca*); а верховка (*Leucaspis delineatus*), головешка-ротан (*Perccottus glenii*) и впервые найденная нами в бассейне р. Миасс уклейка (*Alburnus alburnus*) — являются случайными вселенцами.

Верховка и ротан попали в водоемы Южного Урала и Западной Сибири в результате акклиматизационных и рыбоводных мероприятий в 70–80-х годах XX в. Оба вида сейчас распространены в среднем течении р. Миасс повсеместно. Наи-

более интересен факт обнаружения в р. Миасс уклейки. Данный вид в Западной Сибири указывался для оз. Хорошее (Новосибирская область), по-видимому, также как случайный акклиматизант (Гундризер и др., 1984). Правда, иногда в рыболовной литературе за «тугорослую форму уклейки» принимают верховку. Нами уклейка обнаружена только в самой р. Миасс. Возможно, уклейка, как и верховка, была случайно завезена из Европейской части страны при акклиматизации карпа, а затем расселилась в водоемы, благоприятные для нее по условиям жизни. Однако нам представляется более вероятным ее самостоятельное проникновение из Европейской части России через р. Чусовую в бассейн Исети и далее в Миасс.

Наиболее массовыми видами рыб в р. Миасс являются плотва (*Rutilus rutilus*), пескарь (*Gobio gobio cynocephalus*), окунь (*Perca fluviatilis*), елец (*Leuciscus leuciscus baicalensis*); в ее притоках с более медленным течением к вышеперечисленным видам добавляется верховка. Обычные для реки виды — щука (*Esox lucius*), язь (*Leuciscus idus*), ерш (*Gymnocephalus cernuus*), лещ, в притоках — линь (*Tinca tinca*), серебряный карась (*Carassius auratus gibelio*), ротан, усатый голец (*Barbatula toni*); наиболее редко встречаются — налим (*Lota lota*), судак, карп, уклейка, золотой карась (*Carassius carassius*) и щиповка (*Cobitis melanoleuca*). Ни разу в речных биотопах не отмечен озерный голянь (*Phoxinus phoxinus*), который в большинстве озер района исследований является одним из самых массовых видов.

Результаты исследований и анализ литературных источников позволяют констатировать полное исчезновение из р. Миасс ценного представителя семейства лососевых — нельмы (*Stenodus leucichthys*). Данный вид ловился здесь в начале XX в. и его исчезновение связано с интенсивным загрязнением реки промышленными стоками. Несмотря на тщательные поиски, в реках Щучанского района не найдены речной голянь (*Phoxinus phoxinus*) и подкаменщики (*Cottus gobio*, либо *C. poecilopus* и *C. sibiricus*). Эти виды являются требовательными к чистоте вод и кислородному режиму, и их отсутствие можно рассматривать как показатель сильного загрязнения р. Миасс.

АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ ДИСКРЕТНЫХ ПРИЗНАКОВ СКЕЛЕТА ЛЕЩА (*ABRAMIS BRAMA L.*) В РАЗНОТИПНЫХ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ УРАЛА

В.Ю. Баранов

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Продолжительное преобразование природных условий существования популяций рыб может приводить к возникновению изолированных сообществ рыб, которые находятся в нетипичных для видов условиях (Бурмакин, 1963).

Одним из методов, позволяющих приблизиться к решению проблемы изучения дифференциации изолированных в историческое время популяций рыб трансформированных ландшафтов, является использование феноетического анализа неметрических признаков скелета (Тимофеев-Ресовский и др., 1973; Васильев, 1988; Gruneberg, 1963).

Цель работы: выявить специфику внутривидовой дифференциации леща в зависимости от особенности его расселения в Уральском регионе на основе изучения изменчивости дискретных признаков скелета. В связи с этим были поставлены следующие задачи: 1) оценить влияние длительной изоляции (более 30 поколений) и антропогенного воздействия на феногенетическую дифференциацию двух модельных популяций леща (нижнеисетскую и шитовскую); 2) проанализировать своеобразие заселенных из верхних притоков бассейна р. Кама популяций леща, расселившихся в прудовых и речных системах Обь-Иртышского бассейна за период 60–70 лет и изолировано обитающих в течение 12–14 поколений за границами естественного ареала; 3) выявить уровень феногенетических различий исторически недавно (35–40 лет) возникшей лозьвинской популяции леща от «исходной» группы Обь-Иртышского бассейна. Материал собран в 2001 и 2004 гг. на водоемах Свердловской области с разными гидрологическими режимами и антропогенными нагрузками: не подверженных существенному влиянию человека — малоизмененной естественной проточной озерной системе (оз. Шитовское), искусственной прудовой системе (Сылвинский пруд), в реках Лозьва (40 км ниже г. Ивдель) и Сылта (14 км ниже пос. Сылта); и в значительно большей степени подверженной антропогенным нагрузкам Нижнеисетской прудовой системе.

Изучено 220 экземпляров леща по 35 фенам неметрических признаков на 6 костях скелета (Dent.1–10; Praemax.1–3; Pt.1–6; Op.1–4; Praeor.1–7; Cl.1–5 — наличие или отсутствие определенных отверстий сейсмочувствительной системы, черепно-мозговых нервов и кровеносных сосудов). Частота фенов билатеральных признаков учитывалась на сторону особи (Астауров, 1974). Применены: кластерный анализ, метод главных компонент и дискриминантный анализ, а также метод многомерных ординаций индивидуальных феноетических композиций (Васильев и др., 2003).

В середине XIX в. лещ широко использовался для зарыбления озер и разного рода водохранилищ. Первые посадки за пределы естественного ареала относятся к 1863 г., когда из притоков бассейна р. Кама он был перевезен в заводские пруды на р. Исети и озера Зауралья. Впоследствии он распространился по рекам Иртышского бассейна и с середины 60-х годов отмечался в уловах на р. Лозьва (Бурмакин, 1963). Сравнение видового состава сообществ рыб показало своеобразие сылвинской речной системы, а с другой стороны, относительное сходство «обь-иртышских» групп леща в изученных водоемах. Следует обратить внимание,

что в популяции р. Лозьва доля встречаемости леща в уловах невелика и не превышает 2%, тогда как в других она может достигать 25–40%.

Предварительная оценка корреляции частот фенотипов с другими признаками левой и правой сторон тела не показала достоверных значений. Связь с полом обнаружена у одного фена Dent.10 (переднее выходное отверстие мандибулярного канала на внутренней стороне зубной кости), поэтому сравнение по Dent.10 производилось только между самцами. С возрастом проявили зависимость три фена: Dent.2, Pt.5, Pt.6 ($p < 0,05$).

Дискриминантный анализ значений главных компонент индивидуальных композиций фенотипов неметрических признаков скелета леща шитовской популяции 2001 и 2004 гг. и нижеисетской популяции 2001 г. показал значимые межгрупповые различия ($p < 0,001$). В Шитовском озере выборки разных лет сильно отличаются в фенотипическом отношении. Полученные результаты говорят о том, что в озере могут обитать две популяции. Мы объясняем это тем, что Шитовское озеро связано с Исетским через Шитовской Исток и, возможно, обнаруженный феномен обусловлен вероятной массовой миграцией леща. Достоверно отличается от обеих шитовских выборок и нижеисетская популяция, которая длительное время подвергалась антропогенному воздействию. Поэтому ее своеобразие может быть объяснено результатом продолжительного обитания в условиях загрязнения среды металлами и нефтепродуктами.

Таблица. Результаты дискриминантного анализа индивидуальных фенотипических композиций неметрических признаков скелета сравниваемых выборок леща

Водоемы	Корректность классификации	р. Сытва	Сылвинский пруд	оз. Шитовское	р. Лозьва
р. Сытва	81,82	18	4	0	0
Сылвинский пруд	75,93	4	41	6	3
оз. Шитовское	77,14	1	7	54	8
р. Лозьва	82,50	0	3	4	33

Для исключения влияния условий разных лет проведено сравнение выборок, собранных в 2004 г. Результаты дискриминантного анализа представлены в таблице. Правильность классификации объектов во всех случаях превышает 75%, а межгрупповые различия вдоль всех дискриминантных функций статистически значимы ($p < 0,001$). На рисунке приведены результаты дискриминантного анализа в сравниваемых популяциях по трем дискриминантным каноническим функциям (DCF). Первая DCF объясняет 55,17% общей дисперсии. Вдоль первой DCF резко отличается сылвинская речная выборка от лозьвинской речной и шитовской прудовой выборок, в меньшей степени от сыл-

винской прудовой. Близость шитовской и лозьвинской групп, можно полагать, связана с единым водным бассейном, в котором обитают данные популяции. Обособленность сылвинской прудовой выборки леща, скорее всего, вызвана продолжительной изоляцией. Вторая и третья DCF объясняют 23,42% и 21,41% общей дисперсии. Вдоль второй DCF прослеживается слабая тенденция обособления реофильных и лимнофильных групп. Определенное сходство выборок лозьвинской речной и шитовской прудовой популяции, вероятно, может быть объяснено относительно недавним расселением леща по притокам р. Оби. С другой стороны, по третьей DCF проявляется своеобразие северной лозьвинской речной популяции. Итак, наиболее своеобразной в фенетическом отношении оказалась сылвинская речная группировка, которая относится к Волжско-Камскому бассейну. Значительно меньше отличаются между собой выборки Обь-Иртышского бассейна — шитовская и лозьвинская. Сылвинская прудовая популяция занимает промежуточное положение, что указывает на то, что она, возможно, имеет смешанное происхождение.



Рисунок. Дискриминантный анализ ординат индивидуальных композиций фенов популяций леща.

Таким образом, продолжительное обитание леща в условиях разных бассейнов рек со сходной историей заселения водоемов приводит к изменению частот встречаемости фенов, то есть феногенетическим преобразованиям.

ВЫВОДЫ

1. Выявлены значимые различия по частотам встречаемости фенотипических признаков скелета и индивидуальным фенетическим композициям между нижнеисетской и шитовской популяциями леща, исторически изолированными плотинами на протяжении жизни более 30 поколений. Феногенетическое уклонение нижнеисетской популяции, по-видимому, связано с длительным обитанием рыб в условиях антропогенного воздействия.

2. Феногенетическое своеобразие выборок разных лет в Шитовском озере косвенно подтверждает предположение о возможном существовании миграционных потоков рыб в системе Шитовского и Исетского озер.

3. Обнаружена существенная дифференциация заселенных из верхних притоков бассейна р. Кама популяций леща, расселившихся в прудовой и речной системах Обь-Иртышского бассейна за период 60–70 лет и изолированно обитающих в течение 12–14 поколений за границами естественного ареала. Установлено, что более 55% дисперсии межгрупповых феногенетических различий обусловлено пространственной разобщенностью популяций разных бассейнов. Сырвинская популяция леща в феногенетическом отношении резко отличается от всех других изученных популяций.

4. Исторически недавно возникшая лозьвинская популяция леща (около 35–40 лет) на данный момент не имеет четко выраженной феногенетической дифференциации от «исходной» группы Обь-Иртышских популяций.

ЛИТЕРАТУРА

Астауров Б.Л. Наследственность и развитие. М.: Наука, 1974. 359 с.

Бурмакин Е.В. Аклиматизация пресноводных рыб в СССР. Известия государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства Т. ЛП. Л., 1963. 318 с.

Васильев А.Г. Эпигенетическая изменчивость: неметрические пороговые признаки, фены и их композиции // Фенетика природных популяций. М.: Наука, 1988. С. 158–169.

Васильев А.Г., Васильева И.А., Любашевский Н.М. и др. Популяционная фенетика малой лесной мыши (*Apodemus uralensis* Pall.) в зоне влияния Восточно-Уральского радиоактивного следа // Вопросы радиационной безопасности. 2003. № 4. С. 14–29.

Тимофеев-Ресовский Н.В., Яблоков А.В., Глотов Н.В. Очерки учения о популяции. М.: Наука, 1973. 278 с.

Gruneberg H. The pathology of development. A study of inherited disorders in animals. Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1963. 309 p.

РОСТ И ПИТАНИЕ ПЛОТВЫ ОЗ. ОРОН (ВИТИМСКИЙ ЗАПОВЕДНИК)

А.Л. Бекетов, В.В. Речкалов

Челябинский госуниверситет

Государственный природный заповедник «Витимский» был организован в 1982 году. Из хозяйственного обращения были выведены: часть среднего течения реки Витим, соединенное с ней озеро Орон, а также обширные территории, относящиеся к бассейнам трех крупных рек (Амалык, Сыгыкта, Култушная). Ихтиофауна озера насчитывает 19 видов рыб, среди которых *Coregonus lavaretus oronensis* — оронский сиг выделен как отдельный подвид.

С начала 30-х годов оз. Орон интенсивно эксплуатировалось. Круглогодичный промысел был сосредоточен главным образом на сиговых, действовал рыболовецкий колхоз. К концу 40-х годов промысловые запасы были подорваны, в середине 60-х поселок ликвидирован, а с 1982 года введен заповедный режим. В настоящее время особый интерес представляет трансформация ихтиоценоза озера Орон после прекращения промысла, поскольку очевидно, что восстановления численности оронского сига, ранее основного промыслового объекта, не произошло.

Настоящая работа посвящена изучению роста и спектра питания плотвы (*Rutilus rutilus lacustris* (Pall.)), являющейся одним из элементов ихтиоценоза оз. Орон.

Котловина озера морфологически подразделяется на глубокую юго-восточную часть и мелководную северо-западную. Плотва в озере населяет мелководье, заросшее макрофитами в северо-западной части водоема. Отлов производился с помощью ставных сетей с ячейей 40 мм в августе 2003 г. в районе залива «Гнилая курья». Всего было отловлено 81 особь. Возраст определяли по чешуе. Для изучения питания желудочно-кишечный тракт фиксировали целиком и его содержимое разбирали камерально.

Сведения о линейном росте и половой структуре уловов приведены в таблице.

В старших возрастных группах преобладают самки, явных различий в темпах роста самцов и самок не наблюдается. Сравнение полученных значений с данными Ю.Е. Калашникова показывает совпадение возрастного ряда в целом. По-видимому, условия для нагула плотвы младших возрастных групп на мелководьях оз. Орон более благоприятны, чем в р. Витим.

Основу питания плотвы составляет высшая водная растительность. У отдельных экземпляров растительные остатки составляли до 90% содержимого пищеварительного тракта. Из животных кормов следует выделить три наиболее значимые

Таблица. Половой состав и длина плотвы оз. Орон (в числителе — средняя длина в мм, в знаменателе индивидуальный размах)

Пол	Возрастная группа					
	4+	5+	6+	7+	8+	9+
Самки		$\frac{164}{(153-175)}$	$\frac{188}{(170-208)}$	$\frac{198}{(173-211)}$	$\frac{203}{(196-209)}$	$\frac{204}{(193-212)}$
Кол-во, шт.		2	8	39	6	7
Самцы		$\frac{168}{(157-178)}$	$\frac{178}{(164-194)}$	$\frac{186}{(181-189)}$	-	-
Кол-во, шт.		5	11	3	-	
Среднее, мм		167	182	197	203	204
Витим, мм*	108	129	160	183	197	

* Приведены сведения Ю.Е. Калашикова по росту плотвы р. Витим.

составляющие. Это зарослевые формы ветвистоусых ракообразных — *Eurycercus glacialis* (Linn.) и *Simocephalus expinosus* (Koch.); личинки хирономид, преимущественно, относящиеся к под/сем. Tanypodinae; личинки ручейников (Trichoptera). Регулярно отмечались пауки, обитающие в воздушной среде на листьях макрофитов. Представители Cyclopoidae, Ostracoda, Hydrocarina встречались единично. По сведениям Ю.Е. Калашикова, в р. Витим плотва питается из животных кормов чаще всего моллюсками, но в наших сборах доля моллюсков была незначительна.

ВИДОВОЙ СОСТАВ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ГОЛОЦЕНОВОГО МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ ШАБРЫ

А.А. Белая

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Оценка вклада природного и антропогенного факторов в формировании наземных экосистем и изучение их влияния на видовой состав и структуру фауны млекопитающих являются актуальными задачами современной экологии. Информация о материалах из позднплейстоценовых и голоценовых местонахождений позволяет проследить историю региональных фаун с учетом климатических условий и хозяйственно-культурного уровня человеческого общества (Смирнов и др., 1990).

Цель работы — изучение и анализ соотношения грызунов из трех участков раскопа местонахождения Шабры (пос. Шабровский, юго-восточная окраина г. Екатеринбург).

Практически все известные находки позднечетвертичных мелких млекопитающих приурочены к выходам карстующих пород, а местонахождение Шабры является навесом в гранитном массиве. Это второе из уже изученных местонахождений данного типа (Бородин и др., 2000).

Общая площадь раскопок составила 0,5 м², максимальная глубина — 40 см (щель). Раскопки проведены Н.Г. Ерохиным, Т.В. Струковой, Е.Г. Лаптевой, Н.А. Бородиным под руководством А.В. Бородина (ИЭРиЖ УрО РАН) в 2003 г. Выбранные участки отражают временную последовательность формирования отложений: наиболее ранний — 4щ А, поздний — 0–10 см.

По 2300 диагностичным зубам определено 15 видов мелких млекопитающих: *Mustela nivalis*, *Mustela erminea* (?), *Lepus* sp., *Sorex* sp., *Sicista* sp., *Eutamias sibiricus*, *Mus musculus*, *Cricetus cricetus*, *Arvicola terrestris*, *Clethrionomys rufocanus*, *Cl. rutilus*, *Microtus agrestis*, *M. arvalis*, *M. gregalis*, *M. oeconomus*.

Присутствие в анализируемом материале синантропного вида *Mus musculus* позволяет считать, что данные отложения формировались в непосредственной близости от постоянного населенного пункта и не древнее его возраста.

От более древней выборки (4щ А) к более поздней (0–10 см) уменьшилась доля р. *Clethrionomys* (лесные биотопы), а вместе с этим — доля *M. musculus* (синантропный вид). Среди видов открытых биотопов уменьшилась доля *C. cricetus* и увеличилась доля р. *Microtus* (рис. 1), в основном за счет увеличения доли *M. arvalis* (рис. 2).

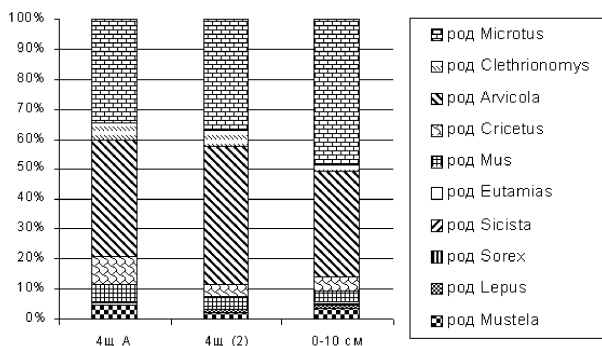


Рис. 1. Соотношение родов мелких млекопитающих в выборках.

Изменения в соотношении грызунов в анализируемых выборках скорее всего связаны с изменением рода хозяйственной деятельности человека вблизи населенного пункта Шабровский. Уменьшение доли *C. cricetus* и увеличение доли *M. arvalis* может отражать увеличение доли пахотных земель в агроценозах.

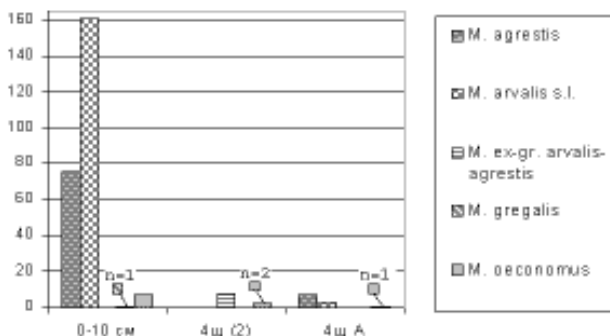


Рис. 2. Число диагностических зубных остатков серых полевок в трех выборках, вычисленное по $M/1$.

Автор выражает благодарность за помощь в выполнении данной работы к.б.н. А.В. Бородину, Е.А. Марковой, С.В. Зыкову, Н.Г. Ерохину и к.б.н. Т.В. Струковой. Работа выполнена при поддержке РФФИ-Урал (проект № 01–04–96408).

ЧИСЛЕННОСТЬ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ АМФИБИЙ И РЕПТИЛИЙ ЮГО-ВОСТОЧНЫХ РАЙОНОВ ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ

С.А. Бояршина, А.В. Дьячук

Пермский госуниверситет

Работа посвящена оценке численности амфибий и рептилий, обитающих на территории Пермской области, в связи с необходимостью разностороннего исследования особенностей экологии этих групп животных, снижением численности и исчезновением отдельных видов герпетофауны при современной экологической ситуации.

Цель работы: изучение видового состава, численности земноводных и пресмыкающихся, обитающих на территории Пермской области.

Материал собирался в ходе экспедиций в период с июня по август 2003 г. в пяти юго-восточных районах области. Количественный учет велся маршрутным методом.

Зарегистрировано три вида амфибий (травяная и остромордая лягушки, серая жаба) и два вида рептилий (живородящая ящерица и обыкновенная гадюка). Наиболее распространенными и многочисленными видами амфибий

данных районов являются бурые лягушки; среди рептилий преобладания выявлено не было в связи с малым объемом выборки. Наибольшее видовое разнообразие и наибольшие показатели численности (встречаемость и плотность населения) характерны для влажных биотопов.

ВЛИЯНИЕ ЭФФЕКТА ПОЛОЖЕНИЯ НА ЭКСПРЕССИВНОСТЬ ПРОЯВЛЕНИЯ МУТАЦИИ *Var*

Г.Г. Быкова, Е.В. Рыбакова, Н.А. Марвин

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Термин экспрессивность, как и пенетрантность, был впервые введен Н.В. Тимофеевым-Ресовским в 1925 году. С тех пор это понятие нашло широкое применение при изучении явления неоднозначности реализации наследственной информации. Однако конкретные молекулярно-генетические механизмы, лежащие в основе этого явления, до сих пор остаются не вполне ясными. Экспрессия генов определяется как сложной структурой самого гена, т.е. на уровне структуры ДНК, так и функциональным состоянием хромосомы как носителя наследственной информации.

Мутация *Var* представляет собой классический пример эффекта положения стабильного типа и является дупликацией участка хромосомы в районе 16A X-хромосомы в районе 57 сантиморганиды. Впервые данная мутация была описана в 1914 г. (Tise, 1914). Эта мутация обладает плеiotропным эффектом и, в первую очередь, вызывает редукцию числа фасет в сложном глазу дрозофилы. Вместо 600–700 фасет как у мух дикого типа, у мутантных мух наблюдается 50–70 фасет в зависимости от пола. Утроение участка 16A приводит к возникновению новой мутации *ultra-Var* с числом фасет 25–30 (May, 1917).

Работа посвящена изучению влияния внешних и внутренних факторов на фенотипическое проявление мутации *Var*. Выбор мутации *Var* в качестве модели является не случайным и определяется высокой степенью изученности этой мутации как на цитологическом, так и на биохимическом и морфологическом уровнях, а также возможностью осуществить точную количественную оценку изучаемого признака. Изучение экспрессивности этой мутации представляет удачную модель для изучения влияния факторов различной природы на функциональное состояние хромосомы.

Основное внимание в нашей работе было обращено на проявление мутации *Var* под действием ацетамида. Также изучалось влияние высокой и низкой температуры, действие которой на функциональное состояние хромосом связано с действием шоковых белков. Кроме этого, мы проследили влияние

ряда цитостатиков (актиномицина Д, который блокирует синтез и-РНК; митомицина С, который блокирует ДНК-синтез) на проявление мутации *Var*. Также было прослежено влияние генотипической среды с использованием ряда мутантных линий, и в первую очередь мутации *scalloped*.

Критический период формирования фасет приходится на период третьего личиночного возраста в интервале с 55-го по 80-й час после вылупления личинки с максимальным пиком к 70-ти часам. В основе цитологической картины повреждения сложного глаза дрозофилы лежит апоптоз или запрограммированная гибель клеток-предшественников фасет. Именно в период с 55-го по 80-й час в клетках-предшественниках фасет в соответствующей области глазо-антеннального диска наблюдается повреждение лизосом с типичной картиной апоптоза. Большинство клеток-предшественниц фасет при этом погибает, но оставшиеся усиленно подвергаются митозу. В результате число фасет частично восстанавливается. Наблюдается типичная картина мозаичного эффекта положения гена, где отдельные клетки выживают, а другие погибают.

Окончательное число фасет в конце 3-го личиночного периода в глазу имаго определяется двумя факторами: 1) числом клеток-предшественниц фасет, которые в силу каких-либо причин не были подвергнуты апоптозу, и 2) продолжительностью периода, когда оставшиеся клетки могут делиться митотически.

В качестве контроля нами было изучено 1267 самцов мутантной линии *Var*, подсчет числа фасет у которых проводился на 2-х сторонах тела с целью получения дополнительных данных об экспрессии мутации *Var*. Диапазон изменчивости при сходных условиях культивирования варьирует у отдельных особей от 23 до 215 фасет при среднем значении 68,8. Совпадение числа фасет на левой и правой стороне особи не превышает 1%. Наибольшие различия в числе фасет в пределах одной особи составляют 2-х кратную величину (35 и 72 фасеты на левой и правой сторонах, соответственно; и это при том, что речь идет о генетически идентичных зачатках глаза). Наши данные свидетельствуют, что уровень флуктуирующей асимметрии по числу фасет в основном определяется внутренними генетическими факторами.

Представляло интерес выявить влияние генотипических факторов на уровень площади глазо-антеннального диска различных линий дрозофилы (рис. 1). Площадь глазо-антеннального диска мутантной линии *Var* достоверно отличается от таковой у линии дикого типа, а при реверсии к дикому типу площадь глазо-антеннального диска почти достигает значения дикого типа. Некоторые мутации, которые затрагивают другие системы органов имаго, оказывают существенное влияние на площадь глазо-антеннального диска, то есть обладают плейотропным эффектом, например, мутация *vg*.

Следующим разделом нашей работы был анализ числа фасет мутантной линии *Var*. Проводился тотальный подсчет числа фасет как в контроле, так и

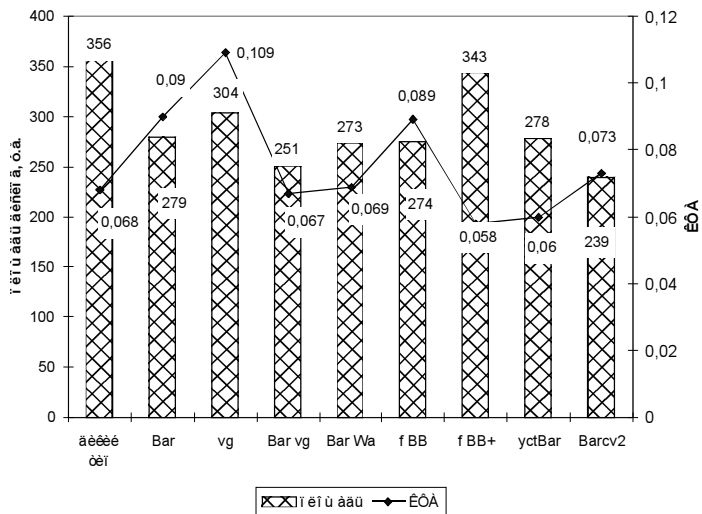


Рис. 1. Влияние генотипической среды на площадь глазо-антеннальных дисков мутантной линии Bar.

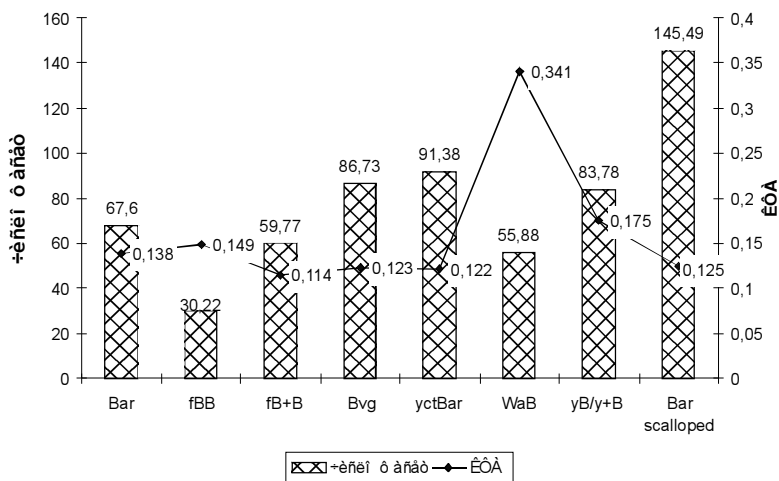


Рис. 2. Влияние генотипической среды на экспрессию мутации Bar.

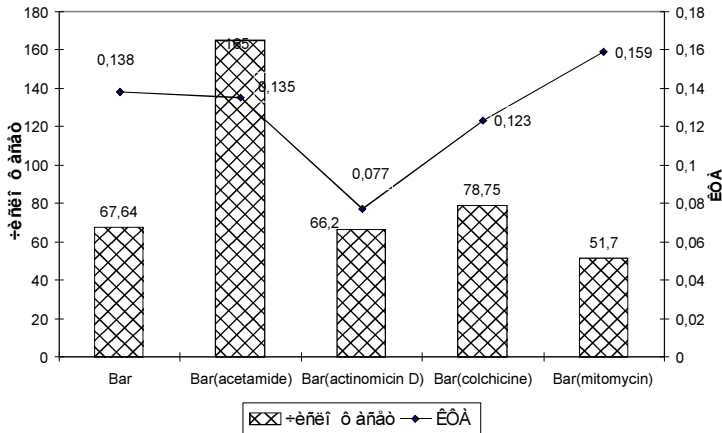


Рис. 3. Влияние химических веществ на экспрессию мутации Bar.

при различных типах воздействий (рис. 2, 3). Обнаружено, что наибольшее влияние на изучаемый нами признак оказывает ацетамид, который в отдельных случаях, по сравнению с контролем, снижает экспрессию мутации Bar до 500–600 фасет при среднем значении признака 165 фасет.

Значимый эффект в отношении экспрессии мутации Bar прослежен в линии, несущей мутацию *scalloped*. Ген *scalloped*, который как и мутация Bar, локализован в X-хромосоме, судя по данным из литературы, принимает активное участие не только в процессах формирования крыла, но и процессах морфогенеза глаза (на уровне диска).

Таким образом, локусная мутация Bar представляет собой удобную модель для изучения природы экспрессии гена, раскрывая при этом возможную роль функционального состояния хромосомы. Среди изученных факторов физической и химической природы наибольший интерес заслуживает ацетамид, биологический эффект которого на экспрессию мутации Bar, по-видимому, базируется на процессах ацетилирования гистонов, которое, в свою очередь, изменяет функциональное состояние хромосомы.

ЛИТЕРАТУРА

- May H.Q. Selection for higher and lower facet numbers in the bar-eyed race of *Drosophila* and the appearance of reverse mutations // Biol. Bull. 1917. V. 33. P. 361–395.
Tice S.C. A new sex-linked character in *Drosophila* // Biol. Bull. 1914. V. 26. P. 221–230.

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАЗНООБРАЗИЯ ПОПУЛЯЦИЙ МАЛИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА УРАЛЕ

А.Г. Быструшкин

Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург

Выявление внутривидовой изменчивости и популяционной структуры вида служит теоретической базой генетического ресурсосведения (Вавилов, 1931; Синская, 1963; Магомедмирзаев, 1978; Тюрина, 1989). Малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L. s. str.) — корневищный корнеотпрысковый кустарник с двухлетним циклом развития побегов, является основой культурного сортимента малины. Отдельные дикорастущие формы используются как доноры зимостойкости, перспективны для привлечения в селекцию (Соколова, 1983; Коротков, 1985; Кичина, 1987; Казаков, 1989; Елсакова, 1994; Кормановская, 1995; Сенина, 1997).

На территории России располагается большая часть ареала малины обыкновенной, в том числе в горных районах. Однако различий между растениями из горных и равнинных местообитаний ранее выявлено не было (Розанова, 1934; Кормановская, 1995). Между тем, имеются сведения о наличии генетически закрепленных различий между растениями из горных и равнинных местообитаний. Дженнингс (Jennings, 1964) провел исследования на 78 образцах малины, собранных в природных популяциях в Шотландии и высаженных на коллекционном участке. Удалось обнаружить уменьшение средней длины побегов и междоузлий при увеличении высоты исходного местообитания в горных районах. В равнинных условиях такой закономерности не обнаружено.

На Урале имеется возможность предполагать существование высокогорных популяций малины обыкновенной, морфологически обособленных от равнинных в результате адаптации к условиям высокогорий.

Исследованием охвачена 21 ценопопуляция малины обыкновенной в ботанико-географических зонах лесостепи, средней и южной тайги, расположенные в горных, предгорных и равнинных районах на Северном, Среднем и Южном Урале в диапазоне высот 200–1400 м над ур. м. При выборе ценопопуляций стремились возможно более полно охватить разнообразие экологических условий. В каждом местообитании на трансекте протяженностью 20 м отбирали зрелые генеративные кусты малины. Для исследования от каждого куста брали по одному побегу второго года жизни. Выборка для каждого местообитания составляла 20 побегов (на Северном Урале 10 побегов). Пробные площади подбирались с таким расчетом, чтобы исключить возможность общего вегетативного происхождения кустов, населяющих разные местообитания. Определение зимостойкости проводили по общепринятой методике. Ге-

неративные почки разрезали вдоль и учитывали долю подмерзших почек от их общего количества на побеге (Программа..., 1980).

Таблица. Матрица факторной структуры (объединенные межгрупповые корреляции)

Признаки	Дискриминантные функции	
	1	2
Длина побега	-0,57	0,39
Средняя длина междоузлия	-0,51	0,03
Количество узлов	-0,37	0,32
Доля спящих почек	-0,03	-0,90
Доля спящей части побега	-0,12	-0,68
Доля подмерзших почек	0,31	0,07
Доля узлов с латералами	-0,30	0,43

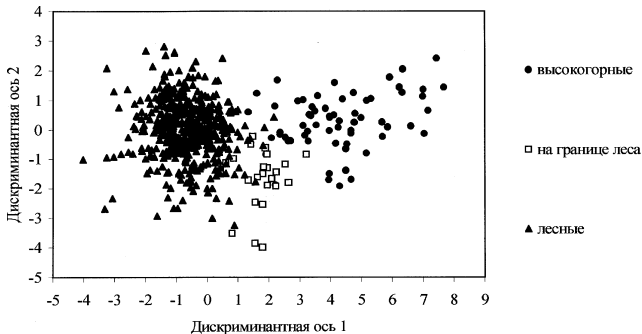


Рисунок. Распределение особей малины из местообитаний на разной высоте над ур. м. в пространстве дискриминантных осей.

Для выявления закономерностей морфологических различий растений малины, произрастающих на разной высоте над уровнем моря, побеги разделили на три группы: 1) растения из местообитаний, расположенных выше границы леса (70 побегов из 4 местообитаний); 2) растения из местообитаний, расположенных на границе леса в поясе подгольцовых редколесий (30 побегов из 2 местообитаний); 3) растения из местообитаний, расположенных в пределах лесного и лесостепного поясов (290 побегов из 15 местообитаний). Проведен дискриминантный анализ трех выделенных групп. Точность дискриминации составила 96,4%. Первая дискриминантная функция отрицательно скоррелирована с признаками размера побегов, вторая с протяженностью зоны спящих почек. С увеличением высоты над уровнем моря наблюдается уменьшение размера побегов и уменьшение

протяженности зоны спящих почек (таблица). Особи, произрастающие на границе леса, занимают промежуточное положение в пространстве дискриминантных осей между двумя другими группами, что указывает на промежуточный характер морфологической структуры их побегов (рисунок).

Таким образом, растения малины обыкновенной из высокогорных местообитаний закономерно отличаются по морфологическим признакам побегов от растений равнинных местообитаний как на Северном, так и на Южном Урале.

ЛИТЕРАТУРА

- Вавилов Н.И. Линнеевский вид как система. М.: Сельхозгиз, 1931. 22 с.
- Елсакова С.Д. Использование северных дикорастущих форм в селекции ягодных культур в Заполярье // Проблемы и перспективы адаптивного садоводства России. М., 1994. С. 72–77.
- Казаков И.В. Селекция малины в средней полосе РСФСР. Тула: Приокское книжное изд-во, 1989. 217 с.
- Кичина В.В. Новый уровень зимостойкости в селекции малины красной // Селекция и сортоизучение ягодных культур. Мичуринск, 1987. С. 127–134.
- Кормановская В.В. Виды рода *Rubus* L. как исходный материал для селекции: Автореф. дис... канд. с.-х. наук. М., 1995. 10 с.
- Коротков Н.И. Селекционная оценка зимостойких форм дикорастущей малины: Автореф. дис... канд. с.-х. наук. М., 1985. 21 с.
- Магомедмирзаев М.М. Пути выявления и использования генетических ресурсов высших растений // Общая генетика. М., 1978. Т. 3. С. 130–168.
- Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. МСХ СССР. Мичуринск, 1980. С. 265–278.
- Розанова М.А. К вопросу географической изменчивости признаков на примере некоторых представителей родов *Rubus* и *Fragaria* // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. Сер. 8. № 2. 1934. С. 35–85.
- Сенина Э.Г. Интродукция и перспективы селекции малины и ежевики в Сибири // Проблемы эволюционной цитогенетики, селекции и интродукции. 1997. С. 128–130.
- Синская Е.Н. О категориях и закономерностях изменчивости в популяциях высших растений // Проблема популяций у высших растений. Т. 2. Л.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 3–124.
- Соколова В.А. Пути селекции малины на зимостойкость и урожайность // Агротехника и селекция садовых культур. Новосибирск: Сибирское отделение ВАСХНИЛ, 1983. С. 58–69.
- Тюрина Е.В. Популяционные аспекты изучения исходного материала для интродукции // Ускорение интродукции растений Сибири: задачи и методы. Новосибирск: Наука, 1989. С. 34–46.
- Jennings D.L. Some evidence of population differentiation in *Rubus idaeus* L. // The new phytologist. 1964. V. 63. P. 153–157.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФЛОРИСТИЧЕСКОГО И ЦЕНОТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРКОВ «ТАГАНАЙ» И «ЗЮРАТКУЛЬ» (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

М.Н. Быструшкина

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Национальные парки (НП) «Таганай» и «Зюраткуль», согласно «Атласу Челябинской области» (1976), расположены в горно-лесной зоне центрально-среднегорной темнохвойной провинции Южного Урала. Горный рельеф с выраженной высотной поясностью в распределении растительности, а также рекреационная нагрузка существенно влияют на флористическое и ценоотическое разнообразие этих территорий.

Цель работы: выявить и изучить флористическое и фитоценоотическое разнообразие национальных парков «Таганай» и «Зюраткуль», провести сравнительный анализ флоры парков.

В основу работы положены материалы собственных исследований (2003–2004 гг.). Кроме того, в работе использованы списки видов сосудистых растений НП «Зюраткуль» (Куликов, 2004) и НП «Таганай» (рукопись, составлена сотрудниками научного отдела парка).

Согласно результатам сравнительного анализа, приведенным в таблице, наибольшее разнообразие на видовом, родовом и семейственном уровнях характерно для флоры НП «Зюраткуль». Это объясняется как большими размерами этого парка, большим разнообразием экотопов (связанным с географическим положением, орографическим строением и почвенно-геологическими условиями), так и лучшей флористической изученностью.

Таблица. Разнообразие сравниваемых флор

Территория	Число			Доля от общего числа в обоих парках, %		
	видов	родов	семейств	видов	родов	семейств
«Зюраткуль»	693	314	89	84	90	90
«Таганай»	496	260	78	60	73	79

Состав и порядок членов первой триады семейств в спектре одинаков и соответствует условно-европейскому типу (1 — Asteraceae, 2 — Rosaceae, 3 — Rosaceae). Представленность реликтовых и эндемичных видов во флоре парков также одинакова (12%). Данное сходство обусловлено близостью расположения данных территорий и общностью формирования их флор.

Характеристики α -разнообразия растительных сообществ, сходные для обоих парков, показывают, что оно достаточно сильно варьирует на каждой из территорий. Размах колебаний величины видового богатства в обоих случаях более чем в 2 раза превосходит среднее значение (равное 25 для флор обоих парков). Наибольшая величина видового богатства на территории НП «Таганай» превосходит наименьшую в 12 раз, НП «Зюраткуль» — в 18 раз.

α -разнообразие растительных сообществ, расположенных вдоль высотных геоботанических профилей в НП «Зюраткуль», увеличивается по мере снижения высоты. На профилях на территории НП «Таганай» такой тенденции не наблюдается.

β -разнообразие характеризует степень различия или сходства ряда растительных сообществ с точки зрения их видового состава и обилия видов. Для оценки сходства сообществ каждого национального парка рассчитан коэффициент флористического сходства Жаккара. Согласно полученным результатам, наибольшим своеобразием отличаются сообщества горных тундр и подгольцовых высокотравий, а также антропогенно нарушенных местообитаний.

ЛИТЕРАТУРА

Атлас Челябинской области. М.: ГУГК, 1976. 26 с.

Куликов П.В. Сосудистые растения национального парка «Зюраткуль». (Аннотированный список видов) / Под ред. В.С. Новикова. М.: Изд-во Комиссии РАН по сохранению биологического разнообразия и ИПЭЭ РАН, 2004. 88 с.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РУКОКРЫЛЫХ (CHIROPTERA, MAMMALIA) В ЗИМОВОЧНЫХ ПЕЩЕРАХ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Д.А. Васеньков, А.А. Томиленко

Институт систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск

Зимовка — критический период жизненного цикла рукокрылых северных широт, во время которого животные в течение долгого времени не имеют возможности питаться, что накладывает жесткие ограничения на их двигательную активность даже в относительно стабильных условиях зимовочных убежищ. Тем не менее, известно, что состояние зимней спячки — не монотонный процесс. Летучие мыши в течение зимнего периода периодически выходят из состояния оцепенения и могут перемещаться по убежищу (Стрелков,

1971; Томиленко, 2002; Thomas, 1995). Однако такая активность энергозатратна, и причины такого «расточительного» поведения рукокрылых не совсем ясны. Для понимания движущих причин данного явления необходимо знать размещение рукокрылых и его динамику во времени в зимовочном убежище.

Цель работы: выявить характер пространственно-временного распределения зимующих рукокрылых в пещерах юго-востока Западной Сибири. Для достижения цели предполагалось: выявить видовой состав и численность зимующего населения рукокрылых в модельных пещерах; изучить особенности и динамику пространственного распределения и демографического состава массового вида в убежищах за время зимовки.

Исследования проводили в зимовочных пещерах северной части Салаирского кряжа, представляющего собой низкогорный район на юго-востоке Западной Сибири. Самые многочисленные колонии рукокрылых, известные на настоящий момент на юго-востоке Западной Сибири, обнаружены именно на Салаирском кряже, в Верх-Икской и Барсуковской пещерах (Оводов, 1972; Орлова и др., 1983; Томиленко, 2002). Эти пещеры мы и использовали в качестве модельных для изучения пространственно-временного распределения рукокрылых в зимних убежищах.

Исследования зимовок рукокрылых проводились нами с 2000 г. В данной работе использованы материалы, полученные преимущественно в 2003–2004 гг. При обследовании пещер определяли видовой состав и общую численность рукокрылых, у части животных определяли пол и вес.

Обе пещеры имеют множество сужающихся ходов, в которые человеку невозможно пробраться, поэтому далее мы будем говорить о пещерах, подразумевая только их доступную для непосредственного обследования часть. Обе пещеры относительно небольшие. Верх-Икская имеет длину более 50 м, а общая протяженность Барсуковской — более 100 м. Начальные части пещер включают узкие участки, ограничивающие обмен воздуха пещер с окружающей средой, что способствует поддержанию в течение зимнего периода относительно стабильного микроклимата в основной части пещеры. Так, в Верх-Икской пещере температура осенью была $+3,2^{\circ}\text{C}$, а весной $+2,0^{\circ}\text{C}$. В Барсуковской пещере несколько теплее, и температура более стабильна в течение всего зимовочного периода (осенью и весной $+4,9^{\circ}\text{C}$).

На зимовке в Верх-Икской пещере обнаружено 5 видов рукокрылых. Доминирует по численности большой трубконос, за ним следует водяная ночница, а остальные виды менее многочисленны (табл. 1).

В Барсуковской пещере отмечены те же 5 видов рукокрылых, а также один новый — длиннохвостая ночница. Два самых массовых вида меняются местами в структуре доминирования: в Барсуковской пещере доминирует водяная ночница, сибирский трубконос занимает второе место по численности.

Таблица 1. Видовой состав и численность учтенных рукокрылых в пещерах

Вид	Параметр	Пещеры	
		Барсуковская	Верх-Икская
Водяная ночница (<i>Myotis daubentonii</i> Kuhl, 1817)	макс кол-во, шт.	1105	292
	% от общего кол-ва	82,8	39,9
Большой трубконос (<i>Murina leucogaster</i> Milne-Edwards, 1872)	макс кол-во, шт.	143	400
	% от общего кол-ва	10,7	54,6
Прудовая ночница (<i>Myotis dasycneme</i> Boie, 1825)	макс кол-во, шт.	61	36
	% от общего кол-ва	4,6	4,9
Ночница Брандта (<i>Myotis brandtii</i> Eversmann, 1845)	макс кол-во, шт.	16	3
	% от общего кол-ва	1,2	0,4
Бурый ушан (<i>Plecotus auritus</i> Linnaeus, 1758)	макс кол-во, шт.	8	1
	% от общего кол-ва	0,6	0,1
Длиннохвостая ночница (<i>Myotis frater</i> G. Allen, 1823)	макс кол-во, шт.	1	0
	% от общего кол-ва	0,1	0
Общее количество учтенных животных		1334	732

Наиболее массовым по общему числу особей в двух пещерах видом является водяная ночница, которая выбрана в качестве модельного вида.

Мы проверили различия колоний водяной ночницы из двух пещер по среднему весу тела. Оказалось, что в начальный период зимовки средний вес тела самцов в обеих пещерах практически не различается (табл. 2). Небольшие различия в среднем весе тела отмечены для самок из Верх-Икской и Барсуковской пещер осенью. Весной как самцы, так и самки из Верх-Икской пещеры в среднем имеют больший вес, чем из Барсуковской.

Таблица 2. Динамика среднего веса тела водяных ночниц за время зимовки

Пол	Сезон	Пещеры		t-критерий	df	P
		Барсуковская	Верх-Икская			
самцы	осень	10,38	10,34	-0,15	68	0,881
	весна	8,31	8,98	4,11	109	<0,001
самки	осень	10,19	11,20	2,05	31	<0,05
	весна	9,13	9,79	4,48	101	<0,001

Нами также исследована пространственно-временная дифференциация водяной ночницы в пределах одного убежища. Известно, что представители многих видов рукокрылых способны образовывать на местах зимовки скопления. А.А. Томиленко (2002) показано, что количество особей водяной ночницы в скоплениях в Барсуковской пещере в течение зимовки нарастает. Мы разделили рукокрылых по степени агрегированности на 3 группы: 1) одиноч-

ные животные; 2) малочисленные скопления (численностью от 2 до 5 особей); 3) большие скопления (численностью свыше 5 особей).

Был проанализирован половой состав скоплений разной численности, включая одиночных животных (табл. 3). Обнаружены отклонения от соотношения полов 1:1. Осенью преобладание самцов отмечено среди одиночных животных Верх-Икской пещеры и больших скоплений Барсуковской пещеры.

Таблица 3. Половой состав (доля самцов, %)

Пещера	Скопления	Осень	Весна
Барсуковская	одиночные	75,7*	72,7
	малочисленные	57,7	54,5
	большие	33,3	47,8
	всего	65,2	50,9
Верх-Икская	одиночные	66,7	60
	малочисленные	66,7	72,2
	большие	83,3*	51,8
	всего	71,4*	57

* — достоверные ($p < 0,05$) отличия от соотношения 1:1, критерий χ^2 .

Таким образом, соотношение видов рукокрылых в обеих пещерах сходно, однако структура доминирования видов различается. В начале зимовочного периода половой состав водяной ночницы в скоплениях разной численности отличен от 1:1, отмечены различия как между пещерами, так и между скоплениями разной численности. В начале зимовки самцы водяной ночницы из Барсуковской и Верх-Икской пещер не дифференцируются по весу тела. Самки из Верх-Икской пещеры несколько крупнее, чем из Барсуковской. Весной водяные ночницы из Верх-Икской пещеры имеют больший вес, по сравнению с животными из Барсуковской пещеры, что связано, скорее всего, с менее интенсивным метаболизмом рукокрылых, зимующих в условиях более низких температур.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты № 05–04–49257 и № 04–04–48543).

ЛИТЕРАТУРА

- Оводов Н.Д. Заметки о зимовках летучих мышей в пещерах Алтая // Териология. Новосибирск: Наука, 1972. Т. 1. С. 356–357.
- Орлова Н.Г., Дмитриев В.Е., Рыбаков С.А. Условия и места зимовок рукокрылых *Chiroptera* на восточном склоне Кузнецкого Алатау // Экология наземных позвоночных Сибири. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1983. С. 53–59.

- Стрелков П.П. Экологические наблюдения за зимней спячкой летучих мышей (Chiroptera) Ленинградской области // Тр. Зоол. ин-та. Л., 1971. Т. 48. С. 251–303.
- Томиленко А.А. Зимовка рукокрылых (Vespertilionidae) в Новосибирской области // Plecotus et al., pars spec. М., 2002. С. 99–106.
- Thomas D.W. The physiological ecology of hibernation in vespertilionid bats // Symp. Zool. Soc. Lond. 1995. № 67. P. 233–244.

АНАЛИЗ РОСТА ПОБЕГОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОЙ СРЕДЫ

К.Е. Ведерников, И.Л. Бухарина

Ижевская государственная сельскохозяйственная академия

Развитие городов, являющееся объективным следствием научно-технического прогресса, приводит к глубоким изменениям городской природной среды. В условиях города негативные факторы комплексно воздействуют на все живые организмы, нарушая биохимические и физиологические процессы, вызывая у деревьев и кустарников различные пороки и нарушение ростовых процессов.

Нами проведен морфометрический анализ годичного прироста древесных растений в районах г. Ижевска с различной степенью нагрузки. В качестве морфометрических показателей анализировались: длина годичного побега, количество листьев, площадь листовой поверхности побега. Сравнение видов производилось в различных по нагрузке зонах: в санитарно-защитных зонах промышленных предприятий (СЗЗ), вдоль автомагистралей. В качестве зон условного контроля (ЗУК) выбраны: территория ботанического сада Удмуртского госуниверситета; для интродуцированных видов — территория городского парка. В качестве исследуемых были взяты виды, которые используются в зеленом градостроительстве или произрастают в пригородной зоне г. Ижевска. Годичные побеги собирались в конце августа, анализировались не менее 10 побегов северной и южной экспозиции с каждого учетного растения (в каждом районе исследования выделено не менее 5 учетных растений каждого вида).

Полученные результаты показали, что длина побегов липы мелколистной (*Tillia cordata* Mill) и ивы козьей (*Salix caprea* L.) вдоль автомагистрали и в СЗЗ предприятий существенно больше, чем в Ботаническом саду УдГУ и в парке им. С.К. Кирова. При этом количество листьев и их площадь статистически достоверных отличий от ЗУК не имеют. Эту особенность, предположительно, можно связать с рядом причин, одна из которых — явление «кислого роста», индуцируемого повышенными температурами и высоким содержанием CO_2 . В период 1999–2003 гг. отмечается рост уровня загрязнения SO_2 , NO_2 ,

NO; остается стабильно высоким содержанием CO₂. Температура воздуха в городе в среднем на 0,3–0,8°C выше, чем в окрестностях. Комплексное действие этих факторов может приводить к вытягиванию годичного побега в длину за счет вытягивания клеток.

У клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) и березы повислой (*Betula pendula* Roth.), наоборот, длина побегов, количество и площадь листьев годичного побега вдоль автомагистрали и в СЗЗ меньше, чем в зоне условного контроля. В данном случае, в условиях города наблюдается явление ксерофитизации — уменьшение количества листьев на годичном побеге и их площади, снижается длина годичных побегов. Клен ясенелистный и береза повислая устойчивы к воздействию газообразных поллютантов. Поэтому можно предположить, что ксерофитизация у них — это один из способов приспособления к неблагоприятной среде.

В результате удлинения побегов у одних видов и уменьшения у других, происходит изменение проводящих тканей древесины. Это влечет за собой развитие различных пороков, из которых преобладают кривизна (чаще сложная) и прорость.

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЛИЧИНОК КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ *CULEX PIPENS* L. (DIPTERA, CULICIDAE) СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Ю. Вигоров*, О.М. Рошкетая**

* Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

** Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия

В биологии *Culex pipiens pipiens* Linnaeus, 1758, обитающего преимущественно в зоне умеренного климата, интразонального, в основном орнитофильного и немногочисленного на Урале комара, много неясного. Не известно происхождение комплекса адаптаций, благодаря которым городские колонии комаров круглый год докучают горожанам. Разноречивы суждения о таксономическом статусе форм этого политипического вида (экотипы? подвиды? формы?). Не изучены ресурс и факторы фенотипической изменчивости этого вида, её особенности на разных стадиях развития комара и в пределах ареала вида, в естественных и городских условиях. Детальное исследование изменчивости личинок и имаго этого комара по достаточно большому набору признаков провели только на Северо-Западе России (Зуйтин, 1923).

Ввиду особенностей биологии этого комара, было интересно изучить изменчивость его на Урале. Были поставлены задачи: 1) оценить морфологическое разнообразие личинок комаров *Cx. p. pipiens* в разных местах Свердловской об-

ласти и обитающих в разных условиях; 2) выявить, насколько личинки этого комара различаются в мегаполисе и вне его; 3) сравнить величину различий между выборками комаров, разделенными во времени и в пространстве.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Измеряли фиксированных в этаноле личинок *Cx. p. pipiens* IV стадии развития из одновидовых поселений разных мест и водоемов. Взяли 9 выборок: 1 — колея дороги у пос. Оус Ивдельского р-на, северная тайга, 450 км от Екатеринбурга (сбор Л.С. Некрасовой, 1975 г.); 2 — ванна в саду «Берендей», на север от пос. Мраморский, 30 км от Екатеринбурга, сентябрь 2003 г.; 3 — там же, июль 2004 г.; 4 — пруд в д. Талица Нижне-Сергинского р-на, 120 км от Екатеринбурга, 2003 г.; 5 — ванна во дворе дома этой деревни, 2003 г.; 6 — ванна в сосняке, на запад от оз. Шарташ, июль 2003 г.; 7 — там же, июль 2004 г.; 8 — углубления в бетонных основаниях для столбов на ул. Островского г. Екатеринбурга, 2003 г.; 9 — бетонный водоем для сбора дождевой воды в парке на ул. Шаумяна г. Екатеринбурга, 2003 г. С помощью МБС, при увеличении объектива 4х и окуляра 8х, с каждой личинки (231 экз.) брали 6 промеров, указанных в таблице. Кроме размеров личинок, определяли сифональный индекс (отношение длины сифона к ширине), которым пользуются для диагностики автогенных форм комара. Сравнивая выборки, применяли *S*-метод Шеффе, *F*-критерий Фишера, корреляционный, кластерный и графические приемы анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Личинки *Cx. p. pipiens* с севера области (пос. Оус) морфологически близки личинкам с запада Свердловской области (д. Талица) и с восточной окраины Екатеринбурга (Шарташ) (рисунок). Личинки из Петергофа (данные А.И. Зуйтина, 1923) близки личинкам других мест города и Урала. Не выявляются группы морфологически близких выборок, которые объяснялись бы их географическим происхождением или обитанием в городе. Личинки из некоторых выборок (оз. Шарташ) оказались практически одинаковыми в разные годы, а другие, например, в саду «Берендей», сильно различались в разные годы. На пропорции личинок заметно влияют условия развития — в деревенском пруду или в ванне во дворе этой деревни. Различия в размерах личинок в городе (ул. Островского — оз. Шарташ, парк на ул. Шаумяна — Шарташ) могут быть ничуть не меньше различий комаров из отдаленных мест (Оус — «Берендей», Оус — Петергоф).

Полученная картина морфологического разнообразия личинок *Cx. p. pipiens*, вероятно, меньше общей картины морфологического разнообразия этого вида. Однако, судя по размерам комаров из отдаленных мест и из экосистем разного типа, можно предположить, что разница между двумя карти-



Рисунок. Соотношение ширины головы и длины сифона личинок IV стадии *Cx. p. pipiens*.

нами не слишком велика, и мы имеем приблизительно верное представление о пределах, в каких варьируют пропорции частей тела личинок этого комара. Причина этого разнообразия кроется не столько в географии, сколько в условиях обитания, условиях года и других обстоятельствах.

Индивидуальная изменчивость ширины головы личинок почти во всех выборках невелика (C_v от 3 до 5,5%; таблица), и только у комаров с ул. Островского она больше ($C_v=7\%$). Выборки комаров различались по изменчивости длин головы (C_v от 5,7 до 10,7%), еще больше — по изменчивости длин груди (C_v от 7,8 до 19,3%). Как и пропорции тела, в смежные годы сохранялся уровень изменчивости личинок на дачах возле оз. Шарташ. В ряде выборок изменчивость не различалась (Шарташ = Талица, Оус = «Берендей», 2004, Талица, пруд = ул. Островского). На индивидуальную изменчивость заметно влияют условия развития личинок: коэффициент вариации длины груди у личинок из пруда д. Талица в 2 раза больше, чем из ванны во дворе дома той же деревни.

Структура связей (коэффициент корреляции Спирмена) между одними признаками стабильна (ширина головы — ширина груди, ширина груди — длина сифона), а между другими меняется от выборки к выборке. Следовательно, ресурс морфологического разнообразия комара и различия его поселений можно выявлять и таким способом, а длина сифона, которой пользуются в расчетах сифонального индекса, зависит от роста личинки. Средние индексы комаров наших выборок были в пределах 4,98–5,74, мало различаясь на севере и западе области.

Наши данные дополняют данные по разнообразию имаго этого и других видов комаров (Некрасова и др., 2005).

Таблица. Размеры личинок IV стадии Сх. р. ріріепс из разных мест Свердловской области и г. Екатеринбург

Выборка и параметр	Промеры (в окуляр-микрометрах; об.4 ^х , ок.8 ^х)						Сифо- нальный индекс
	Голова		Грудь		Сифон		
	Дли- на	Шири- на	Дли-на	Шири- на	Дли-на	Шири- на	
1. Оус М 1975 г. $\pm m$ ($n=25$ экз.) ? Cv,% lim	34,72 0,63 3,16 9,10	46,64 0,49 2,64 5,66	49,48 1,35 6,75 13,64	61,12 1,37 6,84 11,19	69,58 0,95 4,77 6,86	12,14 0,15 0,73 6,01	5,74 0,077 0,383 6,67 4,92-6,46
2. Берендей М 2003 г. $\pm m$ ($n=24$ экз.) ? Cv,% lim	32,04 0,70 3,432 10,71	42,98 0,471 2,305 5,36	40,62 1,316 6,446 15,87	53,62 1,696 8,308 15,49	55,58 0,829 4,064 7,31	11,25 0,25 1,225 10,89	5,01 0,151 0,741 14,79 3,42-6,13
3. Берендей М 2004 г. $\pm m$ ($n=30$ экз.) ? Cv,% lim	34,77 0,36 1,99 5,72	46,45 0,35 1,94 4,18	48,07 1,15 6,29 13,08	60,23 1,16 6,38 10,60	63,50 0,57 3,11 4,90	12,39 0,16 0,877 7,08	5,14 0,067 0,368 7,16 4,4-6,09
4. д.Талица М 2004 г. $\pm m$ пруд ? ($n=24$ экз.) Cv,% lim	35,73 0,626 3,068 8,59	46,40 0,484 2,373 5,11	45,54 1,72 8,418 18,48	58,38 2,138 10,475 17,94	69,35 1,08 5,29 7,63	11,67 0,175 0,855 7,33	5,96 0,099 0,484 8,12 4,82-6,9
5. д.Талица М 2004 г. $\pm m$ ванна ? ($n=30$ экз.) Cv,% lim	34,60 0,38 2,11 6,10	47,35 0,415 2,27 4,79	54,67 0,90 4,95 9,05	72,03 0,76 4,19 5,82	66,08 0,83 4,53 6,86	13,28 0,12 0,68 5,12	4,98 0,067 0,369 7,41 4,23-5,76
6. Шарташ М 2003 г. $\pm m$ ($n=25$ экз.) ? Cv,% lim	35,50 0,48 2,42 6,82	49,16 0,40 1,98 4,03	44,56 0,69 3,48 7,81	58,19 0,76 3,82 6,56	68,84 0,073 3,63 5,27	12,86 0,121 0,604 4,70	5,36 0,047 0,237 4,42 4,8-5,92
7. Шарташ М 2004 г. $\pm m$ ($n=20$ экз.) ? Cv,% lim	35,65 0,64 2,87 8,05	47,75 0,41 1,82 3,81	55,20 0,97 4,36 7,90	69,55 1,12 5,02 7,22	68,12 0,68 3,06 4,49	12,40 0,12 0,55 4,44	5,50 0,074 0,330 6,0 4,69-6,0
8. Островского М 2003 г. $\pm m$ ($n=29$ экз.) ? Cv,% lim	33,41 0,62 3,22 9,64	43,34 0,57 3,10 7,15	52,0 1,90 10,04 19,31	62,0 1,09 5,75 9,27	59,34 1,13 6,07 10,23	11,51 0,166 0,894 7,77	5,15 0,115 0,618 11,99 3,75-6,6
9. Парк на ул. Шаумяна М 2003 г. $\pm m$ ($n=24$ экз.) ? Cv,% lim	32,69 0,394 1,932 5,91	45,62 0,420 2,060 4,52	51,08 1,224 5,999 11,74	64,08 0,754 3,693 5,76	59,17 0,943 4,621 7,81	11,82 0,146 0,685 5,80	4,98 0,106 0,499 10,0 4,21-5,9

ВЫВОДЫ

1. Соотношение и изменчивость 7 морфологических признаков личинок кровососущих комаров *Cx. p. pipiens* не обусловлены географическим происхождением выборок. 2. Морфологическое разнообразие *Cx. p. pipiens* в г. Екатеринбурге сравнимо с его разнообразием в области. 3. На изменчивость, размеры и корреляции между размерами личинок влияют условия мест обитания личинок и условия года.

ЛИТЕРАТУРА

- Зуйтин А.И. О половой и возрастной изменчивости у *Culex lutescens* // Труды Петроградского общества естествоиспытателей. 1923. Т. 53. № 1. С. 79–85.
- Некрасова Л.С., Вигоров Ю.Л., Рощектаева О.М., Вигоров А.Ю. О морфологической изменчивости кровососущих комаров *Culex pipiens* L. из эфемерных сообществ // Популяции в пространстве и времени. Нижний Новгород, 2005. С. 265–267.

ИЗУЧЕНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПРУДОВИКА LYMNAEA TEREBRA (WESTERLUND, 1884) [MOLLUSCA; GASTROPODA] МЕТОДОМ П.В. ТЕРЕНТЬЕВА

М.В. Винарский

Омский госпедуниверситет

Известно, что рост раковины водных моллюсков, как брюхоногих, так и двусторчатых, является аллометрическим (Мина, Клевезаль, 1976; Алимов, 1981), то есть форма раковины и пропорции её частей (завитка, устья и т.п.) изменяются в онтогенезе. Для описания такого роста часто применяется уравнение степенной регрессии вида $y = ax^b$ (Мина, Клевезаль, 1976; Nomura, 1926). Параметры a и b степенного уравнения нередко используются для характеристики особенностей роста на межпопуляционном и межвидовом уровне, хотя возможность их адекватной интерпретации зависит от методики сбора исходного материала (Воробейчик, 2001).

Изменения аллометрических параметров во времени и пространстве, по-видимому, могут отражать процесс адаптации вида к новым условиям обитания, который нередко идет путем изменения стратегий роста (Gotthard, 2001). Метод использования аллометрических уравнений для изучения адаптивных процессов в разных группах позвоночных был использован С.С. Шварцем и его сотрудниками (Шварц, 1980).

Использование параметров регрессионных уравнений для изучения географической изменчивости пресноводных брюхоногих моллюсков было впер-

вые предложено известным отечественным зоологом и специалистом в области биометрии П.В. Терентьевым (1970). По его мнению, такой подход позволит избежать некоторых трудностей, связанных с применением стандартных конхологических индексов, традиционно используемых при изучении изменчивости раковин моллюсков.

Данное сообщение посвящено изучению методом Терентьева широтной изменчивости массового и широко распространенного по всей территории Западной Сибири вида пресноводных моллюсков *Lymnaea terebra* (Westerlund, 1884). Ранее вид был использован нами в качестве модельного при изучении географической изменчивости конхологических индексов в семействе Lymnaeidae (Винарский, 2003).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Были промерены по стандартной схеме (Старобогатов и др., 2004) 1075 раковин *L. terebra* из 20 водоемов, расположенных на территории Западной Сибири между 53° и 67° с.ш. Все использованные в работе сборы взяты из коллекций Музея водных моллюсков Сибири (Омск, Педагогический университет) и Зоологического музея Института экологии растений и животных УрО РАН (Екатеринбург). С точностью до 0,1 мм определялись высота и ширина раковины, высота завитка и последнего оборота раковины, высота устья. Для каждой выборки было рассчитано 4 уравнения регрессии: регрессия ширины раковины (ШР) на высоту раковины (ВР), высоты завитка (ВЗ) на высоту раковины, высоты последнего оборота (ВПО) на высоту раковины и высоты устья (ВУ) на высоту раковины. Для установления возможной взаимосвязи между географической широтой местности и коэффициентами a и b аллометрических уравнений использовался непараметрический коэффициент корреляции Спирмена (R_s).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что коэффициенты a и b уравнений регрессии высоты завитка на высоту раковины *L. terebra* в Западной Сибири достоверно связаны с широтой местности. В остальных изученных случаях подобной зависимости обнаружить не удалось (таблица). Это означает, что в направлении с юга на север у моллюсков данного вида изменяется скорость роста завитка относительно общей высоты раковины. По мере продвижения на север в водоемах начинают преобладать особи с более высоким и стройным завитком, что приводит к изменению *habitus*'а раковины (рисунок). Формируется клина, причем особи, находящиеся на противоположных её концах, северном и южном, визуально настолько различны, что нередко рассматриваются как разные подвиды (Kruglov, Starobogotov, 1993). Отсутствие четкой географической границы между предполагаемыми подвидами и полная трансгрессия диагностических

признаков раковины (в частности, индексов), их характеризующих, не дают возможности выделить какие-либо таксоны внутривидового ранга у западно-сибирских *L. terebra* (Винарский, 2003).

Таблица. Значения R_s , отражающего взаимосвязь коэффициентов аллометрических уравнений с широтой местности

Регрессия	Коэффициенты уравнения			
	a		b	
	R_s	p	R_s	p
ШР на ВР	-0,19	0,45	0,01	0,96
ВЗ на ВР	0,67*	0,001	-0,50*	0,03
ВПО на ВР	0,06	0,80	-0,15	0,54
ВУ на ВР	-0,13	0,59	0,03	0,90

* Отмечены статистически достоверные (при $p \leq 0,05$) значения R_s .

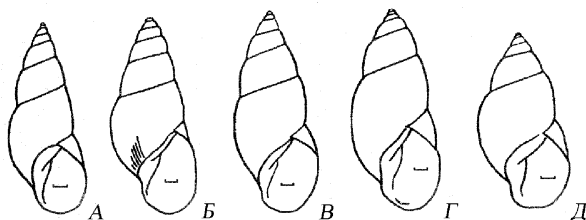


Рисунок. Раковины *L. terebra* (Westerlund) из различных местностей Западной Сибири (по Винарский, 2003).

А — р. Вогулка (Нижняя Обь, 64° с.ш.); Б — система Польша (бассейн р. Тым, 60° с.ш.); В — болото у д. Калугино (Омская обл., 56° с.ш.); Г — протока Ахмин (пойма р. Иртыш, Омская обл., 54° с.ш.); Д — оз. Малый Тарангул (Северо-Казахстанская обл., 53° с.ш.). Масштаб 1 мм.

Не ясно, какие факторы вызывают подобного рода широтную изменчивость. Результаты опытов Г.В. Березкиной (1996), проведенных на прудовиках близкого вида *Lymnaea atra*, позволяют предположить прямое модифицирующее влияние средовых факторов, в первую очередь температуры воды в период эмбрионального развития моллюсков. На территории Западной Сибири существует четкий широтный градиент изменения температуры (Архипов, Волкова, 1994). Нарастание «теплого пессимума» (Чернов, 1989) в северном направлении может оказывать прямое воздействие на скорость роста, как это происходит во многих группах эктотермных животных (Gotthard, 2001). С другой стороны, известно (Старобогатов, 1967), что пропорции раковины пресноводных легочных моллюсков имеют адаптивное значение, в частности, оказывают влияние на процесс дыхания животных. Если это так, то форма

раковины должна находиться под контролем естественного отбора и может определяться генетически. Это, конечно, не исключает воздействия температурного фактора, но в данном случае его влияние должно рассматриваться не как модифицирующее, а скорее как «стимулирующее». Температура выступает как агент отбора, благоприятствующий тем особям, форма и пропорции раковин которых наиболее оптимальны в данных условиях. Происходит постепенное изменение фенотипического облика популяции.

Сами по себе конхологические данные недостаточно информативны, чтобы сделать выбор между этими гипотезами. Необходимы экспериментальные исследования, в частности, наблюдения за ходом роста моллюсков *L. terebra* из географически удаленных популяций.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор глубоко признателен сотрудникам Зоологического музея ИЭРЖ УРО РАН д.б.н. И.М. Хохуткину, Н.Г. Ерохину и М.Е. Гребенникову за предоставленную возможность работы с коллекцией моллюсков.

ЛИТЕРАТУРА

- Алимов А.Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. Л.: Наука, 1981. 248 с.
- Архипов С.А., Волкова В.С. Геологическая история, ландшафты и климаты плейстоцена Западной Сибири. Новосибирск, 1994. 105 с.
- Березкина Г.В. К вопросу об изменчивости формы раковины у Lymnaeidae // Проблемы гидробиологии континентальных вод и их малакофауна. СПб., 1996. С. 11–12.
- Винарский М.В. Прудовики (Mollusca, Gastropoda, Lymnaeidae) Западной Сибири: систематика, зоогеография, формирование фауны. Автореф. дис... канд. биол. наук. Томск, 2003. 25 с.
- Воробейчик Е.Л. Статическая аллометрия в случае существенно неоднородных выборок: опасность артефакта // Сибирский экол. ж. 2001. Т. 8. № 5. С. 631–636.
- Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных: анализ на уровне организма. М.: Наука, 1976. 291 с.
- Старобогатов Я.И. К построению системы пресноводных легочных моллюсков // Труды Зоол. ин-та АН СССР. 1967. Т. 42. С. 280–304.
- Старобогатов Я.И., Прозорова Л.А., Богатов В.В., Саенко Е.М. Моллюски // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб.: Наука, 2004. Т. 6. С. 9–492.
- Терентьев П.В. Географическая изменчивость раковины большого прудовика // Вестник ЛГУ. Биология. 1970. Вып. 4 (21). С. 146–154.
- Чернов Ю.И. Тепловые условия и биота Арктики // Экология. 1989. № 2. С. 49–57.
- Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. М.: Наука, 1980. 277 с.

- Gotthard K. Growth strategies of ectothermic animals in temperate environments // Atkinson D., Thorndyke M. (eds.). *Animal development ecology*. Oxford: BIOS Sci. Publ., 2001. P. 287–304.
- Kruglov N.D., Starobogatov Ya.I. Annotated and illustrated catalogue of species of the family Lymnaeidae (Gastropoda Pulmonata Lymnaeiformes) of Palaearctic and adjacent river drainage areas. Part 2 // *Ruthenica*. 1993. T. 3. №. 2. С. 161–180.
- Nomura E. Further studies on the applicability of $a=kbx$ in expressing the growth relations in molluscan shells // *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ.* 1926. V. 2. № 1. P. 63–84.

АНАЛИЗ ВНУТРИВИДОВОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ И ПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ПОЛЕВКИ МАКСИМОВИЧА (*MICROTUS MAXIMOWICZII* SCHRENK, 1858) В ЗАБАЙКАЛЬЕ

Л.Л. Войта

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

Согласно представлениям С.С. Шварца (1969, 1980), формообразование — это результат прогрессирующего преобразования географических форм, сопутствующий совершенствованию приспособлений к специфическим условиям среды. Процесс популяционной диверсификации (Васильев и др., 2000), направленный на наибольшее приспособление популяций к местным условиям, сопровождается закономерным возникновением различий между ними. Устойчивые морфологические, генетические и экологические различия позволяют оценивать уровень внутривидовой дифференциации, используя эволюционно-экологические и эколого-морфологические подходы.

Полевка Максимовича является политипическим видом, который включает ряд географических форм (Ковальская, 1977), уровень дифференциации некоторых из них позволяет выделять подвиды (Громов, Ербаева, 1995; Шереметьева и др., 2003) и виды — *Microtus mujanensis* Orlov, Kovalskaja (1975) и *M. evoronensis* Kovalskaja, Sokolov (1980). Орографические условия в Забайкальском регионе (сильная изрезанность макро- и мезорельефа) способствуют быстрому формообразованию за счет действия различных форм изменчивости, в том числе — климатической (Майр, 1968) и хронографической (Шварц, 1969; Васильев и др., 2000). Проведенные ранее собственные исследования (Войта, 2004) выявили существенную географическую изменчивость морфологических и некоторых кариологических признаков полевок Максимовича. В связи с этим представляет интерес срав-

нить популяции полевки Максимовича и по форме жевательной поверхности коренных зубов, поскольку у плоскокоронковых форм грызунов коренные зубы традиционно используются при видовой и внутривидовой диагностике с учетом сложности их структуры и изменчивости пропорций.

Опираясь на сказанное, целью работы явилось изучение внутривидовой изменчивости морфологических признаков полевки Максимовича и на ее основе выявление популяционной структуры вида в пределах исследованной части ареала.

В задачи нашего исследования входило: 1. Изучить изменчивость формы жевательной поверхности третьего верхнего коренного зуба в популяциях полевки Максимовича на основе методов геометрической морфометрии. 2. Выявить закономерности географической изменчивости формы M^3 у полевки Максимовича в Забайкалье и соотнести ее с размахом биотопической (высотной) изменчивости. 3. Оценить, по проявлению внутривидовой изменчивости формы M^3 , сложность популяционной структуры вида в регионе. 4. Соотнести изменчивость формы M^3 у полевки Максимовича и близких видов: муйской и эворонской полевков.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В настоящей работе были использованы коллекционные материалы Зоологического музея ИСНЭЖ СО РАН (г. Новосибирск) из 11 географических точек. **Полевка Максимовича:** 1. р. Б. Амалат (Р. Бурятия, Баунтовский р-н, пос. Байса), сборы Л.И. Галкиной (1978; $n=40$); 2. дельта р. Селенги (Р. Бурятия, Кабанский р-н, о. Колесовского), сборы Ю.Г. Швецова (1958; $n=20$); 3. хр. Восточный Хэнтэй (МНР, сомон Мунгэн-Морт), сборы Ю.Г. Швецова (1980; $n=12$); 4. р. Улунга (Амурская обл., пос. Сиан), сборы Л.И. Галкиной (1977; $n=13$). **Муйская полевка** (*M. muijanensis*): 5. Муйско-Куандинская котловина (Читинская обл., Каларский р-н), сборы Г.Г. Быкова, Ю.Г. Швецова (1975; $n=17$). **Эворонская полевка** (*M. evoronensis*): 6. оз. Эворон (Хабаровский кр., Солнечный р-н, верхнее течение р. Амгунь), сборы В.В. Николаева (1979; $n=4$). **Большая восточная полевка** (*M. fortis*): 7. дельта р. Баргузин (Р. Бурятия, Баргузинский р-н, с. Улюкчи-кан), сборы Ю.Г. Швецова (1970; $n=13$); 8. с. Дырестуй (Р. Бурятия, Джидинский р-н), сборы Е.Н. Конюхова, А.К. Тарховой (1965; $n=12$). **Полевка-экономка** (*M. oeconomus*): 9. среднее течение р. Буреча (Читинская обл., Сохондинский заповедник, устье р. Балбашной), сборы Л.И. Галкиной (1981; $n=15$); 10. р. Самхак (Р. Бурятия, Джидинский р-н, хр. Хамар-Дабан), сборы В.В. Николаева, Л.И. Галкиной (1973; $n=15$); 11. верхнее течение р. Баргузин (Р. Бурятия, Баргузинский р-н), сборы Ю.Г. Швецова (1976; $n=15$).

Собственные сборы полевки Максимовича представлены из 4 точек: 12. урочище «Каменистый ключ» (Читинская обл., Сохондинский заповедник, кордон «Букукун», «предгорная популяция» — высота около 1100 м н. ур. м.),

сборы 1999, 2001, 2003 гг. ($n=56$); 13. оз. Букукунское (Читинская обл., Сохондинский заповедник, «высокогорная популяция» — высота около 2200 м н. ур. м.), сборы 2001, 2003 гг. ($n=17$); 14. пос. Романовка (Р. Бурятия, Еравнинский р-н), сборы 2002, 2003 гг. ($n=28$); 15. оз. Арахлей (Читинская обл., Читинский р-н), сборы 2003 г. ($n=12$). Коллекция музея Читинской противочумной станции: 16. оз. Баунт (Р. Бурятия, Баунтовский р-н), сборы Горяנקова (1981; $n=13$).

В ходе работы было изучено 1225 экземпляров оцифрованных изображений M^3 . Оцифровку производили с помощью фотоаппарата Nikon CoolPix 4500 через бинокулярный микроскоп МБС–2.

Подготовленные изображения зубов анализировали методами геометрической морфометрии (Павлинов, Микешина, 2002) и многомерной статистики. Использовали пакеты прикладных программ: NTSYS, TPS 1.35, APS 2.41, Statistica 5.5.

Методы геометрической морфометрии

Пакет TPS включает в себя несколько программ, разработанных Рольфом (Adams, Rohlf, Slice, 2004), которые позволяют обрабатывать оцифрованные изображения (фотографии или рисунки), получать усредненные (консенсусные) изображения выборок, определять и оценивать направления изменения формы, исключая влияния размерной компоненты изменчивости. Все это, в конечном итоге, позволяет объективно, с помощью методов многомерной статистики, оценивать морфологические различия между популяциями по форме изученных структур.

Файлы с подготовленными изображениями жевательной поверхности M^3 (левые зубы) помещали в отдельный каталог. Для первоначального создания TPS-файлов использовали программу tpsUtil. На готовых изображениях (формат JPEG) производили расстановку меток (landmarks) в программе tpsDig. Для третьего верхнего коренного зуба (M^3) полевки Максимовича выбрали 35 меток, которые расставляли с учетом структуры рисунка жевательной поверхности указанного зуба. Для оценки ошибки измерений провели предварительную работу по повторной расстановке меток на пробных серях одних и тех же изображений коренных зубов. Различия между тремя повторными расстановками меток оказались статистически недостоверными ($p<0,001$), что указывает на стабильность их размещения оператором на объекте. Программа tpsSuper методом наложения (суперимпозиции) с применением Прокрустова анализа позволяет получить консенсусное изображение для каждой выборки, которое можно использовать как для графического сравнения различных популяций между собой, так и для дальнейшей статистической обработки. Многомерную ординацию объектов проводили методом главных компонент формы (PCS) в программе tpsRelw, где координаты каждого объекта выводятся на касательную (тангенциальную) плоскость по отношению к Кендаллову пространству исходных ординат. Полученные в этой плоскости координаты (относительные деформации — relative warps) можно обрабатывать обыч-

ными статистическими методами. Программа APS — метод анализа главных компонент формы, является аналогом программы tpsRelw, но позволяет более эффективно визуализировать и интерпретировать направления изменений формы вдоль каждой из осей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Традиционно, при изучении изменчивости жевательной поверхности коренных зубов полевок, выделяют классы складчатости (Большаков и др., 1980; Мейер и др., 1996), которые отражают усложнение строения жевательной поверхности под действием факторов среды, естественного отбора и компенсаторных механизмов (Воронцов, 1963). Выделение классов складчатости позволяет, с одной стороны, говорить о прерывистой изменчивости морфологических признаков, а с другой, при анализе серий коренных зубов близких видов выявляется непрерывность их изменчивости (Большаков и др., 1980). Кроме того, популяции политипического вида отличаются частотами встречаемости морфотипов (Голенищев, 1982), увеличение числа входящих и выходящих углов жевательной поверхности зуба обычно определяют как «усложнение» его рисунка. В связи с этим, при использовании методов геометрической морфометрии возникают трудности, связанные с появлением новых структур — усложнением зубов в направлении от *simplex* к *variabilis*. Геометрическая морфометрия позволяет избавиться от влияния размеров и учитывать только изменение формы, но при анализе всего набора морфотипов вида или группы видов рассматривается не только изменение формы, но и изменение структуры. По рекомендациям И.Я. Павлинова эта проблема решается путем выяснения закономерностей усложнения рисунка жевательной поверхности коренных зубов, опираясь на непрерывность изменчивости этих признаков. При этом мы имеем возможность проследить направление изменчивости жевательной поверхности, оценив различия между популяциями с помощью статистических методов. А.Г. Васильевым и И.А. Васильевой было предложено еще одно решение проблемы усложнения и изменения структуры: анализировать только один морфотип, например «*typica*», что дает возможность объективно оценивать изменение формы жевательной поверхности зуба у разных внутривидовых групп и разных видов.

При анализе результатов, в первую очередь, было оценено влияние возраста и пола на изменчивость жевательной поверхности М³. Было установлено, что различия между возрастными группами, если исключить заведомо ювенильных особей, оказались не достоверными. Однако были выявлены значимые различия между полами по отдельным направлениям изменения формы жевательной поверхности (по 3 осям из 66), но эти различия оказались, в целом, малы (не более 5% дисперсии) и ими, поэтому, можно было пренебречь.

Внутривидовая изменчивость

Представляло интерес оценить соотношение хронографической, биотопической и географической изменчивости формы M^3 . В анализ были включены три популяции: две сохондинские — предгорная (точка № 12) и высокогорная (№ 13), сборы 2001 и 2003 гг., и географически удаленная от них романовская популяция (№ 14), сборы 2002 и 2003 гг. (рис. 1). Дискриминантный анализ показал, что хронографические различия крайне малы и существенно меньше, чем биотопические (высотная изменчивость), при этом биотопические различия оказались вполне сопоставимыми по размаху с межпопуляционными.

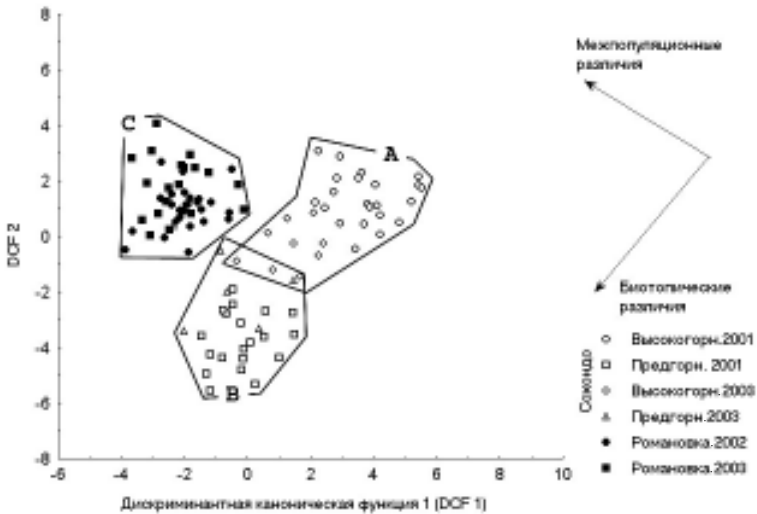


Рис. 1. Сравнение размаха географических, биотопических и хронографических различий по форме рисунка жевательной поверхности M^3 между популяциями:

А — сохондинская высокогорная, В — сохондинская предгорная, С — романовская (пояснения в тексте).

Уникальная сохондинская высокогорная группировка значительно отличается по форме M^3 . Это связано, по-видимому, только с биотопической изменчивостью (высотная изменчивость), поэтому мы исключили ее из дальнейшего анализа при сравнении других географических точек в виду того, что подобных высокогорных популяций в нашем распоряжении не было.

Затем был проведен анализ закономерностей географической изменчивости формы M^3 с помощью метода главных компонент формы (метод APS). Первые три компоненты (главные направления изменения формы — PCS)

объясняют более 80% дисперсии. При этом на первую главную компоненту формы (PCS 1) приходится более 50% дисперсии, PCS 2 — 18,3%, PCS 3 — 10,9% дисперсии. Конфигурации рисунка жевательной поверхности M^3 при максимальном и минимальном значении этих компонент приводятся в виде пар изображений для каждой оси (рис. 2).

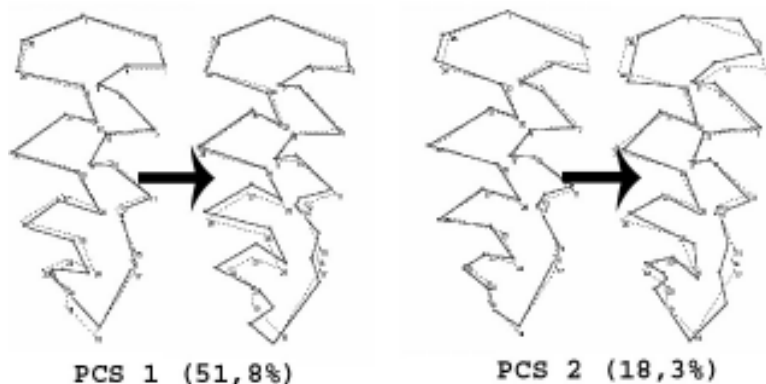


Рис. 2. Закономерности географической изменчивости формы жевательной поверхности M^3 : трансформация вдоль первых двух главных компонент формы (PCS).

По первой главной компоненте изменения формы M^3 (PCS 1) наблюдается усложнение рисунка жевательной поверхности от «typica» до «variabilis», что соответствует направлению изменчивости с юга на север — от монгольской (точка № 3) до баунтовской (№ 16) популяций. Своеобразие западной селенгинской (№ 2) популяции проявилось по второй главной компоненте формы (PCS 2). Здесь наблюдается изменение взаимного положения первой непарной петли и талонидного отдела M^3 , прогибание центральной части зуба и усложнение буккальной части талонуса в направлении «duplicata». Вдоль третьей компоненты формы (PCS 3) проявилась тенденция к возрастанию грацильности у части северных популяций: амалатовская (№ 1) и романовская (№ 14).

Дискриминантный анализ формы M^3 для изученных 8 популяций полевки Максимовича (сохондинская высокогорная популяция была исключена из анализа) показал, что общая конфигурация расположения центроидов хорошо согласуется с географической локализацией рассматриваемых популяций (рис. 3). В нижней части схемы разместились центроиды южных популяций: сохондинской предгорной (№ 12) и монгольской (№ 3); в верхней части — северная баунтовская (№ 16). Положение центроидов западной селенгинской (№ 2) и восточной улунгинской (№ 4) популяций тоже соответствует их географическому расположению.

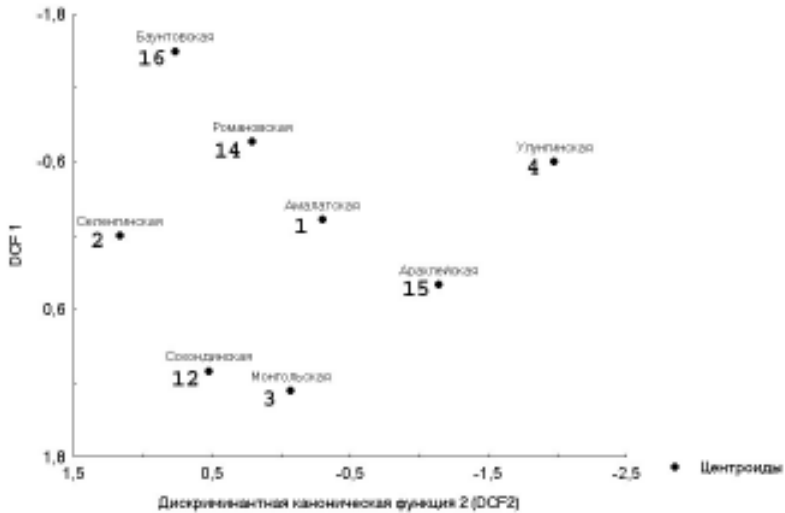


Рис. 3. Результаты дискриминантного анализа формы жевательной поверхности M^3 по значениям относительных деформаций (relative warps) для 8 популяций полевки Максимовича: 1–4, 9–11 — номера выборок (см. «Материал и методы»).

Кластерный анализ (метод UPGMA) обобщенных расстояний Махалано-биса (DI) также отразил взаимное географическое расположение популяций, выделив, как наиболее своеобразные, баунтовскую и улунгинскую популяции.

Своеобразие северной баунтовской популяции обсуждалось нами ранее. Анализ краниологических показателей выявил сильную дифференциацию этой популяции от двух сохондинских популяций: высокогорной и предгорной (Войта, 2002). Аналогичные результаты были получены при сравнении популяций по индивидуальным композициям фенотипических признаков черепа — фенетический анализ показал своеобразие северной баунтовской популяции (Войта, 2004).

В связи с тем, что указанные детальные фенетические и краниологические исследования проводились в основном на нескольких популяциях из собственной коллекции, включая баунтовскую, сохондинскую предгорную и романовскую, представляло интерес сравнить те же популяции и по форме жевательной поверхности M^3 . Результаты дискриминантного анализа показали, что и по форме жевательной поверхности M^3 баунтовская популяция достоверно отличается от сравниваемых с ней более южных группировок: романовской, сохондинской предгорной и арахлейской.

Кластерный анализ (UPGMA) дал сходные результаты и позволил установить, что уровень внутривидовой дивергенции баунтовской популяции довольно высок, и, как нам представляется, сопоставим с подвидовым.

Межвидовые сравнения

Для того чтобы оценить размах внутривидовой изменчивости необходимо было соотнести эту изменчивость с межгрупповой, для чего были взяты две выборки близких видов — муйской (точка № 5) и эворонской (№ 6) полевок (рис. 4), и все выборки полевки Максимовича.

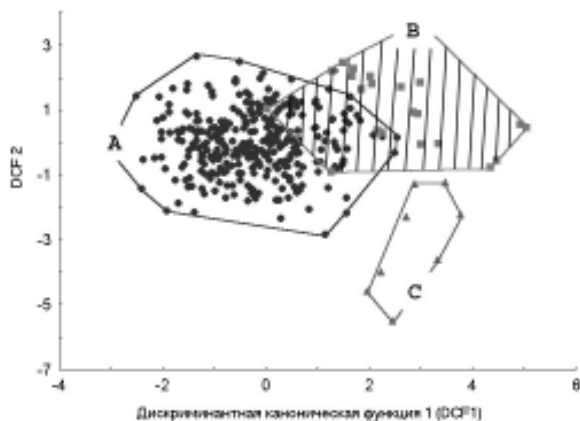


Рис. 4. Различия трех видов полевок по рисунку жевательной поверхности M^2 :
A — *M. maximowiczii*; B — *M. muijanensis*; C — *M. evoronensis*.

Эворонская и муйская полевки отличаются, в целом, от полевки Максимовича сложным рисунком M^2 . Однако, у муйской полевки были обнаружены, наряду со сложными морфотипами, еще и относительно простые (морфотип «turica»), что, на наш взгляд, сближает ее с полевкой Максимовича. В свою очередь, северные группировки полевки Максимовича, включая баунтовскую, имеют значительный процент сложных зубов, приближающий ее по этому показателю к муйской полевке. Подобные факты не были обнаружены для эворонской полевки, возможно, в виду того, что в нашем распоряжении было небольшое количество материала по этому виду (только 8 зубов). Однако результаты проведенного дискриминантного анализа вполне согласуются с возможным направлением формообразования внутри популяционного вида — полевки Максимовича, что выражается в обособлении северных групп, в число которых можно причислить и уже вполне самостоятельный вид — муйскую полевку. Опираясь на результаты анализа, можно также предполагать, что эворонская полевка, скорее всего, дивергировала раньше муйской.

На территории Забайкалья обитает один из нескольких описанных подвидов *Microtus oeconomus* — *M. oec. dauricus* Kastschenko, 1910. По-видимому, особенности условий обитания этого вида в пределах региона обусловили некоторое морфологическое сходство с полевкой Максимовича. В частности, при работе с коллекционными материалами в Зоологическом музее ИСНЭЖ СО РАН мы столкнулись с проблемой перекрытия размаха изменчивости рисунка жевательной поверхности не только M^3 (что известно), но и рисунка M_1 , что очень затрудняет идентификацию указанных видов при их совместном обитании или обитании на смежных участках. В связи с этим была предпринята попытка применить методы геометрической морфометрии для различения полевки-экономки и полевки Максимовича по рисунку жевательной поверхности M^3 . Третий верхний коренной зуб был выбран по причине того, что основной идеей было сравнивать виды по одному морфотипу, а так как классы складчатости описаны более подробно для M^3 (для M_1 выделяются варианты строения по сходству с современными и ископаемыми формами, что относительно затрудняет классификацию), то для анализа был выбран морфотип «туріса», как основной морфотип для многих видов рода *Microtus* (Малева, 1976). В качестве внешней группы в дискриминантном анализе использовались выборки *Microtus fortis* в силу того, что рисунок жевательной поверхности M^3 у этого вида имеет специфическую форму.

Дискриминантный анализ рисунка жевательной поверхности M^3 формы «туріса» трех видов: полевки Максимовича (все выборки), полевки-экономки (выборки из точек №№ 9–11) и большой восточной полевки (№№ 7, 8), показал, что методами геометрической морфометрии можно различать сложные в определении виды даже по одному морфотипу. Это указывает на то, что методы TPS и APS в сочетании с другими многомерными статистическими методами позволяют улавливать «тонкие» различия в, казалось бы, структурно общем для видов морфотипе M^3 .

Таблица. Оценка корректности различения трех видов полевок по форме рисунка жевательной поверхности M^3 формы «туріса»

Виды	Правильность классификации, %	<i>Microtus maximowiczii</i>	<i>Microtus oeconomus</i>	<i>Microtus fortis</i>	<i>n</i>
<i>M. maximowiczii</i>	98	113	1	1	115
<i>M. oeconomus</i>	88	3	22	0	25
<i>M. fortis</i>	92	2	0	22	25

Классификационная матрица (табл.), полученная в ходе дискриминирования указанных видов по значениям относительных деформаций зубов формы «туріса», вполне подтверждает это.

ВЫВОДЫ

1. Выявлены различия по форме жевательной поверхности M^3 у полевки Максимовича, связанные с полом и биотопом. Показано, что размах биотопической изменчивости M^3 , обусловленной обитанием в высокогорье, может быть сопоставим с уровнем межпопуляционных различий.

2. Изучение варьирования рисунка жевательной поверхности M^3 в популяциях полевки Максимовича в Забайкалье, на основе методов геометрической морфометрии, позволило выявить закономерности его (рисунка) географической изменчивости. Показано, что с юга на север наблюдается усиление складчатости зуба, у ряда северных популяций наблюдается возрастание его грацильности, а западная селенгинская группа отличается особым углом наклона передней непарной петли и талонуса M^3 в лингвальном направлении.

3. Анализ изменчивости формы M^3 позволил выявить иерархию внутривидовой дифференциации и популяционной структуры вида в исследованной части ареала. Своеобразие северной баунтовской популяции, обнаруженное по форме и размерам черепа, а также комплексу фенотипических признаков, установлено и по форме M^3 , что подтверждает предположение о подвидовом уровне ее дивергенции.

4. Соотнесение изменчивости формы M^3 полевки Максимовича и близких видов: муйской и эвронской полевок, согласуется с гипотезой их общего происхождения и указывает на относительно большую близость муйской полевки к полевке Максимовича, чем эвронской полевки.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор благодарит научного руководителя — д.б.н. А.Г. Васильева за всестороннюю помощь и поддержку в ходе работы; сотрудников ИЭРиЖ УрО РАН — к.б.н. И.А. Васильеву, к.б.н. И.А. Кузнецову, к.б.н. К.И. Бердюгина, к.б.н. В.И. Беляева, к.б.н. М.В. Чибиряка, к.б.н. Е.Ю. Захарову, М.Е. Гребенникова и А.В. Иванова, а также сотрудников ИСиЭЖ — д.б.н. Ю.Н. Литвинова и к.б.н. А.А. Позднякова за обсуждение и ценные замечания. Благодарю сотрудников Зоологического музея ИСиЭЖ СО РАН и лично д.б.н. Е.И. Жолнеровскую за предоставление уникальных научных коллекций и обсуждение; сотрудника БПИ ДВО РАН — д.б.н. И.В. Картавцеву за помощь при подготовке публикации.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 04-04-48352 и РИ-112/001/249.

ЛИТЕРАТУРА

Большаков В.Н., Васильева И.А., Малеева А.Г. Морфотипическая изменчивость зубов полевок. М.: Наука, 1980. 140 с.

- Васильев А.Г., Васильева И.А., Большаков В.Н. Эволюционно-экологический анализ устойчивости популяционной структуры вида (хроно-географический подход). Екатеринбург, 2000. 132 с.
- Войта Л.Л. Некоторые аспекты экологии и морфологии унградской полевки // Биота горных территорий: история и современное состояние: Материалы конф. молодых ученых. Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2002. С. 18–22.
- Войта Л.Л. Популяционная структура полевки Максимовича (*Microtus maximowiczii* Schrenk, 1858) в Забайкалье: морфологический и фенетический анализ // Экологические механизмы динамики и устойчивости биоты: Материалы конф. молодых ученых. Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2004. С. 42–51.
- Воронцов Н.Н. Неравномерность темпов преобразования органов и принцип компенсации функций // Зоол. ж. 1963. Т. 42. № 9. С. 1289–1305.
- Голенищев Ф.Н. Морфологические особенности и распространение близких видов полевок рода *Microtus*: *M. mujanensis* Orlov et Kovalsk., 1975 и *M. maximowiczii* Schrenk, 1958 // Тр. ЗИН АН СССР. 1982. Т. 115. С. 73–85.
- Громов И.М., Ербаева М.А. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Зайцеобразные и Грызуны. СПб., 1995. 522 с.
- Ковальская Ю.М. Хромосомный полиморфизм полевки Максимовича *Microtus maximowiczii* Schrenk, 1858 (Rodentia, Cricetidae) // Бюлл. МОИП. Биология. 1977. Т. 82. № 2. С. 38–48.
- Майр Э. Зоологический вид и эволюция. М., 1968. 597 с.
- Малева А.Г. Об изменчивости зубов у полевок (Microtinae) // Эволюция грызунов и история формирования их современной фауны. Труды ЗИН АН СССР. 1976. Т. 66. С. 48–57.
- Мейер М.Н., Голенищев Ф.Н., Раджабли С.И., Саблина О.В. Серые полевки (подрод *Microtus*) фауны России и сопредельных территорий. СПб., 1996. 319 с.
- Павлинов И.Я., Микешина Н.Г. Принципы и методы геометрической морфометрии // Журн. общей биол. 2002. Т. 63. № 6. С. 473–493.
- Шварц С.С. Эволюционная экология животных (экологические механизмы эволюционного процесса). Свердловск, 1969. 169 с.
- Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. М.: Наука, 1980. 277 с.
- Шереметьева И.Н., Картавцева И.В., Крюков А.П. Хромосомная и морфологическая характеристика полевки Максимовича *Microtus maximowiczii* gromovi Vorontsov et al., 1988 // Систематика, филогения и палеонтология мелких млекопитающих. СПб., 2003. С. 236–238.
- Adams D.C., Rohlf F.J., Slice D.E. Geometric Morphometrics: Ten Years of Progress Following the 'Revolution' // Ital. J. Zool. 2004. V. 71. P. 5–16.

ПОСЛЕДСТВИЯ ВЕТРОВАЛА ДЛЯ ЛЕСОВ ВИСИМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

И.В. Войтенко

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

На сегодняшний день выявлен достаточно большой комплекс факторов, влияющий на вывал деревьев ветром (Межибовский, 1968, 1970; Турков, 1979; Белов, 1983). По мнению Е.Б. Скворцовой с соавторами (1983), факторы, влияющие на подверженность древостоев к вываливанию ветром, могут быть: орографическими, климатическими, почвенно-гидрологическими, биологическими и хозяйственными. Использование геоинформационных технологий позволяет на качественно новом уровне выполнить анализ последствий воздействия природных нарушений на лесной покров.

Исследована устойчивость древостоев к вывалу ветром в зависимости от: типа рельефа местности, экспозиции склонов, а также от такого комплексного фактора, как тип лесорастительных условий (ТЛУ). Объектом исследований являлись лесные массивы Висимского государственного природного биосферного заповедника. Ветровал, произошедший здесь 5–6 июня 1995 г., характеризовался отложением мокрого снега на кроны деревьев, что, при сильном ветре (16–18 м/с), привело к массовому вывалу деревьев на территории заповедника (Успен, 2000).

Исследование влияния природных нарушений на лесной покров Висимского заповедника проводилось на основе выполнения пространственного анализа с помощью ГИС-технологий. В качестве основы для построения тематических слоев служили топографическая карта масштаба 1:200000 и планы лесонасаждений, а для создания базы данных использованы материалы инвентаризации лесного фонда, подготовленные Нижегородской экспедицией ФГУП «Поволжский леспроект» в ходе лесоустроительных работ на территории заповедника в 2000 г. Ландшафтное деление и классификация ТЛУ производились на основе работ Б.П. Колесникова и В.Г. Туркова при участии В.А. Кирсанова и Р.С. Зубаревой (1977).

При наложении тематических слоев рельефа местности и насаждений получена карта, характеризующая пространственное распределение поврежденных ветровалом насаждений. Анализ показал, что ветровалу и бурелому подвержены древостои всех природных территориальных комплексов. Повреждаемость явно зависит от рельефа местности, как фактора, распределяющего ветровые потоки. При этом, в выделяемой нами группе факторов он является определяющим, а все остальные — зависящими от него. Максималь-

ные повреждения приурочены к наветренным склонам, к наиболее высоким точкам рельефа и к пониженным элементам рельефа в виде линий водосбора, межгорным седловинам и поймам рек.

ТЛУ также оказывает влияние на распределение повреждений лесных насаждений ветром, но зависимости выражены не так ясно. Поскольку данный показатель является комплексным, то роль фактора, определяющего величину повреждаемости древостоев, в каждом конкретном случае занимает один из факторов лесорастительных условий, таких как увлажнение, глубина и механический состав почв и другие. Имеется тенденция снижения ветровальности древостоев при переходе от гидроморфных аккумулятивных к литоморфным элювиальным экотопам. Статистически доказана взаимосвязь природно-территориальных комплексов и составляющих их ландшафтов и экотопов (ТЛУ) с величиной ветровала, что может быть использовано для объяснения «избирательности» и повторяемости ветровалов в лесных массивах, занимающих определенные элементы рельефа.

Применение ГИС-технологий значительно облегчило понимание процессов влияния рельефа на повреждаемость древостоев. Выполненная работа является этапом к моделированию и прогнозированию ветровальных нарушений, к оценке ущерба, наносимых ими лесному хозяйству.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ НЕСЕРНЫХ ПУРПУРНЫХ БАКТЕРИЙ В ПЛАНКТОНЕ И ПЕРИФИТОНЕ РЯДА ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗАБАЙКАЛЬЯ

В.В. Галямина*, С.П. Бурюхаев**

** Институт экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН, г. Пермь*

*** Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ*

Фототрофные бактерии для своей жизнедеятельности используют энергию солнца. Фототрофные несерные пурпурные бактерии (НПБ) обладают пластичным метаболизмом, что обеспечивается широким набором ферментов (Кондратьева и др., 1989). Эти бактерии легко поддаются культивированию на простых средах и потому являются удобными объектами биотехнологии. По содержанию белка, некоторых ценных аминокислот, витаминов и убихинонов (Q8–Q10) они существенно превосходят широко используемые хлореллу и дрожжи. Также НПБ способны к эффективной переработке различных токсичных соединений (Гоготов, 1988; Зинченко, 1988; Гоготов, Горленко, 1995; Белевич, 2002) и могут успешно применяться в системах биологической очистки городских сточных вод.

Цель настоящей работы заключалась в изучении распространения несерных пурпурных бактерий в природных водах Забайкалья, различающихся по ряду физико-химических параметров.

Отбор проб воды и обрастаний каменистых субстратов производили в конце весны (28–31 мая) 2004 г. в Баргузинской долине и районе г. Улан-Удэ. Обрастания с камней в размере одной стандартной площадки — 0,0115 м² — счищали жесткой кисточкой и смывали водой из соответствующего источника.

Температуру воды измеряли электронным термометром фирмы «Prima» (Сингапур). Кислотность среды и окислительно-восстановительный потенциал определяли с помощью полевого рН-метра И-102.

В лабораторных условиях в пробах определяли концентрацию минеральных веществ по общепринятой методике определения сухого веса (Лурье, Рыбникова, 1966). Учет общей численности бактерий вели методом прямого счета (Пименова и др., 1971) под микроскопом BIOLAR PI. Численность фототрофных бактерий учитывали путем посева серийных разведений природного материала на селективную среду Пфеннига (Кузнецов, Дубинина, 1989). Посевы инкубировали во флаконах объемом 40 мл с герметичными резиновыми пробками при температуре 20–25°C и 40–45°C при естественном освещении. Содержание бактерий в 1 м³ планктона находили путем перевода количества бактерий в 1 мл пробы (по результатам предельных разведений). Для определения численности бактерий в 1 м² обрастаний использовали формулу:

$$N = v_1 n / v_2 s,$$

(Вербина, 1980), где N — количество бактериальных клеток, млрд кл./м² обрастаний; n — количество бактериальных клеток, тыс./мл пробы; v_1 — объем смывной жидкости; v_2 — объем пробы взятой для посевов, мл; s — площадь субстрата пробы, м².

Для исследуемых вод характерны следующие экологические условия (таблица): 1) температура варьирует в широких пределах — от 5,6°C до 59,2°C; 2) кислотно-щелочной баланс сдвинут в щелочную сторону — рН=7,9–9,4; 3) значительные различия по окислительно-восстановительному потенциалу (наиболее высокий — в литоральной зоне озера Байкал — 440 милливольт, наименьший — в Кучигерском термальном источнике — 45 милливольт); 4) по степени минерализации воды характеризуются как пресные (соленость менее 500 мг/л), среди которых выделяются слабоминерализованные — с содержанием солей — 51–85 мг/л (озеро Байкал, река Баргузин, река Селенга) и воды с умеренной минерализацией — 120–270 мг/л (Кучигерский и Аллинский термальные источники).

В целом, фототрофные несерные пурпурные бактерии получают слабое развитие в планктоне и перифитоне вод Забайкалья и значительно уступают по численности общему количеству бактерий. В прибрежной зоне Байкала содержание

Таблица. Физико-химическая и бактериологическая характеристика вод Забайкалья

Место отбора проб	t, °C	pH	Eh, (мВ)	Минерализация, мг/л	N _{ф.б.} , кл./м ³ (м ²)	N _{ф.б.} , % от N _{б.}
Оз. Байкал, 3 км к северу от г. Гремячинска: - вода в прибрежье; - валуны (d – 10-25 см)	5,6	7,9	440	51	0,01×10 ⁶ 0,01×10 ⁶	0,003 0,00051
Р. Баргузин, верховье Баргузинской долины у д. Таза: - вода; - галька (d – 1-5 см), валуны	7,3	8,0	320	59	0,1×10 ⁶ 4,5×10 ⁶	0,01 1,0
Р. Баргузин, низовье Баргузинской долины у пос. Баргузин: - вода; - галька (d – 1-6 см)	19,1	8,7	391	72	0,1×10 ⁶ 1,0×10 ⁶	0,0051 0,061
Р. Селенга, 10 км ниже г. Улан-Удэ - вода; - галька, валуны (d – 1-2 см)	12,7	8,2	400	85	1,0×10 ⁶ 0,1×10 ⁶	0,045 0,003
Аллинский термальный источник: - вода 0,6 м от излива; - валуны (d – до 12 см); - вода на стоке с термального поля; - галька, валуны	59,2 13,0	9,4 8,7	40 115	270 120	0,1×10 ⁶ 4,5×10 ⁶ 0,1×10 ⁶ 4,5×10 ⁶	0,05 0,13 0,02 0,19
Кучигерский термальный источник: - вода на изливе в колодце - галька из ручья (d - 1-8 см) в 5 м от колодца	24,2 19,5	9,4 9,4	45	243	10×10 ⁶ 450×10 ⁶	3,6 15,625

Примечание: N_{ф.б.} – количество фототрофных (несерных пурпурных) бактерий,
N_{б.} – общее количество бактерий.

фототрофов не превышает 0,003% от общего количества бактерий. Здесь НПБ достигают лишь 10000 кл./м³ (м²). В Аллинском термальном источнике содержание фототрофных бактерий также невелико — до 4,5 млн кл./м³ (м²), что составляет 0,19% от общего количества бактерий. В реке Баргузин, несмотря на довольно низкую температуру воды — 7,3°C, доля фототрофных бактерий в бактериоперифитонном сообществе достигает 1% (4,5 млн кл./м²). Наиболее массовое распространение несерные пурпурные бактерии получают в Кучигерском термальном щелочном источнике: в бревенчатом колодце над грифоном (местом излива воды) численность фототрофов составила 10 млн кл./м²; в бактериальных обра-

станциях гальки из ручья возле колодца содержание пурпурных бактерий достигло 450 млн кл./м² или 15,6% от общего количества бактерий.

Наблюдается некоторая положительная связь численности НПБ с температурными условиями. При этом, несмотря на способность роста многих видов пурпурных бактерий при температуре до 70°C и выше (Определитель..., 1997), массового их развития в Аллинском термальном источнике (59°C) не наблюдается.

В целом, изучаемые воды можно отнести к олиготрофному типу со слабым поступлением биогенов, низким содержанием органического вещества и высоким окислительно-восстановительным потенциалом (Романенко, 1985; Константинов, 1986). При наличии в такой воде сульфатов несерные пурпурные бактерии способны активно осуществлять процесс сульфатредукции, что ведет к снижению окислительно-восстановительного потенциала. Этим можно объяснить более интенсивное развитие НПБ в водах с низким окислительно-восстановительным потенциалом.

ЛИТЕРАТУРА

- Белевич И.О. Изучение механизмов адаптации пурпурных бактерий в ответ на действие природных оксидантов. Автореф. дис... канд. биол. наук. Пермь, 2002. 24 с.
- Вербина Н.М. Гидромикробиология с основами общей микробиологии. М.: Пищевая промышленность, 1980. 288 с.
- Гоготов И.Н. Перспективы использования азотфиксирующих фототрофных бактерий в биотехнологии // Фототрофные микроорганизмы. Пушкино, 1988. С. 95–107.
- Гоготов И.Н., Горленко В.М. Влияние условий культивирования на состав хинонов пурпурных бактерий и пресноводных эритробактерий // Микробиология. 1995. Т. 64. Вып. 6. С. 772–775.
- Зинченко В.В. Генная инженерия пурпурных бактерий // Фототрофные микроорганизмы. Пушкино, 1988. С. 36–43.
- Кондратьева Е.Н., Максимова И.В., Самуилов В.Д. Фототрофные микроорганизмы: Учебное пособие. М.: Изд-во МГУ, 1989. 376 с.
- Константинов А.С. Общая гидробиология: Учеб. для студентов биол. спец. вузов. М.: Высш. шк., 1986. 472 с.
- Кузнецов С.И., Дубинина Г.А. Методы изучения водных микроорганизмов. М.: Наука, 1989. 288 с.
- Лурье Ю.Ю., Рыбникова А.И. Химический анализ производственных сточных вод. М.: Химия, 1966. 280 с.
- Определитель бактерий Берджи / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейли и С. Уильямса. 9-е изд. Т. 1. М.: Мир, 1997. 431 с.
- Пименова М.Н., Гречушкина Н.Н., Азова Л.Г. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1971. 222 с.
- Романенко В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. Л.: Наука, 1985. 296 с.

ФАУНА КРУПНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ВОЛГО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА В ГОЛОЦЕНЕ

В.В. Гасилин

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Проанализированы оригинальные и литературные данные результатов определения более 244000 костных остатков из 96 археологических памятников, расположенных в южной полосе современной лесостепной зоны и 123 памятников из северной полосы зоны лесостепь (Цалкин, 1958; Петренко, 1984; Косинцев, 1994; Гасилин, 2002). Проведен анализ видового состава фауны для следующих периодов: пребореал-бореал (PB-BO), атлантик (AT 1–2, AT 3), суббореал (SB 1, 2, 3), субатлантик (SA 1, 2, 3). Данные по фауне XVIII-XIX вв. приведены по результатам анализа исторических документов (Кириков, 1959).

Обнаруженные виды крупных млекопитающих можно условно отнести к нескольким ландшафтно-экологическим группам: зональные — лесостепные виды (*Meles meles*, *Sus scrofa ferus*, *Cervus elaphus*, *Capreolus pygargus*, *Alces alces*); экстрazonальные — степные, полупустынные и лесные виды (*Marmota bobac*, *Vulpes corsac*, *Mustela eversmanni*, *Gulo gulo*, *Lynx lynx*, *Equus gmelini*, *E. hemionus*, *Camelus ferus*, *Rangifer tarandus*, *Bos primigenius*, *Saiga tatarica*); интразональные (*Lepus sp.*, *Castor fiber*, *Vulpes vulpes*, *Canis lupus*, *Martes foina*, *Mustela erminea*, *Ursus arctos*, *Lutra lutra*).

На протяжении голоцена зональные и интразональные группировки были представлены более или менее полным видовым составом (таблица).

Таблица. Количество видов ландшафтно-экологических группировок в границах современной лесостепной зоны в голоцене

Группа	PB-BO	AT 1-2	AT 3	SB 1	SB 2	SB 3	SA 1	SA 2	SA 3	XVIII-XIX вв.	Всего видов
Зональная	2	5	3	4	5	5	5	5	2	4	5
Экстрazonальная	2	5	2	4	6	2	5	5	0	4	11
Интразональная	4	5	6	6	7	7	8	7	1	8	8

Экстрazonальные виды редки в материалах, но присутствуют во всех изученных временных срезах, причем число зафиксированных степных видов выше в южной полосе лесостепи.

Зональные виды. В отложениях наиболее часто встречаемы костные остатки лося и косули — 69,7% и 26,8% зональных копытных. Остатки барсука, кабана

(2,9%) и оленя благородного (0,6%) встречены в небольших количествах, однако эти виды обитали в лесостепи, видимо, на протяжении всего голоцена.

Интразональные виды. Среди видов этой группировки чаще и в большем количестве встречались бобр и медведь.

Экстразональные виды. Хорь степной обитал в голоцене в южной лесостепи. В северной полосе он отмечен для теплого SB 2. Кулан доходил до северной лесостепи также в SB 2 и, как и сайга, в потепление SA 2. Следует учитывать, что выборки костей и число местонахождений для этих периодов больше, чем для остальных, и это может быть объяснением встречаемости видов.

Тарпан обитал на территории современной лесостепи в течение всего голоцена, однако в SB 1 здесь появляется домашняя лошадь и, начиная с отложений этого времени, оценка доли его в костных остатках становится проблематичной. Верблюд дикий найден в отложениях раннего голоцена (стоянка Чекалино II эпохи мезолита). Это самая поздняя (и единственная) находка дикой формы на территории Европы. Домашний верблюд появляется в Волго-Уральском регионе в SB 2 (бронзовый век). Крупный и мелкий рогатый скот появляются в AT 1–2. В SB 1 (эпоха энеолита) появилась лошадь и в SB 2 — домашняя свинья.

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЛИСТЬЕВ *BETULA PENDULA* И *B. PUBESCENS* В ЕСТЕСТВЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ И КУЛЬТУРАХ НА УРАЛЕ

В.Д. Горбунова*, П.К. Юдина, С.В. Мигалина****

* *Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург*

** *Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург*

Береза относится к основным лесообразующим породам и широко распространена в разных климатических зонах Евразии: от лесотундры до лесостепи. Настоящая работа является составной частью цикла исследований, посвященных изучению закономерностей внутривидовой изменчивости берез Урала в естественных и модельных популяциях (Махнев, 1987). Изучение изменчивости биохимических и физиологических показателей вдоль широтного градиента необходимо для выявления механизмов адаптации к условиям среды.

Важной физиологической характеристикой растения является конструкционная цена (СС) листьев. СС — это энергетические затраты на образование единицы массы растения, которые выражаются количеством глюкозы, необходимым для образования 1 г сухой массы (Пьянков и др., 2001). СС отражает эффективность превращения солнечной энергии и может быть использована для оценки устойчивости видов к экологическому стрессу.

Цель работы: изучение географической изменчивости химического состава листьев *Betula pendula* и *B. pubescens* в естественных популяциях и культурах.

Содержание химических веществ изучено в листьях *B. pendula* и *B. pubescens* в естественных популяциях в 6 точках широтного ряда: пос. Бреды, г. Троицк, г. Екатеринбург, пос. Октябрьское, пос. Березово, г. Салехард; и в культурах, полученных из семян популяций соответствующего происхождения. Культуры были заложены в 1971–1974 гг. в лесном массиве пригородного Уралмашевского лесхоза к северу от Екатеринбурга (Махнев, 1977). Сбор материала проводили в 2002–2004 гг. Для анализа использовали полностью сформированные листья средней части кроны, среднюю пробу листьев брали с 15 деревьев. Определяли общее содержание азота, углерода, минеральных веществ, органических кислот, нитратов. Расчет СС в г глюкозы на г сухой массы листа производили по методу Vertregt и Penning de Vries, при этом СС складывается из трех составляющих: углеродной (С), минеральной (Мин) и белковой (N) и рассчитывается по формуле:

$$CC = \left(-1,041 + 5,077 \frac{C}{1000 - Мин} \right) \frac{1000 - Мин}{1000} + \left(5,325 \frac{N - \frac{NO_3}{4,229}}{1000} \right)$$

где С — содержание углерода (мг/г), Мин — общее содержание минеральных веществ (мг/г), N — общее содержание азота (мг/г), NO_3 — содержание нитратов (мг/г).

Обнаружена межгодовая изменчивость большинства изученных химических параметров (рис. 1), что связано с различием погодных условий. Лето 2004 г. отличалось более высокой температурой и пониженной влажностью и в 2004 г., по сравнению с 2002 и 2003 гг., обнаружено пониженное содержание N и нитратов и повышенное отношение С к N. 2003 г. отличался повышенным содержанием минеральных веществ и нитратов в листьях и пониженным — органических кислот. С увеличением средней температуры сезона возросло отношение С к N, уменьшалось содержание N. Определенной зависимости содержания органических кислот, минеральных веществ и нитратов от температуры текущего сезона не обнаружено. СС у *B. pubescens* при повышении температуры уменьшалась за счет уменьшения содержания С. У *B. pendula* содержание С и СС были постоянными.

Обнаружена тенденция к увеличению содержания минеральных веществ в северных и южных популяциях двух видов (рис. 2). Содержание органических кислот у *B. pendula* повышалось в крайних точках широтного ряда, а у *B. pubescens* — уменьшалось с юга на север.

Содержание N у обоих видов увеличивалось в северных популяциях, при этом содержание N отрицательно коррелирует с температурой текущего сезона

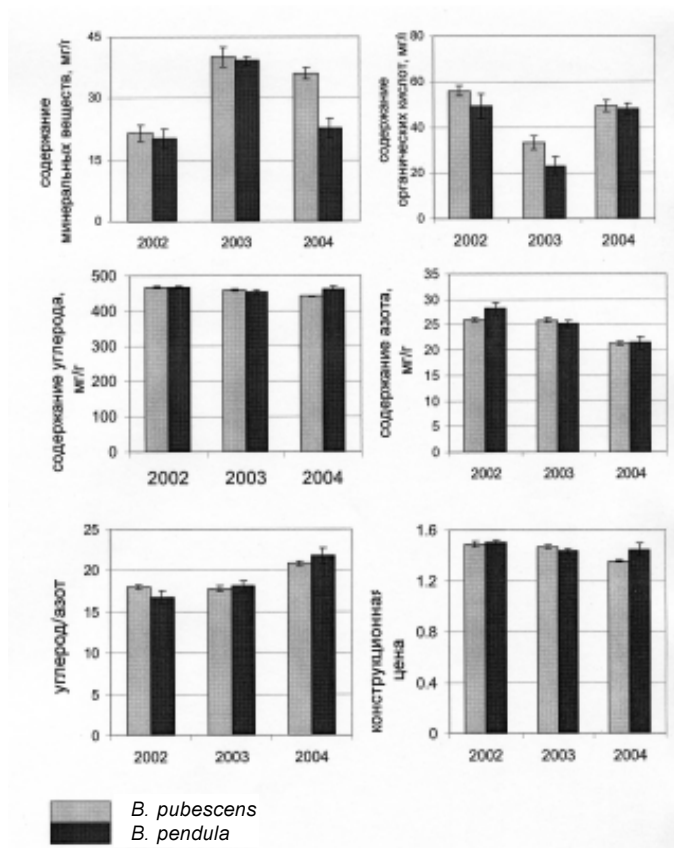


Рис. 1. Межгодовая изменчивость химических параметров листьев *B. pendula* и *B. pubescens* в географических посадках (культурах).

(содержание N у обоих видов увеличивалось в условиях низких температур). Это может быть связано с активацией фотосинтетического аппарата в условиях холодного стресса. Возможно, стратегия березы в условиях пониженной температуры проявляется в увеличении скорости роста и формировании более активного ферментного комплекса. Также N может использоваться для синтеза вторичных соединений, которые повышают устойчивость растений.

Не обнаружено определенных закономерностей в содержании нитратов в листьях берез вдоль широтного ряда. Содержание углерода и СС вдоль широтного градиента у обоих видов оставалось постоянным.

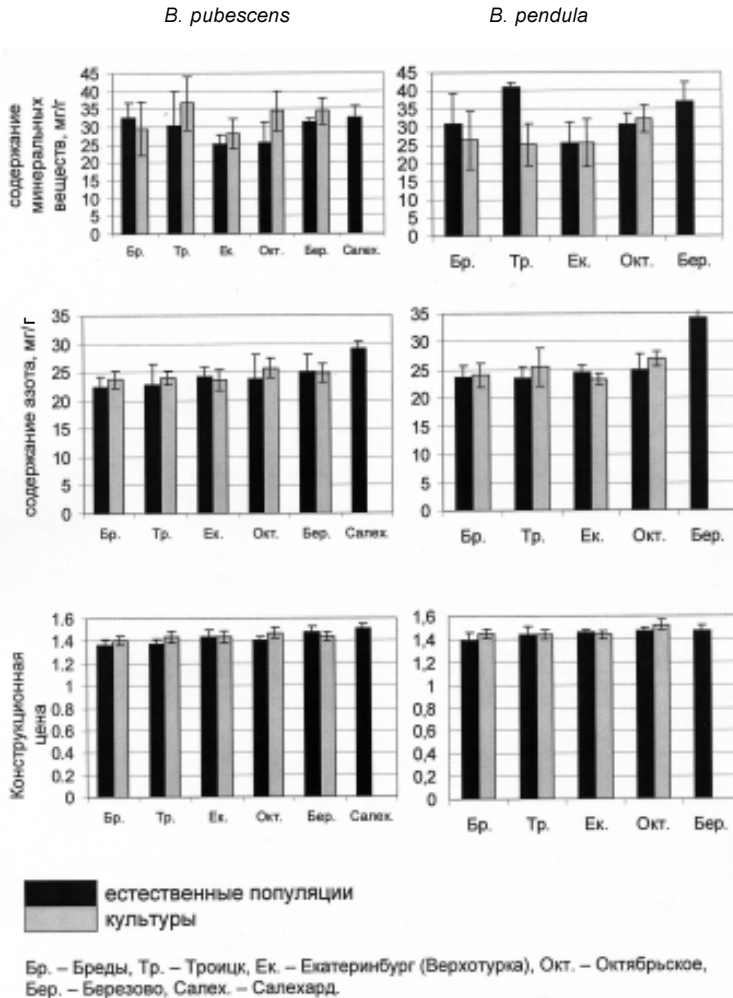


Рис. 2. Географическая изменчивость химических параметров листьев *B. pendula* и *B. pubescens* в естественных популяциях и культурах (средние значения за три года).

Достоверные отличия по показателям химического состава между популяциями различного географического происхождения, выращенными в одинаковых условиях, отсутствуют. В то же время нет достоверных отличий по изученным

показателям между естественными популяциями и культурами соответствующего происхождения. Изменения химического состава листьев географических культур повторяли тенденции, обнаруженные в естественных популяциях.

Таким образом, химический состав листьев изученных видов берез зависел от погодных условий сезона и географического положения популяции.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты №№ 02–04–49395, 02–04–63001, 02–04–63163).

ЛИТЕРАТУРА

Махнев А.К. Внутривидовая изменчивость и популяционная структура берез. М., 1987, 128 с.

Пьянков В.И., Иванов Л.А., Ламберс Х. Конструкционная цена растительного материала у видов бореальной зоны с разными типами экологических «стратегий» // Физиология растений. 2001. Т. 48. № 1. С. 81–88.

ПРЕСНОВОДНЫЕ МОЛЛЮСКИ СЕМЕЙСТВ ACROLOXIDAE, PLANORBIDAE И BULINIDAE УРАЛА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ ПО ДАННЫМ ЗООЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ ИЭРИЖ

М.Е. Гребенников*, А.В. Каримов**

* *Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург*

** *Омский госпедуниверситет*

В Зоологическом музее ИЭРИЖ УрО РАН проведена ревизия видовых определений на основе современной систематики пресноводных моллюсков трех семейств. По состоянию на апрель 2004 г. коллекция по данной группе включает 669 музейных номеров, 3996 экземпляров. Сборы за период 1947–2003 гг. из различных частей Уральской горной страны и прилегающих районов, в регионах: Тюменская (ЯНАО, ХМАО), Пермская, Свердловская, Челябинская, Оренбургская, Курганская области и Башкирия, единичные — на сопредельной территории Казахстана (Кустанайская область).

Установлено обитание 32 видов моллюсков (Acroloxidae — 1, Bulinidae — 3 и Planorbidae — 28). В приведенном ниже списке указаны: зоогеографическая характеристика, бассейны рек и физико-географические части Урала, где обнаружен данный вид. Принятые сокращения: Гол. — голарктический, Пал. — палеарктический, Сиб — сибирский, ЕЗС — европейско-западносибирский, ЕЮЗС — европейско-югозападносибирский виды; ОИ — Обь-Ир-

тышский, ВК — Волжско-Камский, УЭ — Урало-Эмбский, Тур. — Тургайский бассейны; ПУ — Полярный Урал, ПрУ — Приполярный Урал, СевУ — Северный Урал, СрУ — Средний Урал, ЮУ — Южный Урал.

Acroloxidae: *Acroloxus lacustris* ЕЗС, ОИ (СрУ и ЮУ), ВК (СрУ и ЮУ).
Bulinidae: *Planorbarius corneus* ЕЗС, ОИ (ПУ, СевУ, СрУ, ЮУ), ВК (СрУ), УЭ. *Pl. purpura* ЕЗС, ОИ (СевУ, СрУ, ЮУ), ВК (СрУ), УЭ. *Pl. adelosus* ЕЮЗС, ОИ (ЮУ), ВК (СрУ), УЭ. **Planorbidae:** *Planorbis planorbis* ЕЗС, ОИ (ПУ, СевУ, СрУ, ЮУ), ВК (СрУ, ЮУ), УЭ, Тур. *Pl. carinatus* ЕЮЗС, ОИ (ЮУ). *Anisus hypocyrtus* ЕЗС, ОИ (СрУ, ЮУ), ВК (СрУ). *A. vortex* ЕЗС, ОИ (ПрУ, СрУ, ЮУ), ВК (СрУ), УЭ. *A. bavaricus* ЕЮЗС, ОИ (ЮУ). *A. contortus* ЕЗС, ОИ (ПУ, ПрУ, СевУ, СрУ, ЮУ), ВК (СрУ, ЮУ), УЭ. *A. crassus* ЕЗС, ОИ (СрУ, ЮУ), ВК (СрУ). *A. albus* ЕЗС, ОИ (ПУ, СевУ, СрУ, ЮУ), ВК (СрУ, ЮУ), УЭ. *A. draparnaldi* ЕЗС, ОИ (СевУ, ЮУ). *A. stelmachoeitus* ЕЗС, ОИ (СевУ, СрУ, ЮУ), ВК (СрУ, ЮУ). *A. stroemi* Пал., ОИ (СевУ, СрУ, ЮУ), ВК (СрУ, ЮУ), УЭ. *A. acronicus* Пал., ОИ (ПУ, СевУ, СрУ, ЮУ), ВК (СрУ, ЮУ), УЭ. *A. baicalicus* Сиб, ОИ (СрУ). *A. spirorbis* ЕЗС, ОИ (СевУ, СрУ), ВК (СрУ). *A. leucostoma* ЕЗС, ОИ (ПУ, СевУ, СрУ), УЭ. *A. dazuri* ЕЮЗС, ОИ (СрУ, ЮУ), УЭ. *A. laevis* ЕЗС, ОИ (СрУ). *Armiger crista* ЕЮЗС, ОИ (СрУ, ЮУ), ВК (ЮУ). *A. bielzi* ЕЮЗС, ОИ (ЮУ). *A. eurasiticus* Гол., ОИ (ЮУ). *Hippeutis diaphanella* ЕЮЗС, ОИ (СрУ, ЮУ), ВК (СрУ). *H. euphaea* ЕЮЗС, ОИ (СрУ, ЮУ). *Choanomphalus riparius* ЕЮЗС, ОИ (СрУ). *Ch. rosmaessleri* ЕЗС, ОИ (ЮУ). *Segmentina servaini* ЕЮЗС, ОИ (ЮУ). *S. molytes* ЕЮЗС, ОИ (СрУ, ЮУ). *S. oelandica* ЕЮЗС, ОИ (СрУ, ЮУ), ВК (ЮУ). *Ancylus fluviatilis* ЕЮЗС, ОИ (СевУ, СрУ, ЮУ), ВК (СрУ, ЮУ), УЭ.

Для двух видов уточняется граница ареала. Для *A. baicalicus*, описанного из оз. Байкал и позднее обнаруженного в бассейне р. Енисея, зарегистрировано самое западное местонахождение вида (Свердловская обл., Пышминский р-н, окр. пос. Нагибино). Вид *A. fluviatilis* обнаружен в Обь-Иртышском бассейне только в горной зоне (СевУ, СрУ и ЮУ) и, скорее всего, примерно по восточной границе Уральской горной страны проходит восточная граница ареала. Местонахождение *A. laevis* на Среднем Урале требует изменения его статуса с европейского вида на европейско-западносибирский. Достаточно редко встречающимися в Европейской части России и Западной Сибири являются виды *Ch. riparius* и *Ch. rosmaessleri*. *Pl. carinatus* — предложен для включения в Красную книгу Челябинской области. Его единственное местобитание на Урале (Ильменский заповедник), возможно, реликтового происхождения, удаленное от основного ареала. В целом, фауна данного региона носит европейско-западносибирский характер.

Работа поддержана грантом «Университеты России — фундаментальные исследования» УР.07.01.442.

ЛЕЙКОЦИТАРНАЯ ФОРМУЛА РУКОКРЫЛЫХ СМОЛИНСКОЙ ПЕЩЕРЫ

П.А. Гробов*, О.Л. Орлов*,**

* Уральский госпедуниверситет, г. Екатеринбург

** Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Иммунная система млекопитающих является одной из наиболее чувствительных к воздействию фактора радиоактивности (Захаров и др., 2000). В качестве модельных объектов при проведении подобного рода исследований используются грызуны (Пашнина, 2001). В радиационной медицине и ветеринарии накоплено немало данных по влиянию радиоактивности на гематологические и иммунологические параметры домашних животных и человека. Обнаружение в зоне воздействия ПО «Маяк» феномена аккумуляции и переноса летучими мышами радионуклидов (Тарасов и др., 1998; Смагин и др., 2000) позволяет провести подобного рода исследования и на рукокрылых. В ходе выполнения работ планируется изучение иммунологических параметров рукокрылых из зоны воздействия ПО «Маяк» (Сугомакская пещера, выводковые колонии в черте г. Озерска и в окрестностях г. Кыштыма Челябинской области) и из «чистых» территорий (в частности, Смолинская пещера и ее окрестности).

На первом этапе работы целью исследования являлась, в основном, отработка методики забора крови и изготовления препаратов в «пещерных» условиях и получение первичного материала по лейкоцитарным формулам рукокрылых разных видов. Параллельно оценивалось влияние половой и видовой принадлежности рукокрылых на соотношение лейкоцитов.

В марте-апреле 2005 г. в Смолинской пещере отловлено 13 зимующих летучих мышей обоих полов 3 видов. Забор крови осуществлялся путем декапитации. Изготовление мазков осуществлялось по стандартной методике. Окрашивание мазков осуществлялось по Романовскому-Гимзе. Отработка методики определения лейкоцитарной формулы осуществлялась на зимующих рукокрылых, поскольку, по нашему мнению, у животных в состоянии гипобиоза во время спячки гематологические параметры не подвержены столь быстрым изменениям, по сравнению с животными в активном состоянии. Результаты отражены в таблице.

Статистическая обработка результатов (дискриминантный анализ) не показала достоверных отличий между видами и между различными полами животных по соотношению лейкоцитов, возможно, из-за малого коли-

Таблица 1. Соотношение лейкоцитов в крови рукокрылых разных видов

№ п/п	Вид	пол	Лейкоциты, %			
			палочкоядерные	сегментоядерные	моноциты	лимфоциты
1	<i>M. dasycneme</i>	самец	1	57	12	30
2	<i>M. dasycneme</i>	самец	2	21	62	15
3	<i>M. brandtii</i>	самец	0	40	19	41
4	<i>M. daubentonii</i>	самка	0	48	22	30
5	<i>M. daubentonii</i>	самка	0	49	1	50
6	<i>M. dasycneme</i>	самка	0	71	2	27
7	<i>M. dasycneme</i>	самец	0	30	3	67
8	<i>M. daubentonii</i>	самка	0	66	6	28
9	<i>M. daubentonii</i>	самец	0	18	2	80
10	<i>M. dasycneme</i>	самка	0	38	10	52
11	<i>M. daubentonii</i>	самец	4	35	19	42
12	<i>M. daubentonii</i>	самец	2	16	22	60
13	<i>M. dasycneme</i>	самка	0	10	37	53

чества данных. Не отмечено внешних отличий в морфологии форменных элементов крови различных видов летучих мышей. Тем не менее, мы считаем, что полученные результаты вполне могут быть сопоставимы с результатами, которые предполагается получить на радиационно загрязненной территории.

Авторы признательны медикам лабораторно-диагностического отделения клинической больницы № 6 г. Екатеринбурга за помощь в проведении исследований. Работа выполнена при поддержке грантов НШ-237.2003.4 и УР.07.01.442.

ЛИТЕРАТУРА

- Захаров В.М., Чубинишвили А.Т., Дмитриев С.Г. и др. Здоровье среды: практика оценки. М.: Центр экологической политики России, 2000. 320 с.
- Пашнина И.А. Состояние иммунной системы лесных мышей, обитающих в условиях радионуклидного загрязнения // Современные проблемы популяционной, исторической и прикладной экологии: Материалы конф. молодых ученых. Екатеринбург: «Екатеринбург», 2001. С. 173–177.
- Смагин А.И., Тарасов О.В., Любашевский Н.М., Орлов О.Л. Роль рукокрылых в зоо-генной миграции радионуклидов // Вопросы радиационной безопасности: Науч.-практ. журн. ПО «Маяк». 2000. №3 (19). С. 64–71.
- Тарасов О.В., Покаржевский А.Д., Мартюшов В.З. Перенос радионуклидов летучими мышами // Биоиндикация радиоактивных загрязнений. М.: Наука, 1998. С. 347–353.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИЙ МЕТОДАМИ ФИТОИНДИКАЦИИ

А.В. Дмитриева*, Ю.В. Михеева*, Е.В. Уханова*, О.П. Новикова**

*МОУ «СОШ № 9», г. Миасс,

** МОУ «СОШ № 4», г. Миасс

Составной частью экологического мониторинга является фитомониторинг, а важным методом индикации параметров среды с помощью растительности — фитоиндикация. Экспресс методом оценки качества воздуха урболандшафтов можно считать анализ морфо- и биометрических показателей древесных насаждений.

В ходе исследований заложено 13 пробных площадей в разных частях г. Миасс; сняты промеры (высота, ширина и площадь) с 825 листьев, принадлежащих 7 видам деревьев и кустарников; произведено измерение грузопотока на участках магистральных улиц; определен уровень загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта (по концентрации СО). Несмотря на то, что данное вещество не фитотоксично, его содержание должно отражать, по нашему мнению, суммарный эффект значимо опасных для растений компонентов.

Интенсивность грузопотока на сравниваемых магистралях в утренние часы составила 180–1384 автомобилей (авт.)/час; в дневные — 332–1452; в вечерние — 222–1572. Суммарная оценка загруженности улиц определена как средняя интенсивность движения — 8–17 тыс. авт. в сутки. ПДК выбросов автотранспорта по СО составляет 5 мг/м³. Все пробные площади (таблица) характеризуются значениями большими, чем этот показатель. Каждый интервал концентраций СО (Ксо) соответствует определенной экологической зоне: 25,1–35,0 мг/м³ — I зона; 15,1–25,0 — II зона; 5,1–15,0 — III зона.

Таблица. Сравнительная характеристика пробных площадей разными методами

Пробные площади	Вид растения	Площадь листа (см ²)	Ксо (мг/м ³)	Экологическая зона (по Ксо)	ИЧВ	Число видов лиственных	Экологическая зона (по ИЧВ)
Юность	береза	25,48	6,813	3	17,8	1	2
Восток	береза	16,42	6,813	3	7,7	3	1
Прометей	береза	19,99	19,226	2	8,0	3	1
Д/к	клен	22,62	7,314	3	3,7	2	1
Проспект	клен	15,51	26,943	1	2,9	1	1
Парк	клен	21,24	21,051	2	5,4	3	1

Для установления связи между концентрацией СО и площадью фотосинтетической поверхности у древесных растений использовались непараметрические мето-

ды, в частности критерии Kruskal-Wallis (H_ϕ) и Mann-Whitney (Statistica 5.0), так как распределения значений в выборках не являлись нормальными. Множественный анализ всех пробных площадей в северной части города (по березе) и в центральной (по клену) показал достоверное различие их между собой ($p < 0,05$), несмотря на то, что ряд проб характеризовались одинаковыми значениями содержания в воздухе СО. Например, для березы: по Н (высота) $H_\phi = 17,078$ ($p = 0,002$); по F (ширина) $H_\phi = 33,437$ ($p < 0,001$); по S (площадь) $H_\phi = 53,878$ ($p < 0,001$). Отсутствует четкая зависимость между уменьшением S листа и увеличением концентрации СО. Наиболее чутко регистрирует уровень загрязнения такой признак, как ширина (F). В ходе закладки листовых примордиев наблюдается рост в длину за счет формирования апикальной, а в ширину — в результате активности маргинальной меристемы. Функционирование последней осуществляется дольше и поэтому, возможно, в большей мере подвержено действию негативных факторов среды.

Для установления степени различия рассматриваемых выборок при сравнении количественных данных использовались меры расстояния (Евклидова дистанция). Кластерный анализ показал, что при группировании в многомерном пространстве биометрических параметров, существует возможность объединения площадок по принципу однотипности концентраций загрязняющего агента в воздухе. Но не было выявлено достоверного различия между насаждениями, расположенными в градиенте концентраций СО.

При сравнении результатов по экологическому зонированию, полученных с помощью лишеноиндикации, установлено, что площадки, характеризующиеся равным содержанием поллютанта, могут группироваться с территориями, как с разным, так и одинаковым индексом чистоты воздуха.

Выражаем глубокую благодарность и признательность за материальную поддержку и содействие работе директору Миасского экологического фонда П.Е. Брусянину.

МЕТАЛЛОУСТОЙЧИВОСТЬ СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА ЩУЧКИ ДЕРНИСТОЙ ИЗ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

О.В. Дуля

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Известно, что щучка дернистая устойчива к разным антропогенным воздействиям (Жукова, 1995; Коршиков, 1996). В частности, она часто доминирует в луговых и лесных сообществах в непосредственной близости от Среднеуральского медеплавильного завода (СУМЗ), тогда как многие другие виды исчезли

(Воробейчик, Хантемирова, 1994). Соответственно, представляет интерес изучение щучки дернистой, сформировавшейся в градиенте токсической нагрузки, с целью выявления возможной адаптации к воздействию этого фактора. Одним из подходов к этому может быть анализ металлоустойчивости семенного потомства растений с территорий с разным уровнем загрязнения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Щучка дернистая (*Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv.) — многолетний, облигатно микотрофный луговой злак; ацидофильный, выносливый к бедным почвам вид, гигромезофит, космополит; размножается преимущественно семенным способом (Жукова, 1995). Семена были собраны к.б.н. М.Р. Трубиной в 2002 г. в импактной (1 км от СУМЗа), буферной (4 км) и фоновой (30 км) зонах. Во всех зонах было отобрано по 20 растений. С каждого материнского растения проращивали по 25 семян в суспензиях почв по методике рулонной культуры (Николаева и др., 1999). Проростки выращивали на суспензиях с соотношением почва–вода равным 1:10 при 12 часовом режиме освещения, влажности воздуха 43% и постоянной температуре 22°C. Для приготовления стандартных образцов в сентябре 2004 г. отобрали луговую почву верхнего 0–10 см слоя на фоновой и импактной территориях. Содержание водорастворимых (экстракция деионизированной водой), обменных (0,05М $\text{CaCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$) и подвижных (5% HNO_3) форм Cu, Zn, Cd, Pb, Fe в гомогенизированных образцах (соотношение почва:экстрагент 1:10) определяли на атомно-абсорбционном спектрометре AAS vario 6 (Analytic Jena, Германия) в пяти повторностях.

На 21 день эксперимента у проростков измеряли длину корня с точностью до 1 мм. В общей сложности в анализ вошли 790 проростков из фоновой, 689 из буферной и 749 из импактной популяции. Для двухфакторного дисперсионного анализа в качестве учетной единицы приняли среднюю длину корня в потомстве одного материнского растения (для стабилизации дисперсии величины предварительно логарифмированы).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Актуальная кислотность образцов фоновой и импактной почв одинакова: $5,45 \pm 0,01$ и $5,46 \pm 0,01$, соответственно ($n=10$). Содержание водорастворимых форм Cu и Zn в импактном образце в 5 и 2 раза больше, чем в фоновом, а обменных форм, характеризующих биодоступность металлов, в 37, 16, 12 раз для Cu, Zn, Cd и 2 раза для Pb. Для самых близких к валовому содержанию подвижных форм разница между образцами составляет от 41 раза для Cu до 5–9 для Zn, Pb, Cd и Fe.

Высокая чувствительность корня к химическим факторам обусловлена его барьерной функцией, поскольку максимальное накопление токсических элемен-

тов из субстрата происходит именно здесь (Физиология растительных..., 1989). Частотные распределения длины корня проростков на суспензии чистой почвы отчетливо бимодальны во всех популяциях. При переходе от фоновой суспензии к импактной бимодальность исчезает, а форма распределений закономерно изменяется: чем ближе исследуемая популяция произрастала к источнику выбросов, тем менее асимметричными и эксцессивными оказываются распределения проростков, выращенных на загрязненной суспензии (рисунок, таблица).

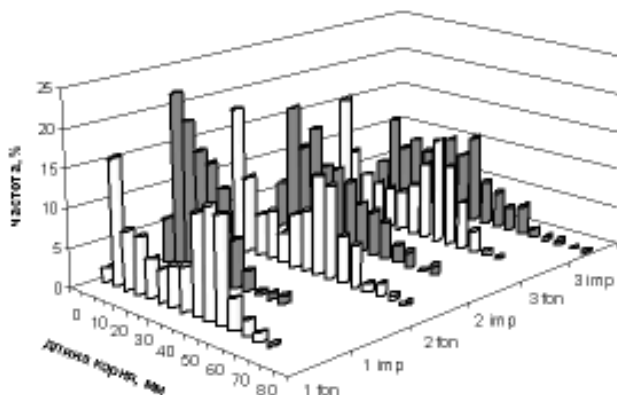


Рисунок. Частотные распределения длины корня проростков из фоновой (1), буферной (2) и импактной (3) популяций при росте на суспензиях фоновой (fon) и импактной (imp) почвы. Учетная единица — проросток.

Таблица. Параметры частотных распределений длины корня проростков при росте на суспензиях фоновой (fon) и импактной (imp) почвы

Популяция	Объем выборки		Среднее $\pm$ ошибка, мм		Асимметрия		Эксцесс		Размах, мм	
	fon	imp	fon	imp	fon	imp	fon	imp	fon	imp
Фоновая	402	388	28,7 $\pm$ 0,9	13,2 $\pm$ 0,5	-0,19	0,78**	-1,36**	0,38	68	49
Буферная	339	350	26,3 $\pm$ 1,0	19,2 $\pm$ 0,8	0,07	0,62**	-1,17**	-0,30	72	64
Импактная	364	385	28,1 $\pm$ 1,0	26,2 $\pm$ 0,9	-0,09	0,32*	-1,37**	-0,58*	68	82

Примечание: Достоверность отличий от нуля коэффициентов асимметрии и эксцесса:
* - 5%, ** - 1%.

Двувершинность распределения может свидетельствовать о генетической неоднородности популяции: она формируется либо из-за засорения или механического смешения выборок, либо, напротив, глубоко связана с природой объекта (Физиология и биохимия..., 1982; Животовский, 1991).

По результатам дисперсионного анализа происхождение семян, как и провокационный токсический фактор, достоверно влияли на развитие растений ($F_{2;114}=10,17$; $F_{1;114}=43,31$; в обоих случаях $p<0,0001$). Взаимодействие этих факторов также было значимым ($F_{2;114}=9,87$; $p=0,0001$), что можно интерпретировать как неодинаковую реакцию растений из разных зон на провокационное воздействие. Угнетение испытывали растения из фоновой популяции, тогда как семенное потомство импактной не реагировало на избыток тяжелых металлов. Различие между популяциями при провокационном воздействии было высоко значимым (метод множественных сравнений по Шеффе; $p<0,0001$). Выводы относительно буферной популяции неоднозначны: сравнение по Шеффе не показало достоверного различия между суспензиями ($p=0,0783$), тогда как сравнение по Фишеру показало их значимость с $p=0,0018$.

Таким образом, потомство популяции щучки дернистой из зоны с максимальной токсической нагрузкой обладает определенными признаками металлоустойчивости. Однако остается неясным механизм этого феномена: он может быть обусловлен и отбором устойчивых генотипов за время действия источника загрязнения, и материнским эффектом (спецификой фенотипа материнского растения).

Автор выражает благодарность руководителям д.б.н. В.Н. Позолотиной, д.б.н. Е.Л. Воробейчику, а также к.б.н. М.Р. Трубиной за помощь в анализе данных, к.б.н. Е.В. Ульяновой и Д.С. Помазкиной за помощь в проведении эксперимента, П.Г. Пищулину за отбор почвенных образцов, Э.Х. Ахуновой за измерение концентраций металлов в образцах. Работа выполнена при поддержке гранта РИ-112/001/249.

ЛИТЕРАТУРА

- Воробейчик Е.Л., Хантемирова Е.В. Реакция лесных фитоценозов на техногенное загрязнение: зависимости доза-эффект // Экология. 1994. № 3. С. 31–43.
- Животовский Л.А. Популяционная биометрия. М.: Наука, 1991. 272 с.
- Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола: РИИК «Ланар», 1995. 224 с.
- Коршиков И.И. Адаптация растений к условиям техногенного загрязнения среды. Киев: Наукова думка, 1996. 156 с.

Николаева М.Г., Лянгузова И.В., Поздова Л.М. Биология семян. СПб.: Отдел оперативной полиграфии НИИ химии СПбГУ, 1999. 232 с.

Физиология и биохимия покоя и прорастания семян / Под ред. М.Г. Николаевой, Н.В. Обручевой. Москва: Колос, 1982. 496 с.

Физиология растительных организмов и роль металлов / Под ред. Н.М. Чернавской. М.: МГУ, 1989. 156 с.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ БУРЫХ ЛЯГУШЕК, ОБИТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Дьячук, С.А. Бояршина

Пермский госуниверситет

На территории Пермской области обитает два симпатрических вида бурых лягушек: травяная и остромордая.

Целью данного исследования является установление некоторых особенностей их экологии. Для этого решались следующие задачи: определение численности и биотопической приуроченности данных видов, сравнение видов по разнообразию заселяемых ими биотопов.

Материал собран в ходе экспедиций в период с июня по июль 2004 г., количественный учет велся методом трансект. Исследованиями были охвачены северные районы области, которые относятся к зоне среднетаежных елово-пихтовых лесов, а также западные и центральные, относящиеся к зоне южнотаежных елово-пихтовых лесов.

Остромордая лягушка обнаружена в обеих зонах, а травяная — только в зоне южнотаежных лесов. Другими словами, эти два вида являются симпатрическими, по крайней мере на части территории области. Следует отметить, что при совместном обитании наблюдается незначительное численное преобладание остромордой лягушки. Оба вида лягушек предпочитают заболоченные участки и не обнаружены в смешанных лесах. Для остромордой лягушки вообще характерна низкая численность в лесах, в то время как у травяной наблюдается высокая численность в сосняке. У остромордой лягушки, в отличие от травяной, второе место по количеству обитающих особей занимают пойменные биотопы (поймы рек, озер, пойменные луга), а не сосновые леса. Различий по разнообразию заселяемых биотопов между видами не обнаружено.

ЛИНЕЙНЫЙ И РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ МНОГОСТВОЛЬНЫХ ДЕРЕВЬЕВ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА В ЭКОТОНЕ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ЛЕСА НА ПОЛЯРНОМ УРАЛЕ

Н.М. Дэви

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Лиственница сибирская обладает различными адаптивными свойствами, позволяющими ей успешно существовать в экстремальных природно-климатических условиях (Горчаковский, Шиятов, 1985). Относительно успешное существование лиственницы на Полярном Урале возможно, благодаря ряду биологических и морфологических приспособлений. К биологическим относятся короткий период роста ауксибластов (14–28 дней), преимущественное развитие и значительная продолжительность жизни брахибластов (до 100 лет) и высокое содержание защитных метаболитов (Ирошников, 1984).

Одной из морфологических особенностей хвойных видов, произрастающих в бореальной зоне, в том числе и лиственницы сибирской, является способность существовать в различных жизненных формах (стволовой, кустовой, стланиковой) и изменять форму роста под влиянием условий среды (Горошкевич, Кустова, 2002). В экотоне верхней границы леса на Полярном Урале наблюдается большое количество деревьев, которые в течение своей жизни сменили несколько форм роста. Чаще всего, это многоствольные деревья, образовавшиеся в результате формирования у стланиковой формы вертикальных стволиков. Такие деревья могут служить фитоиндикаторами климатических изменений.

Целью настоящей работы было изучение влияния климата на формообразование и ростовые характеристики многоствольных деревьев лиственницы сибирской. Основные задачи исследования: выявить календарные даты появления стволов и смены формы роста; установить, приводит ли смена формы роста к изменению ростовых характеристик деревьев (линейного и радиального прироста).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в полосе лесотундры (от 100 до 300 м над уровнем моря) на восточном макросклоне Полярного Урала. В качестве модельных деревьев отбирались особи, у которых от общего основания отходило несколько стволиков, которые сперва тянулись плагиотропно, а затем переходили к ортотропному росту.

Для решения поставленных задач использованы поперечные спилы 35 стволов лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.), принадлежащих 6 многоствольным деревьям. Для каждого ствола проводилось описание основных морфометрических параметров, таких как форма роста, жизненность, высота и диаметр ствола, форма и размер кроны. В среднем высота стволов составляла 3 м, диаметр у основания — 15 см.

Спилы брались на трех базовых высотах (рис. 1) — у основания горизонтального ствола (О), в месте перехода к вертикальному росту (А) и на высоте вертикального ствола равной расстоянию ОА. Датировка образцов и анализ прироста осуществлялись при помощи дендрохронологического метода.

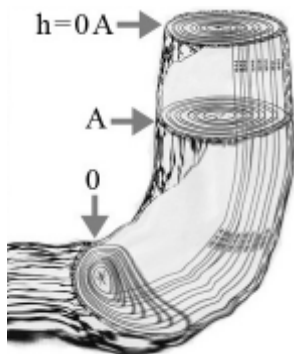


Рис. 1. Схема расположения базовых высот на модельном дереве.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке 2 приведены диаграммы времени появления и смены жизненных форм модельных деревьев лиственницы (даты сглажены по десятилетиям). На рисунок также нанесена сглаженная кривая, отражающая динамику термического режима летних месяцев за исследуемый период.

Рост горизонтальных стволов начался в 18 и 19 веках. До начала 20 века деревья были стелющимися. В 1920-х гг. большинство из изученных особей изменило форму роста на многоствольную.

Для выявления дендроклиматических связей мы провели анализ влияния термического режима летних месяцев на частоту дат начала роста деревьев и смены жизненных форм. Проведенный анализ не выявил связи между частотой дат начала роста горизонтальных стволов и средними летними температурами вегетационного сезона. Вероятно, на появление деревьев большее влияние оказывали другие климатические факторы (количество осадков, условия

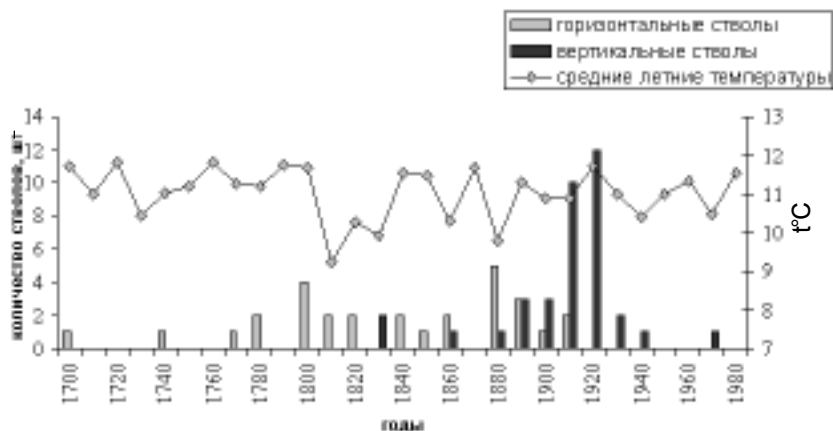


Рис. 2. Время появления и смены жизненной формы деревьев лиственницы сибирской в зависимости от изменения термического режима летних месяцев.

снегонакопления). К сожалению, мы не располагаем реконструкциями этих условий на данный период. Однако выявлена прямая статистическая связь между динамикой средних летних температур и частотой лет, в которые произошло изменение формы роста деревьев ($r=0,68$).

По литературным данным, 18 и 19 века на Полярном Урале характеризовались неблагоприятными термическими условиями (Graybill, Shiyatov, 1992) и условиями увлажнения (Мазепа, 1999). В начале 20 века на Полярном Урале произошло значительное улучшение термического режима.

Полученные результаты свидетельствует, что смена формы роста лиственницы произошла вследствие улучшения условий существования, что, по-видимому, связано с потеплением климата в начале 20 века.

Переход к ортотропной форме роста привел к изменению таких характеристик стволов как линейный и радиальный прирост.

Средний линейный прирост ортотропных частей стволов значительно увеличился, по сравнению с плагиотропными частями: от 1 до 4 см в год (различия статистически достоверны, $t=5,2$; $p=0,000003$). Радиальный прирост на различных базовых высотах (рис. 3) также увеличился. Средняя ширина годичного кольца возросла на 0,08 мм при переходе от О к ОА. Различия статистически достоверны ($t=2,5$; $p=0,013$).

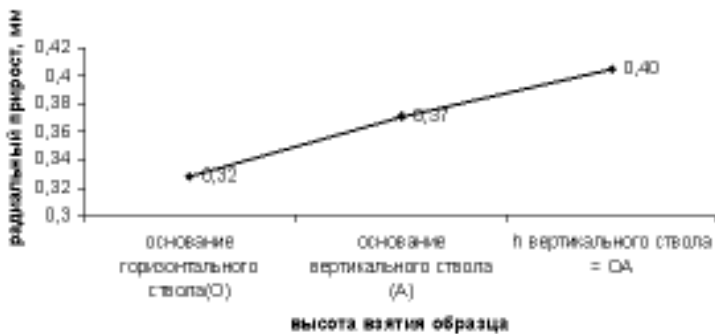


Рис. 3. Средний радиальный прирост на различных высотах ствола.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Улучшение термического режима в начале 20 века привело к изменению формы роста изученных особей лиственницы сибирской с плагитропной на ортотропную в экотоне верхней границы леса на Полярном Урале. Линейная скорость роста и радиальный прирост ортотропных частей стволов значительно больше, чем у плагитропных частей.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов: РФФИ (№ 04-04-48687), РИ-112/001/249, INTAS (№ 01-0052 и № 04-83-3788).

ЛИТЕРАТУРА

- Горошкевич С.Н., Кустова Е.А. Морфогенез жизненной формы стланца у кедра сибирского на верхнем пределе распространения в горах Западного Саяна // Экология. 2002. № 4. С. 243–249.
- Горчаковский П.Л., Шиятов С.Г. Фитоиндикация условий среды и природных процессов в высокогорьях. М.: Наука, 1985. 208 с.
- Ирошников А.И. Лиственница сибирская на северном пределе распространения: Материалы Отчет. сес. по итогам НИР Арханг. ин-та леса и лесохимии за 1983. Архангельск, 1984. 93 с.
- Мазепа В.С. Влияние осадков на динамику радиального прироста хвойных в субарктических районах Евразии // Лесоведение. 1999. № 6. С. 15–22.
- Graybill D.A., Shiyatov S.G. Dendroclimatic evidence from the northern Soviet Union // Climate since A.D. 1500. Eds. Bradley R.S, Jones P.D. London, New York: Routledge, 1992. P. 393–414.

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ, МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕМЕЙСТВА ТУРНАСЕАЕ L. В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Г.Р. Дюкина

Удмуртский государственный университет, г. Ижевск

По современным представлениям, семейство *Turphaceae* L. включает два рода: *Typha* L. и *Rohrbachia* (Kronf. ex Reidl) Mavrodiev и около 20 видов, распространенных почти по всему земному шару. Нами впервые предпринята попытка многокомпонентного изучения представителей рода *Typha* на территории Удмуртской Республики (УР).

По данным литературы (Капитонова, Папченков, 2003; Капитонова, 2005) на исследованной нами территории отмечено произрастание 6 видовых таксонов из р. *Typha*: *T. latifolia* L., *T. angustifolia* L., *T. intermedia* Schur, *T. laxmannii* Lepechin, *T. × smirnovii* E. Mavrodiev (*T. latifolia* × *T. laxmannii*), *T. × glauca* Godron (*T. latifolia* × *T. angustifolia*).

Целью нашего исследования являлось изучение распространения, эколого-биологических, фитоценологических и биоморфологических характеристик произрастающих в УР видов рогозов.

Исследования проводились с июня по сентябрь 2003–2004 гг. в 9 административных районах, а также в 2 городах, 4 посёлках городского типа и их окрестностях. Пробные площадки описывались по стандартным методикам (Полевая..., 1976; Катанская, 1981). Общее количество площадок составило 250. На живых растениях измеряли высоту репродуктивного побега, ширину и количество листьев репродуктивного побега, длину и диаметр женского и мужского соцветий и расстояние между ними.

Анализ полученных материалов позволил дать подробную характеристику распространения и биологических особенностей изучаемых видов в регионе.

T. × glauca был обнаружен нами в центральной и южной частях республики. Этот редкий в пределах Удмуртии таксон гибридного происхождения найден нами на берегу прудов (г. Воткинск, с. Шаркан), в придорожной канаве вдоль объездной дороги г. Воткинска и в Алнашском р-не на берегу Нижнекамского водохранилища рядом со шлакоотвалами. Во всех местонахождениях рядом располагались ассоциации прибрежно-водных растений с доминированием его родительских видов. Таким образом, вероятность появления этого гибрида была высока.

Другой таксон — *T. × smirnovii* — является редким гибридом между рогозами Лаксмана и широколистным. Впервые в Удмуртии был найден в 2002 г. (Капитонова, Папченков, 2003). Нами был отмечен в тех же районах, что и *T. × glauca*, но встречался чаще. Один из его родительских видов — *T. laxmannii*, южный по происхождению, является адвентивным для УР и встречается в основном в южных районах Удмуртии. Этим можно объяснить более частые находки *T. × smirnovii* на юге республики. В с. Шаркан он повсеместно встречался на зарастающих берегах пруда вместе с *T. angustifolia* и другими гелофитами и в аквальных местообитаниях у дороги недалеко от пруда. Таким образом, гибридные растения занимают свободные экологические ниши, образующиеся при антропогенном нарушении естественных сообществ, и часто вытесняют родительские виды, образуя при этом монодоминантные заросли за счёт интенсивного вегетативного размножения.

T. laxmannii был встречен нами лишь один раз в песчаном карьере у д. Верхний Утчан Алнашского р-на, хотя для Удмуртии указано ещё несколько находок, в т. ч. и для северных районов (Капитонова, 2002).

Остальные виды рогозов являются обычными для территории исследования. Однако, для выявления характера произрастания *T. intermedia* в регионе необходимы дальнейшие исследования. Этот вид был обнаружен нами в центральных районах УР на берегах зарастающих прудов, в придорожных канавах и часто произрастал как содоминант с различными видами прибрежно-водных растений, и иногда в виде узкой каймы по краю сообществ *T. latifolia* и *T. angustifolia*.

В большинстве случаев рогозы являлись доминантами и образовывали монодоминантные сообщества. Общее проективное покрытие рогозов в таких сообществах составляло 40–90%, в большинстве случаев больше 50%. Для ценозов с доминированием рогозов характерно небольшое видовое разнообразие, которое обычно представлено 3–5 видами гигро-, гело- и гидрофитов. Субдоминантами обычно являлись *Alisma platando-aquatica* L., *Scirpus sylvaticus* L., *Epilobium hirsutum* L., реже *Filipendula denudata* (J. et C. Presl) Mill., *Carex acuta* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud, для зарослей *T. angustifolia* на глубине 10–50 см — *Lemna minor* L., *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid., *Scirpus lacustris* L.

Рогозы чаще встречались по топким берегам прудов, мелких рек, ручьёв, в заболоченных местообитаниях, в придорожных лужах и довольно редко на прибрежьях водохранилищ и прудов и образовывали пояс гелофитного высокотравья.

Морфометрические характеристики изучались нами на примере двух наиболее распространенных в нашем регионе видов — *T. latifolia* и *T. angustifolia*. В целом, их морфометрические характеристики не отлича-

ются от данных, имеющихся в литературе. Однако выявлено, что у *T. latifolia* значительно шире диапазон варьирования количества листьев: 6–13 (по М.И. Нейштадту (1963) — 8–10), и у *T. angustifolia* длина женского соцветия изменяется в больших пределах, чем это указывается в литературе. По нашим данным она составляет 15,3–28,1 см, а по данным Е.В. Мавродиёва — 7,5–34,0 см (1997).

Анализ изменений морфологических параметров в зависимости от субстрата, который по гранулометрическому составу варьировал от глин до супесей, показал, что у растений *T. latifolia* и *T. angustifolia*, произрастающих на торфе, средняя высота репродуктивного побега и количество листьев больше, чем при обитании на глинистых и супесчаных субстратах. В целом, у рогозов, произрастающих на глинах и суглинках, морфометрические показатели отличаются меньшими значениями, чем у рогозов, обитающих на других типах грунтов. Средняя ширина листьев монокарпического побега была больше у растений *T. latifolia* и *T. angustifolia*, растущих на супесях и иле.

Таким образом, наши исследования дополняют сведения о распространении видов р. *Typha* на территории Удмуртской Республики, их фитоценотической характеристике и морфометрических показателях. Также нами отмечено, что гибридные виды чаще встречаются в нарушенных местах обитания: в придорожных канавах, на размытых берегах, на заливаемых территориях, искусственных насыпных грунтах.

ЛИТЕРАТУРА

- Капитонова О.А. О распространении рогоза Лаксмана в Удмуртии // Биология внутренних вод: проблемы экологии и биоразнообразия. Борок, 2002. С. 7–8.
- Капитонова О.А. Таксономический состав и распространение рогозов (*Typha* L.) в Удмуртской Республике // Изучение флоры Восточной Европы: достижения и перспективы. СПб., 2005 (в печати).
- Капитонова О.А., Папченков В.Г. Новые флористические находки в Удмуртской Республике // Бюлл. МОИП. Отд. Биол. 2003. Т. 108. Вып. 6. С. 64–65.
- Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Л.: Наука, 1981. 187 с.
- Мавродиёв Е.В. Рогоз узколистный // Биологическая флора Московской области. Вып. 13. 1997. С. 4–34.
- Нейштадт М.И. Определитель растений средней полосы Европейской части СССР. М.: Учпедгиз, 1963. С. 72–74.
- Полевая геоботаника / Под ред. Е.М. Лавренко, А.А. Корчагина. Л.: Наука, 1976. С. 252–257.

КРАНИОМЕТРИЧЕСКИЕ И ОДОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕСЦА *ALOPEX LAGOPUS L.* ПОЛЯРНОГО УРАЛА И ЯМАЛА

М.А. Елькина

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Изучение изменчивости биологических видов — одна из актуальных задач морфологии. Изучая морфологические преобразования в эволюции определенной группы животных и их причины, исследователь опирается на специфику строения и развития животного, существующего в современное время, и ищет связь с его ископаемыми предками.

Изменение морфологии песца с позднего плейстоцена до современности изучается путем сравнения современного и ископаемого материала в основном по одонтологическим признакам (Саблин, 1994; Germonpre, Sablin, 2004; и др.). Признаки черепа достаточно подробно исследованы у современных животных разного пола, возраста и на разных фазах динамики численности (Смирнов, 1959, 1962; Раменский, 1983; Frafjord, 1992; и др.). Однако существуют сложности в сопоставлении неонтологических и палеонтологических данных по морфологии песца из-за разного набора исследуемых признаков. Кроме того, практически не изучена связь признаков черепа и зубной системы песца, хотя на сегодняшний момент эта проблема является актуальной при исследовании морфологии хищных животных (Dayan et al., 2002).

Цель работы: изучение краниометрических и одонтологических характеристик и их связи между собой у современных песцов с учетом пола и возраста животных.

Материалом для исследования послужили 179 черепов песцов с полуострова Ямал (фактории Сеяха, Тамбей и Турмояха) и Полярного Урала (фактории Кара, Яры, Яроно, Лаборовая и г. Лабытнанги), собранные в промысловые сезоны 1957–1961 гг. и хранящиеся в зоологическом музее ИЭРиЖ УрО РАН. Данные по полу и возрасту животных, а также точному месту их сбора (возможному обитанию) получены В.С. Смирновым. Рассматривали три возрастные группы (juv. — молодые, ad. — взрослые, sen. — старые животные). Определение возраста взрослых и старых животных проводилось, согласно методике В.С. Смирнова, по относительной ширине канала клыка.

Оценивали 27 промеров черепа, нижней челюсти, а также 8 промеров хищнических зубов (верхнего Рм/4 и нижнего М/1). Статистическая обработка результатов измерений проводилась с использованием пакетов прикладных программ Statistica 5.11.

Сравнение размерных характеристик черепа и зубов песцов, добытых на Ямале и на Полярном Урале, проводилось с помощью t -критерия Стьюдента как с учетом, так и без учета пола животных. По большинству промеров различия между выборками из разных районов недостоверны ($p=0,05-0,97$), за исключением мозговой длины ($t=2,35$; $p=0,02$). Однако, применение поправки Бонферрони показало, что и по этому признаку различия не могут считаться достоверными (после коррекции $p=0,7$). Таким образом, при сравнении двух выборок песцов, добытых на Ямале и Полярном Урале, отличий по краниометрическим и одонтологическим признакам не выявлено. Поэтому выборки из этих районов могут быть объединены и в дальнейшем рассматриваются совместно.

Для выявления уровня полового диморфизма краниометрических и одонтологических признаков и оценки возможности их использования для определения пола использован шаговый дискриминантный анализ, модель с включением. В результате анализа, проведенного без учета возраста животных, получена доля верной диагностики, составляющая 77% в обучающих группах. Дополнительная проверка качества дискриминации была проведена путем случайного исключения по 10 экземпляров из состава обучающих групп. Средняя точность диагностики (78%) сходна с таковой при проведении анализа для всей выборки без исключения, что свидетельствует о достаточно высоком качестве дискриминации.

При проведении дискриминантного анализа отдельно с учетом возраста песцов наиболее высокая доля верной диагностики наблюдается в группе взрослых особей — 97%. Точность диагноза молодых и старых особей несколько ниже (81–86%). Различия в точности диагностики молодых, старых и взрослых животных могут быть связаны с тем, что величина диморфизма в этих группах различна. Таким образом, определение пола животного лучше всего проводить с учетом его возраста. Были рассчитаны коэффициенты дискриминантных функций, которые можно использовать для определения пола животных разных возрастных групп в тех случаях, когда данные по полу отсутствуют (таблица).

Для изучения возрастной изменчивости песца был применен двухфакторный дисперсионный анализ ANOVA (факторы: «пол» и «возраст», постоянные). По результатам анализа все изучаемые признаки разбиты на 3 группы в соответствии со значимостью двух рассматриваемых факторов и их взаимодействия. В первую группу вошли признаки, для которых были значимы оба фактора, во вторую — те, для которых значим только фактор «пол» и в третью — те, для которых значим только фактор «возраст».

Интересно, что почти все зубные признаки составляют группу, для которой значим только фактор «пол». Таким образом, возрастная изменчивость не выражена по большинству одонтологических признаков (в рассматриваемых возрастных группах), тогда как существуют различия по этим признакам между животными разного пола (самцы крупнее самок).

Таблица. Признаки, использованные для определения пола животных разных возрастных групп, нестандартизованные коэффициенты (a) дискриминантных функций (y_{1-4}), имеющих вид: $y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_px_p$, и точность определения пола в обучающих группах

Возрастные группы	a	Признак (x)	Точность диагностики пола (%)
juv (y_1) ($a_0 = -32,56$)	-0,85	длина верхнего ряда моляров	81
	-0,83	высота над промежутком между Рм\4 и М/1	
	1,58	внутренняя длина Рм\4	
	1,26	максимальная длина Рм\4	
	-1,22	лингвальная длина Рм\4	
ad (y_2) ($a_0 = 69,95$)	-0,22	кондилобазальная длина	97
	-0,84	скуловая ширина	
	1,07	высота под М/2	
sen (y_3) ($a_0 = 79,017$)	-0,18	длина лицевого отдела	86
	-0,71	высота над промежутком между Рм\4 и М/1	
	-0,25	длина нижнего ряда премоляров	
общее (y_4) ($a_0 = -35,05$)	-0,23	длина лицевого отдела	77
	-0,67	длина диастемы C\1-Рм\1	
	-0,51	высота над промежутком между Рм\4 и М/1	

Только фактор «возраст» значим для заглазничной ширины, длины диастемы I\3-C\1 и длины талонида М/1. Другими словами, по этим признакам не выражены различия между животными разного пола, тогда как основная изменчивость связана с возрастом.

Для оценки взаимосвязи признаков между собой был проведен факторный анализ, при этом использовался метод главных компонент. На основании критерия собственных чисел выделилось 7 главных компонент, из которых три наиболее четко интерпретируемы. По результатам анализа, в который был включен, помимо линейных переменных, возраст животных, первый фактор (45% дисперсии) отражает размерные особенности, в первую очередь, связанные с полом. Вторая главная компонента (10% дисперсии) сформирована в основном за счет зубных признаков, которые находятся в обратной зависимости от размеров черепа и челюстей, но последние не вносят значимого вклада. Вторая главная компонента, таким образом, отражает в основном изменчивость зубных признаков, не связанную с изменчивостью признаков черепа в целом. Интересно, что фактор «возраст» вошел в третью главную компоненту (5% дисперсии), вероятно, это связано с тем, что возрастная изменчивость животных в рассматриваемых группах менее выражена, чем половая.

Таким образом, результаты факторного анализа свидетельствуют об определенной степени независимости признаков черепа и зубной системы, что подтверждается также результатами дисперсионного анализа. Выявленная тенденция была прослежена ранее и у других представителей Carnivora (Dayan et al., 2002).

ЛИТЕРАТУРА

- Раменский С.Е. Связь общей численности, фазы цикла и размеров прибылых на примере песка // Количественные методы в экологии позвоночных. Свердловск, 1983. Вып. 147. С. 112–126.
- Саблин М.В. Позднеплейстоценовый песец (*Alopex lagopus rossicus*) из Костенок Воронежской области // Четвертичная фауна Северной Евразии. Тр. Зоол. ин-та РАН, 1994. Т. 256. С. 59–68.
- Смирнов В.С. Определение возраста и возрастная структура популяции песка на Ямале // Материалы по фауне приобского севера и ее использованию. Тр. Салехардского стационара. Тюмень: УФАН СССР, 1959. Вып. 1. С. 220–238.
- Смирнов В.С. К таксономической характеристике песка Ямала и Гренландии // Тр. Института биологии УФАН, 1962. Вып. 29. С. 71–80.
- Dayan T., Wool D., Simberloff D. Variation and covariation of skulls and teeth: modern carnivores and the interpretation of fossil mammals // Paleobiology. 2002. V. 28. № 4. P. 508–526.
- Fraefjord K. Sexual dimorphism in the skull of Arctic fox *Alopex lagopus* L. from Svalbard // Fauna norv. 1992. Ser. A. V. 13. P. 9–12.
- Germonpre M., Sablin M. Systematics and osteometry of Late Glacial foxes from Belgium // Bulletin de l'Institut royal des Science naturelles de Belgique. Science de la Terre. 2004. V. 74. P. 175–188.

ФЛОРА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ГАЛКИНСКИХ ОТВАЛОВ МРАМОРИЗИРОВАННОГО ИЗВЕСТНЯКА

Х.И. Ерошенко, М.А. Глазырина

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Промышленные отвалы на Урале занимают площадь свыше 100 тыс. га (Чибрик, 2002). Важной проблемой являются мероприятия по устранению их вредного влияния на окружающие экосистемы и более целесообразного использования. «Выделение площадей, не требующих биологической рекультивации, и учет при ее проведении последствий процесса самозарастания дает возможность значительно удешевить рекультивационные работы. Изучение формирования естественных фитоценозов позволяет более эффективно рас-

пределять работы на нарушенной территории и выявлять наиболее подходящие виды растений для конкретных условий» (Чибрик, Елькин, 1991).

На нарушенных промышленностью землях наблюдаются большое разнообразие и сильное варьирование отдельных факторов. Такие земли резко отличаются по характеру рельефа, морфологическим параметрам (Трофимов, Овчинников, 1970; ГОСТ 17.5.1.02–85). Чрезвычайно разнообразны состав и свойства пород (субстратов), слагающих отвалы. Точный и полный учет этих комплексов практически невозможен. Поэтому на пространствах, где происходит самозаращение, в качестве интегрального диагностического показателя степени пригодности территории для биологической рекультивации используется фитоценоз как наиболее доступный и информативный компонент формирующихся биогеоценозов (Чибрик, Елькин, 1991).

Целью данной работы является изучение флоры и растительности Галкинских отвалов мраморизированного известняка.

Галкинские отвалы (таблица) расположены в низкоромном районе Среднего Урала Уральской горной провинции и относятся к подзоне южной тайги (пос. Билимбай Первоуральского р-на Свердловской обл.).

Таблица. Общая характеристика отвалов

Отвал, ярус	Возраст, лет	Площадь, га	Высота, м	Состав субстрата	Характер рельефа	Свойства субстрата
Третий 1 ярус 2 ярус 3 ярус 4 ярус	34–30 30–24 24–19 19–0	6,8	45 7–13 20 5–7 7	отдельные кучи суглинков, глин, отходов мелочи и глыб известняка	бугристый спланированный	малоприспособленный по физическим свойствам
Четвертый 1 ярус 2 ярус	50–55 45–47	5	30 7–13 18–20	участки глин, суглинков с кучами глыб известняка и мелочи с ДОФ, гравий	бугристый	неприспособленный по физическим свойствам

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Описание объектов проводили по общепринятым методикам (Корчагин, 1964; Понятовская, 1964), обилие видов отмечали по шкале Друде. Класс постоянства и коэффициент встречаемости определяли по А.П. Шенникову (1964). Выделение стадий сингенеза проводили по схеме Л.Я. Курочкиной и В.В. Вухер (1987).

Подготовку и анализ проб для агрохимической характеристики субстрата проводили по общепринятым методикам (Аринюшкина, 1970). Общий азот определялся по Несслеру, содержание подвижного фосфора — методом Кирсанова, калий — по водной вытяжки на пламенном фотометре. Присутствие деструкторов целлюлозы и степень мобилизации азота в субстрате определяли по Б.А. Доспехову (1987).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ грунтосмесей Галкинского отвала № 3 показал следовое количество N (0,004%) и низкое содержание K, P обнаружен не был. Количество ионов K в субстрате изменяется в зависимости от возраста отсыпки и глубины. На IV ярусе содержание K меньше, чем на III, сформированном на 5 лет раньше. Максимальное количество K находится на глубине 2–7 см.

Активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов и степень мобилизации N в грунтосмесях очень низкие. Это связано, прежде всего, с каменистостью, плотностью и слабой воздухомышенностью грунтосмесей отвала, а также отсутствием растительных остатков и других углеводсодержащих компонентов.

В формирующихся на отвалах растительных сообществах произрастает 125 видов сосудистых растений, принадлежащих к 91 роду и 27 семействам. Среди 102 травянистых видов отмечены представители 78 родов из 21 семейства. Древесные относятся к 23 видам (13 родов из 8 семейств). Соотношение показателей систематического разнообразия (в/р:в/с:р/с) флоры отвалов составило 1,4:4,6:3,4.

Ведущие семейства флоры Галкинских отвалов — Asteraceae, Poaceae, Rosaceae, Fabaceae. Самые распространенные виды (9–10 класс постоянства): *Chamaenerion angustifolium*, *Pimpinella saxifraga*, *Achillea millefolium*, *Tussilago farfara*, *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*.

На отвалах доминирует многолетняя (84%) мезофитная (76%) флора, принадлежащая к бореальной (73,6%) и евроазиатской (49,6%) ареалогическим группам. Большинство видов растений отвалов относятся к луговой ценотической группе (48%). Это объясняется недостаточным для формирования зональной лесной флоры возрастом отвалов. Однако, количество лесных видов довольно высокое (17,6%). Большая часть видов — анемохоры (51,2%). Флора представлена в основном гемикриптофитами (56%). Большинство видов имеют корневище (38,3%; эти виды быстро размножаются вегетативным путем) или стержневую корневую систему (37,3%; это, в основном, однолетники).

Древесная растительность появляется на 5–10 год после отсыпки в зависимости от плотности субстрата. Она представлена, главным образом,

P. sylvestris (25,3%), *Betula verrucosa* и *B. pubescens* (25,6%), видами р. *Salix* (13,4%), *Populus tremula* (11,6%), *Alnus incana* (10%) и *Picea obovata* (5%). Неприхотливая *P. sylvestris* на глинистом субстрате и в понижениях к 25 годам достигает высоты 9 м, а на крупнокаменистом субстрате и на возвышениях в 25 лет имеет высоту всего 4 м. Более требовательная к субстрату *P. obovata* на глине и в понижениях к 20 годам достигает 3 м, а на крупных камнях и на возвышениях — в два раза меньше.

С увеличением возраста отсыпок и улучшением субстрата происходит переход от экотопической группировки к фитоценозу, уменьшается доля злаков и увеличивается доля разнотравья, появляются типично лесные виды. По мере развития сообщества идет формирование сосняка разнотравного с елью в подросте, что соответствует зональной растительности.

На основании сходства формирующихся на отвалах растительных сообществ выявлены пять групп сходных местообитаний. Факторный анализ главных компонент выявил влияние двух факторов: первый — субстрат и микро-рельеф, второй — возраст.

Работа выполнена при поддержке РФФИ-Урал, проект № 04-04-96136.

ЛИТЕРАТУРА

- Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. МГУ, 1970. 490 с.
- ГОСТ 17.5.1.02–85. Охрана природы: Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации. М.: Изд-во стандартов, 1985. 16 с.
- Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию. М.: Агропромиздат, 1987. С. 255–256.
- Корчагин А.А. Видовой состав растительных сообществ и методы его изучения // Полевая геоботаника. 1964. Т. 3. С. 39–62.
- Курочкина Л.Я., Вухрер В.В. Развитие идей В.Н. Сукачева о сингенезе // Вопросы динамики биогеоценоза. М., 1987. С. 15.
- Понятовская В.М. Учет обилия и особенности видов в растительных сообществах // Полевая геоботаника. 1964. Т. 3. С. 209–299.
- Трофимов С.С., Овчинников В.А. Антропогенный рельеф Кузбасса // Рекультивация в Сибири и на Урале. Новосибирск, 1970. С. 5–24.
- Чибрик Т.С. Основы биологической рекультивации: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2002. 172 с.
- Чибрик Т.С., Елькин Ю.А. Формирование фитоценозов на нарушенных промышленностью землях: (Биологическая рекультивация). Свердловск, 1991. 220 с.
- Шенников А.П. Введение в геоботанику. Л.: ЛГУ, 1964. 127 с.

СТРАТЕГИЯ ВЫЖИВАНИЯ *VACCINIUM MYRTILLUS* L. И *V. VITIS-IDAEA* L. В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

М.А. Ефимова, Е.А. Мазная

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург

Vaccinium myrtillus L. и *V. vitis-idaea* являются основными доминантами травяно-кустарничкового яруса северо-таежных сосновых лесов Кольского полуострова. Широкая экологическая амплитуда позволяет им выживать в суровых природных условиях. Однако, помимо неблагоприятных климатических условий, лесные экосистемы Кольского полуострова испытывают сильное техногенное воздействие, и одним из основных источников загрязнения окружающей среды является ОАО «Комбинат Североникель» (г. Мончегорск), главными компонентами выбросов которого являются сернистый ангидрид (SO_2) и тяжелые металлы (Ni, Cu, Co).

Целью настоящего исследования было выявить механизмы выживания *Vaccinium myrtillus* и *V. vitis-idaea* в условиях атмосферного загрязнения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 1999–2004 гг. на постоянных пробных площадях до 0,2 га, заложенных в 50-летних сосняках кустарничково-лишайниковых, расположенных в 75 (фоновая зона), 30 (зона среднего загрязнения) и 15 км (зона сильного загрязнения) от ОАО «Комбинат Североникель». Методика закладки пробных площадей и их подробное геоботаническое описание приводятся в монографии «Влияние промышленного атмосферного загрязнения на сосновые леса Кольского полуострова» (1990).

Изучение ценопопуляций *Vaccinium myrtillus* и *V. vitis-idaea* проводили по общепринятой методике (Ценопопуляции..., 1976). Для определения проективного покрытия видов, плотности (численности) и высоты парциальных кустов, а также продуктивности их надземной фитомассы и годичной продукции в ценопопуляциях на каждой пробной площади по трансектам, пересекающим площадь ценоза, закладывали в 30-ти кратной повторности учетные площадки размером 0,5x0,5 м, с которых срезали все парциальные кусты.

В каждой ценопопуляции было проанализировано не менее 200 парциальных кустов. У кустов определяли возраст, общее число побегов, порядок их ветвления, возраст побегов и их линейные размеры. Календарный возраст кустов определяли по числу годичных приростов главной оси (Жуйкова, 1959). Тип побега определяли в соответствии с классификацией, разработанной М.Т. Мазуренко и А.П. Хохряковым (1977).

Возрастные состояния парциальных кустов определяли на основании количественных и качественных признаков (Злобин, 1961; Баландина, Вахромеева, 1978; Шутов, 1983). При выделении возрастных групп растений использовали систему индексации А.А. Уранова (1973). Оценку виталитетного состава ценопопуляций проводили по методике Ю.А. Злобина (1989а, б).

Для изучения морфоструктуры подземных органов *Vaccinium myrtillus* и *V. vitis-idaea* на каждой пробной площади случайным образом выкапывали по 15 отрезков корневищ длиной до 5–10 м от основания парциального куста по ходу корней к периферии. На отрезке определяли число парциальных кустов и расстояние между ними, число боковых подземных побегов и спящих почек.

Определение подвижных форм металлов в лесной подстилке проводили в 1,0 н HCl вытяжке методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии (Методы..., 2002). Перед отбором проб для каждой прикопки проводили морфологическое описание почвы и измеряли толщину подстилки.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием пакета программ «STATISTICA 6.0».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее было установлено, что по градиенту загрязнения резко возрастает содержание тяжелых металлов (Ni, Cu) во всех компонентах лесных экосистем (Влияние..., 1990). Наши исследования показали, что в лесной подстилке содержание Cu составляет 12,3 и Ni — 5,6 мг/кг почвы в фоновом сосняке, в зоне среднего атмосферного загрязнения — 33,5 и 41,7 мг/кг почвы и в зоне сильного атмосферного загрязнения — 845 и 835 мг/кг почвы.

Морфологические изменения *V. myrtillus* и *V. vitis-idaea*

Исследуемые виды относятся к явнополицентрическому типу биоморф и являются вегетативно-подвижными кустарничками (Серебряков, 1962; Смирнова, 1976).

В фоновых условиях продолжительность жизни парциальных кустов *V. myrtillus* составляет 10–12, реже 15 и более лет. В строении парциальных кустов участвуют побеги формирования, ветвления и дополнения, общее число которых составляет 20 и более шт./куст. Ветвление парциальных кустов продолжается до IX–X порядков. С увеличением порядка ветвления продолжительность их жизни и длина снижаются. Нарастание главной оси происходит в течение 4–5 лет, после чего она начинает отмирать. Одновременно, из спящих почек в ее основании развиваются 1 или 2 побега — побеги формирования по М.Т. Мазуренко, А.П. Хохрякову (1977) или побеги замещения по И.В. Серебрякову (1962), средняя длина которых составляет $111,6 \pm 7,8$ мм. В результате формируется куст замещения, структурно подобный материнскому, при этом надземная часть старого куста постепенно полегает в подстилку.

Вегетативное размножение *V. myrtillus* происходит в результате образования специализированных удлинённых анизотропных подземных побегов, которые дают начало новым парциальным кустам. Такая форма роста *V. myrtillus* была описана И.В. Жуйковой (1959) в Хибинских горах и И.Г. Серебряковым и М.Б. Чернышевой (1955) в лесах Московской области и названа рыхлокустовой. Данная форма роста обеспечивает вегетативную подвижность этого вида, способность освоения им новых территорий и самоподдержание его ценопопуляций в растительных сообществах.

В условиях сильного атмосферного загрязнения наблюдается изменение формы роста *V. myrtillus* с рыхлокустовой на плотнокустовую, а в условиях среднего загрязнения встречаются обе формы роста.

Как видно из данных таблицы 1, для плотнокустовой формы роста характерно: 1) усиленное ветвление подземных побеговых систем (подземные побеги ветвятся преимущественно до V порядка, тогда как в фоновом районе не выше III порядка); 2) увеличение числа спящих почек и их активизация; 3) увеличение числа парциальных кустов на 1 погонный метр подземного побега.

Таблица 1. Характеристика подземных побегов Vaccinium myrtillus L., произрастающих при различном уровне атмосферного загрязнения

Показатель	Расстояние от комбината, км		
	75	30	15
Число, шт./м корневища: боковых подземных побегов II порядка ветвления	12,1±1,6	29,7±4,9	37,9±3,9
III и более порядков ветвления парциальных кустов	4,1±0,7 9,1±0,8	22,4±5,5 155±67	25,1±3,0 67,7±13
спящих почек	76,4±8,4	123±16	112±12
Расстояние между парциальными кустами, см	19,2±3,9	2,2±0,6	2,4±0,4

Вегетативное размножение *V. myrtillus* в условиях атмосферного загрязнения, также как и в фоновом районе, осуществляется специализированными подземными побегами, но длина их сокращается более чем в 8 раз, а число увеличивается в 2,5–3 раза.

Описанные выше изменения являются приспособительными признаками растений к неблагоприятным условиям среды и, в частности, к экстремальным природным условиям, что отмечалось и другими исследователями (Стещенко, 1956; Ляшенко, 1964; Хохлаков, 1983; Мазуренко, 1986; и др.).

В условиях атмосферного загрязнения происходит снижение всех морфометрических показателей парциальных кустов и жизненного уровня, изменение характера и продолжительности онтогенеза — большая часть кустов проходит

ускоренный темп развития (Мазная, 2001). У парциальных кустов сокращается длительность жизни как главной, так и боковых скелетных осей в среднем до двух лет (рис. 1). Ветвление парциальных кустов продолжается до VI, реже VII порядков. Среднее число побегов и их средняя длина на парциальном кусте достоверно снижается в 1,5–2,0 и 1,8–1,9 раза, соответственно.

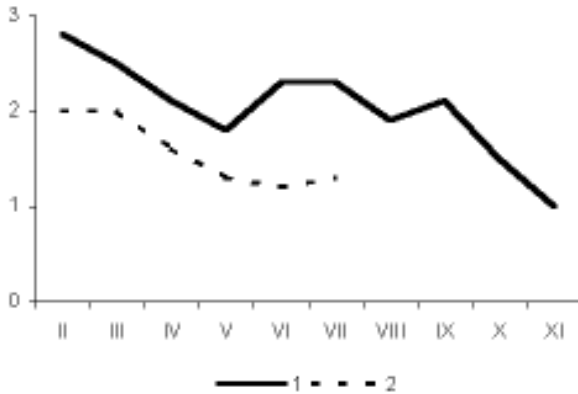


Рис. 1. Продолжительность жизни побегов разных порядков ветвления у парциальных кустов *Vaccinium myrtillus*, произрастающих в условиях среднего атмосферного загрязнения.

(Форма роста *V. myrtillus*: 1 — рыхлокустовая; 2 — плотнокустовая. По оси абсцисс — порядок ветвления; по оси ординат — возраст, лет).

Раннее отмирание главной оси у большей части парциальных кустов, произрастающих в условиях загрязнения (особенно сильного), вызывает активизацию спящих почек в их основании и формирование 2–3-х мелких побегов дополнения, образование которых обусловлено реакцией на старение или механическое повреждение растений (Мазуренко, Хохряков, 1977). Эти побеги в результате интенсивного процесса геофитизации, наблюдаемого в условиях атмосферного загрязнения, погружаются в почву, укореняются и становятся самостоятельными структурно-функциональными единицами.

Выявленные адаптационные изменения *V. myrtillus* в условиях среднего и сильного атмосферного загрязнения приводят к образованию скоплений из парциальных кустов, состоящих из нескольких десятков и даже сотен кустов (рис. 2).

Такая форма роста *V. myrtillus* имеет важное приспособительное значение, так как обеспечивает продление жизни и сохранение за видом определенной территории, но не приводит к существенному омоложению ценопуляций в целом.



Рис. 2. Скопление парциальных кустов *Vaccinium myrtillus* в условиях атмосферного загрязнения.

В отличие от *V. myrtillus*, форма роста *V. vitis-idaea* по градиенту загрязнения не изменяется. Как в фоновом районе, так и в условиях загрязнения вегетативное размножение *V. vitis-idaea* происходит в результате нарастания плагиотропных подземных побегов, из боковых пазушных почек которых развиваются новые парциальные кусты. Основная роль в формировании парциальных кустов *V. vitis-idaea* принадлежит побегам формирования, ветвления и дополнения, общее число которых составляет $2,0 \pm 0,2$ шт./куст (75 км от комбината), $1,4 \pm 0,1$ (30 км) и $1,7 \pm 0,2$ (15 км). Продолжительность жизни главной оси составляет 3 года, и по градиенту загрязнения она остается неизменной, однако длина ее сокращается в 1,5–1,7 раза. В целом, ветвление парциального куста *V. vitis-idaea* продолжается до IV реже V порядков, часто встречаются кусты, которые не имеют боковых побегов. С увеличением порядка ветвления наблюдается достоверное уменьшение числа и длины побегов. Однако ухудшение экологической обстановки в зонах среднего и сильного загрязнения вызывает снижение основных морфометрических параметров и жизнеспособности парциальных кустов *V. vitis-idaea*, темпы их развития существенно ускоряются (Мазная, 2001).

Аналогично *V. myrtillus*, в подземной сфере *V. vitis-idaea* наблюдается большее число спящих почек на подземных побегах в зоне среднего атмосферного загрязнения, по сравнению с фоновым районом (табл. 2). В результате их активизации образуются новые парциальные кусты, число которых на погонный метр

Таблица 2. Характеристика подземных побегов *Vaccinium vitis-idaea* L., произрастающих при различном уровне атмосферного загрязнения

Показатель	Расстояние от комбината, км		
	75	30	15
Число, шт./м корневища:			
боковых подземных побегов II порядка ветвления	18,4±2,5	24,9±6,2	14,0±3,4
III и более порядков ветвления	4,2±1,2	14,6±3,1	3,7±1,0
парциальных кустов	13,2±1,5	25,3±3,6	20,7±5,6
спящих почек	92,7±8,4	138±10	56,2±10,6
Среднее расстояние между парциальными кустами, см	11,5±1,9	6,8±2,0	9,6±1,4

подземного побега увеличивается в 1,9 раза. Среднее расстояние между парциальными кустами, связанными подземными побегами, сокращается в 1,7 раза. Часто парциальные кусты отстоят друг от друга на расстоянии междоузлий почек (0,5–1,0 см). Также следует отметить, что в условиях среднего атмосферного загрязнения наблюдается усиление ветвления подземных побегов (табл. 2).

В условиях сильного загрязнения на подземных побегах, наоборот, отмечается снижение значений основных морфологических показателей подземных побегов, что обусловлено меньшей выживаемостью вида в этих условиях и его практически полным выпадением из состава сообщества.

Популяционные изменения

Выявленные морфологические особенности *V. myrtillus* и *V. vitis-idaea* приводят к изменению ряда характеристик их ценопопуляций.

Существенное ослабление ростовых процессов и жизнненности парциальных кустов обоих видов в условиях атмосферного загрязнения приводит к снижению проективного покрытия видов, особенно *V. vitis-idaea*, и продуктивности надземной фитомассы (табл. 3). Плотность ценопопуляций *V. myrtillus* и *V. vitis-idaea* в зоне среднего загрязнения увеличивается, в условиях сильного загрязнения этот показатель не отличается у первого вида и достоверно снижается у второго вида, по сравнению с фоновым районом.

В условиях промышленного загрязнения наблюдается усиление контагиозности распределения парциальных кустов по площади ценоза: при среднем уровне техногенной нагрузки образуются четко отграниченные в пространстве «пятна» с высокой плотностью кустов обоих видов (свыше 80 шт./0,25 м²); в зоне сильного загрязнения плотность кустов *V. myrtillus* в «пятнах» продолжает возрастать (свыше 100 шт./0,25 м²), в то время как эта характеристика для

Таблица 3. Характеристика ценопопуляции *Vaccinium myrtillus* (над чертой) и *V. vitis-idaea* (под чертой) в сосняках кустарничково-лишайниковых, расположенных на разном расстоянии от ОАО «Комбинат Североникель»

Показатель	Расстояние от комбината, км		
	75	30	15
Проективное покрытие, %	<u>19,8±2,2</u>	<u>17,6±3,5</u>	<u>9,0±1,9</u>
	13,1±1,0	8,1±1,3	0,4±0,1
Плотность, шт./м ²	<u>197,7±23</u>	<u>421,8±78</u>	<u>188,0±43</u>
	155,6±17	284,3±41	99,2±24
Продуктивность сухой надземной фитомассы, г/м ²	<u>87,7±8,0</u>	<u>66,1±12,9</u>	<u>36,5±8,0</u>
	31,9±5,3	28,2±4,5	17±5,2
Масса отмерших кустов, г/м ²	<u>0,2±0,1</u>	<u>11,9±2,2</u>	<u>14,6±2,5</u>
	0,3±0,1	4,9±1,0	4,2±1,1

V. vitis-idaea близка к нулю, т. е. вид практически выпадает из структуры сообщества (Лянгузова и др., 2004).

Ухудшение жизненного состояния парциальных кустов обоих видов приводит к снижению жизнеспособности ценопопуляций в целом и переходу их от процветающих (в фоновом районе) к депрессивным с выраженной правосторонней асимметрией. Индекс жизнеспособности ценопопуляций *V. myrtillus* составляет в фоновых условиях 0,440, в условиях среднего загрязнения — 0,250, а в условиях сильного загрязнения — 0,100; ценопопуляций *V. vitis-idaea* — 0,424, 0,118 и 0,195, соответственно.

Изучение их возрастной структуры выявило, что, как в фоновом районе, так и в условиях атмосферного загрязнения, она сохраняет полнотеленность и имеет двумодальный тип спектра, но соотношение возрастных групп меняется в сторону увеличения доли субсенильных и сенильных особей (рис. 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексное воздействие загрязнения окружающей среды диоксидом серы и полиметаллической пылью приводит к преобразованиям, как на ценопопуляционном уровне, так и на уровне отдельных элементов ценопопуляций *Vaccinium myrtillus* и *V. vitis-idaea*. Ускорение темпов развития парциальных кустов, лабильность их жизненного состояния, особенности морфогенеза, стабильность возрастной структуры ценопопуляций и усиление контагиозности размещения особей по площади ценоза является основой для устойчивого существования и выживаемости этих видов в условиях среднего атмосферного загрязнения. Трансформацию рыхлокустовой формы роста *V. myrtillus*, характерной для ненарушенных растительных сообществ, в плотнокустовую

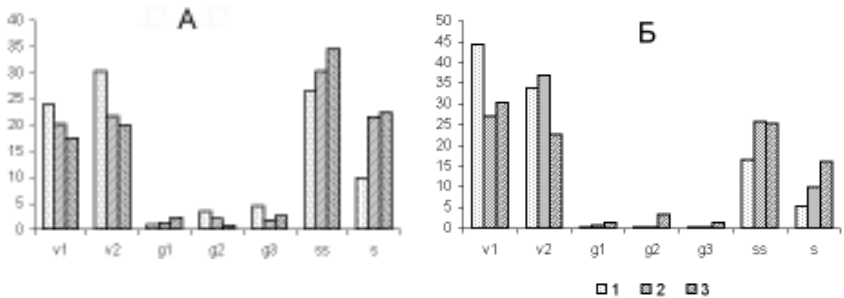


Рис. 3. Возрастная структура ценопопуляций (ЦП) *Vaccinium myrtillus* (А) и *V. vitis-idaea* (Б), расположенных на различном удалении от ОАО «Комбинат Североникель». (1 — фоновая зона, 2 — зона среднего загрязнения, 3 — зона сильного загрязнения. По горизонтали — возрастное состояние; по вертикали — число парциальных кустов данной возрастной группы, % от общего числа).

в условиях атмосферного загрязнения можно рассматривать как один из механизмов толерантности к экстремальным условиям существования. Благодаря этому, этот вид выживает даже при максимальном атмосферном загрязнении, тогда как *V. vitis-idaea* практически выпадает из состава сообществ.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 04–04–49525).

ЛИТЕРАТУРА

- Баландина Т.П., Вахромеева М.Г. Брусника обыкновенная // Биологическая флора Московской области. М., 1978. Вып. 4. С. 167–178.
- Влияние промышленного атмосферного загрязнения на сосновые леса Кольского полуострова. Л.: БИН РАН, 1990. 195 с.
- Жуйкова И.В. О некоторых особенностях роста и развития видов *Vaccinium* в условиях Хибинских гор // Ботан. ж. 1959. Т. 44. № 3. С. 322–332.
- Злобин Ю.А. К познанию строения клонов *Vaccinium myrtillus* L. // Ботан. ж. 1961. Т. 46. № 3. С. 414–419.
- Злобин Ю.А. Теория и практика оценки виталитетного состава ценопопуляций растений // Ботан. ж. 1989а. Т. 74. № 6. С. 769–781.
- Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценотических популяций растений. Казань, 1989б. 146 с.
- Лянгузова И.В., Ефимова М.А., Мазная Е.А. Количественная оценка пространственной неоднородности ценопопуляций *Vaccinium myrtillus* L. и *V. vitis-idaea* L. в ненарушенных северотаежных сосновых лесах и при промышленном загрязнении // Методы популяционной биологии: Сб. материалов VII Всерос. популяционного семинара. Сыктывкар, 2004. С. 129–131.

- Ляшенко Н.И. Биология спящих почек. М., Л.: Наука, 1964. 87 с.
- Мазная Е.А. Влияние промышленных выбросов на состояние и структуру ценопопуляций *Vaccinium myrtillus* L. и *V. vitis-idaea* L. (Кольский полуостров) // Раст. ресурсы. 2001. Т. 37. Вып. 3. С. 1–12.
- Мазуренко М.Т. Биоморфологические адаптации растений Крайнего Севера. М.: Наука, 1986. 209 с.
- Мазуренко М.Т., Хохряков А.П. Структура и морфогенез кустарничков. М.: Наука, 1977. 160 с.
- Методы изучения лесных сообществ. СПб: НИИ Химии СПбГУ, 2002. С. 240
- Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. М.: Высш. шк., 1962. 378 с.
- Серебряков И.Г., Чернышева М.Б. О морфогенезе жизненной формы кустарничка у черники, брусники и некоторых болотных Ericacea // Бюл. МОИП. Т. LX (2). 1955. С. 65–67.
- Смирнова О.В. Объем счетной единицы при изучении ценопопуляций растений различных биоморф // Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М.: Наука, 1976. С. 72–80.
- Стещенко А.П. Формирование структуры полукустарничков в условиях высокогорий Памира. Сталинабад: Из-во АН Таджикской ССР, 1956.
- Хохряков А.П. Биоморфология растений Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983. 153 с.
- Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М.: Наука, 1976. 217 с.
- Уранов А.А. Большой жизненный цикл и возрастной спектр ценопопуляций цветковых растений // Тез. докл. V съезда ВБО. Киев, 1973. С. 217–217.
- Шутов В.В. К методике изучения возрастной структуры ценопопуляций *Vaccinium myrtillus* L. // Раст. ресурсы. 1983. Т. 19. Вып. 2. С. 243–250.
- Шутов В.В. Структура, динамика и плодоношение популяций кустарничковых растений. Кострома: КГУ, 2000. 102 с.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ ТЮЛЬПАНА ПРИРЕЧНОГО (*TULIPA RIPARIA*) В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ Р. КУРЯК

М.И. Жеребцова

Уральский государственный университет, г. Екатеринбург

Тюльпан приречный *Tulipa riparia* Knjasev, Kulikov et Philippov sp. nov выделен из высоко полиморфного вида *Tulipa biebersteiniana* Shult. et Shult fil — тюльпан биберштейна (Князев и др., 2001). *T. riparia* отличается от

T. biebersteiniana более крупными размерами, высокой долей розовоцветковых особей, большей шириной стеблевого листа, утолщенными цветоносами, широкими тычиночными нитями. Для популяций тюльпана приречного характера триплоидность ($2n=36$) (Князев и др., 2001). Для тюльпана биберштейна указывают как диплоидный ($2n=24$), так и тетраплоидный уровни (Бочанцева, 1962; Мамедова и др., 1985; Данелия, 1989; Kroon, Jongerius, 1986).

Ранее нами показано наличие смешанных по уровню плоидности (с $2n=24$ и 36) и полностью триплоидных популяций. Также обнаружено варьирование мужской и женской фертильности, свидетельствующее о неоднородности особей (Кутлунина и др., 2003). В связи с обнаруженной гетерогенностью было предпринято детальное исследование популяции *T. riparia* на р. Курак, притоке р. Сим на Южном Урале.

Цель исследования: установить пространственную и генетическую структуру популяции тюльпана приречного. Для ее достижения поставлены следующие задачи: 1) выявить пространственную структуру популяции *T. riparia*; 2) проанализировать кариотип особей; 3) проанализировать изменчивость изоферментов у *T. riparia*.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал собран в мае 2004 г. на р. Курак, Челябинская область. На двух изолированных участках пойменного луга было выделено 15 куртин (клонов) желто- и розовоцветковых особей *T. riparia*. Клоны выделяли на основе различий в окраске цветков и по границе встречаемости побегов тюльпана. У каждого клона выкапывались луковицы вегетирующих и цветущих побегов. Всего выкопано 32 луковицы цветущих и 81 — вегетирующих растений. Луковицы вегетирующих растений проращивали до появления корней длиной 1–1,5 мм.

Хромосомы изучали на метафазных пластинках в клетках меристемы кончиков корней (Дарлингтон, Ла Кур, 1980). Для морфологической характеристики хромосом использовали центромерный индекс $I^c = s/(s+l)$ (в процентах), где s — длина короткого плеча, l — длина длинного плеча. В зависимости от величины центромерного индекса различают: метацентрические (от 37,5 до 50,0%); субметацентрические (от 25,0 до 37,4%); субacroцентрические (от 12,5 до 24,9%) и акроцентрические (от 0 до 12,4%) хромосомы (Агапова, Гриф, 1982). Для дифференциального окрашивания хромосом последовательно использовались ГЦ-специфичный флуорохром Chromomycin A³ и АТ-специфичный флуорохром DAPI (Schweizer, 1986).

Для изоферментного анализа использовали луковичные чешуи и ростки. Анализировали образцы *T. riparia* и образец *T. patens* (тюльпан поникающий — близкий вид и один из возможных родителей). Электрофорез проводили в 6,4% ПААГ в трис-ЭДТА-боратной системе. Гистохимическое окрашивание

производилось по стандартной методике (Harris, Hopkinson, 1976) по 10-ти системам: Adh, Idh, 6-pgd, Skdh, Pgi, Got, F-est, Gdh, Dia и Pgm.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Все особи *T. riparia* — триплоиды ($2n=36$). Кариотип можно разбить на три набора по 12 хромосом в каждом (рис. 1, 2). 24 хромосомы из 36 образуют пары, остальные 12 хромосом не составляют пар и резко отличаются от них по морфологии.

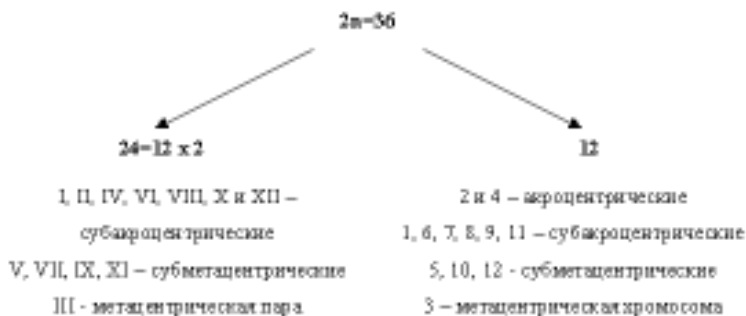


Рис. 1. Структура кариотипа *Tulipa riparia*.

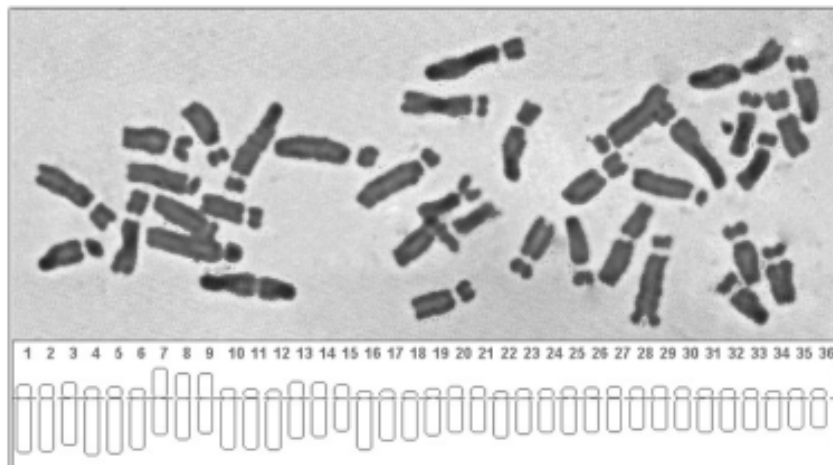


Рис. 2. Метафазная пластинка и идиограмма розовоцветкового *Tulipa riparia*.

Кариотипы желто- и розовоцветковых особей не имеют существенных отличий.

Для р. *Tulipa*, в целом, характерно наличие в кариотипе большой группы хромосом, незначительно различающихся по морфологии и, поэтому, сложных для идентификации (Blakey, Vosa, 1981), что относится и к *T. riparia*. Для идентификации этой группы использовали методику дифференциального окрашивания. Для *T. riparia* характерен низкий (около 5%) уровень исчерченности хромосом. Выявлены мелкие интеркалярные бэнды на длинных плечах хромосом 3, 7 и 8 (АТ-пары), точечные теломерные на коротких плечах у хромосом 13, 14, 15 (АТ-пары) и 36 (ГЦ-пары), на длинных плечах у 22, 23, 24 и 28 (АТ-пары) (рис. 3). Третий набор хромосом достаточно четко отличается по степени и характеру исчерченности.

Таким образом, исходя из отличий хромосом по морфологии и по проявленному бэндингу, можно предположить, что *T. riparia* не является автополиплоидом, а имеет гибридогенное происхождение. Полученные результаты достаточно неожиданны, так как обычно причиной полиплоидии у представителей р. *Tulipa* является автополиплоидизация (Бочанцева, 1962; Дanelия, 1989).

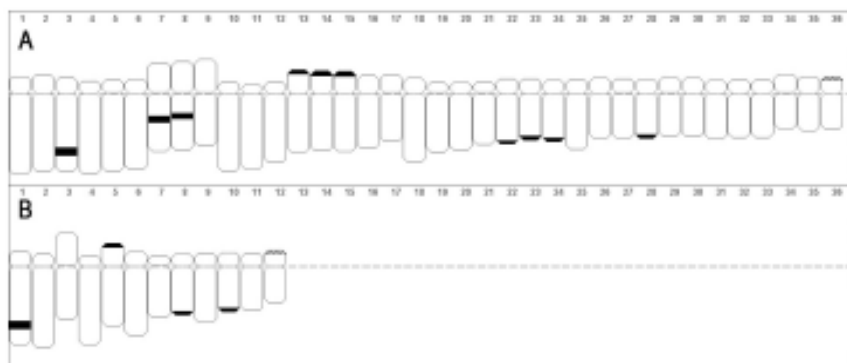


Рис. 3. Исчерченность хромосомного набора *Tulipa riparia*.
 А — метафазная пластинка, $2n=36$; В — дополнительный набор, $n=12$.
 Черные участки — АТ-блоки, серые — ГЦ-блоки.

Результаты изоферментного анализа. Достаточно информативные результаты получены по семи системам из десяти: Adh, Idh, 6-pgd, Skdh, Pgi, Got и Pgm. По многим ферментным системам обнаружено четкое отличие *T. patens* от всех остальных образцов, относящихся к *T. riparia*. Сходство электрофореграмм по ряду систем позволяет предположить, что растения из нескольких

выделенных нами розовоцветковых куртин генетически идентичны и представляют собой один широко расселившийся клон. Интересно, что к одному клону относятся не только особи, произрастающие на небольшом расстоянии друг от друга, но и находящиеся на значительном удалении и изолированные зарослями кустарников.

Розовоцветковые клоны заметно отличаются по составу электроморф от желтоцветковых.

Автор выражает благодарность В.В. Коцерубе за помощь в хромосомном анализе, А.Ю. Беляеву — за содействие в сборе материала и проведении изоферментного анализа, В.Л. Семерикову — за ценные советы при проведении изоферментного анализа.

ЛИТЕРАТУРА

- Агапова Н.Д., Гриф В.Г. О хромосомной терминологии // Ботан. ж. 1982. Т. 67. № 9. С. 1281–1283.
- Бочанцева З.П. Тюльпаны: морфология, цитология и биология. Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1962. 408 с.
- Данелия И.М. К кариосистематике некоторых кавказских представителей рода *Tulipa* (Liliaceae) // Ботан. ж. 1989. Т. 74. № 2. С. 193–200.
- Дарлингтон С.Д., Ла Кур Л.Ф. Хромосомы. Методы работы. М., 1980. 182 с.
- Князев М.С., Куликов П.В., Филиппов Е.Г. Тюльпаны родства *Tulipa biebersteiniana* (Liliaceae) на Южном Урале // Ботан. ж. 2001. Т. 86. № 3. С. 109–119.
- Кутлунина Н.А., Гараева О.В., Жеребцова М.И. Изменчивость цитозембриологических признаков в популяциях южноуральских тюльпанов // Ботанические исследования в азиатской России. Труды XI Съезда Российского ботанического общества. 2003. Т. 2. С. 303–304.
- Мамедова С.А., Аскеров И.Т., Ибадов О.В., Алекперов У.К. Хромосомные числа некоторых дикорастущих тюльпанов флоры Азербайджана // Изв. АН АзССР. Сер. биол. наук. 1985. № 6. С. 30–31.
- Blakey D.H., Vosa C.G. Heterochromatin and chromosome variation in cultivated species of *Tulipa* subg. *Eriostemon* (Liliaceae) // Pl. Syst. and Evol. 1981. V. 139. P. 47–55.
- Harris H., Hopkinson D.A. Handbook of Enzyme Electrophoresis in Human Genetics. North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1976.
- Kroon G.H., Jongerius M.C. Chromosome numbers of *Tulipa* species and the occurrence of hexaploidy // Euphytica. 1986. V. 35. P. 73–76.
- Schweizer D. Reverse fluorescent chromosome banding with chromomycin and DAPI // Chromosome. 1986. V. 58. P. 307–324.

ВОДА ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА И ОЦЕНКА ЕЕ КАЧЕСТВА

В.А. Жуйкова, Т.В. Жуйкова

Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия

Значительный ущерб природной среде наносят размещаемые в ней многокомпонентные образования (отходы производства и потребления и др.), вызывающие прогрессирующую техногенную деградацию природных комплексов. К их числу относятся осадки сточных вод — отходы коммунального хозяйства крупных городов и предприятий. В настоящее время разработаны многочисленные методики для оценки токсичности почвы как многокомпонентной системы и осуществляется поиск подходов к оценке опасности сточных вод.

Нами проведена оценка качества сточных вод промышленного предприятия ОАО «Металлургический завод им. А.К. Серова» (г. Серов, Свердловская обл.) с использованием химического и биологического методов.

Характеристика исследуемых объектов: Южно-Сосьвинский водозабор (ЮСВ) находится в 10 км от пос. Медянкино. Вода подается глубинными насосами в приемные баки, затем она попадает на станцию доочистки, где проводится аэрирование и фильтрация. Далее вода поступает на завод и используется на питьевые нужды, проходя дополнительно через бактерицидную установку. Грязная вода, после промывки фильтров, сливается на иловые отстойники. Очистные сооружения, где проходит очистку общая канализация города, располагаются в районе пос. Сталеваров. Сточная вода проходит механическую очистку и обеззараживание жидким хлором. Сброс очищенной воды идет в р. Каква. Отстойник отработанных вод находится на территории завода, а затем вода уходит в р. Каква.

Вода для анализа отобрана из вышеуказанных источников, в трех повторностях.

Химический анализ включал определение Fe, Mn и Mg в аналитической лаборатории ОАО «Металлургический завод им. А.К. Серова» методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе Analyst-300 (Perkin Elmer). Установлено, что максимальное количество Fe и Mn содержится в воде ЮСВ, минимальное — в воде очистных сооружений. Различия между вариантами с минимальными концентрациями микроэлементов и остальными, а также между участками с максимальными концентрациями Fe и Mn и остальными статистически значимы ($p < 0,05$). По всем исследуемым микроэлементам превышены нормы ПДК. Концентрации Mg в технической воде из исследуемых источников сходные, превышают нормы ПДК в 2 раза. Интегральный показатель загрязнения (Безель, 1998 — для почв) изменяется от 1,0 до 17,2 отн. ед.

Биологический метод. Один из методов биотестирования — метод корневого теста. Главный индикаторный показатель при этом — длина корня тест-объекта. В качестве тест-объекта выбран редис. Семена проращивали в рулонной культуре, повторность — трехкратная, контроль — дистиллированная вода.

Энергия прорастания семян в контрольном варианте статистически значимо отличается от остальных ($p < 0,05$). Всхожесть на воде, содержащей максимальные количества микроэлементов, — минимальная, остается на уровне энергии прорастания. Методом множественных сравнений Шеффе подтверждено отличие выживаемости проростков на дистиллированной воде от значений этого показателя в остальных вариантах. Минимальные значения длины корня отмечены у проростков, проращиваемых на дистиллированной воде (контроль) и на максимально загрязненной технической воде с ЮСВ.

Почему на начальных этапах онтогенеза показатели жизнеспособности семян, проращиваемых на дистиллированной воде, были максимальны, а при оценке ростовых критериев получена противоположная картина? Питание на стадии проростка осуществляется гетеротрофно, и концентрации микроэлементов в воде не влияют на этом этапе на показатели жизнеспособности. На стадии выживаемости питание проростка смешанное — автотрофное и гетеротрофное, при этом идет активное поглощение веществ из растворов. Дистиллированная вода в недостаточных количествах содержит Fe, Mn, Mg, и растения испытывают нехватку микроэлементов. При проращивании растений на воде с ЮСВ торможение ростовых процессов вызвано избыточными концентрациями Fe, Mn, Mg.

Таким образом, методом корневого теста подтверждены результаты, полученные при оценке качества воды химическим методом. Химический и биологический методы можно в равной степени применять для оценки качества технической воды.

Работа выполнена при поддержке гранта, выполняемого по тематическому плану научно-исследовательских работ НТГСПА (задание Федерального агентства по образованию в 2005 г.).

ОСОБЕННОСТИ ГРУНТОВОЙ И ЛАБОРАТОРНОЙ ВСХОЖЕСТИ *TARAXACUM OFFICINALE* S.L.

Т.В. Жуйкова, О.А. Северюхина, Н.П. Южанина, М.С. Мазурин

Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия

В ходе опыта была изучена полевая (грунтовая) и лабораторная всхожесть семян двух морфологических форм одуванчика лекарственного *T. off. f. dahlstedtii* и *T. off. f. pectinatiforme* из различающихся по уровню химического загрязнения местообитаний.

Лабораторная всхожесть — количество проросших семян на 14 день. Использование в дальнейшем терминов «энергия прорастания» и «выживаемость» условно, так как и в том, и в другом случае фиксировалось количество растений, появившихся за определенный период времени. В агробиологических исследованиях эти два термина объединяются под одним — грунтовая всхожесть — количество всходов, появившихся на поверхности почвы, выраженное в процентах от общего числа посеянных семян.

Семена 10 материнских растений двух морфологических форм одуванчика, собранные на участках фоновой (1,0 отн. ед.), буферной (3,65 отн. ед.) и импактной зон (33,0 отн. ед.) (сбор 2003 г.), проращивали в условиях выровненного почвенного агрофона (грунтовая всхожесть) и в условиях выровненного водного фона (лабораторная всхожесть) методом рулонной культуры. Повторность опытов — трехкратная. Оценивали показатели жизнеспособности семенного потомства: энергию прорастания, всхожесть, выживаемость. В опыте по грунтовой всхожести фиксировали также долю растений прегенеративной фракции.

Энергия прорастания. Показатель в условиях агрофона варьирует от 10 до 20% (потомство фонового и импактного и буферного участка, соответственно). Необходимо отметить значительную посемейную изменчивость показателя. Так, во всех вариантах поколение F_1 характеризовалось нулевой энергией прорастания. Наряду с ними, встречались родительские растения с высокими значениями показателя — до 68%. Максимальное количество материнских растений, имеющих высокую грунтовую всхожесть семенного потомства на 14 день, установлено для буферного участка. Различия исследуемого показателя между двумя морфологическими формами одуванчика статистически незначимы.

Как и следовало ожидать, лабораторные условия более оптимальны для прорастания семян, и наблюдаемый показатель во всех вариантах в 2 и более раз выше грунтовой всхожести у обеих морфологических форм. Различия между формами проявились только у потомства с импактного участка. Зависимость показателя от места формирования семян в лабораторном эксперименте аналогична полевому опыту.

Выживаемость. В полевых условиях оценка показателя проведена через 40 дней после посева семян, так как именно с этого времени наблюдается стабилизация показателя, о чем речь пойдет далее. Количество всходов на этом этапе в 2 раза больше, чем в случае энергии прорастания. Растений с нулевыми значениями показателя не обнаружено. Зависимость выживаемости проростков от места формирования семян остается аналогичной выше рассмотренному показателю. Различия между морфологическими формами одуванчика статистически незначимы. В условиях лабораторного эксперимента показатель во всех вариантах изменяется аналогично грунтовой выживаемости и соответственно энергии прорастания в два раза выше значений, полученных в полевом опыте.

Динамика всхожести исследована в период с 13 июня по 28 августа 2004 г. Показана общая закономерность: всхожесть семян *T. off. f. dahlstedtii* и *T. off. f. pectinatiforme*, собранных с материнских растений, произрастающих на территории буферной зоны в два раза больше, чем показатели у «фоновых» и «импактных» семян ($p < 0,05$). Количество всходов, появившихся из семян с материнских растений фонового и импактного участков, одинаково на протяжении всего периода исследования. Различия между морфологическими формами одуванчика статистически незначимы.

Появление всходов и возможная гибель у обеих форм наблюдается в первые 40 дней, после чего наступает стабилизация показателя, и в последующий период он остается без изменений. Возможно, именно на этом этапе происходит отбор растений на дальнейшую жизнеспособность и отсев не жизнеспособных проростков.

Анализ возрастной структуры. До 40 дня растения находились в стадии проростков, после чего был зафиксирован их переход в следующее возрастное состояние. К 28 августа большая доля растений обеих морфологических форм (от 30 до 60%) перешла в имматурное и виргинильное возрастное состояние. Таким образом, доля особей в этих возрастных состояниях составила от 90 до 99% в разных вариантах. Доля виргинильных растений *T. off. f. dahlstedtii* из семян фоновой и импактной выборок в 1,5–2 раза больше, чем таковых у *T. off. f. pectinatiforme*. Следовательно, можно предположить, что онтогенез у *T. off. f. dahlstedtii* на этом этапе протекает быстрее, чем у второй формы. В вариантах с фоновым F, доля растений обеих форм, находящихся в виргинильном возрастном состоянии, больше, чем импактных.

ВЫВОДЫ

1. Лабораторная всхожесть семян *T. officinale* s.l. в два раза выше, чем грунтовая. 2. Грунтовая всхожесть семян, сформировавшихся в условиях минимального и максимального химического загрязнения почвы, сходная. Грунтовая и лабораторная всхожесть семян с буферного участка у обеих морфологических форм одуванчика больше, чем с фонового и импактного. 3. Стабилизация показателей грунтовой всхожести наступает после 40 дня с момента посева семян. В это же время начинается переход проростков в следующее возрастное состояние. 4. Начальные стадии онтогенеза (прегенеративный период) быстрее протекают у *T. off. f. dahlstedtii*, чем у *T. off. f. pectinatiforme* независимо от места формирования семян. 5. У импактного потомства обеих форм одуванчика начальные этапы онтогенеза протекают медленнее, чем у фонового.

Работа выполнена при поддержке гранта, выполняемого по тематическому плану научно-исследовательских работ НТГСПА (задание Федерального агентства по образованию в 2005 г.).

ДИНАМИКА ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ *TARAXACUM OFFICINALE* S.L.

Е.С. Зинина, Т.В. Жуйкова, Е.О. Иванилова

Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия

Динамические процессы охватывают практически все стороны жизни ценопопуляции. В условиях химического загрязнения интересно установить, с одной стороны, как влияют внешние факторы на количественную оценку динамических процессов, а с другой — в каких пределах изменяются эти оценки у одного вида в условиях различного загрязнения почв тяжелыми металлами. В связи с этим целью настоящей работы было изучение многолетней динамики возрастной структуры ценопопуляций *Taraxacum officinale* s.l., произрастающих в условиях химического загрязнения.

Общие черты возрастной структуры *T. officinale* s.l. в период исследования заключаются в следующем: в возрастных спектрах ценопопуляций присутствуют особи всех возрастных групп, что позволяет характеризовать их как полночленные. На протяжении всего периода исследования большинство ценопопуляций по различным классификациям (Жукова, 1967; Уранов, Смирнова, 1969; Животовский, 2001) отнесены к молодым нормальным, способным к самоподдержанию семенным путем без заноса зачатков извне.

Плотность. Показатель подтвержден флуктуационным колебаниям в градиенте нагрузки. На исследуемых участках он изменяется не более чем в 1,5 раза. Исключение составляет резкое снижение плотности на фоновом участке в 1999 г. Однако эти изменения статистически недостоверны. Не выявлено также достоверных различий в отдельные сезоны между относительной физической плотностью ценопопуляций, произрастающих в градиенте токсической нагрузки. Регулярные колебания физической плотности и амплитуда ее изменчивости говорят об относительной лабильности ценопопуляций, способствующей поддержанию устойчивости в целом.

Эффективная плотность (Животовский, 2001). Разновозрастные растения потребляют ресурсы различными темпами. Поэтому вклад таких растений в популяционную плотность должен быть взвешен соответственно их энергетической эффективности. Подобный анализ позволяет сделать оценка эффективной плотности, которая зависит от соотношения разных возрастных групп в популяции. Во всех исследованных ценопопуляциях она меньше физической плотности. В градиенте токсической нагрузки с увеличением загрязнения эффективная плотность в 1996–1997 гг. возрастает. В последующие годы отмечается снижение показателя с увеличением загрязнения на участках.

Изменение эффективной плотности на участках идет волнообразно. Однако, диапазон волны на фоновом и импактном участках различен. В условиях минимального загрязнения эффективная плотность в период с 1996 по 1998 гг. возрастает в 1,5 раза, а в последующий период — снижается. На загрязненном участке идет ежегодное изменение эффективной плотности. Подобные флуктуации объясняются динамикой соотношения разных возрастных групп. Снижение показателя вызвано доминированием прегенеративной фракции, возрастание — увеличением доли участия средневозрастных особей. Можно предположить, что регулярные флуктуационные колебания эффективной плотности в условиях максимального загрязнения поддерживают устойчивость этих ценопопуляций.

Возрастность. Представляет интерес анализ погодичной динамики возрастной фоновой и импактной ценопопуляций. Изменение этого показателя в условиях минимального и максимального загрязнения также идет волнообразно, но временной диапазон волн различный: в фоновой ценопопуляции он равен 2–3 годам, а в импактной — более 5 лет. Высота колебаний показателя в пределах 0,3 отн. ед.

Результаты исследований позволяют выделить в качестве одной из основных причин разной скорости динамических процессов при химическом загрязнении интенсивный переход растений прегенеративной фракции из одного возрастного состояния в следующее. Однако, растения, достигшие виргинильного состояния на загрязненном участке, задерживаются в нем на более длительный период, чем в фоновой ценопопуляции (Жуйкова, 2001; Жуйкова, Язькова, 2002). В качестве другой причины можно рассматривать лучшее семенное возобновление *T. officinale* s.l. в условиях загрязнения (Жуйкова, Северюхина, 2001; Жуйкова и др., 2002).

Таким образом, циклические изменения возрастной ценопопуляций *T. officinale* s.l., происходящие с различной скоростью в условиях химического загрязнения почв, связаны, в первую очередь, с численным соотношением возрастных групп растений. В условиях загрязнения «приспособленные» ценопопуляции оказываются более стабильными системами. Фоновые же ценопопуляции более гетерогенны, поэтому в изменяющихся условиях среды, например, при совместном действии тяжелых металлов и погодных условий, ответная реакция на стресс происходит быстрее и проявляется в изменении соотношения возрастных групп.

Работа выполнена при поддержке гранта, выполняемого по тематическому плану научно-исследовательских работ НТГСПА (задание Федерального агентства по образованию в 2005 г.).

КРАНИАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИДОВ-ДВОЙНИКОВ *MICROTUS ARVALIS* И *M. ROSSIAEMERIDIONALIS* ИЗ ЗОНЫ СИМПАТРИИ

С.В. Зыков, Л.Э. Ялковская

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Оценка степени морфологической дифференциации хромосомных видов-двойников актуальна как в связи с проблемой таксономической идентификации, так и для решения теоретических вопросов эволюции и видообразования. Такой парой видов являются обыкновенная (*Microtus arvalis* Pallas, 1779) и восточноевропейская (*Microtus rossiaemeridionalis* Ognev, 1924) полевки, которые при высокой степени дивергенции кариотипов и репродуктивной изоляции, обнаруживают сильное морфологическое и экологическое сходство (Мейер и др., 1969; Малыгин, 1983; Обыкновенная полевка..., 1994; Гилева и др., 2000). Их общий ареал занимает значительную часть Евразии, где они нередко встречаются в одних и тех же местообитаниях, что создает значительные трудности для изучения их экологии, поскольку диагностировать животных при помощи традиционно используемых в систематике отдельных морфологических признаков не удастся. Успешное применение методов многомерного статистического анализа экстерьерных и краниометрических признаков для этой цели было продемонстрировано в ряде работ (Мейер, Дитятев, 1989; Малыгин и др., 1996). Использование метода геометрической морфометрии и применение факторного анализа для линейных краниальных промеров показало, что видовая дифференциация может быть прослежена уже на уровне различных отделов черепа (Зыков, 2004). Однако изучение дифференциации рассматриваемых видов представляет интерес не только при использовании абсолютных значений морфологических признаков, но и по особенностям онтогенеза, в частности, онтогенетической нестабильности (Гилева, Нохрин, 2001). Исследование популяций обыкновенной и восточноевропейской полевок из одних и тех же местообитаний позволяет обнаружить именно межвидовые различия, не затухающие влиянием различных условий обитания.

Целью работы было изучение степени изменчивости краниальных признаков и уровня их онтогенетической нестабильности у видов-двойников обыкновенной полевки из двух географически удаленных точек совместного обитания.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обыкновенная и восточноевропейская полевки были отловлены в окрестностях с. Байны Свердловской области (60 и 38 животных, соответственно) и на окраине г. Йошкар-Ола республики Марий Эл (35 и 23 животных, соот-

ветственно). Видовая принадлежность была установлена цитогенетическим методом. Изучаемые выборки не различались достоверно по соотношению полов ($\chi^2=5,333$; $p=0,149$). По возрастному составу различия были существенны ($\chi^2=27,487$; $p=0,001$). У обыкновенных полевков из Йошкар-Олы количество молодых и взрослых животных было одинаковым (18 и 17, соответственно), а в с. Байны значительно преобладали молодые, по сравнению с взрослыми (41 и 19, соответственно). Обратная тенденция наблюдалась у восточноевропейской полевки: в Йошкар-Оле взрослых животных было в два раза, а в с. Байны в 5 раз больше, чем молодых. Поэтому исследования проводили с учетом размерно-возрастных показателей. Относительный возраст зверьков определяли по степени структурированности (зрелости) черепа (Ларина, Лапшов, 1974), поскольку определение точного календарного возраста животных этих видов из природы затруднено. Были выделены две возрастные группы: 1 — молодые животные, 2 — зрелые (Маркова и др., 2003).

Для краниометрического анализа использовали 21 билатерально-симметричный признак: 13 признаков осевого черепа и 8 признаков нижней челюсти (рис. 1). Применимость выбранных промеров для межвидовой диагностики была продемонстрирована ранее в работе С.В. Зыкова (2004). Линейные промеры были выполнены трижды на каждой стороне на оцифрованных изображениях в программе TPS.dig. Таким образом, величина признака определялась на основании усреднения 6 промеров.

Показателем онтогенетической нестабильности изучаемых признаков служила величина флуктуирующей асимметрии (случайные ненаправленные различия в проявлении билатерально-симметричных признаков на разных сторонах тела), при изучении которой следовали методологии, рекомендованной Палмером (Palmer, 1994). Для статистической обработки результатов использовали пакет прикладных программ Statistica 5.5 для Windows.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Выделение сходно варьирующих признаков и особенностей их взаимодействия проводилось при помощи метода главных компонент. На основании критерия собственных чисел (Ким, Мьюллер, 1989) могут быть выделены три главные компоненты (ГК), на которые приходится 74% общей дисперсии (табл. 1).

В первую главную компоненту все признаки вносят положительный и достаточно высокий вклад, что позволяет нам интерпретировать ее как размерно-возрастную. Это подтверждается результатами анализа с включением переменной «возраст». В направлении второй главной компоненты наблюдается увеличение признаков диастемы нижней челюсти (19, 20), мозгового (9, 10, 12) и лицевого (5) отделов черепа, и уменьшение высоты нижней челюсти (15) и признаков зубной системы (2, 4) (табл. 1). В третью главную компо-



Рис. 1. Схема краниальных промеров.

Осевой череп: 1) коронарная длина M' , 2) альвеолярная длина M' , 3) альвеолярная длина зубного ряда, 4) альвеолярная длина M' , 5) длина резцового отверстия, 6) максимальная ширина проекции скуловых дуг, 7) расстояние от альвеолы M' до края резцовых отверстий, 8) расстояние от альвеолы M' до альвеолы резца, 9) расстояние от заднего края скуловой дуги до заглазничных бугорков, 10) расстояние от середины межтеменной кости до заглазничных бугорков, 11) расстояние от середины межтеменной кости до края шва затылочной кости, 12) расстояние от края шва затылочной кости до заглазничных бугорков, 13) расстояние от края шва затылочной кости до переднего края скуловых дуг.

Нижняя челюсть: 14) альвеолярная длина зубного ряда нижней челюсти, 15) высота нижней челюсти, 16) расстояние от вершины сочленовного отростка до симфизального бугорка, 17) расстояние от переднего края альвеолы M_1 до симфизального бугорка, 18) высота челюсти в районе альвеолы M_1 , 19) длина диастемы, 20) расстояние от альвеолы резца до самой глубокой точки диастемы, 21) расстояние от переднего края альвеолы M_1 до самой глубокой точки диастемы.

ненту признаки входят с небольшими значениями факторных нагрузок, что затрудняет ее интерпретацию. Однако нужно отметить, что, в основном, признаки черепа и нижней челюсти имеют разный знак (табл. 1).

Анализируя распределение изучаемых выборок в координатах первой и второй главных компонент можно отметить, что выборки обоих видов практически не перекрываются, и наибольшее разделение видов наблюдается по оси второй главной компоненты (рис. 2). На основании этого можно сказать, что вторая главная компонента характеризует видовые различия.

Факторный анализ, проведенный отдельно по признакам черепа и нижней челюсти, показал, что первая главная компонента отражает размерно-возрастные особенности, а вторая — видовые различия. Различия по признакам черепа у рассматриваемых видов выше, чем по промерам нижней челюсти. В целом, уровень межвидовой дифференциации по признакам каждого из отделов ниже, чем по всем признакам (рис. 2).

Для оценки внутривидовых различий по комплексу признаков черепа и нижней челюсти с учетом пола, возраста и места отлова животных были рассчитаны средние значения первой и второй главных компонент для отдельных половозрастных групп каждой популяции.

Из распределения средних значений по группам (рис. 3) становятся очевидными возрастные изменения в направлении оси первой главной компонен-

Таблица 1. Вклады краниометрических признаков в главные компоненты

№ признака	Главная компонента			
	1	2	3	4
TR1	0,77	-0,22	-0,11	0,19
TR2	0,74	-0,49	-0,09	-0,07
TR3	0,90	-0,29	-0,15	0,05
TR4	0,75	-0,35	-0,20	0,13
TR5	0,69	0,53	-0,13	-0,07
TR6	0,80	-0,15	0,03	-0,10
TR7	0,59	-0,34	0,34	-0,17
TR8	0,94	0,16	0,04	-0,12
TR9	0,29	0,76	-0,21	-0,30
TR10	0,48	0,40	-0,22	0,13
TR11	0,86	-0,07	-0,05	-0,18
TR12	0,75	0,55	-0,17	-0,13
TR13	0,96	0,13	-0,10	-0,04
TR14	0,86	-0,18	-0,16	-0,03
TR15	0,78	-0,37	0,03	0,22
TR16	0,93	0,00	0,04	0,07
TR17	0,81	0,11	0,02	0,06
TR18	0,60	-0,14	0,29	0,48
TR19	0,58	0,56	0,50	-0,01
TR20	0,32	0,72	0,34	0,34
TR21	0,44	-0,35	0,44	-0,54
Объяснимая дисперсия	0,54	0,15	0,05	0,05

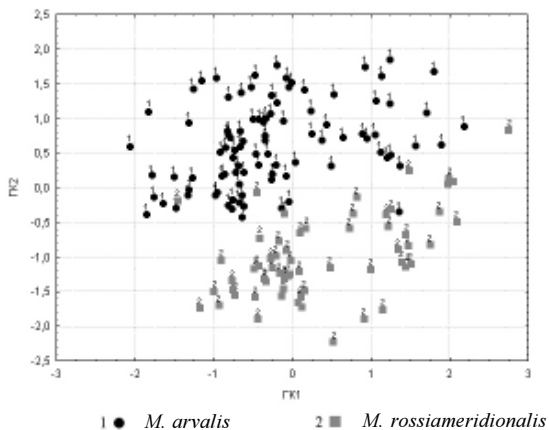


Рис. 2. Распределение изучаемых видов в пространстве первой и второй главных компонент.

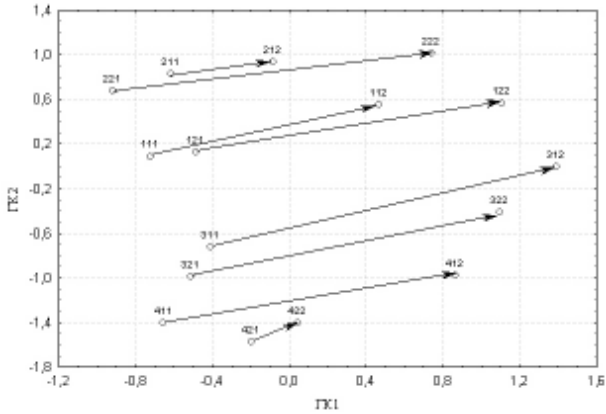


Рис. 3. Распределение средних значений выборок с учетом места отлова, пола и возраста (условные обозначения см. табл. 1) в координатах первой и второй главных компонент.

Первая цифра: *M. arvalis* (г. Йошкар-Ола) = 1, *M. arvalis* (с. Байны) = 2, *M. rossiaemeridionalis* (г. Йошкар-Ола) = 3, *M. rossiaemeridionalis* (с. Байны) = 4; вторая цифра — пол: самцы = 1, самки = 2; третья цифра — возраст: молодые = 1, взрослые = 2. Объем выборок: 111 ($n=10$), 112 ($n=10$), 121 ($n=8$), 122 ($n=7$), 211 ($n=15$), 212 ($n=7$), 221 ($n=25$), 222 ($n=12$), 311 ($n=1$), 312 ($n=6$), 321 ($n=7$), 322 ($n=9$), 411 ($n=3$), 412 ($n=12$), 421 ($n=3$), 422 ($n=20$).

ты. Однако разделение видов по оси второй главной компоненты выражено во всех половозрастных группах в каждой популяции. Стоит отметить, что межвидовые различия в выборке из г. Йошкар-Ола несколько менее выражены, чем таковые из с. Байны. Для оценки значимости вклада факторов «вид», «возраст» и «место отлова» в изменчивость комплекса рассматриваемых признаков применялся дисперсионный анализ (трехфакторная модель с фиксированными факторами) по значениям главных компонент (табл. 1).

Для первой главной компоненты помимо возраста значимым оказался фактор «место отлова». То есть по первой главной компоненте возрастная изменчивость и изменчивость, связанная с географической удаленностью мест обитания, перекрывают межвидовые различия. Во второй главной компоненте значимыми являются факторы «вид» и «возраст», а также взаимодействие факторов «вид» и «популяция». Это указывает на то, что при изучении дифференциации видов-двойников необходимо учитывать возраст животных, а также тот факт, что уровень межвидовой дифференциации морфологических признаков в разных местах обитания может быть различен.

При изучении онтогенетической нестабильности учитывалось, что выборки разнородны по возрастному составу, и внутригрупповые различия по размерам тела животных могут влиять на оценки флуктуирующей асимметрии краниометрических признаков. Поэтому в качестве показателя был использован индекс ФА2 по терминологии Палмера (разность между размерами признака на правой и левой стороне без учета знака, отнесенная к его среднему размеру), который в меньшей степени зависит от общих размеров. Принято считать, что среди разных типов асимметрии адекватным индикатором онтогенетической нестабильности может служить только флуктуирующая асимметрия (Захаров, 1987; Palmer, 1994). Методом Колмогорова-Смирнова, рекомендованным Палмером для мерных признаков в небольших выборках, была проведена проверка на нормальность распределения ФА2 признаков (с учетом знака) для каждой выборки, позволившая исключить наличие анти-симметрии ($p \geq 0,20$). Проведенный для каждой выборки двухфакторный дисперсионный анализ (смешанная модель: особь — случайный, сторона — фиксированный факторы) выявил незначительную направленную асимметрию (НА) у ряда признаков, количество которых варьировало от 6 до 12 в разных выборках. При этом во всех популяциях закономерность в увеличении изучаемых структур на определенной стороне тела отсутствовала. Наборы признаков, обнаруживающих НА, в выборках были различны. После проведения последовательной процедуры Бонферрони (во избежание ошибок I рода при серийном оценивании вероятностей) количество признаков с НА значительно уменьшилось — до 2–7. В дальнейшем при расчете индекса ФА2 для этих признаков была проведена корректировка на направленную асимметрию (Palmer, 1994). Усредненную для всей выборки разность в размерах признака между сторонами делили на два. Эту величину вычитали из большего и прибавляли к меньшему значению признака для каждого животного. Кроме того, проведенный дисперсионный анализ выявил значимость флуктуирующей асимметрии всех признаков, по сравнению с ошибкой измерения.

При сравнительном анализе необходимо учитывать, что на уровень онтогенетической нестабильности могут оказывать влияние популяционно-демографические факторы. Достоверные половые различия индекса ФА2 были обнаружены у животных из с. Байны: по 14 признаку у обыкновенной ($U=279$, $p=0,031$) и по 8, 16, и 18 признакам у восточноевропейской полевки ($U=95-101$, $p=0,021-0,033$). Связь флуктуирующей асимметрии с возрастом была достоверной в случае 13 признака у обыкновенной полевки из с. Байны ($U=213$, $p=0,005$) и 7 признака у восточноевропейской из г. Йошкар-Олы ($U=026$, $p=0,028$). Проведение процедуры Бонферрони показало, что отличия не достигают необходимого уровня значимости ($p > 0,087$).

Величина онтогенетической нестабильности двух отделов черепа (осевой череп и нижняя челюсть) изучаемых видов оценивалась с помощью интегральных показателей ФА2, полученных усреднением ФА2 соответствующих признаков для каждой особи в выборке, а потом для выборки в целом (табл.

2). Полученные оценки были сопоставлены с использованием трехфакторного дисперсионного анализа, где «вид» и «место отлова» были фиксированными факторами, а «отдел черепа» выступал в качестве повторного наблюдения. Оказалось, что для онтогенетической нестабильности краниометрических признаков видов-двойников статистически значимо влияние факторов «вид», «отдел черепа» и взаимодействие факторов «вид» и «место отлова» (табл. 3).

Таблица 2. Величина флуктуирующей асимметрии (ФА2) осевого черепа и нижней челюсти у *M. arvalis* и *M. rossiaemeridionalis* из двух зон совместного обитания

Вид	Место отлова	ФА2 (x10000)	
		Череп	Нижняя челюсть
<i>Microtus arvalis</i>	с. Байны (Свердловская обл.)	214,53	318,68
	г. Йошкар-Ола (республика Марий Эл)	166,00	279,88
<i>Microtus rossiaemeridionalis</i>	с. Байны (Свердловская обл.)	156,58	270,95
	г. Йошкар-Ола (республика Марий Эл)	180,54	270,57

Таблица 3. Результаты трехфакторного дисперсионного анализа ФА2 отделов черепа *M. arvalis* и *M. rossiaemeridionalis* из двух зон совместного обитания

Факторы		<i>df</i> Эффект	<i>MS</i> Эффект	<i>df</i> Ошибки	<i>MS</i> Ошибки	<i>F</i> -критерий	<i>p</i>
1. Вид		1	43864,38	152	8366,01	5,24	0,023
2. Популяция		1	17669,80	152	8366,01	2,11	0,148
3. Отдел черепа		1	775635,60	152	7352,51	105,49	0,000
Взаимодействие факторов	12	1	53467,34	152	8366,01	6,39	0,013
	13	1	807,93	152	7352,51	0,11	0,741
	23	1	925,67	152	7352,51	0,13	0,723
	123	1	5043,47	152	7352,51	0,69	0,409

Примечание: жирным шрифтом выделены значимые факторы и взаимодействия.

Последующее применение метода контрастов показало, что для обоих изучаемых видов, независимо от места обитания, ФА2 нижнечелюстного отдела значимо выше таковой черепа ($p < 0,001$). Межвидовые отличия по онтогенетической нестабильности, как черепа, так и нижней челюсти, были достоверны у животных

из с. Байны ($p < 0,046$). Обыкновенные полевки оказались более «нестабильными», по сравнению с восточноевропейскими. У животных из г. Йошкар-Ола межвидовые различия недостоверны ($p > 0,286$). Значимость взаимодействия факторов «вид» и «место обитания» указывает на то, что изучаемые виды различаются по ФА2 в зависимости от места обитания: у *M. rossiaemeridionalis* отсутствуют достоверные отличия в уровне онтогенетической нестабильности осевого черепа и нижней челюсти между выборками, в то время как у *M. arvalis* из с. Байны ФА2 черепного отдела достоверно больше, чем у животных из г. Йошкар-Ола ($p < 0,001$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ линейных промеров показал высокий уровень различий изучаемых видов по комплексу признаков черепа и нижней челюсти, тогда как оценка дифференциации на уровне отделов менее эффективна. На уровне обособленных отделов более информативны признаки осевого черепа. При оценке особенностей межвидовой дифференциации морфологических признаков *M. arvalis* и *M. rossiaemeridionalis* необходимо учитывать возраст животных и географическую изменчивость.

При изучении онтогенетической нестабильности краниометрических признаков было показано, что для нижнечелюстного отдела характерна большая нестабильность, по сравнению с осевым черепом, независимо от видовой принадлежности. У обыкновенной полевки из с. Байны ФА2 осевого черепа значимо больше, по сравнению с животными из г. Йошкар-Ола. Достоверные межвидовые различия были обнаружены только в одной точке совместного обитания — с. Байны. Отличия были значимы как в отношении осевого черепа, так и нижней челюсти.

Авторы выражают искреннюю благодарность М.И. Чепракову за сбор материала, И.А. Кшнясеву за обсуждение результатов, А.В. Бородину и Е.А. Марковой за помощь на всех этапах выполнения работы.

Работа выполнена при поддержке грантов: РФФИ № 03–04–49776, РФФИ–Урал № 04–04–96124, РИ–112/001/249 и молодежного гранта президиума УрО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гилева Э.А., Большаков В.Н., Полявина О.В., Чепраков М.И. Обыкновенная и восточноевропейская полевки на Урале: гибридизация в природе // ДАН. 2000. Т. 370. № 1. С. 134–137
- Гилева Э.А., Нохрин Д.Ю. Хромосомная и онтогенетическая нестабильность у видов-двойников обыкновенной полевки (группа *Microtus arvalis*): сравнительные аспекты // Журн. общ. биол. 2001. Т. 62. № 3. С. 217–225.
- Захаров В.М. Асимметрия животных (популяционно-фенетический подход). М.: Наука, 1987. 216 с.
- Зыков С.В. Анализ размерных характеристик и формы черепа *Microtus arvalis* Pallas и *M. rossiaemeridionalis* Ognev // Экологические механизмы динамики и устой-

- чивости биоты: Материалы конф. молодых ученых. Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2004. С. 79–82
- Ким Дж.-О., Мьюллер Ч.У. Факторный анализ: статистические методы и практические вопросы // Финансы и статистика. М., 1989. С. 5–77.
- Ларина Н.И., Лапшов В.А. К методике выделения возрастных групп у некорнезубых полевок // Физиологическая и популяционная экология животных. Межвузовский научный сборник. Саратов, 1974. Вып. 2 (4). С. 92–97.
- Малыгин В.М. Систематика обыкновенных полевок. М.: Наука, 1983. 207 с.
- Малыгин В.М., Пантелейчук Сантуш Луиш Т.М. Морфологические критерии определения голотипов таксонов видов обыкновенных полевок (*Microtus*, Rodentia, Mammalia) // ДАН. 1996. Т. 346. № 2. С. 282–286.
- Маркова Е.А., Бородин А.В., Гилева Э.А. Одонтологические признаки обыкновенной (*Microtus arvalis*) и восточноевропейской (*M. rossiaemeridionalis*) полевок Уральского региона и их диагностическое значение // Зоол. ж. 2003. Т. 82. № 9. С. 1086–1094.
- Мейер М.Н., Орлов В.Н., Схолль Е.Д. Использование данных кариологического, физиологического и цитофизиологического анализов для выделения нового вида у грызунов (Rodentia, Mammalia) // ДАН СССР. 1969. Т. 188. № 6. С. 1411–1414.
- Мейер М.Н., Дитятев А.Э. Применение линейного дискриминантного анализа в диагностике видов-двойников обыкновенной полевки (Rodentia, *Microtus*) // Зоол. ж. 1989. Т. 68. Вып. 7. С. 119–129.
- Обыкновенная полевка: виды-двойники. М.: Наука, 1994. 432 с.
- Palmer A.R. Fluctuating asymmetry analyses: a primer // Developmental instability: its origins and evolutionary implications. Kluwer Academic Publishers, 1994. P. 335–364.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ФИТОЭКОЛОГИЧЕСКОМ КАРТОГРАФИРОВАНИИ

Л.А. Иванова

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Фитоэкологическое картографирование основано на выявлении пространственно-временной неоднородности растительного покрова и на анализе его связей со средой. Современный этап развития этого научного направления связан с внедрением технологий географических информационных систем (ГИС-технологий). Суть ГИС заключается в возможности формирования пространственно координированных баз данных. Другими словами, в этих базах содержится разнообразная информация о различных объектах земной поверхности, и каждая точка объекта имеет индивидуальные координаты. Это обеспечивает возможность

анализа и выявления взаимосвязей между различными объектами природного комплекса, что является важным условием создания фитоэкологических карт.

ГИС — это не система для производства карт, кроме нее для создания фитоэкологической карты нужны топографическая основа, космические снимки, данные полевых геоботанических исследований. ГИС — это, скорее, аналитический инструмент (как и сама фитоэкологическая карта), позволяющий выяснить взаимоотношения между пространственными данными. Использование этих инструментов дает возможность определять меры охраны растительного мира.

Нами планируется составить крупномасштабную фитоэкологическую карту для Ильменского государственного заповедника средствами ГИС.

По материалам лесоустройства и литературным данным (Дорогостайская, 1961) составлен авторский макет легенды геоботанической карты.

Приведем фрагмент легенды.

Горные степи

Горные степи типчаково-разнотравные

Светлохвойные сосновые леса с примесью лиственницы и березы

Сосновые и лиственнично-сосновые редколесья

Лиственничные бруснично-осочковые редколесья

Лиственничные разнотравно-злаковые редколесья

Сосновые бруснично-лишайниковые редколесья

Сосновые бруснично-лишайниково-злаковые редколесья

Березовые бруснично-лишайниково-злаковые редколесья

Сосновые бруснично-осочковые редколесья

Сосновые леса зеленомошные

Сосновые чернично-бруснично-зеленомошные леса

Березовые чернично-бруснично-зеленомошные леса

Сосновые ягодные зеленомошно-черничные леса

Березовые ягодные зеленомошно-черничные леса

Сосновые чернично-зеленомошные леса

Сосновые и березово-сосновые травяные леса

Сосновые разнотравно-остепненные леса

Сосновые разнотравно-черничные леса

Березовые разнотравно-черничные леса

Сосновые разнотравно-злаковые леса

Березовые разнотравно-злаковые леса

Осиновые разнотравно-злаковые леса

ЛИТЕРАТУРА

Дорогостайская Е.В. Конспект флоры цветковых растений Ильменского заповедника
// Тр. Ильменского гос. заповедника. Свердловск, 1961. Вып. 8. С. 9–50.

К ВОПРОСУ ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОСЛЕ ВЕТРОВАЛА

С.В. Иванчиков, Ю.Н. Ходырева

Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург

Горные темнохвойные леса Среднего Урала выполняют важные средообразующие и средозащитные функции. Но нередко они испытывают влияние природных разрушительных факторов, таких как пожары и ветровалы.

Данная работа посвящена изучению хода лесовосстановительного процесса в нарушенных насаждениях.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

По лесорастительному районированию район исследования относится к Среднеуральской низкогорной провинции южно-таежного лесорастительного округа и находится на территории Висимского заповедника, леса которого подверглись разрушению ветровалом в июне 1995 года. Исследуемые участки леса представлены коренным еловым насаждением (ПП 48 — тип леса — ельник разнотравно-зеленомошный) и производным березняком (ПП 47 — тип леса — ельник зеленомошно-хвощевый).

По данным таксации, проведенной после ветровала, наибольшие повреждения отмечены в производном насаждении — выпало 41,2% древостоя. Причем, в постветровальный период и до настоящего времени наблюдается постепенное усыхание и вывал оставшейся части древостоя. Этот процесс менее выражен в коренном насаждении, где ветровалом было повреждено 37,1% древостоя (Алесенков и др., 1998).

Учет естественного возобновления проводился на площадках размером 1х1 м, расположенных последовательно на постоянных трансектах. Учитывались все категории подроста *Picea obovata*, *Abies sibirica*, *Betula sp.*, включая всходы. Отмечалась численность, видовой состав, высота подроста, приуроченность к тому или иному субстрату, проективное покрытие субстратов и их заселенность всходами и подростом древесных.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Общая характеристика естественного возобновления лесообразующих пород на пробных площадях приведена в таблице.

На обеих пробных площадях в первые годы после ветровала преобладает подрост березы последующей генерации. Предварительный подрост березы (в

Таблица. Характеристика естественного возобновления на пробных площадях

Вид	1999					2004				
	всходы	мелкий	средний	крупный	итого	всходы	мелкий	средний	крупный	итого
Пихта	<u>0,00</u> 0,10	<u>0,70</u> 0,90	<u>0,20</u> 0,30	<u>0,07</u> 0,00	<u>0,97</u> 1,30	<u>0,00</u> 0,10	<u>0,00</u> 1,50	<u>0,07</u> 2,00	<u>0,07</u> 0,05	<u>0,14</u> 3,65
Ель	<u>0,20</u> 0,80	<u>0,30</u> 2,00	<u>0,07</u> 0,25	<u>0,00</u> 0,20	<u>0,57</u> 3,25	<u>0,15</u> 0,00	<u>0,30</u> 1,33	<u>0,37</u> 0,24	<u>0,07</u> 0,01	<u>0,88</u> 1,67
Береза	<u>20,73</u> 11,92	<u>0,00</u> 0,10	<u>0,00</u> 0,00	<u>0,00</u> 0,00	<u>20,73</u> 12,02	<u>2,94</u> 9,38	<u>2,72</u> 8,38	<u>0,37</u> 0,38	<u>0,15</u> 0,05	<u>6,17</u> 18,19

Примечание. Числитель - ельник зеленомошно-хвощевый; знаменатель - ельник разнотравно-зеленомошный (тыс. шт./га).

основном порослевого происхождения, до 50 см), который имелся в незначительном количестве, был элиминирован в первые постветровальные годы. Через 9 лет после ветровала береза уверенно заняла доминирующее положение и представлена во всех высотных категориях подроста.

Стресс, испытываемый подростом хвойных пород предварительной генерации, тем сильнее, чем выше степень повреждения материнского древостоя. По данным исследований, проведенных непосредственно в первый год после ветровала, количество подроста предварительной генерации темнохвойных пород было достаточно высоко (до 4 тыс. шт./га), однако при повторном учете, количественные показатели возобновления на обеих пробных площадях снижаются, особенно в производном насаждении. Рассматривая более детально ход естественного возобновления хвойных пород, можно отметить следующие особенности.

В производном насаждении, при учете в 1999 г. по количеству подроста преобладала пихта, представленная подростом всех категорий, в отличие от коренного насаждения, где доминировало возобновление ели.

При учете в 2004 г., в производном насаждении доминирует еловый подрост, количество которого увеличилось за учетный период, в коренном же насаждении, напротив, преобладает пихта вегетативного происхождения.

Уменьшение количества пихтового подроста в производном насаждении обусловлено большей чувствительностью пихты к воздействию низких температур, а также повреждению стволовой гнилью. Наиболее благоприятные условия для лесовозобновления сложились в менее поврежденном коренном насаждении, где сохранилось, в какой-то степени, защитное влияние древостоя.

Соотношение субстратов на исследуемых пробных площадях в разные годы показано на рисунке 1.

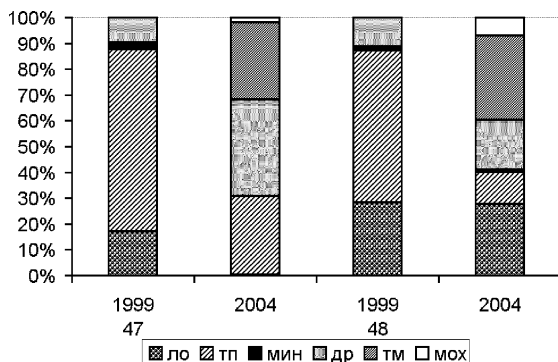


Рис. 1. Соотношение субстратов на исследуемых площадях в годы учетов (%).
 лп — лесной опад, тп — травянистый покров, мин — минерализованные участки,
 др — разлагающаяся древесина, тм — травяно-моховой покров, мох — моховой покров.

Изменение доли (участия) каждого субстрата в проективном покрытии на пробных площадях отражает восстановительную динамику лесного сообщества. Уменьшение доли трав в общем покрытии связано с формированием мохового и травяно-мохового покрова, что говорит о трансформации микроклиматических условий как в коренном, так и в производном насаждении. Все участки почвы, минерализованные в процессе ветровала (западины и ветровальные бугры), за прошедший период были заселены растительностью и сейчас представлены только небольшими участками, расположенными на корневых системах поваленных деревьев. Доля лесного опада особенно уменьшилась в производном насаждении. После гибели основной части древостоя, соответственно, уменьшилось количество лесного опада, а опад предыдущих лет разложился и был заселен разнообразной растительностью. Увеличение доли древесины в общем проективном покрытии связано с продолжающимся распадом оставшегося древостоя (усыхающие и буреломные деревья); этот процесс более выражен в производном насаждении.

Для прогноза успешности естественного возобновления важно знать, какое количество всходов и подроста расположено на том или ином субстрате и как изменяется эта величина во времени в связи с изменением соотношения субстратов на исследуемых площадях. На рисунке 2 показано количественное распределение всходов и подроста по типам субстрата без деления по породному составу и высотным категориям. Количество всходов на единицу площади субстрата говорит о степени пригодности данного субстрата к заселению его древесными породами.

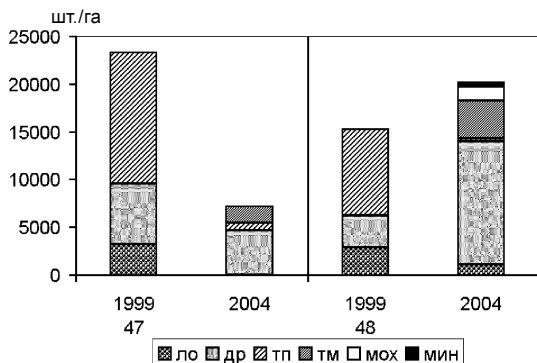


Рис. 2. Распределение подроста по субстратам (шт./га).

Обозначения — см. подпись к рис. 1.

Всходы хвойных, в большинстве своем, приурочены к разлагающейся древесине, причем количество всходов на единицу площади данного субстрата остается на одном уровне в разные годы учета. На древесине меньше конкуренция с травянистой растительностью и более благоприятный водный режим для роста всходов. Большая часть всходов отмирает в течение первых лет жизни, так как они находятся на микроповышениях и не имеют защиты от неблагоприятных внешних воздействий. Пихтовый подрост семенного происхождения до 50 см не выдерживает конкуренции с травянистой растительностью и при повторном учете обнаружен только на разлагающейся древесине. Береза как пионерная порода занимает лидирующие позиции по количеству всходов и подроста. Наиболее заселенным всходами березы субстратом является разлагающаяся древесина. Большинство всходов березы, появившихся на травяно-моховом покрове, лесном опаде и других субстратах погибают в первые годы жизни.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На обеих пробных площадях динамика обилия субстратов в постветровальный период сходна. Разлагающаяся древесина в данных условиях наиболее благоприятна для возобновления как хвойных, так и лиственных на начальных стадиях роста. В производном березняке лесовосстановление происходит за счет подроста ели и березы с незначительным участием подроста предварительной генерации пихты. В коренном насаждении главную роль в восстановительном процессе на данном этапе играет подрост пихты вегетативного происхождения. Участие ели в процессе лесовосстановления в коренном насаждении происходит в основном за счет подроста предварительной генерации.

Работы проводились при поддержке гранта РФФИ—Урал № 04–04–96132.

ЛИТЕРАТУРА

Алесенков Ю.М., Поздеев Е.Г., Шлыкова Н.А., Теринов Н.Н., Иванина Н.А. Последствия ветровала 1995 года в Висимском госзаповеднике // Леса Урала и хозяйство в них. Вып. 20. Екатеринбург, 1998. С. 25–27.

ИЗУЧЕНИЕ ВНУТРИВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ РАЗЛИЧНОГО ЭКОЛОГО- ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

В.В. Иеронова

Тюменский госуниверситет

В сложных почвенно-климатических условиях Тюменской области повышение экологической пластичности сортов ячменя является основой стабильности урожая данной культуры в регионе. В успешном решении этой задачи ведущая роль принадлежит научно-обоснованному подбору исходного материала. Н.И. Вавилов, как и многие другие исследователи, большое внимание уделял иноземному и инорайонному материалу (Гончаров, Гончаров, 1993). В связи с этой целью нашей работы являлось изучение образцов ячменя различного эколого-географического происхождения по важнейшим хозяйственно-ценным признакам для выявления форм с высокими адаптивными свойствами.

Исследования проведены в 2004 г. Материалом послужили 80 образцов ярового ячменя отечественной и зарубежной селекции из коллекции Всероссийского института растениеводства им. Н.И. Вавилова. В качестве стандарта взят сорт Ача, включенный в Госреестр по Западно-Сибирскому региону в 2001 г. Полевой эксперимент проводился по методике ВИР (Методические..., 1973). Учтена продолжительность фенологических фаз, определена жизнеспособность и выживаемость растений. В период молочной и полной спелости растения проанализированы по ряду морфометрических признаков. Лето 2004 г. характеризовалось жаркой сухой погодой. Осадки распределялись неравномерно, имели ливневый характер на фоне высоких температур. Первая декада июля и вторая декада августа по температурному режиму были прохладными, в остальные декады средние температуры воздуха превышали многолетние значения.

В результате проведенных исследований изучаемые образцы по продолжительности вегетационного периода были разбиты на 3 группы: ранние (64 суток), среднеспелые (66–73 суток) и среднепоздние (78 суток), по сравнению со стандартом. В среднеспелую группу вошло 86,5% от изученных образцов, а в первую и третью 5% и 8,5%, соответственно.

По биологической устойчивости (выживаемости) растений изученные образцы разделены на 2 группы. В первую группу вошло 19 образцов, выживаемость которых колебалась от 59,28% (К-27927 Омский 85) до 79,08% (К-29834 Вереск). Во второй группе данный показатель изменялся от 81,20% (Adur) до 100% (К-27038 Московский 2, К-26861 Каскад, К-30245 Соболек).

При изучении морфологических признаков ячменя большое внимание уделяется высоте растений в связи с поиском устойчивых к полеганию форм. В группу карликовых отнесен сорт К-27953 Rolf (39,90 см), среднерослых — К-29040 Баган (84,50 см). Велика доля (51,25%) низкорослых оцениваемых сортов и линий. В группах средненизкорослых и низкорослых оказалось 27,5 и 37,5% от изученных образцов, соответственно.

По количеству зерен с растения, массе зерна с растения и с делянки к числу лучших образцов отнесены: К-29235 Sebeco 73122 (69,89 шт., 0,60 г и 76,2 г, соответственно); К-30251 Zoubi (59,10 шт., 2,19 г и 297 г); К-27605 Криничный (49,97 шт., 2,23 г и 388 г); К-29879 Abed Anna (49,17 шт., 2,01 г и 446,2 г).

Таким образом, исследуемые образцы существенно различались по продолжительности вегетационного периода, выживаемости растений и ряду морфометрических показателей, что в значительной мере определялось их генотипическими особенностями, а также погодными условиями периода вегетации.

ЛИТЕРАТУРА

- Гончаров П.Л., Гончаров Н.П. Методические основы селекции растений. Новосибирск: Изд-во НГУ, 1993. 312 с.
- Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса / Под ред. А.Я. Трофимовской. Ленинград, 1973. 29 с.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ЛЕСА ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА НА СЕВЕРНОМ УРАЛЕ

Д.С. Капралов, В.В. Фомин

Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург

Проблема глобального потепления климата в настоящее время вызывает большой интерес научного сообщества. Одним из самых важных ее аспектов является необходимость изучения и прогнозирования развития наземных экосистем в условиях глобального и регионального изменений климата (Kullman, 1990; Korner, 1999; Bugmann, Pfister, 2000; Holtmeier, 2003; Shiyatov, 2003). Экосистемы, расположенные в высокогорных и высокоширотных рай-

онах, являются наиболее чувствительными к климатическим изменениям (Шиятов, 1967; Шиятов и др., 2002). Кроме того, в этих районах отмечены более значительные изменения климатических условий, по сравнению с равнинными регионами в низких широтах (Изменение..., 2003).

Современные информационные технологии позволяют количественно оценивать пространственную динамику растительных сообществ.

Цель работы — количественный анализ пространственной динамики верхней границы леса Тылайско-Конжаковско-Серебрянского горного массива во второй половине XX века.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Район исследований расположен на восточном макросклоне Северного Урала ($59^{\circ}33'-59^{\circ}40' \text{ N}$, $59^{\circ}00'-59^{\circ}25' \text{ E}$). Территория района представлена единым горным массивом, вытянутым по своей длинной оси на 14 км с запада на восток. В его состав входят три вершины: Тылайский камень (1470,8 м) на западе, Конжаковский камень (1569,7 м) на севере и Серебрянский камень (1305 м) на востоке. Общая площадь района — 156,9 км². Тылайско-Конжаковско-Серебрянский горный массив достаточно удален от крупных промышленных центров (Краснотурьинск — 60 км, Серов — 80 км, Березники — 135 км) и автомагистралей. Произрастающие на его склонах растительные сообщества подвержены незначительной рекреационной нагрузке в летний сезон.

Объект исследований — верхняя граница леса Тылайско-Конжаковско-Серебрянского горного массива. В качестве источника данных о древостоях были использованы планы лесонасаждений 1955 и 1990 годов лесоустройства (рис. 1).

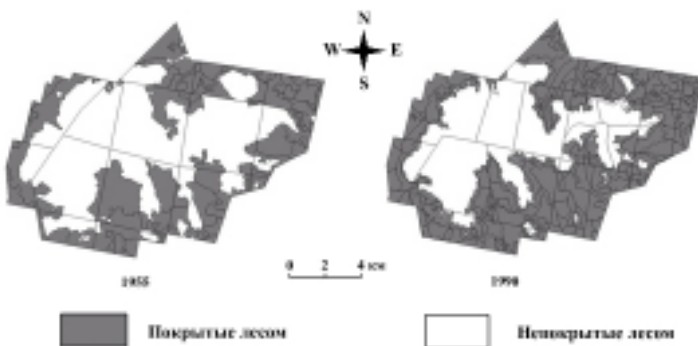


Рис. 1. Расположение покрытых и непокрытых лесом площадей района исследований в 1955 и 1990 гг.

Изучение пространственно-временной динамики верхней границы проводили при помощи географической информационной системы (ГИС) ARC/INFO (ESRI Inc., США) и системы по анализу изображений SIMAGIS Research (Smart Imaging Technology, США).

Электронные карты лесных насаждений района были конвертированы в специальный растровый формат GRID. Геопривязка растровых покрытий была выполнена с использованием алгоритмов полиномиальной трансформации. На основе полученных покрытий при помощи растрового моделирования и «алгебры карт» в ГИС была выделена область, характеризующая смещение границы с 1955 по 1991 гг. Оценка сдвига была выполнена с использованием метода карт ширины в системе анализа изображений Simagis Research (рис. 2). Данный метод заключается во вписывании окружностей различного диаметра, в пределах исследуемого пояса, с центрами, расположенными на предварительно выделенной скелетной линии. Величина смещения границы характеризуется диаметрами вписанных окружностей.

Наложение слоев с границами леса на цифровую модель рельефа в ГИС ARC/INFO позволило получить информацию о высоте границы леса. На основе полученных данных в статистическом пакете были построены гистограммы распределения высот положения границы в 1955 и 1990 гг.

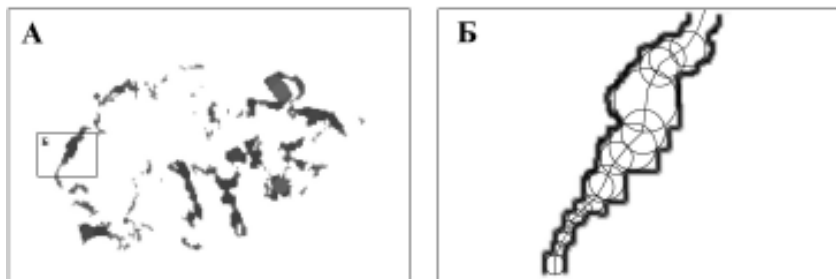


Рис. 2. Применение метода карт ширины для измерения планарного (горизонтального) смещения верхней границы леса.

А — область смещения границы вверх по склону с 1955 по 1990 годы; Б — скелетная линия с расположенными на ней окружностями.

Дополнительно был выполнен анализ изменения основных климатических характеристик района исследований за вторую половину XX в. с использованием данных инструментальных замеров температуры воздуха, поверхности почвы, температуры почвы на глубинах 0,2 и 0,4 м, количества осадков и относительной влажности воздуха метеостанциями Карпинск и Бисер, находящихся на удалении 46 и 125 км, соответственно.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты планарного сдвига, характеризующие изменение положения верхней границы с 1955 по 1990 гг., были разбиты на участки по экспозиции склона и характеру смещения (вверх или вниз по склону, соответственно). Наибольшее смещение границы произошло на склонах западной и северной экспозиций (табл. 1) и достигает 757,6 и 599,3 м, соответственно. Сравнительный анализ смещения границы леса и температуры воздуха дает основание предположить, что процесс сдвига границы связан с изменением климата района исследований. Данные о вертикальном смещении верхней границы сомкнутого леса приведены в таблице 2.

Таблица 1. Планарный сдвиг верхней границы леса на склонах различной экспозиции

Характеристика	Направление смещения границы и экспозиция							
	вверх по склону				вниз по склону			
Экспозиция	С	Ю	З	В	С	Ю	З	В
Максимум, м	599,3	566,5	757,6	421,0	175,9	173,3	261,6	178,7
Медиана, м	319,3	206,2	268,9	231,6	104,9	91,8	120,4	109,3
Мода, м	89,9	85,0	75,8	84,2	96,8	78,0	91,6	89,4

Таблица 2. Высотный сдвиг верхней границы леса Тылайско-Конжаковско-Серебрянского горного массива

Характеристика	Направление смещения границы и год			
	Вверх по склону		Вниз по склону	
	1955	1991	1955	1991
Максимум, м	930,3	1148,2	1014,1	947,1
Медиана, м	789,1	905,3	887,1	839,7
Мода, м	803,1	921,2	не оценено	не оценено
Среднее, м	774,2	908,2	884,4	837,3

Анализ данных высотного положения границы позволил установить факт ее смещения как вверх, так и вниз по склону с 1955 по 1990 гг. Изменение среднего значения высоты границы по всему району исследований составило 134 и 47,1 м при движении вверх и вниз по склонам, соответственно. Средняя высота границы в 1955 и 1990 годах, при ее движении вверх — 774,2 и 908,2 м и при движении вниз — 884,4 и 837,3 м, соответственно.

Наличие отрицательного сдвига границы леса может быть объяснено как влиянием естественных факторов на распространение древесной растительности, например, смещением курумов или снежных лавин вниз по склону, так и несовершен-

ством ручной технологии создания планов лесонасаждений. Движение границы вниз по склону носит лишь локальный характер и не искажает общей картины за-растания склонов района Тылайско-Конжаковско-Серебрянского горного массива.

Анализ основных климатических характеристик района исследований позволил установить тренд увеличения среднегодовых температур воздуха (рис. 3), поверхности почвы и суммарного количества осадков в осенние месяцы за период с 1960 по 1990 гг. Установлено снижение относительной влажности воздуха и температуры почвы на глубинах 0,2–0,4 м в первой половине года и увеличение во второй.

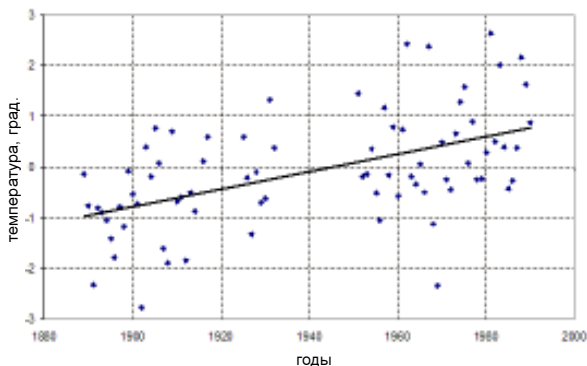


Рис. 3. Динамика среднегодовой температуры воздуха по данным метеостанции Карпинск за период 1889 по 1990 гг.

Сравнительный анализ пространственно-временной динамики верхней границы леса и хода среднегодовых температур в XX в. позволяет заключить, что процесс вертикального сдвига границы имеет климатогенную природу. Косвенным подтверждением данного факта является то, что аналогичные тенденции в динамике верхней границы леса установлены на Южном и Полярном Урале (Моисеев и др., 2004; Шиятов и др., 2005).

ВЫВОДЫ

Проведение пространственного анализа положения верхней границы леса Тылайско-Конжаковско-Серебрянского горного массива позволило количественно оценить вертикальное и горизонтальное смещение верхней границы леса на Тылайско-Конжаковско-Серебрянском горном массиве на Северном Урале за период с 1955 по 1991 гг. Максимальное горизонтальное смещение верхней границы наблюдается на склонах северной — 599,3 м и западной — 757,6 м экспозиций с высотой над уровнем моря от 600 до 900 м. Средняя величина вертикального сдвига границы с 1955 по 1990 гг. вверх и вниз по склону составила 134 и 47 м,

соответственно. Установлен тренд в увеличении среднегодовых температур ближайшей к району исследований метеостанции за период с 1889 по 1990 г. Сравнительный анализ пространственно-временной динамики верхней границы леса и хода среднегодовой температуры позволил заключить, что процесс вертикального и горизонтального сдвигов имеет климатогенную природу.

ЛИТЕРАТУРА

- Изменение климата, 2001 г. Обобщенный доклад. Ред. Р.Т. Уотсон. ВМОЮНЕП. Женева, 2003. 220 с.
- Моисеев П.А., Ван Дер Меер М., Риглинг А., Шевченко И.Г. Влияние изменения климата на формирование поколений ели сибирской в подгольцовых древостоях Южного Урала // Экология. 2004. № 3. С. 135–143.
- Шиятов С.Г. Колебания климата и возрастной структуры древостоев лиственничных редколесий в горах Полярного Урала // Растительность тундры и пути ее освоения. Л., 1967. С. 271–278.
- Шиятов С.Г., Мазепа В.С., Чехлов О.Ю. Изменение климата и динамика лесотундровых экосистем на Полярном Урале в XX столетии // Научный вестник. 2002. Вып. 11. С. 28–35.
- Шиятов С.Г., Терентьев М.М., Фомин В.В. Пространственно-временная динамика лесотундровых сообществ на Полярном Урале // Экология. 2005. № 2. С. 69–75.
- Bugmann H., Pfister C. Impacts of interannual climate variability on past and future forest composition // Reg. Environ. Change. 2000. № 1. P. 112–125.
- Holtmeier F.-K. Mountain Timberlines. Ecology, Patchiness, and Dynamics. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 2003. 369 p.
- Korner Ch. Alpine Plant Life. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1999. 343 p.
- Kullman L. Dynamisc of altitudinal tree-limits in Sweden: A review // Norsk Geografisk Tidsskrift. 1990. B. 44. P. 103–116.
- Shiyatov S.G. Rates of change in the upper treeline ecotone in Polar Ural Mountains // PAGES News. 2003. V. 11. № 1. P. 8–10.

ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ОТМИРАНИЯ ЛЕСНОГО ОСТРОВА НА ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЕ ЛЕСА В ГОРАХ ПОЛЯРНОГО УРАЛА

Е.К. Князев

Пермский госуниверситет

Для изучения динамики лесных экосистем, функционирующих в экстремальных условиях среды, в частности, в высокогорьях, необходимо знать изменения состава и структуры древостоев и климатических условий за длитель-

ные промежутки времени. Одним из перспективных районов для изучения климатогенной динамики лесных экосистем является Полярный Урал, для которого характерна сильная изменчивость климатических условий, а также длительная сохранность остатков стволов и корней (Шиятов, 1986).

На восточном макросклоне Полярного Урала (бассейн р. Соби), где верхнюю границу леса образуют чистые лиственничные древостои из *Larix sibirica* Ledeb., выше современной границы леса встречаются «лесные кладбища», занимающие значительную площадь и представленные остатками отмерших деревьев, которые, по данным дендрохронологических датировок, произрастали, в основном, во время средневекового потепления климата (VIII–XIII столетия) (Shiyatov, 1993).

Один из таких отмерших островков расположен в междуречье рек Енгаю и Кердоманшор, в пологой ложбине стока на 66°48'24" с.ш. и 65°33'07" в.д., на высоте 210–215 м над у. м. Площадь его составляет 2400 м². Все росшие на этом острове деревья отмерли, от них сохранились остатки стволов и корней различной степени перегнивания. После отмирания древостоя почвенный покров был полностью смыт, поэтому остатки древесины лежат на голых камнях, что способствует хорошей сохранности древесины.

Целью исследования было изучение истории возникновения и отмирания этого лесного острова и выяснение основных факторов, оказывавших влияние на его формирование и гибель.

Для этого в центре отмершего лесного острова была заложена пробная площадь размером 40х60 м, в пределах которой все сохранившиеся остатки деревьев лиственницы были зарисованы и описаны; с них были взяты спилы для определения календарного времени их жизни дендрохронологическими методами.

На каждом спиле измеряли ширину колец и датировали их. Использовали метод перекрестной датировки, основанный на использовании неповторимости рисунка годичных колец древесины во времени. Периферийные кольца на спилах часто были сгнившими и поэтому количество колец до центра было невозможно сосчитать. Кроме этого, спил брался не на уровне корневой шейки. Поэтому, для возможно более точного определения первого и последнего года жизни дерева, вводились поправки на центр, заболонь и высоту. Поправка на центр рассчитывалась так: находили предполагаемый центр среза и длину отрезка от него до первого сохранившегося кольца; после расчета среднего количества колец в 1 мм находили примерное количество сгнивших колец. Поправка на заболонь: прибавление примерно 30 колец (среднего количества колец, которое может соответствовать наружной сгнившей части древесины). Для расчета поправки на высоту спила использовали известное соотношение высоты и возраста молодых деревьев (подроста). Количество недостающих лет рассчитывали по формуле: $y = 0,4226x + 1,9678$. С учетом всех поправок определялась разница начального и конечного года жизни дерева — время жизни или возраст.

По данным о возрасте каждого дерева построен график появления и отмирания лиственницы на пробной площади (рис. 1). Время жизни лесного массива в целом соотносится с временным промежутком от 750 до 1800 гг.

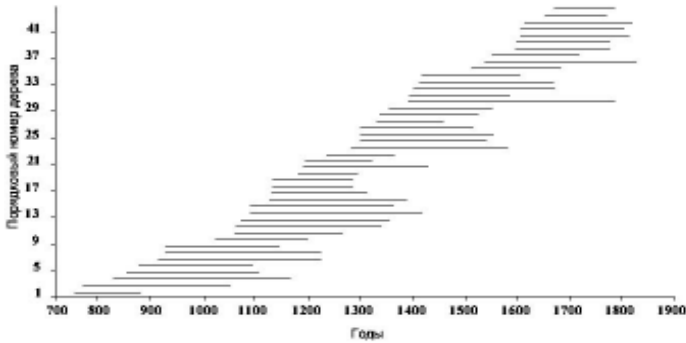


Рис. 1. Время появления и отмирания лиственниц на пробной площади.

На основании показателей времени жизни каждого экземпляра построен график, на котором отражено количество живых деревьев в определенный период (рис. 2). С 750 по 1200 гг. количество деревьев на пробной площади увеличивалось. Около 1200–1250 гг. древостой переживал свою наибольшую численность. С 1400–1450 до 1600 гг. численность деревьев уменьшилась. Затем наблюдался незначительный всплеск, а к 1850 г. лесной остров погиб полностью.

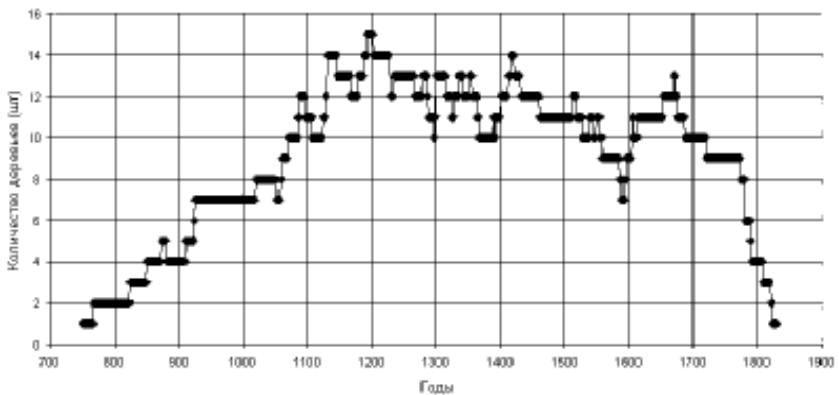


Рис. 2. Количество живых деревьев в различные промежутки времени.

Полученная картина временной динамики лесного острова, расположенного на экотоне верхней границы леса Полярного Урала, подтверждается результатами других исследований в этом регионе. Так, д.б.н. С.Г. Шиятовым и д.б.н. В.С. Мазепой (ИЭРиЖ УрО РАН) показано, что с 850 по 1280 гг. происходило повышение верхней границы леса, а с 1280 по 1880 гг. граница леса снижалась (рис. 3). Сопоставление рисунков 2 и 3 указывает на явное сходство процессов изменения высотного положения лиственничных редколесий и густоты древостоя на пробной площади верхней границы леса. Эти два процесса зависят друг от друга, и они тесно связаны с изменением температуры.



Рис. 3. Изменение высотного положения верхней границы лиственничных редколесий за последние 1350 лет (по данным С.Г. Шиятова и В.С. Мазепы, 2002).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 04-04-48687).

ЛИТЕРАТУРА

- Шиятов С.Г. Дендрохронология верхней границы леса на Урале. М.: Наука, 1986. 136 с.
 Shiyatov S.G. The upper timberline dynamics during the last 1100 years in the Polar Ural Mountains // Oscillations of the alpine and polar tree limits in the Holocene (Eds. B. Frenzel, M. Eronen, B. Glaser). Stuttgart, Jena, New York: Gustav Fischer Verlag, 1993. P. 195–203.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДНК В ПОПУЛЯЦИИ СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ (*RANGIFER TARANDUS* L.) РЕСПУБЛИКИ ТЫВА

Н.В. Кол

Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, г. Москва

Северный олень (*Rangifer tarandus* L.), как объект генетико-популяционного исследования, представляет собой особый интерес. Вид является важней-

шим компонентом наземных биоценозов Арктики и Субарктики и единственным (если не считать овцебыка) представителем крупных копытных, приспособленным к существованию в северных широтах. Северный олень относится к числу немногих видов, у которых дикая форма сосуществует с домашней. Он играет очень важную роль в сельском хозяйстве Севера, обеспечивая занятость и благосостояние малочисленных народов этого огромного региона, являясь объектом промысла и разведения (Сыроечковский, 1989). Домашние олени разводятся по всей тундровой зоне России (рис. 1) от Кольского полуострова до Чукотки включительно, а в Сибири — и в горно-таежной зоне, захватывая территорию до 60° с.ш. (Шубин, Ефимцева, 1988). По С.Б. Помишину (1975), оленеводство имеет южный центр происхождения. Это подтверждается также историко-этнографическими фактами одновременного возникновения этой формы хозяйства у народов Севера и поступательным историческим движением оленеводства с юга на северо-запад и северо-восток.



Рис. 1. Распространение северных оленей на территории России (Карта...).

В нашей работе мы рассматриваем одну из самых южных популяций домашнего северного оленя, обитающую в Республике Тыва (Тува). Основная масса стада тувинской популяции сосредоточена на северо-востоке республики в Тоджинском р-не (Тожу). Этот район граничит с территориями проживания малых народно-

стей: тофаларов (Иркутская область), сойотов (Республика Бурятия) и духа (северо-западная Монголия), которые также занимаются оленеводством, но все эти регионы полностью изолированы от основного ареала рассматриваемого вида. В отличие от владельцев крупных стад северной Сибири, Европейской части России и Скандинавии, живущих в тундре и использующих оленей в основном для получения мяса, южно-сибирские и северо-монгольские группы разводят небольшие стада оленей в тайге и альпийской тундре. Они используют оленей преимущественно как выючных и верховых животных при охоте, а также для получения молочных продуктов (Donahoe, 2003).

На территории России северные олени широко изучены с помощью методов белкового электрофореза (Шубин, 1991). Более современные методы изучения генетического разнообразия к популяциям северного оленя не применялись.

Целью нашего исследования было изучить популяции северных оленей, обитающих на юге Сибири в Республике Тыва; с использованием молекулярно-генетических методов выявить, насколько они полиморфны в сравнении с северными популяциями, и на основе полученных данных дать рекомендации по сохранению генетического разнообразия и расширенному воспроизводству данной популяции северного оленя.

По имеющимся данным происходит уменьшение численности северных оленей в России с 1990-х годов. Это явление имеет место и в Республике Тыва, хотя достоверных сведений о состоянии оленеводства за первую половину XX века недостаточно. Вероятно, самым благоприятным периодом следует считать конец 30-х годов XX века, когда по данным архива Министерства сельского хозяйства Республики Тыва численность оленей достигала 19 тыс., что приближалось к возможно максимальному пределу поголовья. Позднее произошло резкое падение, а в последующие годы — некоторый рост численности, но с 1980–2000 год численность оленей упала в 15 раз и достигла критической (около 1 тыс.) (рис. 2).

На территории Тоджинского района находятся приблизительно 20 оленеводческих хозяйств, численность оленей в которых варьирует от 30 до 65 (таблица). Было важно определить половую структуру стад, так как изучаемая нами митохондриальная ДНК наследуется строго по материнской линии. В каждом стаде имеется 1–4 быка-производителя и 3–19 важенок (половозрелых самок).

Для молекулярно-генетического исследования собрано 62 образца шкур. Из них для анализа полиморфизма митохондриальной ДНК в настоящей работе использовали 24 образца, из которых был амплифицирован и секвенирован фрагмент длиной 470 пн контрольного региона D-петли митохондриальной ДНК. После выравнивания для последующего компьютерного анализа была взята последовательность длиной 418 пн. В ней, с помощью программы MEGA 2.1. (Kumar et al., 2001), были подсчитаны средние значения частот

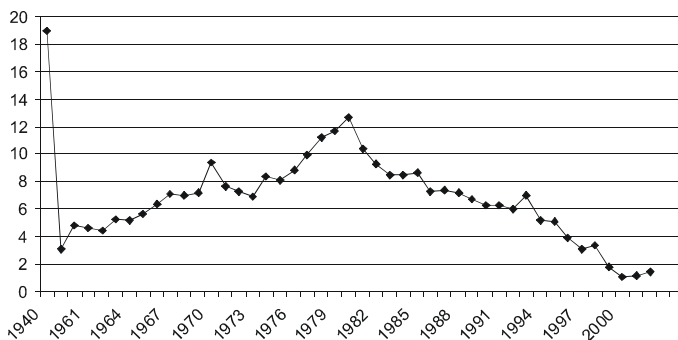


Рис. 2. Динамика численности поголовья оленей (тыс.) в Республике Тыва (Госкомстат России).

Таблица. Половая и возрастная структура стада

Категория	Стада						
	1	2	3	4	5	6	Всего
Быки-производители	1	1	2	4	1	1	10
Рабочие олени	5	1	3	1	5	4	19
Важенки	19	10	12	15	3	4	63
Молодняк	37	22	23	30	3	6	121
ИТОГО:	62	34	40	50	12	15	213

нуклеотидов: среднее процентное содержание нуклеотида Т составило 31,6%; С — 21,5%; А — 34, 2%; G — 12,7%. В изученной последовательности четко выявляются консервативные области в начале — с 1 по 150 пн и в конце — с 355 по 418 пн. В вариабельных областях выявлены в основном транзиции — 5 замен Т на С, 8 замен С на Т и 2 замены А на G. При сравнении всех изученных нуклеотидных последовательностей количество вариабельных сайтов составило 1,14% от общего числа нуклеотидов. Дендрограмма сходства нуклеотидных последовательностей представлена на рисунке 3. При построении дендрограммы для сравнения были взяты образцы из Чукотки и Якутии, т. е. из популяций, географически удаленных от Тувы.

Тувинская популяция представлена несколькими митотипами, один из которых наиболее многочисленный — включает 18 животных с идентичной последовательностью и 2 (Tuva 8, Tuva 57), которые отличаются одной заменой. Остальные 4 образца сгруппировались в 2 малочисленные группы. Образцы из Чукотки и Якутии оказались отличными от тувинских, что свидетельствует о заметной генетической дифференциации популяции Тувы от северных популяций.



Длина ветвей пропорциональна генетическим дистанциям.

Работы выполнены при поддержке гранта ведущих научных школ НШ-827.2003.4 и Программы РАН «Динамика генофондов растений, животных и человека».

Карта распространения северных оленей: сайт Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (<http://www.sevin.ru/vertebrates/>)

128

- Сыроечковский Е.Е. Северный олень. М.: Агропромиздат, 1986. 256 с.
- Шубин П.Н. Генетическая изменчивость и внутривидовая структура северного оленя *Rangifer tarandus* L. Автореф... дис. докт. биол. наук. СПб., 1991. 37 с.
- Шубин П.Н., Ефимцева Э.А. Биохимическая и популяционная генетика северного оленя. Л.: Наука, 1988. 103 с.
- Donahoe B. The troubled taiga: Survival on the move for the last nomadic reindeer herders of South Siberia, Mongolia, and China // Cultural survival quarterly. 2003. V. 27. № 1. P. 12–23, 44–53.
- Kumar S., Tamura K., Jakobsen I.B., Nei M. MEGA2: Molecular Evolutionary Genetics Analysis software // Bioinformatics. 2001. V. 17. № 12. P. 1244–1245.

КОРЮШКА ОЗЕРА БОЛЬШОЙ КИСЕГАЧ

К.А. Корляков, Е.М. Коленова

Челябинский госуниверситет

Озерный фонд Челябинской области отличается значительным разнообразием водоемов. В зависимости от географического положения, происхождения котловины, места в каскаде, проточности и горных пород, слагающих ложе и водосбор, водоемы отличаются по минерализации. Существенной особенностью гидрологического режима озер Челябинской области являются циклические колебания уровня воды, связанные с периодическим уменьшением или увеличением общего увлажнения. Одновременно меняется степень минерализации и кислородный режим водоемов. Нестабильность гидрологических и гидрохимических характеристик ведет к обеднению ихтиофауны.

Идея повышения рыбохозяйственного потенциала озер за счет акклиматизации ценных промысловых рыб начала претворяться в жизнь еще в конце 19 века. Сначала были акклиматизированы лещ, чудской сиг и ладожский рипус. В 1912 г. был основан Аракульский рыбзавод, ориентированный на разведение сиговых. В начале 30-х гг. масштаб работ расширился, в оборот вовлеклись почти все крупные водоемы с благоприятным кислородным режимом. Предпринимались попытки акклиматизации новых видов рыб.

В период с 1930 по 1935 гг. был проведен комплекс мероприятий по акклиматизации ладожской корюшки (*Osmerus eperlanus*) в 7 озерах области (Аргазы, Б. Кисегач, Миассово, Б. Касли, Чебаркуль, Тургояк и Увильды). В качестве посадочного материала использовалась икра в объеме 10 млн. экз. Результат был отрицательным, единственный экземпляр обнаружили в озере Б. Касли в 1936 году, через год после вселения. До настоящего времени в

фаунистических списках корюшка отсутствует. Тем не менее, известно, что она регулярно встречается в любительских уловах из оз. Б. Кисегач.

В октябре 2004 г., а затем в январе и апреле 2005 г. на озере Б. Кисегач удалось отловить на удочку 13 экземпляров корюшки.

Среди пойманных рыб 4 половозрелые самки, 1 половозрелый самец и 8 неполовозрелых особей. Они относятся к трем возрастным группам (2+, 3+, 4+).

Содержимое желудков указывает на питание планктоном. В октябре наибольшее значение в питании имел *Acanthocyclops gigas*, составляя 70% по массе. У рыб, пойманных в январе и апреле, главную роль в питании играл *Gammarus*, его доля по массе составила 92 и 93%, соответственно. Также в пищевых комках в течение всего периода наблюдений присутствовали веслоногие рачки р. *Cyclops*, в октябре в значительном количестве потреблялись дафнии, а у рыб, пойманных в январе, обнаружены единичные экземпляры *Eudiaptomus graciloides*.

Таким образом, в оз. Большой Кисегач в течение 70 лет существует популяция корюшки. Изучение популяции, длительное время существующей за пределами основного ареала, представляет несомненный научный интерес. Возобновление работ по акклиматизации едва ли имеет перспективы. В соответствии с современной концепцией озерного рыбоводства, кормовую базу наилучшим образом используют не самовоспроизводящиеся популяции акклиматизантов, а специально подобранный комплекс интродуцентов, воспроизводимых искусственно. С этой точки зрения может рассматриваться перспективность использования корюшки в качестве интродуцента в поликультуре в окунево-плотвичных водоемах.

СРАВНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И ПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ГРЫЗУНОВ, ОБИТАЮЩИХ В ЗОНЕ ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОГО РАДИОАКТИВНОГО СЛЕДА

Ю.В. Крашанинина*, М.В. Чибирик*, Е.А. Шалагина**

* Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

** Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Изучение последствий глобального антропогенного загрязнения биосферы и охрана окружающей среды находятся в ряду актуальных проблем современности.

Особое положение в радиоэкологии животных занимает вопрос о возможности адаптации популяций высших организмов к хроническому ионизирующему облучению (Ильенко, Крапивко, 1989). Развитие подобных адаптаций возможно по прошествии длительного периода, сравнимого с периодом

полураспада долгоживущих радиоактивных элементов ^{90}Sr и ^{137}Cs . Актуальность подобных исследований состоит в изучении воздействия ионизирующего излучения на животных с последующей экстраполяцией на человеческую популяцию. Способность быстро размножаться делает мелких млекопитающих уникальным объектом для изучения микроэволюционных изменений.

Целью работы было сравнение биоразнообразия и популяционной структуры животных, обитающих на радиационной и контрольной территориях, на разных фазах динамики численности. Были поставлены следующие задачи: 1) сравнение биоразнообразия на контрольном и импактном участках ВУРСа; 2) сравнение популяционной структуры модельного вида — малой лесной мыши *Sylvaeus uralensis* Pallas, 1811.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сбор материала проведен в зоне ВУРСа во второй половине августа 2003 и 2004 гг. на двух участках: опытном — район старой лежневой дороги в головной части ВУРСа с уровнем радиации 1000 Ки/км^2 и контрольным — окрестности пос. Метлино, берег оз. Кожакуль. Исследуемые участки заняты типичным для Южного Урала лесостепным ландшафтом.

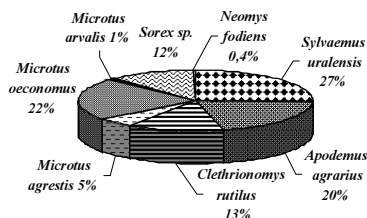
Отлов проводили при помощи ловушек «Геро». Относительная численность животных оценивалась на 100 ловушко-суток. После отлова проводили стандартные промеры, определяли пол, массу тела и массу отдельных органов согласно методу морфофизиологических индикаторов (Шварц и др., 1968). Возраст определяли по весо-размерным характеристикам и состоянию генеративной системы. Для оценки биоразнообразия использовали индексы: неоднородности Шеннона, выравнивания Пиелу, доминирования Симпсона (Мэгарран, 1992; Лебедева и др., 1999). При изучении популяционных характеристик определяли половую и возрастную структуру, а также оценивали интенсивность размножения. Абсолютный возраст определяли по стертости жевательной поверхности зубов (Колчева, 1992).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

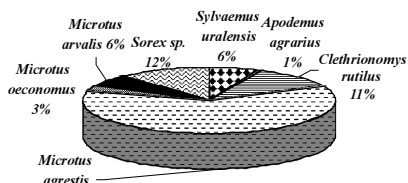
2003 г. был теплым и умеренно влажным с высокой численностью животных, 2004 г. — жарким и сухим, сопровождался лесными пожарами и отсутствием осадков. Это обусловило снижение общей численности животных в 2004 г. почти в 5 раз.

На фоне контрастных условий мы наблюдали различную реакцию популяций грызунов (рис. 1). Численность многих видов в 2004 г. на опытном участке снизилась больше, чем в контроле. Наиболее стабильными видами являются малая лесная мышь и полевка-экономка. Их численность в 2004 г. на обоих участках снизилась одинаково, в 2,5 раза у лесной мыши и в 5 раз у экономки. Малая

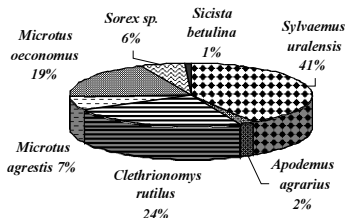
лесная мышь является видом-доминантом в контроле в 2003 г. и в обоих районах в 2004 г. Полевка-экономка в контроле является субдоминантным видом, а в импакте — фоновым. В контроле распределение видов в 2003 и в 2004 гг. сходно. В импакте в 2003 г. доминантным видом была пашенная полевка, в 2004 г. этот вид не был зафиксирован, в контроле он является фоновым в оба года.



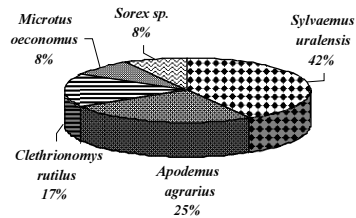
2003 г., контроль



2003 г., импакт



2004 г., контроль



2004 г., импакт

Рис. 1. Видовой состав на контрольном и радиационном участке в 2003 и 2004 гг.

При сходном изменении числа видов выборки существенно различаются по относительной численности и по направленности изменения индексов разнообразия (рис. 2). Своеобразие реакции популяции в импактной зоне (возрастание неоднородности, выравнивания и доминирования), возможно, связано со сменой вида-доминанта.

Популяционная структура обитающих в зоне ВУРСа мелких млекопитающих была изучена на примере малой лесной мыши. Полученные выборки были разделены на возрастные группы двумя способами (рис. 3). Первый — по стертости жевательной поверхности M^2 — позволяет оценить абсолютный возраст особей. Второй — по весо-размерным характеристикам и состоянию генеративной системы — физиологический.

Доля зимовавших особей в контроле в 2004 г. уменьшилась в два раза. На импактном участке в 2003 г. не было зимовавших особей, а в 2004 г. их было 20%. Доля участвующих в размножении особей в импакте увеличилась с 25 до

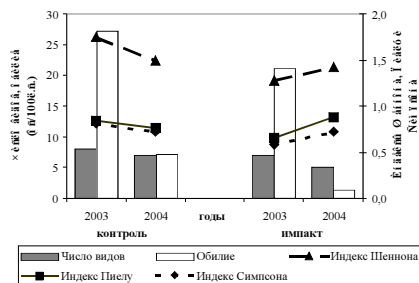


Рис. 2. Соотношение численности видов и индексов разнообразия.

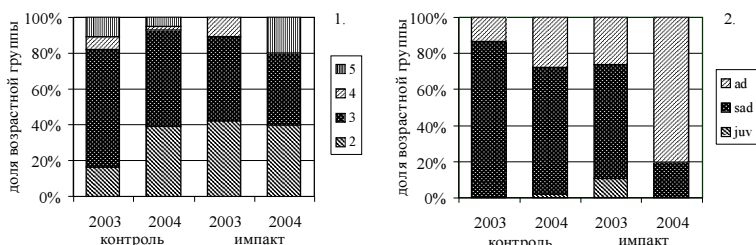


Рис. 3. Соотношение объемов возрастных групп *Sylvaemus uralensis* в контроле и импакте, 2003–2004 гг. 1. — абсолютный, 2. — физиологический возраст.

80%, однако, их абсолютный возраст соответствует возрасту неразмножающихся сеголеток (sad). На контрольном участке проявляется та же закономерность, но не так ярко. Омоложение группы размножающихся животных, по-видимому, указывает на сокращение срока полового созревания животных в период депрессии их численности, и в большей степени выражено на радиоактивно загрязненной территории.

В 2003 г. на обоих участках и в 2004 г. в контроле соотношении полов близко к 1:1, а в импактной зоне в 2004 г. не было поймано ни одного самца. В 2004 г. в импакте практически все самки принимали участие в размножении: это ответная реакция на снижение численности. В контроле в оба года было отловлено по одной беременной самке, на импактном участке не было отмечено случаев беременности.

Количество плацентарных пятен в контроле не изменилось. На импактной территории их количество на одну самку уменьшилось, однако суммарное их число в 2004 г. увеличилось, так как в размножении участвовало большее число самок (рис. 4). Также в 2004 г. изменилось соотношение участвующих в размножении и яловых самок. В 2004 г. доля размножающихся особей уве-

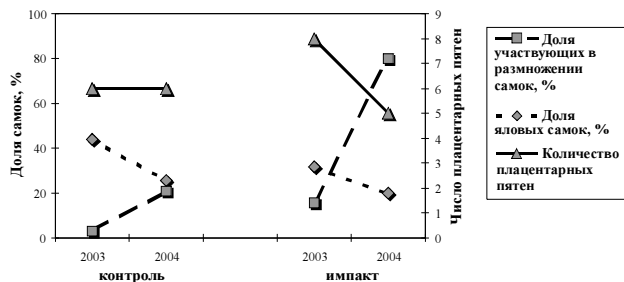


Рис. 4. Изменение соотношения доли яловых и участвующих в размножении самок к среднему количеству плацентарных пятен на одну самку в контрольной и импактной территориях.

личилась в контроле на 17%, а в импакте — на 64%. На загрязненной территории интенсивность размножения возросла больше, чем на «чистой».

ВЫВОДЫ

1. На фоне сокращения численности значения индексов неоднородности, выравнинности и доминирования в сообществах мелких млекопитающих от сезона 2003 г. к сезону 2004 г. в контроле уменьшились, а в импакте — увеличились. Основная причина этого — смена вида-доминанта на опытном участке.

2. Относительная численность большинства видов грызунов на контрольной территории в несколько раз выше, чем на импактной.

3. Структурно-популяционный анализ показал, что при снижении численности модельного вида (малой лесной мыши) в ее популяциях происходит увеличение доли зрелых особей, а также интенсификация размножения и сокращение периода полового созревания.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 04-04-96100-р2004урал.

ЛИТЕРАТУРА

- Ильенко А.И., Крапивко Т.П. Экология животных в радиационном биогеоценозе. М.: Наука, 1989. 224 с.
- Колчева Н.Е. Динамика экологической структуры популяций лесной мыши на Южном Урале. Автореф. дис... канд. биол. наук. Екатеринбург, 1992. 17 с.
- Лебедева Н.В. Дроздов Н.Н., Криволуцкий Д.А. Биоразнообразие и методы его оценки: Учебное пособие. М.: Изд-во МГУ, 1999. 95 с.
- Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 184 с.
- Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. Свердловск: УФАН СССР, 1968. 387 с.

КРУПНЫЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ ИЗ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ ПЕЩЕРА СЫРТИНСКАЯ, ЮЖНОЕ ЗАУРАЛЬЕ

Ю.Э. Кропачева*, А.И. Улитко**

* *Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург*

** *Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург*

Пещера Сыртинская расположена на левом берегу р. Большой Кизил на границе Челябинской области и Республики Башкортостан (52°52'35" с.ш., 58°45'50" в.д.). Сообщества мелких млекопитающих из этого местонахождения исследовались Е.А. Кузьминой (Кузьмина, 2003), крупные млекопитающие описываются впервые.

Работы велись в 2000–2003 гг. Рыхлые отложения сняты с трех участков 1х1 м условными горизонтами по 5 и 10 см. Выявлено пять литологических слоев. Ориктоценозы IV и V слоев схожи по составу и соотношению видов и рассматриваются вместе. Всего определено 1408 костей млекопитающих, принадлежащих 28 видам из 6 отрядов.

Исходя из радиоуглеродных дат, слой I имеет голоценовый возраст. Здесь найдены отсутствующие в других слоях остатки зайца-беляка и бурого медведя (табл. 1). Слои II–V относятся к позднему плейстоцену. Особенностью слоя II является отсутствие корсака и бобра, обнаруженных в остальных слоях. Для слоя III отмечено наибольшее количество видов. Только в нем найдены единичные костные остатки росوماхи, светлого хоря, выдры, косули. Начиная с этого слоя в отложениях появляются костные остатки песка, оленей (северного, благородного и гигантского), пещерной гиены, мамонта, шерстистого носорога, бизона и волка. В слое IV сохраняется большая часть видового состава слоя III, но отсутствуют виды, представленные в слое III единичными костями. Только в слое IV обнаружены остатки горностая.

Животные, которых обычно относят к крупным млекопитающим, очень неоднородны по многим показателям. Мы подразделяли их в соответствии с размерными и экологическими характеристиками (табл. 2).

В группу 1 входят плотоядные млекопитающие; их остатки накапливались в отложениях, в основном, за счет естественной гибели. В группу 2 включены растительноядные. Их кости попали в отложения за счет деятельности хищников. Сравнение долей видов будет более объективным, если проводить его с учетом указанного деления и сравнивать между собой животных из одних размерных и экологических групп. В группе 1 мезоразмерных млекопитающих из-за незначительной выборки слоя I доминанты не выделяются. В слое II из группы 1 присутствует только лисица. В слое III наибольшее количество

Таблица 1. Состав и соотношение видов крупных млекопитающих в ориктоценозах пещеры Сыртинской

Вид	Слой I		Слой II		Слой III		Слой IV	
	Число* костей	%**	Число костей	%	Число костей	%	Число костей	%
<i>Lepus timidus</i> L.	3/2	18,18						
<i>Lepus</i> sp.			1/1	11,11	28/3	5,77	19/5	8,77
<i>Marmota</i> sp.	35/2	18,18	39/3	33,33	627/14	26,92	213/10	17,54
<i>Castor fiber</i> L.	1/1	9,09			5/1	1,92	1/1	1,75
<i>Canis lupus</i> L.					2/1	1,92	2/1	1,75
<i>Vulpes corsac</i> L.	1/1	9,09			9/2	3,85	6/2	3,51
<i>Vulpes vulpes</i> L.	3/1	9,09	2/1	11,11	39/3	5,77	13/2	3,51
<i>Alopex lagopus</i> L.					18/2	3,85	25/4	7,02
<i>Ursus arctos</i> L.	3/1	9,09						
<i>Ursus</i> sp.					2/1	1,92	1/1	1,75
<i>Gulo gulo</i> L.					1/1	1,92		
<i>Mustela erminea</i> L.							1/1	1,75
<i>Mustela nivalis</i> L.					1/1	1,92	1/1	1,75
<i>Mustela eversmanni</i> Lesson					1/1	1,92		
<i>Meles meles</i> L.	1/1	9,09			1/1	1,92		
<i>Lutra lutra</i> L.					1/1	1,92		
<i>Crocuta spelaea</i> Goldfuss					19/4	7,69	14/5	8,77
<i>Mammuthus</i> sp.					3/1	1,92	1/1	1,75
<i>Equus cf. latipes</i> Gromova					8/1	1,92	19/2	3,51
<i>Equus caballus</i> L.	1/1	9,09	10/1	11,11				
<i>Equus</i> sp.			8/2	22,22	45/3	5,77	57/6	10,53
<i>Coelodonta antiquitatis</i> Blum.					12/2	3,85	25/4	7,02
<i>Cervus elaphus</i> L.					8/1	1,92	14/4	7,69
<i>Capreolus</i> sp.					1/1	1,92		
<i>Megaloceros giganteus</i> Blum.					2/1	1,92	1/1	1,75
<i>Rangifer tarandus</i> L.					2/1	1,92	3/1	1,75
<i>Bison priscus</i> Bojanus					4/2	3,85	9/3	5,26
<i>Saiga tatarica</i> L.	1/1	9,0	1/1	11,11	30/3	5,77	8/2	3,51
Максимальное количество одноименных костей (сумма)	11	100	9	100	52	100	57	100
Всего определенных костей	49		49		877		433	

* - в числителе указано общее количество определенных костных остатков данного вида, в знаменателе количество одноименных костей этого вида; ** - за 100% принята сумма максимального количества одноименных остатков для всех видов.

одноименных остатков принадлежит лисице, в слое IV — песцу. В мезоразмерной группе 2 во всех слоях доминирует сурок. В слоях I и II остатки крупных млекопитающих очень немногочисленны. В слоях III и IV наблюдается значительное преобладание пещерной гиены над волком. Это объясняется тем, что пещера, по-видимому, подолгу использовалась гиеной в качестве логова, о чем свидетельствует большое количество молочных зубов этих хищников и

Таблица 2. Распределение видов по размерным и экологическим группам

Экологическая группа	Размерная группа		
	Мезоразмерные	Крупные	Мегаразмерные
1	<i>Vulpes corsac</i> , <i>Vulpes vulpes</i> , <i>Alopex lagopus</i>	<i>Canis lupus</i> , <i>Crocuta spelaea</i>	<i>Mammuthus</i> sp.
2	<i>Marmota</i> sp., <i>Lepus</i> sp.	<i>Equus</i> cf <i>latipes</i> , <i>Coelodonta antiquitatis</i> , <i>Rangifer tarandus</i> , <i>Cervus elaphus</i> , <i>Bison priscus</i> , <i>Saiga tatarica</i>	

множество неопределимых костей животных с высокой степенью раздробленности и следами кислотной эрозии. Среди представителей группы 2 наибольшее количество костных остатков принадлежит животным из р. *Equus*.

Авторы выражают искреннюю благодарность Н.Г. Смирнову, Е.А. Кузьминой, К.Г. Максимовой, Е.П. Изварину и Н.О. Садыковой за помощь в полевых исследованиях и подготовке работы. Исследования проводятся в рамках проекта РФФИ № 05–04–48675.

ЛИТЕРАТУРА

Кузьмина Е.А. Позднеплейстоценовые и голоценовые сообщества мелких млекопитающих из пещерных местонахождений Южного Зауралья // Четвертичная палеозоология на Урале. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2003. С. 193–210.

СООБЩЕСТВА МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ БЕРЕЗОВЫХ И СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗОВЫХ ПОЖАРОВ

А.А. Кузина, С.Н. Гашев

Тюменский госуниверситет

Пожар — важный фактор, являющийся частью «климата» в большинстве наземных местообитаний. Биотические сообщества способны компенсировать этот фактор и адаптироваться к нему. Цель данной работы — изучение влияния низовых пожаров на сообщества мелких млекопитающих. В связи с этим поставлены следующие задачи: проанализировать показатели обилия и видового разнообразия сообществ мелких млекопитающих горельников; охарактеризовать изменения морфофизиологических показателей животных после воздействия низовых пожаров.

Выявлено, что териофауна лесных биотопов, нетронутых огнём, представлена большим числом видов, по сравнению с териофауной горельников. На контрольном участке в березняке отловлено 4 вида мелких млекопитающих: бурозубка обыкновенная, полёвка красная, мышь полевая и мышь лесная. Доминирующие виды — полёвка красная и бурозубка обыкновенная. На горельниках в том же биотопе индекс видового богатства меньше в 2 раза. Сообщество свежего горельника представлено бурозубкой обыкновенной (доминант) и мышью полевой. На горельнике 2–3-летней давности также доминирует бурозубка обыкновенная и встречается полёвка красная. На контрольном участке в сосновом лесу поймано 6 видов мелких млекопитающих: бурозубка обыкновенная, полёвки красная и рыжая, полёвка-экономка, мыши лесная и полевая. Доминирующими видами являются бурозубка обыкновенная и полёвка красная. В сообществе, обитающем на свежем горельнике, отсутствует полёвка-экономка и полевка рыжая, появляется мышь-малютка. Доминирует в этом сообществе мышь полевая. На горельнике 5–7-летней давности обитает только мышь полевая.

На горельниках наблюдается увеличение индекса доминирования Симпсона (от 0,27 до 1,00 в сосняке и от 0,37 до 0,51 в березняке) при уменьшении значений индекса разнообразия Симпсона (от 0,63 до 0,49 в березняке). Смена доминантов в пирогенных сообществах происходит за счёт видов, ранее малочисленных на данной территории или иммигрирующих с соседних участков. Индекс антропогенной адаптированности сообщества увеличивается от контрольных участков к горельникам. Общая устойчивость сообщества мелких млекопитающих возрастает от горельников к контролю (0,01–13,52 в сосняке; 3,40–10,40 в березняке). Значение обобщённого показателя благополучия сообщества также возрастает при восстановлении экосистем после пожара (1,70–43,03 в сосняке; 5,82–83,14 в березняке). В сообществах на горельниках в березняке выявлено достоверное преобладание самцов (2:1). Аналогичные изменения наблюдаются и в половой структуре сообществ горельников в сосновом лесу. Сообщества горельников как в березовом, так и в сосновом биотопах характеризуются преобладанием сеголеток.

Отмечен ряд отличий между популяциями доминирующих видов по морфофизиологическим признакам. Достоверно установлена тенденция к уменьшению у самок мыши полевой и полёвки красной индексов уха и хвоста на выгоревшей территории. У самок обыкновенной бурозубки, обитающих на горельниках, выявлено увеличение индекса надпочечников. У самцов мыши лесной отмечается обратная тенденция: индекс надпочечников уменьшается. Анализ коэффициентов вариации ряда морфофизиологических показателей популяции мыши полевой свидетельствует об активном заселении горельников этим видом. Популяции полёвки красной, бурозубки обыкновенной и мыши лесной оказались в менее благоприятных условиях после воздействия пожара.

ОПИСАНИЕ СООБЩЕСТВ ГЕРПЕТОБИОНТОВ МЕТОДОМ ЭТАЛОННОГО СРАВНЕНИЯ ФОРМ

А.В. Кузнецов

Челябинский госуниверситет

Жизненные формы — это элементы, из которых складывается биоценоз. Элементы биоценоза «комплектуются» не по принципу таксономической принадлежности, а по принципу взаимной адаптивности и способности выполнять важнейшие биогеоценозические функции. Выделение жизненных форм в сообществах герпетобионтов никогда ранее не проводилось на единой количественной основе и ограничивалось таксономическими рамками (Келейникова, 1963; Мордкович, Волковинцер, 1973; Шарова, 1981; Богач, 1988).

Цель работы — выделить жизненные формы герпетобионтных жуков вне таксономических и морфологических ограничений на основе методов динамической морфометрии.

Для выделения жизненных форм изучалось габитуальное разнообразие сообществ герпетобия березового и соснового леса. Сравнение габитусов проводилось площадным методом (Пекин, Чичков, 2002) с использованием программы — Form Analyzer 1.0 (авторы — В.П. Пекин, Д. Дутиков).

В березовом лесу выделены три габитуальные группы: «хищноподобные» — виды сем. Staphylinidae и Carabidae (*Pterostichus niger*, *P. oblongopunctatus*, *Calathus melanocephalus*), «смешанная группа» (*Carabus scheglovi*, *C. cancellatus*, *Pterostichus magus*, *Amara aulica*, *Silphidae sp.*) и «сапрофагоподобная» — виды сем. Scarabeidae. При переходе от первой группы к третьей наблюдается общая тенденция уменьшения длины головы и передней части тела, что сопровождается уменьшением двигательной активности форм.

В сосновом лесу выделены три группы: «крупные хищники» — виды сем. Staphylinidae и *Pterostichus niger*, «средние хищники» — *Pterostichus oblongopunctatus* и др., и «смешанная группа» — *Pterostichus magus* и др. Общей тенденцией также явилось разбиение форм по вытянутости и округленности тела.

В данной работе мы впервые вводим понятие «кларк-формы» сообщества. Под «кларк-формой» понимается обобщенный портрет всех форм, входящих в данное сообщество с учетом их представительности. «Кларк-форма» отражает усредненный габитуальный тип сообщества жуков-герпетобионтов (рисунок). «Кларк-форма» — это инструмент, позволяющий напрямую проводить количественное сравнение сообществ.

«Кларк-форма» сообщества герпетобия березового леса более укороченная и округлая, передний отдел тела относительно короткий. Такое строение можно

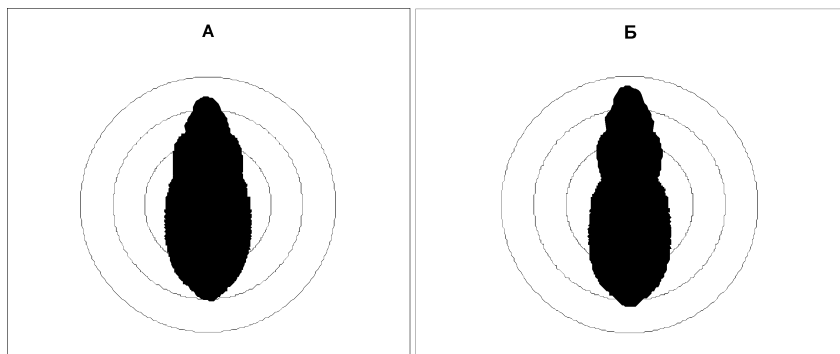


Рисунок. «Кларк-формы» сообществ герпетобионтов березового (А) и соснового (Б) леса.

объяснить преобладающими особенностями трофики и локомоции жуков в данном сообществе. Так, для значительной части жуков-герпетобионтов березового леса (в основном, виды сем. Scarabeidae) источником питания служит подстилка, которая всегда имеется в достаточном количестве. Для жуков этой группы нет необходимости охотиться и быстро бегать. Входящие в сообщество стафилиниды и жужелицы делают «портрет» более узким и длинным. «Кларк-форма» соснового леса «жужелицеподобна» с более выраженной границей между переднеспинкой и надкрыльями, что связано с большей подвижностью жуков.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ПОЧВ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

А.Я. Кунгурцев

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Генетические горизонты почв, сформированных под антропогенным воздействием, определённым образом фиксируют эти изменения. Удобными объектами для изучения особенностей формирования почв на антропогенно нарушенных территориях на протяжении длительных промежутков времени являются археологические памятники (валы, курганы, городища).

Цель работы — изучить восстановление почвенного покрова по особенностям физико-химического состава почв на территории археологического

памятника Малое Мехонское городище; определить степень восстановления почвенного покрова насыпи вала за 1000 лет почвообразования.

Объект исследования находится в Каргопольском районе Курганской области в 0,7–1,0 км восточнее д. Мурзино. Вал городища имеет следующие размеры: высота по основанию — 0,75 м, ширина по основанию — 4,5 м, длина — 60 м. По мнению большинства археологов, вал относится к средневековой эпохе (X–XIII вв.). Поверхность вала покрыта разнотравно-злаковыми ассоциациями с преобладанием овсяницы. В целом, восстановление растительного покрова идёт по зональному типу.

Сравнивали почвы, сформированные под антропогенным воздействием с разных сторон от вала, с фоновыми (ненарушенными). Заложение почвенных разрезов проводилось по трансекте, перпендикулярно валу, на разном удалении от него в обе стороны.

Илистая фракция, как наиболее подвижная, выносятся из верхних слоёв почвы, формирующейся на валу; находится на глубине, минимум, 12 см. В фоновой и погребённой под валом почве подобная картина наблюдается на глубине 80 см. Перемещение илистой фракции по профилю погребённой почвы связано с обменными катионами, в то время как в профиле фоновой почвы и насыпи вала перемещение данной фракции связано, возможно, с подвижными формами железа.

В верхних 60 см фоновая почва имеет более кислую реакцию ($\text{pH H}_2\text{O}$ — 6,81, pH KCl — 5,73), по сравнению с погребённой почвой на той же глубине ($\text{pH H}_2\text{O}$ — 7,02, pH KCl — 6,35), что, возможно, свидетельствует об изменении климатических условий в сторону большей влажности. Это предположение подтверждается и более кислой реакцией почвы вала ($\text{pH H}_2\text{O}$ — 6,09, pH KCl — 5,43). Содержание гумуса во вновь образующейся почве составляет 0,89%, что значительно меньше фоновых значений (4,33%).

Слабая развитость гумусового горизонта у почв на валу, результаты морфологических и физико-химических исследований подтверждают прошлое антропогенное воздействие на данном участке и указывают на неполное восстановление почвенного покрова насыпи вала за прошедшую 1000 лет.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭТАПОВ РАЗВИТИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СЕВЕРНОГО УРАЛА В ПОЗДНЕМ НЕОПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ

Е.Г. Лаптева

Московский госуниверситет

В результате палеоэкологических и палеогеографических исследований горных областей на территории Северной Евразии накоплено много данных

по динамике природной среды в позднекайнозойское время. Однако, степень их изученности неодинакова. В частности, район Северного Урала, несмотря на комплексные исследования этой территории, которые ведутся уже в течение многих десятилетий, относится к слабоизученным регионам в палеоботаническом отношении.

К настоящему времени данные по истории развития растительного покрова Северного Урала в позднечетвертичное время получены на основании изучения голоценовых торфяных отложений в районе р. Илыч (Говорухин, 1929), позднеледниковых и голоценовых аллювиальных осадков в верховьях р. Печоры (Немова, 1976), позднеплейстоценовых и голоценовых аллювиальных отложений рек Ивдель, Сосьвы, Каквы (Боярская, 1964), голоценовых торфяников в междуречье рек Лозьвы и Пелыма (Маковский, 1966) и поздне-неоплейстоценовых и голоценовых отложений, вскрытых в Богословском и Волчанском угольных карьерах (Стефановский, 2004). Однако отсутствие данных по абсолютному и относительному датированию многих изученных объектов затрудняет применение этих результатов для детальных палеоклиматических и фитоценологических построений. Автором были получены палинологические данные из пещерных отложений, которые позволили реконструировать отдельные этапы в развитии растительного покрова Северного Урала за последние 50 тысяч лет.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Были исследованы голоценовые и поздненеоплейстоценовые пещерные отложения местонахождений восточного склона Северного Урала (в пределах Свердловской области): археологического памятника Черемухово-1, расположенного в скальном массиве на правом берегу р. Сосьва, в 3,5 км выше устья р. Шегультан, (60°24'03" с.ш., 60°03'26" в.д.); Усольцевской пещеры, размещенной в скальном массиве на правом берегу р. Шегультан (60°15' с.ш., 60°09' в.д.) и пещеры Каква-4, которая находится примерно в 20 км юго-западнее г. Карпинска в скальном массиве на левом берегу р. Каква (59°35' с.ш., 60°00' в.д.). Эти объекты расположены в зоне среднетаежных елово-пихтовых и сосновых лесов со значительной примесью сосны сибирской и единично липы. Вмещающие отложения изученных спелеогенных образований датированы как методом относительных датировок по палеотериологическому материалу и археологическим артефактам, так и радиоуглеродным методом абсолютного датирования. Образцы для палинологического анализа отбирались через 10 см снизу вверх. Лабораторная обработка проб проводилась по методике В.П. Гричука (Гричук, Заклинская, 1948). Всего было проанализировано 33 образца. В каждом просмотренном препарате изученных проб насчитывалось более 200 пыльцевых зерен. При низкой насыщенности палиноостатков

в препарате просматривался весь имеющийся мацерат. Расчет результатов спорово-пыльцевого анализа проводили групповым способом, где доля каждой группы рассчитывалась от общей суммы пыльцы и спор, встреченных в образце, а процентное количество отдельного компонента вычислялось от суммы пыльцевых зерен или спор соответствующей группы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно спорово-пыльцевым спектрам, полученным при изучении отложений Усольцевской пещеры (рис. 1), нами выделено 4 палинозоны с субпалинозонами, характеризующие 4 фазы развития растительности.

По преобладанию в спорово-пыльцевых спектрах пыльцы травянистых растений (50–85%) выделяется фаза перигляциальных разнотравно-марево-злаковых степей с елово-сосново-березовым редколесьем (субпалинозоны 1а и 1б), господствовавших в первой половине позднего неоплейстоцена. Эти сообщества, вероятно, в относительно более прохладный и влажный климатический этап, выделенный по увеличению количества пыльцы ольхи (*Alnus sp.*), кустарниковой березки (*Betula sec. Nanae*) и спор сфагновых мхов (*Sphagnum sp.*), замещались злаково-разнотравно-пылинными сообществами (субпалинозона 1б). В переходное время, которое характеризуется палинозоной 2, господствовали перигляциальные пылинно-злаково-маревые лесостепи с елово-сосново-березовыми редколесьями. В это время увеличилась роль лесного компонента (количество пыльцы древесных пород достигает 30%). Точную возрастную привязку по палеотериологическому материалу дать сложно, но, вероятно, полученные палиноспектры характеризуют завершающую стадию поздненеоплейстоценового оледенения. В голоцене произошло замещение березово-сосново-еловых лесов с лиственницей (*Larix sp.*), пихтой (*Abies sp.*) и сосной сибирской (*Pinus sibirica*) (палинозона 3) березово-пихтово-елово-сосновыми лесами с липой (*Tilia sp.*) и сосной сибирской (палинозона 4). К сожалению, отсутствие абсолютных датировок из этого местонахождения не позволяет достоверно определить временной этап формирования изученных отложений.

Отложения местонахождения Черемухово-1 датированы как радиоуглеродным, так и археологическим, и палеотериологическим методами. На палинологической диаграмме (рис. 2) выделяются 5 палинозон с субпалинозонами, которые характеризуют 5 фаз в развитии растительности исследуемого района.

Серия радиоуглеродных дат из слоев 9–12 (26480±840 (ОхА-10926), 28520±840 (АА-36469), 31500±1200 (АА36470), >34140 (ГИН-101152)) укладывается в диапазон 31–26 тысяч лет назад. По полученным палинологическим данным и согласно региональной стратиграфической шкале Уральского региона, в заключительную фазу невянского времени — дунаевского межстадиала сред-

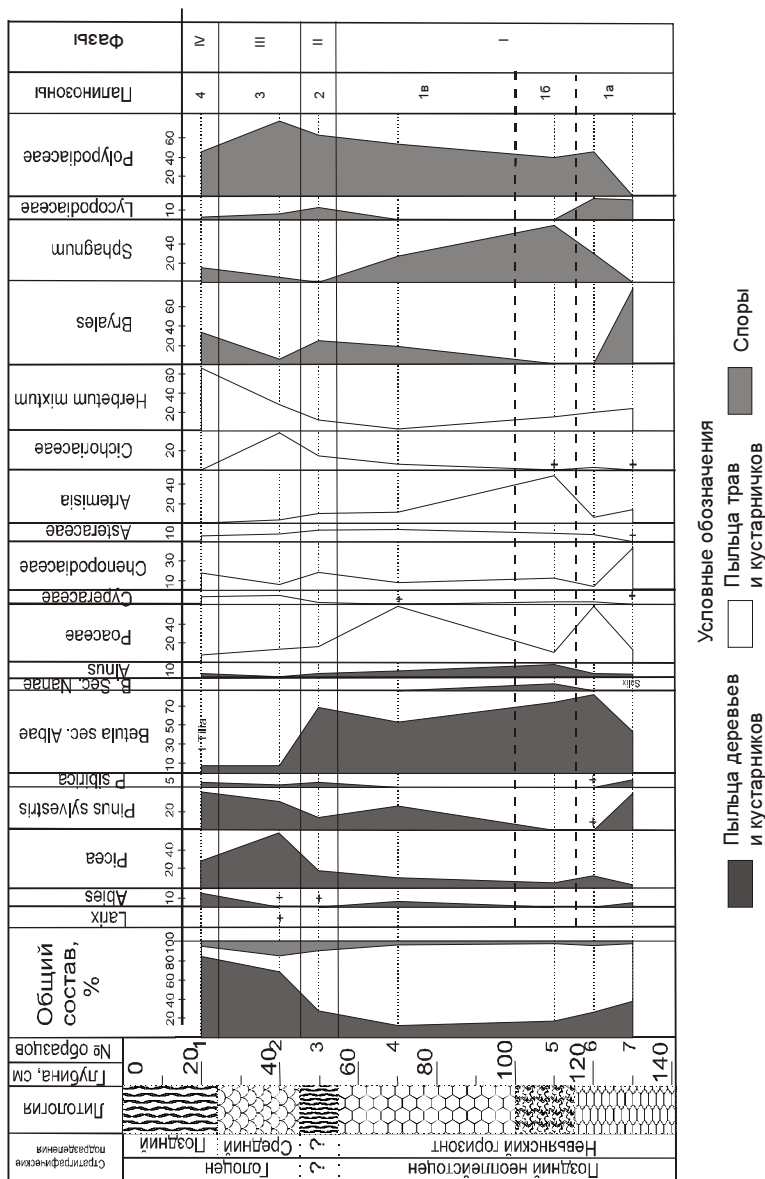


Рис. 1. Палинологическая диаграмма Уссульцевской пещеры.

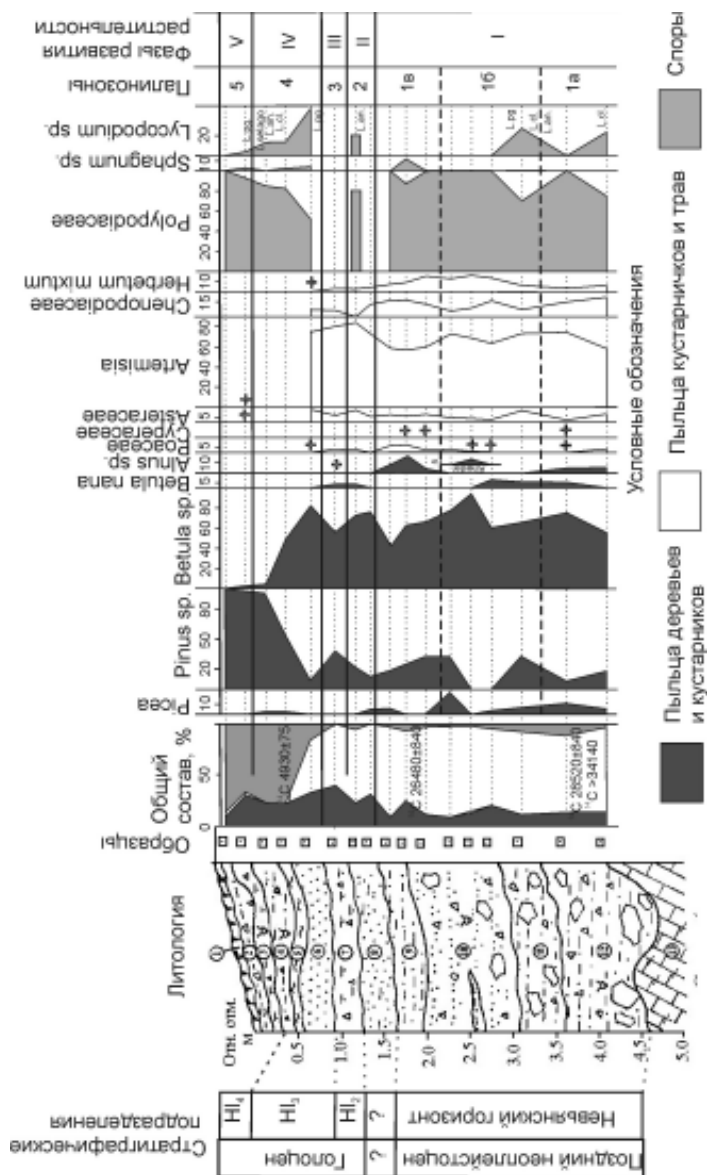


Рис. 2. Палинологическая диаграмма Чернухово-1.

невалдайского мегаинтерстадиала (Арсланов, 1992; Стратиграфическая..., 1997) господствовали перигляциальные разнотравно-марево-полынные степи с сосново-березовыми редколесьями (субпалинозоны 1а и 2в). В спорово-пыльцевых спектрах этого времени преобладает пыльца травянистых растений (67–91%), в большей части *Artemisia sp.* (59–84%), *Chenopodiaceae* (6–21%) и разнотравья — *Asteraceae* (3–13%), *Caryophyllaceae* (до 10%), *Poaceae* (до 8%), *Brassicaceae* (до 6%), *Ranunculaceae*, *Apiaceae*, *Scrophulariaceae*, *Rosaceae*, *Cyperaceae*, *Polygonaceae* (до 1%). Пыльца древесных растений (9–23%), в основном, представлена пыльцой *Betula sec. Albae*. (8–24%) и *Pinus sylvestris* (4–20%). Среди спор (1–12%) присутствуют папоротниковые (*Polypodiaceae*) и единично *Lycopodium sp.*, *Sphagnum sp.* В этом временном интервале четко зафиксирован период относительного похолодания (субпалинозона 1б), когда в растительном покрове увеличилась роль криофитных кустарников, таких как карликовая березка (*Betula nana*) и ольховник (*Alnaster sp.*), и происходило замещение сосново-березовых редколесий березовыми. Данные палеотериологического метода не дают точную возрастную характеристику слоя 8, поскольку в соответствующей фауне представлены остатки видов, характерных как для позднего неоплейстоцена, так и для голоцена. Абсолютные датировки для этого слоя не получены. Однако, согласно полученным палинологическим данным, формирование его происходило, вероятно, в завершающую стадию оледенения, когда существовали перигляциальные разнотравно-полынные лесостепи с березово-сосновыми редколесьями (палинозоны 2 и 3). Реконструировать подробную динамику лесной растительности по данным из этой пещеры довольно сложно, хотя для голоценовой толщи отложений установлено время формирования разными методами. По многочисленным археологическим находкам слоя 7 можно сказать, что данные отложения сформировались в финальном палеолите или мезолите (раннем голоцене). Соответственно радиоуглеродной дате слоя 5 — 4930 ± 75 (СОАН-5137), этот слой и вышележащая толща сформировались в среднем и позднем голоцене, а по палеофаунистическим данным слой 3 и вышележащая толща, на основании кости *Bos taurus*, могут быть отнесены к позднему голоцену, поскольку домашние животные известны на данной территории только с этого времени. Согласно полученным палиноспектрам (палинозоны 4 и 5), характеризующим голоценовые отложения этого местонахождения, основными лесообразующими породами были сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) и береза древовидная (*Betula sec. Albae*).

По данным палинологического анализа отложений пещеры Каква-4 (рис. 3) выделено 5 палинозон с субпалинозонами, которые соответствуют 5 фазам в развитии растительности данного района.

В конце полярноуральского (поздневалдайского) времени, в стадию деградации ледникового покрова, существовали перигляциальные злаково-

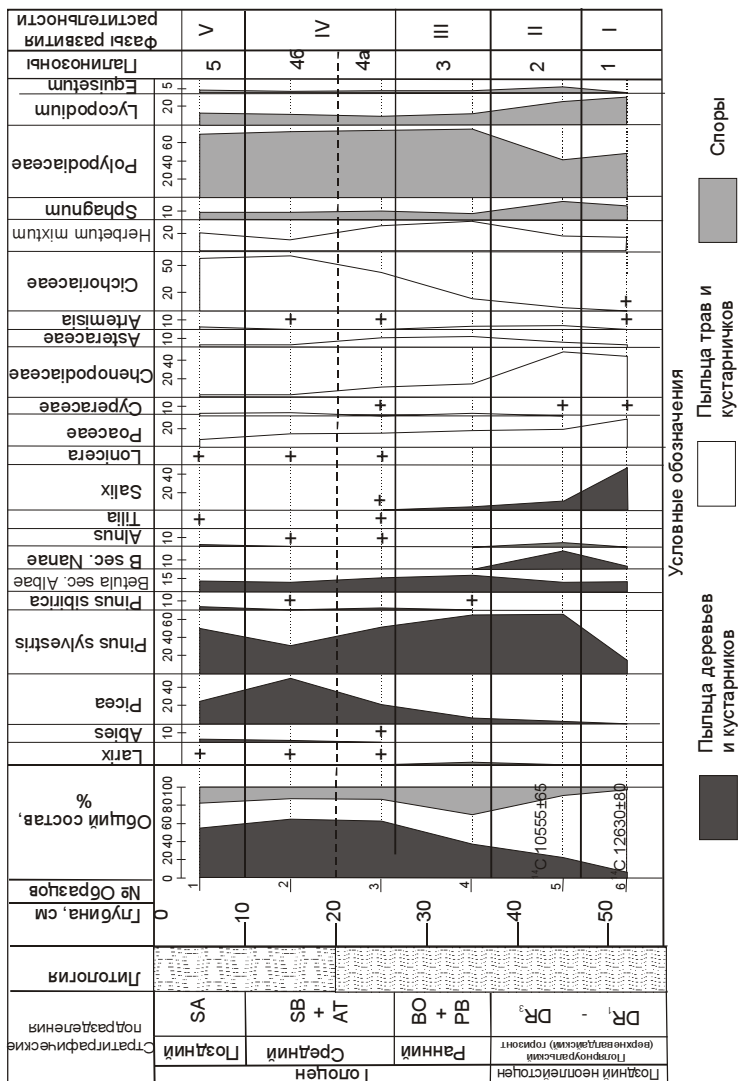


Рис. 3. Палинологическая диаграмма пещеры Киква-4.

маревые лесостепи с развитым кустарниковым ярусом из криофитных кустарников (*Betula sec. Nanae* — до 20% и *Salix sp.* — 10–40%) и березово-сосновым редколесьем. В спорово-пыльцевых спектрах преобладает пыльца трав и кустарничков (60–90%), среди которой основную долю составляют пыльцевые зерна Poaceae (20–32%) и Chenopodiaceae (45–60%), а содержание пыльцы мезофитов достигает 14% (палинозоны 1 и 2). Для отложений, охарактеризованных данными палиноспектрами, получены две радиоуглеродные датировки — 10555 ± 65 лет (СОАН–5140) и 12630 ± 80 лет (СОАН–5141). Они свидетельствуют, что, согласно схеме периодизации голоцена (Хотинский, 1977), эти отложения сформировались в позднеледниковое время (ранний дриас (DR1) — поздний дриас (DR3)). Дальнейший этап развития растительного покрова в голоцене связан с развитием лесных формаций, о чем свидетельствует преобладание в спорово-пыльцевых спектрах пыльцы древесных пород — 50–65%. На ранних этапах голоцена были распространены елово-березово-сосновые леса (палинозона 3), которые позднее сменились березово-елово-сосновыми лесами (субпалинозона 4а). Во второй половине среднего голоцена господствующее положение заняли березово-сосново-еловые леса (субпалинозона 4б), очевидно, произраставшие в период климатического оптимума атлантического периода. Затем, в позднем голоцене, они сменились березово-пихтово-елово-сосновыми лесами (палинозона 5).

На основе реконструкций, полученных для изученных разрезов, и литературных данных по палеоботаническому изучению и радиоуглеродному датированию осадков из местонахождений Северного Урала была составлена кривая климато-фитоценотических изменений (рис. 4).

В пределах периода относительно теплого климата невянского (средневалдайского) мегаинтерстадиала, в интервале от 50 до 25 тысяч лет назад можно выделить два этапа похолодания: примерно от 45 до 42 тысяч лет назад и от 36 до 32 тысяч лет назад. В это время в условиях сухого и холодного климата на восточном склоне Северного Урала существовали перигляциальные марево-полынные и разнотравно-злаково-полынные степи со значительными ерниковыми зарослями. В интервале от 32 до 25 тысяч лет назад фиксируется этап значительного потепления, когда при увеличении влажности на восточном склоне Северного Урала стали господствовать перигляциальные разнотравно-марево-полынные степи. Однако внутри этого временного интервала четко выделено кратковременное похолодание, которое на данной территории сопровождалось некоторой аридизацией климата и увеличением роли криофитных кустарников в растительном покрове. Палеоботанические данные, характеризующие стадию максимального полярноуральского (поздневалдайского) оледенения, пока не получены. Для стадии деградации ледникового покрова, в интер-

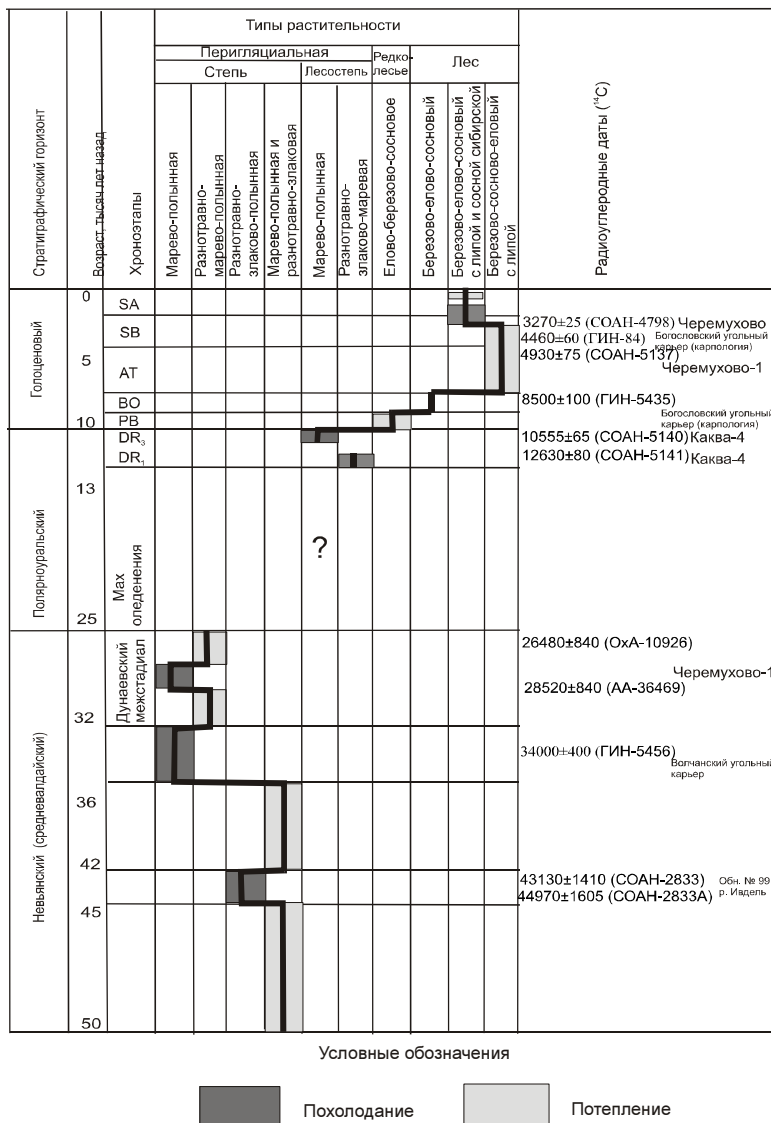


Рис. 4. Кривая фитоценологических изменений за последние 50 тысяч лет на восточном склоне Северного Урала.

вале от 13 до 10 тысяч лет назад, охарактеризовано два похолодания. Первое — раннедриасовое, примерно от 13 до 12,5 тысяч лет назад, когда в холодном и влажном климате на восточном склоне Северного Урала господствовали перигляциальные злаково-разнотравно-маревые лесостепи. Второе — позднедриасовое похолодание, от 11 до 10 тысяч лет назад, во время которого как на западном, так и на восточном склонах Северного Урала в условиях холодного и сухого климата существовали перигляциальные лесостепи с господством полыней и маревых. Редколесья занимали довольно большие площади и состояли в основном из берез и сосен. Голоценовый этап развития климата и растительности характеризовался установлением межледникового теплого климата, когда древесные породы заняли доминирующее положение в растительном покрове. Для этого периода реконструированы следующие этапы: 1 — предбореальное улучшение климата около 10 тысяч лет назад, которое было обусловлено значительным потеплением и увлажнением климата, по сравнению с предшествующим периодом, когда в предбореальное и бореальное время на западном и восточном склонах Северного Урала стали господствовать елово-березово-сосновые редколесья; 2 — климатический оптимум атлантического периода в интервале от 6 до 5 тысяч лет назад, во время которого в условиях более влажного и теплого, чем современный, климата, существовали еловые леса с примесью сосны, березы и значительной долей широколиственных пород на западном склоне и липой на восточном; 3 — похолодание в конце суббореального периода около 2,5 тысяч лет назад, когда был более сухой климат, и уменьшилось участие в растительном покрове широколиственных пород на западном склоне и липы на восточном, а господствующее положение заняли сосновые леса с примесью березы и ели; 4 — малый климатический оптимум примерно одну тысячу лет назад, во время которого, после предшествующего похолодания, наметилось улучшение климата, и окончательно сформировались леса современного типа — средне-таежные темнохвойные леса с примесью сосны сибирской на восточном склоне, произрастающие в данном районе и в настоящее время.

Таким образом, на основе палинологических данных реконструированы отдельные этапы развития растительного покрова Северного Урала за последние 50 тысяч лет: невянский (средневалдайский) мегаинтерстадиал — 50–25 тысяч лет назад, в котором выражено 2 относительных похолодания и 1 потепление с кратковременным похолоданием; завершающая стадия полярноуральского (поздневалдайского) оледенения, включающая раннедриасовое и позднедриасовое похолодания — 13–10,5 тысяч лет назад; голоценовый этап, начавшийся с более 10 тысяч лет назад, в котором выражены 1 холодный и 3 теплых периоды. Установлено, что на террито-

рии восточного склона Северного Урала в относительно теплое средневалдайское время последнего ледникового периода существовали различные перигляциальные степные и лесостепные формации, которые не имеют аналогов в современном растительном покрове. В стадию деградации ледника господствовали перигляциальные лесостепи и редколесья. Для голоценового межледникового этапа характерно абсолютное доминирование лесной растительности на всей территории Северного Урала. В это время происходила только смена основных лесообразующих пород.

Автор глубоко признателен и благодарен научному руководителю — в.н.с., д.г.н. Н.С. Болиховской за обсуждение полученного материала и ценные замечания; сотрудникам ИЭРиЖ УрО РАН — с.н.с., к.б.н. А.В. Бородину, к.б.н. П.А. Косинцеву, к.б.н. Т.В. Струковой, м.н.с. О.П. Бачуре за предоставление материала для данной работы и обсуждение полученных результатов, а также всем участникам экспедиций на Северный Урал, во время которых был собран материал для данной работы.

ЛИТЕРАТУРА

- Арсланов Х.А. Геохронологическая шкала позднего неоплейстоцена Русской равнины // Геохронология четвертичного периода. М.: Наука, 1992. С. 10–19.
- Боярская Т.Д. Развитие растительности Урала и Сибири в четвертичном периоде (на примере восточного склона Урала, бассейнов Ангары и Алдана). Автореф. дис... канд. геогр. наук. М., 1964. 20 с.
- Говорухин В.С. Растительность бассейна р. Ылыча (Северный Урал) // Тр. общества изуч. Урала, Сибири и Дальнего Востока. Т. 1. Вып. 1. М., 1929. С. 34–39.
- Гричук В.П., Заклинская Е.Д. Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии. М.: Географгиз, 1948. 224 с.
- Маковский В.И. О возрасте торфяников и формировании лесной растительности в подзоне Северной тайги (междуречье Лозьвы и Пелыма) // Записки Свердловского отделения Всесоюз. бот. общества. Вып. 4. Вопросы физиологии растений и геоботаники. Свердловск, 1966. С. 53–63.
- Немкова В.К. История растительности Предуралья за поздне- и послеледниковое время // Актуальные вопросы современной геохронологии. М.: Наука, 1976. С. 259–275.
- Стефановский В.В. Аллювиальный режеской комплекс второй половины позднего неоплейстоцена рек Среднего Урала и Зауралья // Урал. геол. ж. 2004. № 2 (38). С. 23–46.
- Стратиграфическая схема Урала (мезозой, кайнозой). Принята IV Уральским межвед. стратигр. совещ. 20 апреля 1990 г. и утв. межд. стратигр. комитетом России. Екатеринбург: УГСЭ, 1997.
- Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1977. 200 с.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОБИТАНИЯ НА РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНУЮ СТРУКТУРУ ПОПУЛЯЦИЙ НАЗЕМНОГО МОЛЛЮСКА (GASTROPODA; PULMONATA) *HELIX ALBESCENS* ROSSMASSLER, 1839 В КРЫМУ

С.В. Леонов

Таврический национальный университет, г. Симферополь

Изучение размерно-возрастной динамики *H. albescens* проводилось в нескольких модельных популяциях Крыма. Во-первых, на берегу Симферопольского водохранилища в умеренно затененном листовном редколесье (клен, акация, рябина, шиповник, разнотравье) с рыхлой, богатой перегноем почвой и обильной подстилкой. Другие популяции: из палисадника частного дома, с участка солончаковой степи и из лесостепной зоны.

Цель исследования: исключая, по-возможности, влияние сезонной динамики, определить, каким образом изменчивость размерно-возрастной структуры *H. albescens* связана с характером биотопа.

В качестве размерного показателя использовался большой диаметр раковины (БД) как наиболее надежный морфометрический параметр. Значения БД распределялись по 9 размерным классам с классовым интервалом 3 мм.

В популяциях *H. albescens* в течение года можно проследить три когорты с разной степенью проявленности. Их наличие связано с трехлетним сроком полового созревания *H. albescens*, когда взрослые особи всех возрастов объединяются в одну когорту. В каждой популяции имеются в разной степени выраженные отличия в размерной структуре, но тенденция к образованию трех размерных когорт прослеживается повсеместно. В процессе зимовки происходят изменения размерной структуры, связанные с избирательной гибелью улиток.

Весной в степи отмечено очень заметное преобладание взрослых улиток. По-видимому, это связано с неблагоприятными условиями обитания. В популяции из палисадника частного дома после выхода улиток из спячки не наблюдалось четких когорт, и все размерные классы были представлены довольно равномерно с небольшим преобладанием молодежи. Наиболее близкими по характеру размерно-возрастной структуры в это время оказались популяции из палисадника и лесостепной зоны.

К середине мая наблюдалось значительное увеличение доли взрослых и субadultных особей, что связано с особенно интенсивным ростом в это время года. В июне появились первые новорожденные улитки в популяции из листовного редколесья. В палисаднике молодежь начала появляться в конце июня

— начале августа, что связано с более поздними сроками размножения и обусловлено, видимо, тем, что почва в затененном и влажном дворике прогревалась медленнее, чем в редколесье у водохранилища. Обычно, почти сразу после вылупления, молодые улитки вынуждены впадать в спячку, но в 1997 г. лето было нежарким, и часть молодежи сохраняла активность. К августу доля молодежи была особенно велика. В августе — сентябре сложились благоприятные условия для повторного размножения и массового выхода летующих улиток на поверхность, что привело к увеличению доли ювенильных особей ко времени ухода на зимовку. В то же время, в результате естественной смертности, снизилась доля взрослых особей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Характерное для других видов с трехлетним сроком созревания трехвершинное распределение размерно-возрастных классов у *H. albescens* проявляется не всегда достаточно четко. Это может быть связано с осенней репродуктивной активностью вида, сглаживающей границы между когортами. Формирование размерно-возрастной структуры тесно связано со складывающимися в отдельные годы климатическими условиями. Решающее значение имеет степень увлажненности летом, большое влияние оказывают также биотопические факторы, такие как характер и степень развития растительного покрова и субстрата. С различиями этих условий связаны различия размерно-возрастной структуры популяций *H. albescens* из разных районов Крыма.

ИЗУЧЕНИЕ РОЛИ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО МЕТАБОЛИЗМА В РАДИОРЕЗИСТЕНТНОСТИ *APODEMUS URALENSIS* PALL., ОБИТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ ВУРСА

А.А. Малова, Е.А. Сичкар, Н.А. Орехова, Л.Н. Расина

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Изучение радиорезистентности природных популяций мелких млекопитающих в поставарийной среде позволяет прогнозировать биологические эффекты и отдаленные последствия воздействия ионизирующих излучений на биоту и человека, способствует поиску адекватных тест-объектов и тест-систем для биоиндикации, вносит вклад в исследование механизмов адаптации живого к неблагоприятным факторам окружающей среды.

Любым структурным изменениям и особенностям метаболизма, которые лежат в основе различий в радиорезистентности биологических объектов,

предшествуют биохимические сдвиги на клеточном, тканевом, организменном уровнях (Граевская, 1972). Окислительный метаболизм — одна из ключевых характеристик острого и низкоинтенсивного лучевого воздействия, которая определяет радиорезистентность организма как степень реактивности.

Изучали биохимические характеристики окислительно-восстановительного метаболизма в организме малых лесных мышей (*Apodemus uralensis* Pall., 1811), обитающих в головной части ВУРСа, с уровнем загрязнения почвы по ^{90}Sr 15–20 МБк/км² (400–540 Ки/км²) и на сопредельных контрольных территориях с уровнем загрязнения 7,4 КБк (0,2 Ки/км²) (Тарасов, 2000).

В плазме крови, эритроцитах, селезенке, печени, сердце, надпочечниках оценивали: 1) образование вторичных продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) по уровню ТБК-АП; 2) работу антиокислительных систем — по активности ферментов каталазы и пероксидазы; 3) энергетический резерв организма — по общему содержанию липидов и степени их ненасыщенности.

Полученные данные свидетельствуют, что окислительный метаболизм у мышей радиационно-загрязненной территории отличается от метаболизма животных контрольной территории. Наиболее выраженные и статистически достоверные различия с контролем заключаются в повышении уровня ТБК-АП плазмы крови до 328%, селезенки — до 194%, печени — до 122%. Активность каталазы селезенки увеличивается до 130%, а печени и сердца не отличается от контроля, что может характеризовать новый уровень окислительного метаболизма у животных радиационно-загрязненной территории, отличающийся значительным (в 2–3 раза) увеличением содержания вторичных продуктов ПОЛ и более низкой активностью антиокислительных ферментов. Это свидетельствует о существенном увеличении токсического давления на клеточные мембраны. Некоторое повышение уровня ненасыщенности липидов в печени (до 140%) может свидетельствовать о наличии в достаточном количестве ненасыщенных жирных кислот, являющихся субстратом для ПОЛ, что согласуется с установленным нами высоким уровнем вторичных продуктов ПОЛ в печени и особенно в плазме крови как результирующей метаболических процессов, происходящих в организме.

Сравнение показателей окислительно-восстановительного метаболизма на клеточном, тканевом и организменном уровнях у малой лесной мыши с ранее полученными данными у слепушонки обыкновенной (Расина, Орехова, 2003) показывает менее выраженные биохимические изменения у лесной мыши, что в значительной мере определяет ее радиорезистентность и может служить физиологической оценкой устойчивости мелких млекопитающих к длительному низкоинтенсивному радиационному воздействию.

БИОТОПИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЫБ МОТОВИЛИХИНСКОГО ПРУДА

Я.А. Маркевич, М.А. Бакланов, Т.Л. Кулевская

Пермский госуниверситет

Мотовилихинский пруд является одним из старейших прудов в Пермской области и самым крупным в черте г. Перми. Исследование его ихтиофауны проводится с 1999 г., но при этом изучался лишь видовой состав рыб водоема и питающих его рек, а так же морфо-биологические и популяционные особенности массовых видов рыб. В 2004 г. начаты работы по изучению особенностей распределения рыб в разных биотопах по периметру пруда. При этом, определялся видовой состав уловов и численность рыб в прибрежной зоне, а также динамика этих показателей в течение летнего периода.

Пруд был построен в 1736 г. и использовался как источник механической энергии для медеплавильного завода. Его длина составляет 750 м, при средней ширине около 100 м (максимум — 165 м). Глубина большей части пруда 1,5–3 м, при максимуме в приплотинном участке — 4,5 м.

В апреле 2000 г. пруд был спущен для ремонта плотины и очистки ложа от ила. Вновь наполнение пруда было проведено в октябре того же года. Спуск пруда привел к резкому изменению структуры биоценозов, и сейчас в них наблюдаются ярко выраженные сукцессионные процессы, изучение которых представляет большой интерес, как в теоретическом, так и в практическом плане.

По всему периметру пруда было выделено пять биотопов: 2 на левом берегу и 3 на правом. Для левого берега характерен искусственный насыпной песчаный грунт; I биотоп с отдельными островками высшей водной растительности и с небольшим заилением, на II биотопе почти полностью отсутствует растительность и заиление грунта. Правый берег более крутой, здесь имеются выходы глины; на III биотопе очень густая водная растительность и илистое дно, на IV растений меньше и снижается заиление, V биотоп — насыпной песчаный пляж без растений и иловых отложений.

Лов осуществлялся мальковым неводком (длина 7 м, ячея 4 мм). Все рыбы фиксировались целиком в 4% формалине и обрабатывались в лабораторных условиях по стандартным методикам (Правдин, 1966; Зиновьев, Мандрица, 2003). В 2004 г. обловы биотопов проводились летом, в первой и последней декаде каждого месяца.

До спуска пруда в нем обитали 8 видов рыб, массовыми были верховка (*Leucaspis delineatus*), плотва (*Rutilus rutilus*) и окунь (*Perca fluviatilis*), реже встречались обыкновенный пескарь (*Gobio gobio*), усатый голец (*Barbatula*

barbatula), золотой карась (*Carassius carassius*), серебряный карась (*Carassius auratus gibelio*) и единичные экземпляры карпа (*Cyprinus carpio*). После 2000 г. наиболее многочисленной осталась лишь верховка, а плотва и окунь перестали преобладать в уловах. Наблюдения в последующие годы показали, что численность окуня постепенно восстанавливается, а вот молодь плотвы в уловах встречается лишь единичными экземплярами. Постепенно увеличилась численность обыкновенного пескаря и усатого гольца. Верховка и пескарь стали доминирующими видами в пруду. Карп, из-за спуска пруда, полностью исчез из состава ихтиофауны.

В 2001 г. впервые в пруду было обнаружено несколько сеголетков ротана (*Perccottus glenii*). По сборам 1999 и 2000 гг., а также по опросным сведениям, раньше ротан в пруду не обитал, таким образом, он является новым для данного водоема видом. Наблюдения в последующие годы показали быстрый рост численности ротана, в ближайшем будущем он может стать одним из доминирующих видов.

В июльской пробе 2004 г. был обнаружен один сеголеток ерша (*Gymnocephalus cernuus*). Скорее всего, несколько экземпляров ерша недавно были запущены рыбаками-любителями в пруд. Они сумели здесь прижиться и размножиться.

Большой интерес представляют кардинальные изменения соотношений численности золотого и серебряного карасей. Если до спуска пруда преобладал золотой карась, то сейчас его численность в шесть раз меньше, чем серебряного. На наш взгляд, причин этого может быть две: 1) большая приспособленность серебряного карася к жизни в речных условиях, которая обусловила его преимущественное выживание во время спуска пруда; 2) при низкой численности исходной популяции серебряного карася, для которой характерен гиногенез, она получает преимущества, по сравнению с золотым.

Анализ численности конкретных видов на разных биотопах показал, что на всех участках пруда доминируют два вида — верховка (в среднем за весь период наблюдения 44%) и пескарь (45%). В первой половине лета на всех биотопах, за исключением второго, верховка преобладала по численности над пескарем (таб.). К концу июля наблюдается рост численности пескаря и снижение количества верховки в прибрежье на всех биотопах. Лишь в конце августа на I и IV биотопе вновь отмечено доминирование верховки. Скорее всего, верховка в начале лета держится на прибрежных мелководьях, а затем отходит от берегов в связи с ростом численности планктонных кормовых объектов. Численность же пескаря во второй половине лета существенно увеличивается за счет сеголетков. Пескарь доминирует на I и II биотопе, т. е. на левом берегу. Это, скорее всего, связано с более плавным понижением глубин и значительно меньшей заиленностью, чем в правобережье.

Таблица. Плотность рыб на разных биотопах Мотовилихинского пруда, экз./м²

Дата	Биотоп	Вид								
		верховка	пескарь	голец	окунь	серебряный карась	золотой карась	ротан	плотва	ерш
10.06.04	I	7,2	1,3	0,08	0,15	0,27	—	—	—	—
	II	4,8	9,1	0,3	0,15	—	—	—	—	—
	III	9,8	2,3	0,6	0,1	0,06	—	—	—	—
	IV	8,8	1,1	0,17	0,44	—	—	—	—	—
	V	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24.06.04	I	2,98	2,42	0,06	—	0,13	0,09	—	—	—
	II	7,47	9,36	0,22	0,17	0,03	—	—	—	—
	III	10,31	3,97	0,14	0,31	0,34	0,08	—	—	—
	IV	14,0	3,19	0,05	0,05	0,49	—	0,24	0,09	—
	V	12,7	3,8	—	—	—	—	—	—	—
08.07.04	I	0,97	2,55	0,3	—	—	—	—	—	—
	II	1,0	1,2	0,06	—	0,04	—	—	—	—
	III	—	2,36	2,7	0,05	—	—	—	—	—
	IV	0,76	0,19	0,05	—	—	—	0,14	—	—
	V	11,3	4,9	1,6	0,4	—	—	—	—	—
27.07.04	I	0,62	7,1	—	1,11	—	—	—	0,05	0,05
	II	0,17	1,9	0,2	0,13	—	—	—	0,02	—
	III	0,63	0,63	0,13	1,24	—	—	—	0,07	—
	IV	1,44	5,24	1,6	0,53	—	—	0,04	—	—
	V	5,47	0,67	0,07	—	—	—	—	—	—
12.08.04	I	4,55	12,95	0,25	0,2	—	—	0,05	—	—
	II	0,2	7,74	0,34	0,11	—	—	0,03	—	—
	III	—	17,1	8,2	0,06	—	0,12	0,47	—	—
	IV	—	11,25	1,75	0,13	—	—	0,3	—	—
	V	—	2,06	3,6	—	—	—	—	—	—
31.08.04	I	83,5	42,2	1,5	0,1	—	—	—	—	—
	II	—	5,4	1,17	—	—	0,03	0,03	—	—
	III	8,83	2,75	0,33	0,08	—	—	0,54	—	—
	IV	0,05	6,3	0,3	—	0,3	—	1,95	—	—
	V	—	5,0	2,16	—	—	—	—	—	—

Обратная ситуация наблюдается для усатого гольца, который занимает третье место по численности, причем он имеет одинаково высокую численность и на IV биотопе, с заиленным дном, и на V, для которого характерно песчаное насыпное дно. Ротан чаще встречается на IV биотопе, что объясняется максимальным развитием здесь высшей водной растительности.

Наибольшее число видов во всех пробах наблюдается на IV биотопе, который является промежуточным по большинству параметров (зарастаемость, заиленность и др.). Наиболее беден видами V биотоп, лишенный растительности и обладающий насыпным грунтом.

Таким образом, на данный момент в Мотовилихинском пруду обитает 9 видов рыб. В результате спуска пруда произошли кардинальные изменения в структуре ихтиофауны — сменились доминирующие виды, полностью исчез карп, но появились ротан и ерш. Как до спуска пруда, так и в настоящий момент в сообществе рыб остается не занятой экологической нишей хищников. Частично ее занимают крупные особи окуня, к которым в скором времени присоединится еще и ротан, однако облигатных хищников в пруду нет. Предварительные данные по биотопическому распределению рыб демонстрируют сильные сезонные изменения, особенно в численности и распределении доминирующих видов.

РАДОСТЬ ВСТРЕЧИ ИЛИ, НАОБОРОТ, СТРЕСС? ВЗАИМОВОСПРИЯТИЕ ЛОШАДЕЙ ПРИ ПЕРВОМ КОНТАКТЕ

М.А. Масленникова

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Цель работы: выделить типы поведения и определить некоторые физиологические параметры лошадей при первом контакте двух особей.

В задачи исследования входило: во-первых, установить частоту дыхания и сердцебиения лошадей при первом контакте двух особей; во-вторых, определить типы поведения отправителя и получателя сигнала (Дьюсбери, 1981); в-третьих, попытаться выявить возможное соответствие между типом поведения и физиологическими показателями лошадей в процессе первого контакта.

В работе обобщены результаты серии опытов, проводившихся на протяжении 2 месяцев на базе конноспортивного клуба «Белый Единорог» (Сысертский р-н Свердловской области). Регистрировали реакцию трех кобыл и двух мерин. Обобщены наблюдения и измерения, полученные в 6 наблюдениях для каждого типа поведения, кроме агрессии (2 наблюдения, так как при данном типе поведения осуществление наблюдений затруднено).

Ритуал приветствия у лошадей очень сложный и длинный, до конца его проследить трудно, но при наложении данных нескольких опытов можно вывести определенную последовательность. Последовательность событий примерно такова: 1) приближение лошадей (мика интереса); 2) плотный контакт «нос к носу» (Шефер, 2004); если при этом лошади не проявляют агрессивной мимики и не принимают угрожающих поз, то церемония продолжается, но чаще всего на этом контакт заканчивается; 3) далее следует обнюхивание шеи и плеч; 4) затем следует обнюхивание половых органов (при этом лошади следят за сигналами мгновенных перемен настроения); 5) если дело доходит до этого момента, то приветствие может переходить во взаимный

уход за шерстью. Чаще всего второй фазы не происходит, потому что после момента симпатии одна лошадь начинает угрожать другой, демонстрируя свое превосходство, более высокое иерархическое положение, заставляя партнера проявлять подчинение. Другими словами, после первой фазы приветствия мы выделяем три варианта: 1) агрессия, 2) безразличие, 3) симпатия.

Во всех случаях при плотном контакте («нос к носу») интенсивность дыхания (рис. 1) и сердцебиения (рис. 2) различаются (норма: дыхание ровное, 10–14 вдохов в минуту; сердцебиение 30–39 ударов в минуту). Таким образом, различия в дальнейшем поведении определяются в течении первого плотного контакта, когда животные получают обонятельную информацию. Очень интересно, что при симпатии и безразличии вдох одной лошади совпадает с выдохом другой.

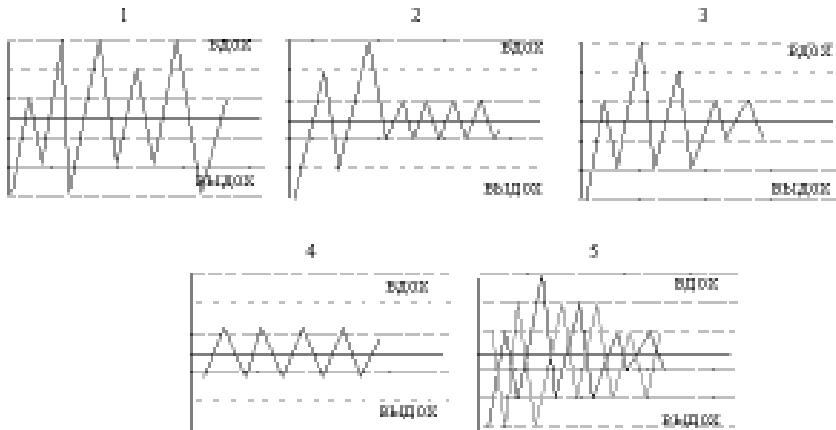


Рис. 1. Схемы дыхания лошадей при разных типах поведения.

1 — агрессия, 2 — безразличие, 3 — симпатия, 4 — норма (без контакта), 5 — наложение схем дыхания при симпатии.

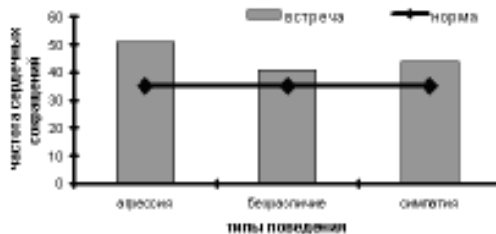


Рис. 2. Частота сердцебиения при разных типах поведения.

При встрече лошади обязательно испытывают стресс, но его сила и продолжительность зависит от положения особи в иерархии сообщества. Мы выделяем три типа постидентификационного поведения: 1) угроза или агрессия (этому сопутствует повышение глубины и интенсивности дыхания и учащения сердцебиения, сравнимое с показателями при высокой нагрузке); 2) безразличие (при этом наблюдается учащение дыхания, но его глубина почти не меняется, сердцебиение изменяется незначительно); 3) симпатия — очень редкий тип поведения, так как он проявляется у лошадей, равных по «социальному положению»; при симпатии незначительно увеличивается глубина и частота дыхания; яркий признак этого типа — взаимное ухаживание за кожей в области холки. Самый сильный стресс наблюдается при агрессивном поведении.

ЭТОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ПОПУЛЯЦИОННОГО РАЗНООБРАЗИЯ ПТИЦ РОДА *SYLVIA* В МОЗАИЧНОЙ СРЕДЕ

М.В. Матанцева

Удмуртский государственный университет, г. Ижевск

Одним из следствий хозяйственной деятельности человека является повышение степени мозаичности среды. В связи с этим необходимо изучить возможности воспроизводства популяций в таких условиях. Цель нашей работы заключалась в изучении поведения четырех видов славок — черноголовой (*Sylvia atricapilla*), садовой (*S. borin*), серой (*S. communis*) и завирушки (*S. curruca*) — в мозаичной среде.

Работа была проведена в весенне-летние периоды 2003 и 2004 гг. на стационаре «Рыбачий» биологической станции ЗИН РАН на Куршской косе. Участок исследований представлял собой мозаику выделов биотопов различных типов. Его условия, судя по данным литературы (Gnielka, 1987; Holzinger, 1990; Payevsky, 1999), трудно назвать типичными для гнездования черноголовки и славки-завирушки.

Основным методом изучения пространственно-этологической структуры поселений славок было наблюдение за индивидуально мечеными птицами. Всего было проведено более 2000 часов наблюдений и зафиксировано более 10000 регистраций территориальных перемещений птиц, найдено 54 гнезда и 199 набросов, цветными кольцами помечено 296 особей, из них 98 птенцов.

Установлено, что при отсутствии благоприятных для славок мест гнездования, они оказались способными селиться в иных условиях. Например, славки-завирушки обычно гнездятся в хорошо укрытых местах и тяготеют к

хвойной поросли (Рябицев, 2001; Коровин, 2004). Однако на стационаре они гнездились даже в ивняках и в небольших кустах снежногидника (*Physicarpus opulifolia*), где их гнезда находились практически на виду.

Более того, плотность локальных поселений славков на участке исследований оказалась высокой даже в сравнении с наиболее благоприятными для птиц изучаемых видов местообитаниями (Мальчевский, Пукинский, 1983; Бубличенко, 1991; Коровин, 2004; Gnielka, 1987; Wassmann, 1987) (рис. 1).

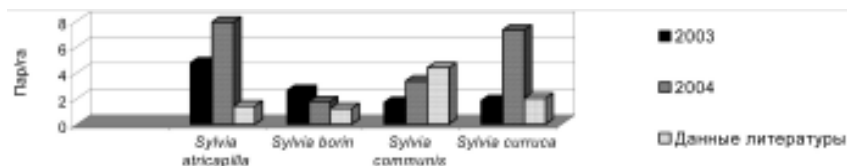


Рис. 1. Максимальная плотность населения славков на участке исследований и в наиболее благоприятных местообитаниях (по данным литературы).

Выявлена значительная этологическая лабильность как негнездящихся, так и гнездящихся на участке самцов славков всех изучаемых видов (рис. 2, 3). Самцы одного вида различались по активности, продолжительности и срокам пения. Важно отметить, что некоторые гнездящиеся на контрольной площадке самцы вообще не пели, но при этом гнездились, в том числе, на территориях других самцов. Заметим, что подобное поведение наблюдалось у садовой славки и в островных лесах среди полей (Зубцовский, Матанцев, 1992). Интересны факты появления на участке уже сформированных пар славков (три — славков-завирушек и одна — серых славков). Считается устоявшимся мнение, что при формировании пар самки летят на голос поющего самца. В описанных случаях механизм образования пар не известен.



Рис. 2. Варианты поведения негнездящихся самцов черноголовков.

Разнообразие вариантов поведения самцов проявилось также в размерах (табл. 1) и особенностях динамики (табл. 2) их территорий, что, по нашему мнению, может быть обусловлено действием таких факторов как погодные условия, статус самца, успешность гнездования, индивидуальные особенности птиц.

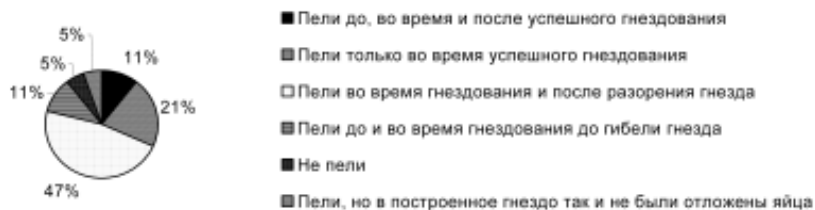


Рис. 3. Варианты поведения гнездящихся самцов черноголовков.

Таблица 1. Площадь и протяженность границ территорий

Вид	Площадь территорий, м ²				Периметр территорий, м			
	2003 г.		2004 г.		2003 г.		2004 г.	
	среднее	пределы	среднее	пределы	среднее	пределы	среднее	пределы
<i>S. atricapilla</i>	549	140-1662	523	39-1821	101	56-167	107	37-1015
<i>S. borin</i>	717	106-3133	564	146-2245	116	59-230	109	68-186
<i>S. communis</i>	570	99-1040	802	116-1657	97	47-148	127	55-178
<i>S. curruca</i>	-	-	398	77-1221	-	-	82	41-161

Таблица 2. Динамика размеров территорий гнездящихся самцов черноголовков в течение сезона

Параметр	Площадь территорий, м ²			Периметр территорий, м		
	Период					
	постройка гнезда и откладыва- ние яиц	насижи- вание яиц	птенцовый период	постройка гнезда и откладыва- ние яиц	насижива- ние яиц	птенцовый период
Среднее	681	376	605	114	82	254
Пределы	95-1560	106-753	142-1821	59-208	44-113	77-1015

Таким образом, поведение славков в условиях мозаичной среды и при высокой локальной плотности населения оказалось очень пластичным. Этологическая пластичность изучаемых видов проявилась в различиях размеров территорий отдельных самцов, наложении территорий соседних самцов, снижении песенной активности отдельных самцов вплоть до полного ее отсутствия, размещении гнезд в нетипичных местах, формировании пар еще до занятия участка. И хотя общая успешность размножения на контролируемом участке была низкой, славки все-таки использовали его для гнездования. Это

дает нам основание рассматривать пластичность поведения славки как механизм поддержания относительно высокой численности локальных популяций и реализации репродуктивного потенциала особей при дефиците гнездопригодных территорий, что, в свою очередь, способствует сохранению и поддержанию необходимого уровня популяционного разнообразия.

ЛИТЕРАТУРА

- Бубличенко Ю.Н. Распределение и численность черноголовой славки в условиях антропогенного ландшафта Псковской области // Матер. 10 Всесоюз. орнитол. конф. Витебск, 1991. С. 78–79.
- Зубцовский Н.Е., Матанцев В.А. Итоги орнитологических исследований кафедры зоологии за последнее десятилетие // Вестн. Удм. ун-та. Ижевск, 1992. Вып. 3. С. 101–106.
- Коровин В.А. Птицы в агроландшафтах Урала. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2004. 504 с.
- Мальчевский А.С., Пукинский Ю.Б. Птицы Ленинградской области и сопредельных территорий: В 2 т. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. Т. 2. 504 с.
- Рябицев В.К. Птицы Урала, Приуралья и Западной Сибири: справочник — определитель. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2001. 608 с.
- Gnielka R. Daten zur Brutbiologie der Monchsgrasmucke (*Sylvia atricapilla*) aus dem Bezirk Halle // Beitr. Vogelk. 1987. H. 33. № 2: S. 103–113.
- Holzinger J. Monchsgrasmucke *Sylvia atricapilla* Brutvogel auf dem Pellopones // J. Ornithol. 1990. V. 131. № 2. P. 167–171.
- Payevsky V.A. Breeding biology, morphometrics, and population dynamics of *Sylvia warblers* in the Eastern Baltic // Avian Ecology and Behavior. 1999. № 2. P. 19–50.
- Wassmann R. Zur biologie der monchsgrasmucke (*Sylvia atricapilla*) // Voliere. 1987. V. 10. № 10. P. 296–298.

ОПЫТ МОРФОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РАСТЕНИЙ КОМПЛЕКСА *SAXIFRAGA CERNUA* L. — *S. SIBIRICA* L. (SAXIFRAGACEAE)

В.С. Микрюков*, О.С. Дымшакова**, Е.А. Кошелева*, М.В. Капралов**

* Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

** Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Выбранные нами виды — камнеломка поникающая (*Saxifraga cernua* L.) и камнеломка сибирская (*S. sibirica* L.) — многолетние травянистые растения, отличающиеся значительным морфологическим полиморфизмом. С помощью генетического анализа показано, что на Урале помимо *S. cernua* и *S. sibirica*,

распространены популяции гибридного происхождения *S. cernua* × *S. sibirica* (Капралов, 2004). Гибридные растения характеризуются промежуточными значениями признаков репродуктивной сферы. Сравнительный анализ морфологических признаков вегетативных органов растений уральских популяций комплекса *Saxifraga cernua* — *S. sibirica* до настоящего времени не проводился.

Цель настоящей работы — поиск морфометрических признаков листовой пластинки, которые могут маркировать три группы уральских популяций комплекса *Saxifraga cernua* — *S. sibirica*, выделенные с помощью генетического анализа.

Исследовано 17 популяций, подробно описанных в работе М.В. Капралова (2004): шесть — *S. cernua* из основной циркумполярной части ареала (Полярный Урал; 58 растений), четыре — *S. cernua* с южной периферии ареала (Северный и Средний Урал; 31 растение), четыре — *S. sibirica* (Южный Урал; 7 растений), три — гибридного происхождения (Средний Урал; 36 растений). Растения собирали в 2000–2002 гг. В лаборатории растения культивировали в отдельных пластиковых горшках, при 18–22°C и круглосуточном искусственном освещении. Для морфологического анализа брали листья прикорневой розетки, появившиеся в лаборатории после нескольких смен листвы. Таким образом, влияние различия внешних условий на формирование листа было сведено к минимуму. С одного растения брали 5 полностью развившихся листьев. Измеряли следующие параметры: длина черешка, отношение длины листовой пластинки к ее ширине, рассеченность листовой пластинки (глубина выреза верхней доли листа), перекрытие нижних долей листа (признак принимал как положительные значения, когда две нижние доли заходили друг на друга, так и отрицательные, когда доли не перекрывались).

Анализ данных выполнен в ПСП STATISTICA 6.0 (StatSoft Inc., 2001). Для анализа дисперсии морфологических данных использовали дискриминантный анализ канонических корреляций и квадраты расстояний Махаланобиса (в качестве исходных данных брали усредненные промеры пяти листьев одного растения). Для оценки распределения морфологической изменчивости на различных уровнях (растение, популяция, группа популяций) нами был применен анализ внутриклассовой корреляции — Variance components, метод ANOVA. Деление популяций на три группы было следующим: *S. cernua*, *S. sibirica*, гибриды *S. cernua* × *S. sibirica*.

Значения исследованных морфометрических признаков приведены в таблице 1. При дискриминантном анализе растения *S. cernua*, *S. sibirica* и гибридного происхождения *S. cernua* × *S. sibirica* значительно отличались друг от друга, в то время как растения *S. cernua* из центра и периферии ареала — нет (рисунок, табл. 2).

Основной вклад в дискриминантные канонические функции вносили два признака: длина черешка и перекрытие нижних долей листа (табл. 3). Анализ внутриклассовых корреляций показал, что эти же два признака, в основном, изменчивы на

Таблица 1. Значения морфометрических признаков исследованных групп популяций (приведены средние значения и стандартные отклонения)

Группа популяций	Длина черешка, мм	Отношение длины листа к ширине	Рассеченность листа, мм	Перекрытие долей, мм
<i>S. cernua</i> , центр ареала	41,9 (12,66)	0,79 (0,05)	2,4 (0,70)	-1,0 (1,05)
<i>S. cernua</i> , периферия	47,5 (16,86)	0,80 (0,06)	2,1 (0,50)	-0,8 (1,03)
<i>S. cernua</i> , все	43,5 (14,63)	0,79 (0,09)	2,3 (0,66)	-0,9 (1,05)
<i>S. cernua</i> x <i>S. sibirica</i>	31,9 (11,66)	0,82 (0,04)	3,3 (2,81)	1,8 (1,92)
<i>S. sibirica</i>	17,4 (7,15)	0,75 (0,08)	1,8 (0,32)	-0,8 (1,49)

Таблица 2. Квадраты расстояний Махаланобиса между группами популяций комплекса *Saxifraga cernua* — *S. sibirica* (показаны значимые расстояния * $p < 0,00005$; ** $p < 0,000005$; *** $p < 0,000001$)

Группа популяций	<i>S. cernua</i> , периферия	<i>S. cernua</i> x <i>S. sibirica</i>	<i>S. sibirica</i>
<i>S. cernua</i> , центр ареала	0,23	5,37 ***	5,29 *
<i>S. cernua</i> , периферия	—	5,94 ***	6,99 **
<i>S. cernua</i> x <i>S. sibirica</i>	—	—	5,62 *
<i>S. sibirica</i>	—	—	—

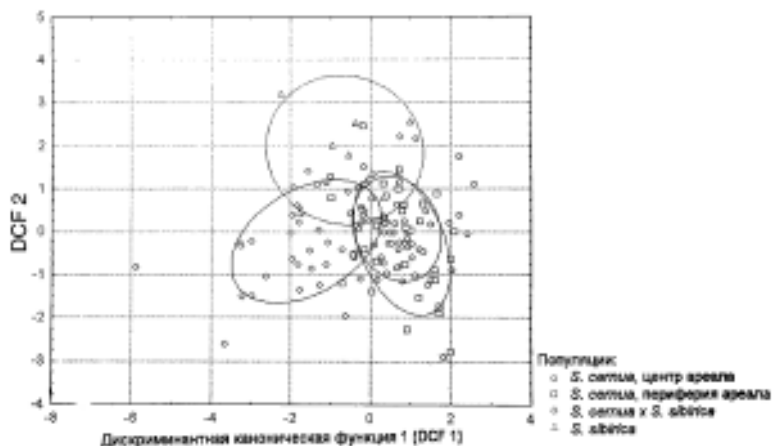
Рисунок. Дискриминантный анализ популяций комплекса *Saxifraga cernua* — *S. sibirica* по морфометрическим признакам.

Таблица 3. Факторная структура дискриминантных канонических функций (DCF)

Признак	DCF 1	DCF 2
Длина черешка	0,44	-0,74
Отношение длины листа к ширине	-0,18	-0,55
Рассеченность листа	-0,26	-0,28
Перекрытие нижних долей листа	-0,83	-0,53

Таблица 4. Коэффициенты внутриклассовой корреляции морфометрических признаков (ANOVA, в процентах)

Уровень изменчивости	Длина черешка	Отношение длины листа к ширине	Рассеченность листа	Перекрытие долей
Четырехфакторный анализ*				
групповой	23,9	4,9	1,2	42,7
популяционный	0,4	7,5	7,0	7,3
индивидуальный	38,9	8,6	5,2	19,6
эндогенный	36,7	79	86,6	30,4
Трехфакторный анализ**				
групповой	34,8	14,5	4,0	56,6
популяционный	0,0	20,4	22,7	9,4
индивидуальный	64,9	65,1	73,3	34,1

Примечание: * за ошибку принята изменчивость листьев в пределах растения;

** за ошибку принята изменчивость растений в пределах популяции.

межгрупповом уровне, в то время как отношение длины листовой пластинки к ее ширине и рассеченность листовой пластинки — на индивидуальном (табл. 4).

Длина черешка максимальна у растений *S. cernua*, минимальна — у *S. sibirica*, растения гибридного происхождения *S. cernua* × *S. sibirica* характеризуются промежуточным значением. У растений гибридного происхождения *S. cernua* × *S. sibirica* нижние доли листа перекрываются, в то время как у остальных — нет. Таким образом, найдены два мерных признака (длина черешка и перекрытие нижних долей листа), которые могут служить для отделения гибридных растений *S. cernua* × *S. sibirica* от растений родительских видов в нецветущем состоянии.

ЛИТЕРАТУРА

Капралов М.В. Популяционная структура комплекса *Saxifraga cernua* L. — *S. sibirica* L. на Урале и факторы, ее определяющие: Автореф. дис... канд. биол. наук. Екатеринбург, 2004. 24 с.

МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ РЫЖЕЙ ПОЛЕВКИ К ЭКСТРЕМАЛЬНЫМ ГЕОХИМИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ

Е.В. Михеева, Е.А. Байtimiрова

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Известно, что избыток или недостаток определенных макро- и микроэлементов нарушает сбалансированность метаболических процессов в организме, что может вызвать различного рода заболевания, изменения в эндокринной, иммунной и репродуктивной системах, сокращение продолжительности жизни (Авцын и др., 1991; Агаджанян, Скальный, 2001). Несмотря на многочисленные публикации, посвященные биогеохимическим особенностям, а также феноменологии реакций растений и животных на отклонения геохимического фона, недостаточно изученным остается вопрос о физиологических механизмах адаптации животных к экстремальным геохимическим условиям. Особую актуальность данная проблема имеет для Уральского региона, характеризующегося как интенсивным техногенным загрязнением, так и широким распространением естественных геохимических аномалий.

Цель работы — исследование адаптивных реакций рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780) на территории природной биогеохимической провинции. В соответствии с целью были сформулированы следующие задачи: изучение морфофизиологических параметров животных; оценка морфометрических характеристик коры надпочечника.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на территории природной биогеохимической провинции в окрестностях пос. Уралец Пригородного района Свердловской области. Максимальные концентрации никеля, кобальта и хрома в почве аномального участка превышают Среднеуральские фоновые значения в 23, 15 и 100 раз, соответственно. В качестве фонового использовался участок в юго-восточной части Висимского государственного природного биосферного заповедника. Площадь аномального участка составляет 44 км², фонового — 36 км², расстояние между их центральными частями около 40 км. Изучение морфофизиологических особенностей животных проводили посредством метода морфофизиологических индикаторов С.С. Шварца (Шварц и др., 1968) и его модификаций (Корнеев, Карпов, 1980; Lidicer, 1973). Оценивали массу животных, отношение массы к длине (индекс состояния, упитанности), гепатосупраренальный коэффициент, массу и индекс печени, надпочечника, щитовидной железы, семенника. Оценку морфофункционального состояния надпочечника

проводили с использованием программного продукта Siams PHOTOLAB. Измеряли площадь среза органа, площадь клубочковой, пучково-сетчатой зон, относительные размеры зон коры надпочечника (% от площади среза), площадь клеток и ядер в клубочковой, пучковой и сетчатой зонах. Всего было исследовано 255 животных в фазах «рост» и «пик» численности популяции, 366 срезов и 18300 клеток. При статистической обработке данных использовали 4-х факторные многомерные модели дисперсионного анализа (Пакет прикладных программ «Statistica»). Для анализа изменчивости абсолютного и относительного веса семенника — 3-х факторную.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ комплекса морфофизиологических параметров рыжей полевки, а также морфометрических характеристик надпочечников животных позволил выявить влияние геохимических условий обитания, плотностно-зависимых механизмов, половой принадлежности и репродуктивного статуса на интенсивность метаболизма, энергетический потенциал животных и функциональную активность адреналовой железы. В результате проведенного дисперсионного анализа выявлены статистически значимые эффекты действия всех четырех факторов и некоторые значимые взаимодействия (табл. 1, 2).

В районе природной биогеохимической провинции обнаружено увеличение индекса надпочечника ($p < 0,05$), которое демонстрирует напряженность энергетического баланса (Шварц и др., 1968) в условиях избытка тяжелых металлов. При этом не происходит статистически значимого увеличения объема органа (площади среза). Вероятно, возрастание массы надпочечника на аномальном участке происходит, в основном, за счет увеличения кровенаполнения органа, а не его объема. Кроме того, на аномальной территории обнаружено статистически значимое увеличение индекса семенника полевок ($p < 0,05$), что, возможно, свидетельствует об увеличении репродуктивного потенциала половозрелых и ускорении темпов созревания молодых самцов в условиях биогеохимической провинции. При анализе морфофункционального состояния надпочечника у полевок аномального участка выявлена гипертрофия пучковой зоны коры, ее клеток и ядер ($p < 0,05$). Данные изменения свидетельствуют об интенсификации выработки глюкокортикоидов, которые участвуют в адаптивных реакциях и обеспечивают повышение неспецифической резистентности животных в экстремальных геохимических условиях.

Оценка эффектов воздействия фазы популяционного цикла на морфофизиологические параметры полевок и функциональное состояние надпочечников животных показала, что в фазе «роста» численности популяции наблюдается снижение массы, упитанности, энергетического потенциала животных, увеличение функциональной активности коры надпочечника

Таблица 1. Результаты четырехфакторного многомерного дисперсионного анализа изменчивости морфофизиологических параметров организма и морфометрических характеристик надпочечника рыжей полевки. Все эффекты

Источник дисперсии	Морфофизиологические параметры		Морфометрические характеристики надпочечника	
	Л-Уилкса (6, 112)	Rao's R (6, 112)	Л-Уилкса (11, 96)	Rao's R (11, 96)
Геохимический фактор (1)	0,820	4,099	0,652	4,652
Фаза цикла (2)	0,512	17,790	0,366	15,128
Пол (3)	0,452	22,597	0,313	19,112
Репродуктивный статус (4)	0,266	51,620	0,420	12,057
12	0,802	4,609	0,750	2,912
13	0,869	2,818	0,755	2,836
23	0,611	11,860	0,425	11,821
14	0,958	0,822	0,861	1,414
24	0,585	13,262	0,450	10,663
34	0,865	2,925	0,651	4,673
123	0,917	1,684	0,868	1,327
124	0,914	1,766	0,705	3,653
134	0,963	0,716	0,743	3,018
234	0,923	1,561	0,491	9,042
1234	0,929	1,421	0,771	2,589

Примечание. Жирным шрифтом выделены статистически значимые эффекты ($p < 0,05$).

Таблица 2. Результаты трехфакторного дисперсионного анализа изменчивости индекса семенника рыжей полевки. Все эффекты

Источник дисперсии	$F(1, 59)$
1 (Геохимический фактор)	9,494
2 (Фаза цикла)	29,885
3 (Репродуктивный статус)	204,062
12	0,303
13	0,635
23	10,417
123	5,208

Примечание. Жирным шрифтом выделены статистически значимые эффекты ($p < 0,05$).

($p < 0,05$). Это связано с тем, что в год роста численности, большинство отловленных животных участвовали в размножении (63% на аномальной и

62% на фоновой территории), а в группе неполовозрелых преобладали созревающие особи. Таким образом, большинство животных в фазе «роста» численности имели высокий уровень обменных процессов и функциональной активности надпочечника, что и обусловило наблюдаемые различия средних значений исследуемых показателей. При оценке половых различий у самок отмечено снижение гепатосупраренального коэффициента и увеличение функциональной активности надпочечника ($p < 0,05$). У половозрелых животных отмечено снижение энергетического потенциала, увеличение массы тела, индекса упитанности, функциональной активности коры надпочечника ($p < 0,05$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На территории природной биогеохимической провинции выявлены адаптивные реакции организма рыжей полевки. Увеличение индекса надпочечника, гипертрофия пучковой зоны, ее клеток и ядер у животных аномального участка свидетельствуют об интенсификации выработки глюкокортикоидов, обеспечивающих повышение неспецифической резистентности животных. В районе природной биогеохимической провинции обнаружено увеличение индекса семенника рыжей полевки, что, возможно, связано с повышением репродуктивного потенциала половозрелых и ускорением созревания молодых самцов. Таким образом, экстремальные геохимические условия провоцируют изменение функциональной активности надпочечника и оказывают влияние на репродуктивную функцию животных.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№№ 03–04–48086, 04–04–96010, 05–04–63026).

ЛИТЕРАТУРА

- Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. М.: Медицина, 1991. 496 с.
- Агаджанян Н.А., Скальный А.В. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека. М.: Изд-во КМК, 2001. 83 с.
- Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных // Тр. ИЭРиЖ. Вып. 58. Свердловск, 1968. 388 с.
- Корнеев Г.А., Карпов А.А. Опыт изучения индексов печени и надпочечников как показателей энергетического потенциала популяции большой песчанки // Грызуны: Мат. 5 Всесоюз. совещ. М.: Наука, 1980. С. 213–214.
- Lidicer W.Z. Regulation of numbers in an Island population of California Vole, a problem in community dynamics // Ecological Monographs. 1973. V. 43. № 3. P. 271–302.

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ МАЛОЙ ЛЕСНОЙ МЫШИ (*APODEMUS (SYLVAEMUS)* *URALENSIS* PALLAS, 1811) В ЗОНЕ ВОСТОЧНО- УРАЛЬСКОГО РАДИОАКТИВНОГО СЛЕДА

М.В. Модоров, Е.Б. Григоркина

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

В условиях возрастающего радиационного воздействия на природные популяции все большее внимание исследователей привлекают вопросы, связанные с изучением взаимосвязи популяционной структуры и динамики численности мелких млекопитающих. Для анализа динамики ведущих популяционных параметров был предложен функционально-онтогенетический подход (Оленев, 2002), суть которого в том, что при выделении внутривидовых структурных единиц основным критерием является функциональный статус животных (функциональное состояние, связанное со спецификой роста, развития, участия в процессах репродукции). Выделены три физиологические функциональные группировки (ФФГ), каждая из которых представлена особями — выходцами из нескольких смежных когорт, связанными единством в воспроизводстве популяции. Ранее (Оленев, Григоркина 1998; Grigorkina, Olenov, 1996) на основе данного подхода в эксперименте на рыжих полевках установлено, что острое повреждающее воздействие радиации на популяцию определяется различиями в радиочувствительности слагающих ее внутривидовых группировок. При этом показано, что неразмножающиеся в год рождения сеголетки (2ФФГ) являются достоверно более радиорезистентными по всем используемым в радиобиологии критериям, по сравнению с размножающимися сеголетками (3 ФФГ).

Цель настоящей работы — на основе функционально-онтогенетического подхода провести анализ морфофункциональной структуры популяции грызунов (на примере *Apodemus (S.) uralensis* Pallas, 1811), обитающих в зоне радиоактивного загрязнения и сопредельной территории.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал собран в 2002–2004 гг. в головной части ВУРСа (плотность загрязнения по ^{90}Sr — $18,5 \text{ МБк/м}^2 = 500 \text{ Ки/км}^2$) и в 10 км от оси следа на контрольной территории ($7,4 \text{ кБк/м}^2 = 0,2 \text{ Ки/км}^2$) (Тарасов, 2000) в геоботанически сходных участках. Всего отловлено 498 животных, из которых 243 особи составляет малая лесная мышь. Показатель обилия рассчитывали за первые сутки отлова на 100 ловушко-суток. Перезимовавших животных относили к 1 ФФГ. Группировка неразмножающихся сеголеток (2 ФФГ) представлена самцами с массой тела

более 16 г и массой семенника менее 36 мг; самками, которые, достигнув 16 г, не вступили в размножение; а также животными обоих полов, не вступивших в размножение к осени при массе тела более 15 г. К 3 ФФГ (размножающиеся сеголетки) относили самцов с массой семенников более 150 мг и самок с признаками участия в процессах репродукции. Для определения возраста животных использованы возрастные маркеры зубов (Колчева, 1992).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На исследуемых участках зарегистрировано 7 видов мышевидных грызунов: *Apodemus (S.) uralensis*, *Ap. agrarius*, *Microtus oeconomus*, *M. arvalis*, *M. agrestis*, *Clethrionomys rutilus*, *Arvicola terrestris*. Доминирующим видом является малая лесная мышь, доля которой в отловах разных лет в зоне ВУРСа составляет 40–50%, а на контрольном участке варьирует в интервале 35–60%. Обилие *Apodemus (S.) uralensis* в летний период 2002–2003 гг. на импактном участке ниже, чем на фоновом (таблица). Однако к осени, численность мышей на сравниваемых площадках выравнивается. Значимое падение численности грызунов в августе 2003 г. связано с внезапным ухудшением погоды (обильные дожди), поэтому этот месяц из анализа исключен. Весной 2004 г. в результате низового пожара в головной части ВУРСа и интенсивных хозяйственных работ на территории, прилегающей к контрольному участку, среда обитания мелких млекопитающих была дестабилизирована, что сказалось на показателях их численности. В работах, выполненных в зоне ВУРСа ранее (Ильенко, Крапивко, 1989), показано, что относительная численность грызунов, по сравнению с контролем, в разные месяцы колебалась синхронно и различалась незначительно.

Таблица. Численность *Apodemus (S.) uralensis* (ос./100 лов.-сут.) в 2002–2004 гг.

Место- обитание	Год и месяц учета									
	2002			2003			2004			
	июль	август	октябрь	июнь	август	сентябрь	апрель	июль	август	октябрь
ВУРС	5,0	5,4	13,7	5,0	13,8	12,1	-	12,0	8,0	8,4
Контроль	10,9	15,6	14,6	13,0	6,3	15,8	10,6	4,5	7,1	4,0

Характеризуя внутрипопуляционную структуру малой лесной мыши (рисунок), следует отметить, что в зоне ВУРСа доля размножающихся сеголеток (3 ФФГ) в начале лета 2002–2003 гг. несколько ниже, чем на фоновом участке. К осени число неразмножающихся сеголеток (2 ФФГ) на обеих площадках практи-

чески одинаково, что, возможно, связано с большим вкладом перезимовавших особей в структуру размножения. После пожара 2004 г. в эпицентре ВУРСа нами отмечено увеличение в отловах доли размножающихся сеголеток.

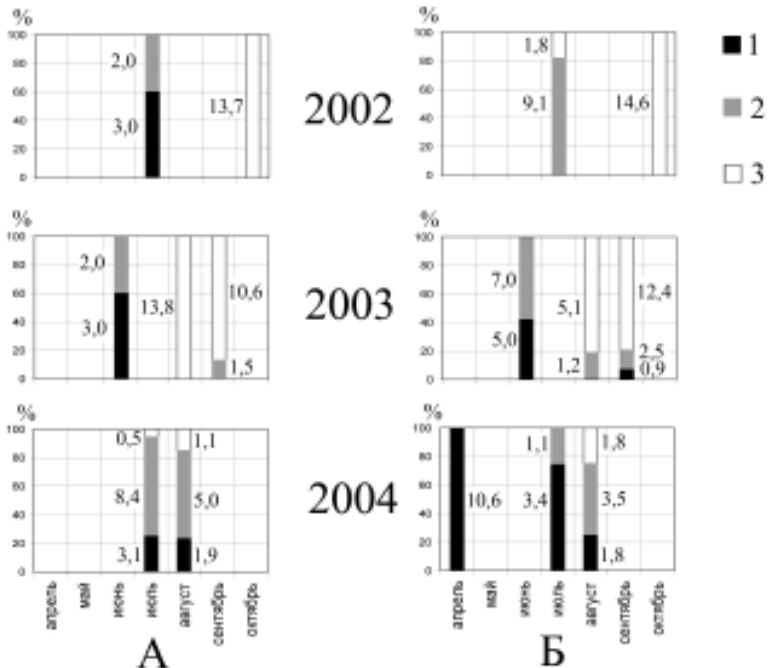


Рисунок. Внутрипопуляционная структура *Apodemus (S) uralensis* (цифры у столбцов — относительная численность группировки).

А — ВУРС, Б — контроль. 1 — перезимовавшие (1 ФФГ), 2 — размножающиеся сеголетки (3 ФФГ), 3 — неразмножающиеся сеголетки (2 ФФГ).

Таким образом, можно говорить о несущественных различиях в численности и внутрипопуляционной структуре малой лесной мыши на сравниваемых территориях. Отчасти это может быть связано с недостаточным объемом выборок для тонкого анализа возрастной структуры грызунов. Однако необходимо также иметь в виду неоднородность (мозаичность) загрязнения участков в зоне ВУРСа. Кроме того, следует учитывать роль конфигурации импактной территории (Григоркина, Оленев, 2004). Так, ширина изучаемого полигона с уровнем загрязнения по ^{90}Sr 2,0–1000,0–2,0 Ки/км² составляет 4,5 км (Уткин и др., 2001). Лесные мыши, обладая высокой миграционной активностью (Хляп, 1980), могут преодолевать значительные расстояния, сопоставимые с поперечным размером зоны

загрязнения, и, возможно, поэтому «ускользают» от длительного воздействия повреждающего фактора. В итоге формируется популяция с постоянно меняющимся составом за счет вселенцев с сопредельных территорий и выселенцев из загрязненной зоны, что препятствует развитию в популяции малой лесной мыши приспособлений к радиоактивной среде обитания.

Раота выполнена при поддержке гранта РИ–112/001/249.

ЛИТЕРАТУРА

- Григоркина Е.Б., Оленев Г.В. Роль конфигурации загрязненной территории в формировании проточных популяций (на примере грызунов) // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. Изд-во «Тандем-Арт», 2004. С. 160–162.
- Ильенко А.И., Крапивко Т.П. Экология животных в радиационном биогеоценозе. М.: Наука, 1989. 224 с.
- Колчева Н.Е. Динамика экологической структуры популяций лесной мыши на Южном Урале: Автореф. дис... канд. биол. наук. Екатеринбург, 1992. 25 с.
- Оленев Г.В. Альтернативные типы онтогенеза цикломорфных грызунов и их роль в популяционной динамике (экологический анализ) // Экология. 2002. № 5. С. 341–350.
- Оленев Г.В., Григоркина Е.Б. Функциональная структурированность популяций мелких млекопитающих (радиобиологический аспект) // Экология. 1998. № 6. С. 447–451.
- Тарасов О.В. Радиоэкология наземных позвоночных головной части Восточно-Уральского радиоактивного следа. Автореф. дис... канд. биол. наук. Озерск, 2000. 16 с.
- Уткин В.И., Юрков А.К., Николаев В.В. и др. О техногенной радиационной обстановке на Урале // Междунар. конф. «БИОРАД-2001». Сыктывкар: Коми науч. центр УрО РАН, 2001. С. 173–175.
- Хляп Л.А. Основные проблемы изучения связей мелких млекопитающих с территорией // Фауна и экология грызунов. 1980. Вып. 14. С. 44–62.
- Grigorkina E.B., Olenov G.V. Functional approach to the study of animals populations (rodents — adaptation to harmful factors) // 9 Intern. Congr. of Radiation Protection: (Proceedings). Austria. 1996. V. 4. P. 124–126.

ТРАВЯНИСТЫЕ СООБЩЕСТВА В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

Е.С. Мордвина, Т.В. Жуйкова, Ю.В. Арефьева

Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия

Токсичные соединения, содержащиеся в выбросах промышленных предприятий, могут включаться в биологические круговороты, интенсивность которых определяет стабильность функционирования природных и техногенно нарушен-

ных биогеоценозов. Первичным звеном подобных круговоротов являются продуценты. Антропогенная деятельность приводит к изменениям в этом звене на разных уровнях организации — на уровне организма, ценопопуляции, фитоценоза. Интенсивность вовлечения химических элементов в биогеохимические циклы зависит от их специфичности, концентрации в почве и растениях, видового состава фитоценозов и обилия видов, специфики накопления металлов разными видами. Таким образом, существует проблема оценки участия травянистой растительности в биогенных циклах в условиях химического загрязнения среды.

Цель работы — выявить закономерности трансформации травянистых сообществ на фоновых и подверженных химическому загрязнению территориях и оценить участие растительности в биогенных циклах химических элементов.

Исследования проводили в 2001–2004 гг. в окрестностях г. Нижний Тагил. Для изучения травянистых сообществ выбрано 6 пробных участков в 2002 г. и 5 — в 2003 г. Участки имели различный уровень почвенного химического загрязнения. Геоботанические описания проводили на пробных площадках размером 10 м² по стандартным методикам (Василевич, 1969; Махнев и др., 1990; Миркин, 2000). Определение содержания подвижных форм металлов (Zn, Cu, Mn, Co, Ni, Pb, Cd, Cr) в почвенных и растительных образцах осуществляли методом атомно-абсорбционного спектрального анализа на спектрофотометре фирмы Perkin Elmer.

Суммарная токсическая нагрузка (Безель и др., 1998), вычисленная по содержанию исследуемых токсикантов в почве, изменялась от 1 до 24,70 отн. ед. На основе этого все участки отнесены к трем зонам: фоновой, буферной и импактной. Установлено, что с увеличением загрязнения число семейств практически не изменяется, а число видов уменьшается. Наиболее активное вовлечение тяжелых металлов в биологический круговорот осуществляется злаками за счет увеличения их фитомассы. Роль фракций разнотравья и бобовых в вовлечении тяжелых металлов в круговорот не велика, что объясняется снижением их фитомассы в градиенте загрязнения.

Таким образом, химическое загрязнение территории тяжелыми металлами имеет следствием не только токсическое действие, проявляемое на уровне особей и разных видов растений, но и модифицирует общий биогенный обмен металлов на уровне первичных продуцентов. Степень таких изменений определяется как концентрациями металлов, накапливаемых растительностью, так и мерой деградации сообщества.

ВЫВОДЫ. 1. В градиенте химического загрязнения происходит снижение разнообразия видового состава травянистых сообществ. 2. Наибольшие изменения наблюдаются в семействах Asteraceae, Fabaceae, Poaceae. 3. С увеличением степени загрязнения наблюдаются значительные изменения фитомассы. 4. Количество тяжелых металлов, извлекаемое растительностью в биогенный круговорот из почвы, определяется, преимущественно, величиной ее биомассы.

Выражаем глубокую благодарность научному руководителю В.С. Безелю за ценные рекомендации и помощь в обработке данных. Работа выполнена при поддержке гранта, выполняемого по тематическому плану научно-исследовательских работ НТГСПА (задание Федерального агентства по образованию в 2005 г.).

АЛЛОЗИМНЫЙ ПОЛИМОРФИЗМ ДВУХ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

О.В. Наконечная, О.Г. Корень, А.Б. Холина

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, г. Владивосток

С помощью анализа изоферментов охарактеризован уровень генетической изменчивости и внутривидовой дифференциации двух редких видов растений Дальнего Востока — кирказона маньчжурского (*Aristolochia manshuriensis* Kom.) и остролодочника ханкайского (*Oxytropis chankaensis* Jurtz.). Низкие показатели аллозимного полиморфизма *A. manshuriensis* ($P=24,1\%$, $A=1,24$, $H_o=0,12$) близки к таковым, установленным для редких видов растений. Уровень генетического разнообразия *O. chankaensis* весьма высок для редкого вида с ограниченным ареалом ($P=37,1\%$, $A=1,95$, $H_o=0,26$). Стратегия сохранения генофонда этих видов должна обеспечить восстановление аллельного состава и генетической структуры каждой конкретной популяции.

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия в связи с активной хозяйственной деятельностью все больше распространенных видов растений дальневосточной флоры переходит в категорию уязвимых, редких и исчезающих. Так, природные популяции представителя одного из древнейших семейств покрытосеменных, эндемика Маньчжурского флористического района, кирказона маньчжурского (*Aristolochia manshuriensis* Kom.), в настоящее время сокращаются вследствие неконтролируемых сборов, связанных с высокой лекарственной ценностью этого растения. Вид занимает ограниченный фрагментированный ареал и находится на грани исчезновения, поскольку самовозобновление его популяций незначительно. Истощение популяций узколокального эндемика западного побережья озера Ханка, остролодочника ханкайского (*Oxytropis chankaensis* Jurtz.), обусловлено ухудшающейся экологической обстановкой и антропогенным загрязнением местообитаний. Между тем, растение представляет лекарственную и декоративную ценность (представители рода *Oxytropis* издавна применяются в тибетской медицине (Шретер, 1975)), и его сохранение важно

не только с точки зрения сохранения биоразнообразия, но и в качестве ценного ресурса биологически-активных веществ.

Программы по сохранению и восстановлению природных ресурсов редких растений должны обеспечивать минимальную утрату генетического разнообразия этих видов, в противном случае не избежать вымирания популяций. Процессы, протекающие в популяциях (мутационный процесс, генетический дрейф, поток генов), приводят к установлению определенного резерва изменчивости — основного потенциала для адаптивных изменений, повышения приспособленности и выживания вида. Сохранение и поддержание этой генетической изменчивости является одной из важнейших задач в проектах по сохранению генофонда редких видов (Lande, 1988). Решение данной задачи включает исследование генетической структуры вида, что необходимо для выявления популяций, находящихся под угрозой исчезновения, и определения центров наибольшего генетического разнообразия как источника материала для реинтродукции.

Цель настоящей работы заключается в исследовании генетического полиморфизма и структуры популяций двух редких видов: кирказона маньчжурского (*Aristolochia manshuriensis* Kom.) и остролодочника ханкайского (*Oxytropis chankaensis* Jurtz.) методом аллозимного анализа.

Оба вида остро нуждаются в охране. *A. manshuriensis* занесен в Красную книгу России (1988) как «исчезающий», *O. chankaensis* занесен в региональную сводку редких растений (Харкевич, Качура, 1981). *O. chankaensis* является тетраплоидом с $2n=32$ (Гурзенков, 1973); по данным анализа изоферментов установлено автотетраплоидное происхождение вида (Холина и др., 2004).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал для исследований собирали в следующих пунктах: *A. manshuriensis* — в бассейнах рек Нежинка, Ананьевка и Малая Борисовка; *O. chankaensis* — в 5 природных популяциях на западном берегу оз. Ханка: окрестности с. Турий Рог (ТР), с. Новокачалинск (НК), коса Пржевальского (КП), о. Сосновый (ОС), с. Троицкое (ТЦ). Популяции КП и ОС находятся на территории заповедника «Ханкайский». Генетическую структуру популяций изучали по общепринятым методикам с использованием в качестве маркеров полиморфных ферментных систем (Kephart, 1990; May, 1992). Экстракцию ферментов проводили из листьев растений, замороженных в жидком азоте. Генетическая интерпретация электрофоретической изменчивости исследуемых локусов основана на представлениях о субъединичной (четвертичной) структуре ферментов растений и внутриклеточной компартиментации (Kephart, 1990; May, 1992).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

A. manshuriensis. Электрофоретический анализ листовой ткани 178 растений кирказона из 3 природных популяций проведен по 29 ген-ферментным системам. Ферменты выявляются на электрофореграммах с различной степенью активности. Среди них 9 ферментов выявляются стабильно (AAT, ACP, FE, GPI, GPT, ME, PGM, MDH, IDH). Анализ изоферментного состава позволяет идентифицировать 18 локусов, 5 из которых полиморфны. Всего по этим локусам выявлено 23 аллеля, которые в дальнейшем используются в качестве маркеров генов для описания генетической структуры популяций.

Популяционно-генетический анализ выявляет невысокий уровень полиморфизма в популяциях кирказона (в среднем по популяциям доля полиморфных локусов $P=24,1\%$, число аллелей на локус $A=1,24$, что несколько ниже показателей, установленных для эндемичных и редких видов (табл.)). Средняя ожидаемая гетерозиготность *A. manshuriensis* составляет 0,10, что соответствует средней ожидаемой гетерозиготности в популяциях эндемичных и редких растений. Наблюдаемая гетерозиготность составляет в среднем 0,12. Это означает, что «средний» индивидум кирказона гетерозиготен по 12% своих генов.

Таблица. Генетический полиморфизм в популяциях двух редких видов

Показатели полиморфизма		$P_{95}, \%$	$P_{99}, \%$	H_o	H_e	A	A_p
<i>Aristolochia manshuriensis</i>	Среднее по популяциям	24,1	24,4	0,12	0,10	1,24	1,88
	Для вида	27,8	27,8	0,12	0,11	1,28	2,00
<i>Oxytropis chankaensis</i>	Среднее по популяциям	37,1	42,9	0,261	0,294	1,95	3,22
	Для вида	42,9	42,9	0,266	0,301	2,00	3,33
Эндемичные виды, 159 видов*	Среднее по популяциям	-	29,2	-	0,076	1,43	-
Редкие виды, 54 вида**	Среднее по популяциям	-	29,9	-	0,095	1,53	-

Примечание: N — количество исследованных растений, P_{95} , $P_{99}, \%$ — полиморфность с учетом 95 и 99%-го критерия, H_o — наблюдаемая гетерозиготность, H_e — ожидаемая гетерозиготность, A — количество аллелей на локус, A_p — количество аллелей на полиморфный локус. * По данным Godt et al., 1996; ** — Gitzendanner, Soltis, 2000.

Во всех исследованных выборках наблюдаемая гетерозиготность выше ожидаемой, за исключением субпопуляции 8 (бассейн р. Ананьевка), где наблюдаемая гетерозиготность ниже ожидаемой. Наибольший уровень генетического разнообразия выявлен в популяции бассейна р. Нежинка, наименьший — в популяции бассейна р. Ананьевка. Данная популяциями подвергается

наиболее интенсивным антропогенным воздействиям; ее численность, по сравнению с остальными популяциями, является минимальной (О.В. Наконечная, личные наблюдения). Вероятно, сокращение численности данной популяции приводит к снижению уровня изменчивости.

Генетическая структура 3 популяций *A. manshuriensis* проанализирована с использованием F -статистик Райта. Среднее значение F_{IS} по всем локусам составляет 0,1893, что указывает на 19% избыток гетерозигот в средней выборке. Показатели подразделенности были получены на уровне субпопуляций (F_{ST1}) и популяций (F_{ST2}). F_{ST1} составляет 0,1372. Это означает, что 13,7% изменчивости составляют различия между выборками. В то же время, F_{ST2} составляет всего 0,0841, что подразумевает незначительную дифференциацию трех популяций. Таким образом, изученные популяции имеют выраженную внутреннюю субпопуляционную структуру и, вероятно, в прошлом обладали единым генофондом. Такая картина часто наблюдается в популяциях клональных видов или при наличии серьезных изоляционных барьеров между субпопуляциями. Поскольку изученные нами выборки были изолированы незначительно (и только расстоянием), можно предположить, что вегетативное размножение участвует в возобновлении популяций *A. manshuriensis* наряду с семенным и определяет внутреннюю структуру его популяций.

При анализе взаимоотношений популяций на основе генетических дистанций Нея прослеживается определенная мозаичность генетической структуры *A. manshuriensis*. Это отражается на дендрограмме (рис. 1), где не всегда проявляется отчетливое распределение популяций в зависимости от географического расположения.

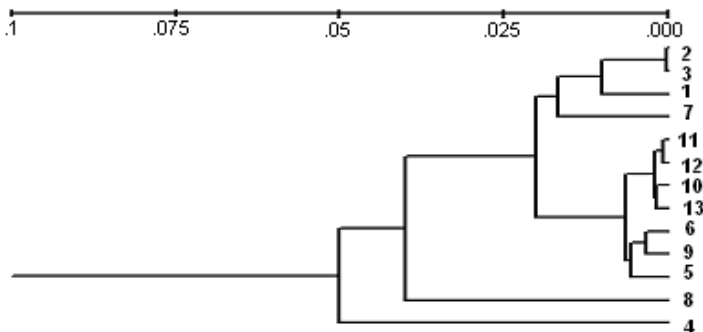


Рис. 1. UPGMA-дендрограмма генетических взаимоотношений 13 изученных выборок из 3 популяций *A. manshuriensis*, построенная на основе коэффициентов генетической дистанции Нея.

На дендрограмме выборки 1, 2, 3 популяции бассейна р. Нежинка объединены в единый кластер. Выборки бассейна р. Малая Борисовка, расположенные на склонах левого берега реки (10, 11, 12, 13), также образуют одну группу с высоким уровнем сходства, единственная выборка правого берега (9) генетически обособлена, но все выборки входят, тем не менее, в один общий кластер. В подгруппу с выборкой 9 попадают выборки двух других популяций. Обособленно выделяются выборка 4 бассейна р. Нежинка и выборка 8 (р. Ананьевка). Из-за низкой численности популяций кирказона и малого объема выборок нельзя исключить влияние ошибки выборки при кластеризации популяций.

Таким образом, реликтовые популяции *A. manshuriensis* характеризуются невысоким уровнем генетического разнообразия в пределах ареала вида на территории России. Вследствие того, что ареал *A. manshuriensis* узкий и фрагментированный, и популяции изолированы друг от друга, вероятно, существенный вклад в снижение изменчивости данного вида вносит дрейф генов, в том числе и обусловленный интенсивным антропогенным воздействием.

O. chankaensis. Электрофоретический анализ листовой ткани 294 растений из 5 природных популяций *O. chankaensis* был проведен по 16 ген-ферментным системам. Было обнаружено 56 электрофоретических вариантов по 28 зонам активности 16 ферментов и выявлен полиморфизм по 12 локусам (ACO, AAT, CE, FE — 2 локуса, GPI, GPT, IDH, LAP, MDH — 3 локуса). По всем полиморфным локусам на фореграммах выявлено наличие сбалансированных и несбалансированных гетерозигот во всех возможных сочетаниях, т. е. наблюдается изменчивость по дозе гена, указывающая на тетрасомное наследование. Для каждого локуса с 3–5 аллозимами обнаружены гетерозиготные варианты, выявляющие одновременное присутствие трех или четырех аллелей по отдельному локусу, при этом в каждой популяции в среднем 14–18% растений обладают 3–4 аллелями по отдельному локусу. Совокупность таких данных свидетельствует о том, что вид является автотетраплоидом (Холина и др., 2004).

На основе частот аллелей были рассчитаны основные показатели генетического полиморфизма в популяциях. Уровень изменчивости в популяциях *O. chankaensis* был весьма высоким для редкого эндемичного вида (табл.), по сравнению с усредненными значениями показателей генетического разнообразия в популяциях редких и эндемичных видов (Godt et al., 1996; Gitzendanner, Soltis, 2000). На уровне популяций среднее значение показателя полиморфизма составило 37,1, числа аллелей на локус — 1,95. Значения показателей наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности ($H_o=0,261$; $H_e=0,294$) оказались намного выше средних значений, установленных для редких и эндемичных видов. Высокие значения показателей полиморфизма в популяциях *O. chankaensis* могут быть обусловлены тетрасомным типом наследования, характерным для автотетраплоидных видов. Автотетраплоиды, в

целом, отличаются повышенным уровнем изменчивости, наличием большего числа полиморфных локусов, количества аллелей на локус, более высокими показателями гетерозиготности, по сравнению с их диплоидными предшественниками (Ness et al., 1989; Soltis, Soltis, 1989). Кроме того, определенный вклад в поддержание наблюдаемого уровня полиморфизма вносит и система размножения вида — перекрестное оплодотворение с помощью насекомых и наличие самонесовместимости, а также особенности биологии: жизненная форма — многолетнее растение, длительный репродуктивный период при значительной продолжительности жизни особи, ранний переход в генеративное состояние, высокая семенная продуктивность (Холина и др., 2003).

Анализ подразделенности популяций с использованием F -статистики Райта показал, что 97,5% всей изменчивости находится внутри популяций и только 2,5% приходится на межпопуляционную изменчивость, т. е. каждая отдельная популяция остролодочника поддерживает до 97% генетической изменчивости вида. Величина потока генов, рассчитанная на основе значения коэффициента F_{ST} , составила 9,75. Поток генов между популяциями остролодочника достаточно велик, чтобы не позволять накапливаться генным различиям.

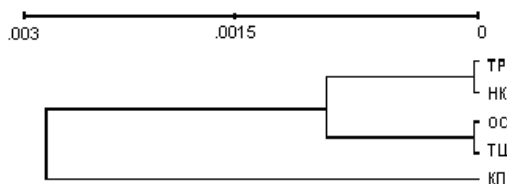


Рис. 2. Дендрограмма, построенная на основе коэффициентов генетической дистанции Нея, показывающая степень генетической дифференциации между популяциями *O. chankaensis*. ТР — Турий Рог, НК — Новокачалинск, КП — коса Пржевальского, ОС — о. Сосновый, ТЦ — Троицкое.

Низкие значения генетических дистанций (в среднем $D_N=0,009$) между выборками указывают на близкое генетическое родство популяций (рис. 2). Сходство двух пар популяций (ТР-НК и ОС-ТЦ) может быть связано с тем, что они расположены недалеко друг от друга и, вероятно, обладают общим генофондом. Обособление популяции КП можно объяснить более высоким уровнем генетического разнообразия на охраняемой территории.

Таким образом, для *O. chankaensis* установлен высокий уровень аллозимного полиморфизма при низкой генетической дифференциации популяций. Значения показателей изменчивости в популяциях довольно сходны. Тем не менее, несмотря на слабую дивергенцию популяций, каждая из них обладает уникальным аллельным составом.

В результате исследования охарактеризован уровень генетического разнообразия и внутривидовой дифференциации двух редких видов растений Дальнего Востока — *A. manshuriensis* и *O. chankaensis*. Стратегия сохранения генофонда редких видов предполагает восстановление аллельного состава и генетической структуры каждой конкретной популяции как устойчивой системы локальных адаптаций. С учетом этого, а также принимая во внимание низкую численность существующих популяций *A. manshuriensis* и *O. chankaensis*, необходимо сохранение местообитаний данных видов, поддержание и восстановление каждой популяции и мобилизация генофонда каждой из них в виде представительной коллекции семян.

ЛИТЕРАТУРА

- Гурзенков Н.Н. Исследование хромосомных чисел растений юга Дальнего Востока // Комаровские чтения. Владивосток: БПИ ДВНЦ АН СССР. 1973. Вып. 20. С. 47–62.
- Красная книга РСФСР. Растения. М.: Росагропромиздат, 1988. 590 с.
- Харкевич С.С., Качура Н.Н. Редкие виды растений советского Дальнего Востока и их охрана. М.: Наука, 1981. 234 с.
- Холина А.Б., Корень О.Г., Маркелова (Наконечная) О.В., Безделева Т.А., Холин С.К. Состояние популяций *Oxytropis chankaensis* Jurtz. на территории заповедника «Ханкайский» // Мониторинг растительного покрова охраняемых территорий российского Дальнего Востока. Владивосток, 2003. С. 212–221.
- Холина А.Б., Корень О.Г., Журавлев Ю.Н. Высокий уровень полиморфизма и автотетраплоидное происхождение редкого эндемичного вида остролодочника ханкайского *Oxytropis chankaensis* Jurtz. (Fabaceae): данные аллозимного анализа // Генетика. 2004. Т. 40. № 4. С. 497–505.
- Шрегер А.И. Лекарственная флора советского Дальнего Востока. М.: Медицина, 1975. 328 с.
- Gitzendanner M.A., Soltis P.S. Pattern of genetic variation in rare and widespread plant congeners // Amer. J. Bot. 2000. V. 87. P. 783–792.
- Godt M.J.W., Johnson B.R., Hamrick J.L. Genetic diversity and population size in four rare southern Appalachian plant species // Conservation Biology. 1996. V. 10. P. 796–805.
- Kephart S.R. Starch gel electrophoresis of plant isozymes: a comparative analysis of techniques // Amer. J. Bot. 1990. V. 77. P. 693–712.
- Lande R. Genetics and demography in biological conservation // Science. 1988. V. 241. P. 1455–1460.
- May B. Starch gel electrophoresis of allozymes // Molecular Genetic Analysis of Population: A Practical Approach / Ed. Hoelzel A.R. London: Oxford Univ. Press, 1992. P. 1–27 and 271–280.
- Ness B.D., Soltis D.E., Soltis P.S. Autopolyploidy in *Heuchera micrantha* (Saxifragaceae) // Amer. J. Bot. 1989. V. 76. P. 614–626.
- Soltis D.E., Soltis P.S. Genetic consequences of autopolyploidy in *Tolmiea* (Saxifragaceae) // Evolution. 1989. V. 43. P. 586–594.

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ СОСНЫ НА ГАРЯХ В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ ЛЕСОСТЕПНОГО ПРИТОБОЛЬЯ

Е.Л. Немченко

Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург

В современной экологии лесные пожары рассматриваются как закономерный экзогенный фактор среды и циклический «экосистемный процесс», а естественное возобновление — как важный демографический параметр ценопопуляции (Санников, 1992). Предшествующими исследованиями во многих частях ареала сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) установлено стимулирующее влияние аperiodических пожаров на её естественное возобновление (Тюрин, 1925; Мелехов, 1944; Санникова, 1978; Ильичев и др., 2003). В засушливом климате Курганской области естественное возобновление сосны на горях протекает слабо. В отличие от других регионов Западной Сибири, где процессы естественного лесовозобновления на горях достаточно изучены, в сосновых лесах Курганской области они изучались лишь в подзоне южной лесостепи.

Целью настоящего сообщения является краткий анализ успешности естественного возобновления сосны обыкновенной и сопутствующих древесных видов на горях в различных типах сосновых лесов подзоны северной лесостепи Курганской области (на примере Иковского борового массива).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В качестве объекта изучения выбраны наиболее репрезентативные участки различных типов гарей 9-летней давности, возникших после пожаров 1995 г., в Курганском и Просветском лесхозах в трёх преобладающих коренных типах леса: «сухих» сосняках бруснично-лишайниковых (С бр-лш); «свежих» сосняках бруснично-чернично-зеленомошных (С бр-ч-зм); «устойчиво свежих» сосняках орляково-чернично-мелкотравных (С ч-орл-мтр).

Исследования проводили по типам гарей, различающихся по степени нарушения огнём древостоя, по степени выгорания подстилки и по обсеменительной роли древостоя, что определяет общее направление и успешность возобновления сосны. В каждом типе леса выделяли три типа гарей: 1) гарь под пологом леса с полнотой жизненного древостоя более 0,4, с достаточным для возобновления сосны уровнем её инспермации (Гпл); 2) гарь-редина с внутригаревыми обсеменителями с полнотой древостоя 0,5–0,4 (Гров); 3) гарь сплошная открытая с периферийными обсеменителями (обсеменение от стн леса, Гспоп).

Всего на горях 1995 г. заложено 16 пробных площадей, на горях 2004 г. — 9.

Основной метод изучения возобновления — выборочно-статистический на репрезентативных пробных площадях. В каждом типе гарей, в трёх типах леса заложены серии по 15–20 учетных площадок размером 2×2 м. На них по единой форме определены основные параметры среды (толщина недогоревшего слоя подстилки, проективное покрытие травянистого яруса и подроста древесных растений), самосева сосны и подроста мелколиственных видов (вид, возраст, жизненность, текущий прирост терминального побега, высота растения, диаметр кроны и т. д.).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В сосняке бруснично-лишайниковом (рисунок), в условиях хронического дефицита почвенной влаги, общая численность самосева сосны под пологом леса не превышает 20–25 тыс. экз./га. В тени окружающих стен леса («окнах» полога крон) она достигает 82 тыс. экз./га. Однако подавляющая часть самосева (90–95%) сильно угнетена.

В сосняках бруснично-чернично-зеленомошных (преобладающий тип сосновых лесов района исследований — 75%) возобновление сосны на гарях под пологом древостоев составляет 12–38 тыс. экз./га, а на гарях-рединах — 19–26 тыс., в том числе 14–18 тыс. экз./га жизненного. В зоне обсеменения от стены леса оно также вполне успешное (11–80 тыс. экз./га жизненных особей). Характерно весьма обильное семенное возобновление мелколиственных видов, преимущественно берёзы (12–120 тыс. экз./га).

В сосняках чернично-орляково-мелкотравных возобновление сосны под пологом леса (7 тыс., в том числе 1,5 тыс. экз./га жизненного) подавляется конкуренцией травяного яруса. На открытой гари общая численность самосева сосны высокая — 16 тыс. экз./га, однако вследствие угнетения сомкнутым мелколиственным ярусом, количество жизненного самосева не более 1 тыс. экз./га. Исключительно обильное возобновление сосны найдено в хорошо обсеменяемом окне древесного полога (77 тыс., в том числе 31 тыс. экз./га жизненного).

Большая часть всходов на гарях как под пологом леса, так и на открытых гарях в сосняках бруснично-лишайниковом и бруснично-чернично-зеленомошном появилась в первые три-пять лет после пожара (численность их составляет 17,5 тыс. экз./га). Во втором типе леса самосев отличается высокой жизненностью. В дальнейшем также появлялись обильные генерации всходов (до 10 тыс. экз./га), но они угнетены подростом мелколиственных видов и сосны старшего возраста. Основная часть самосева берёзы и осины на гари под пологом леса появилась в первый, и в меньшей степени — на второй год после пожара.



Рисунок. Численность и видовой состав подроста древесных растений в различных типах гарей в преобладающих типах леса.

В сосняке орляково-чернично-разнотравном на гари под пологом леса самосев появился в последние четыре года и характеризуется очень низкой долей жизненных особей (0–50%), а самосев более ранних генераций отсутствует, так как, по-видимому, не выжил из-за интенсивной конкуренции с травяным и мелколиственным древесным ярусом.

Изучение хода роста сосны и сопутствующих видов древесных растений показало, что самосев сосны лишь немногим уступает по росту в высоту самосеву берёзы и осины в сосняке бруснично-чернично-зеленомошном, но оказывается под пологом крон вегетативного подроста этих видов в сосняке орляково-чернично-мелкотравном.

ВЫВОДЫ

1. В сосняках бруснично-лишайниковых на открытых инсолируемых гаях в связи с дефицитом почвенной влаги естественное возобновление ценопопуляций сосны протекает крайне слабо. В сосняке бруснично-чернично-зеленомошном оно во всех типах гарей вполне успешно, а в сосняках орляково-чернично-мелкотравных подавляется интенсивной конкуренцией травянистой и мелколиственной древесной растительности.

2. После интенсивных пожаров, выжигающих органогенный напочвенный покров, возобновление ценопопуляций мелколиственных видов происходит преимущественно семенным путём.

3. Основная масса всходов сосны во всех типах леса появляется в первые 3–5 лет после пожара.

4. Самосев сосны на гаях лишь незначительно отстает по темпам роста в высоту от самосева мелколиственных видов, формируя один ярус с ним.

ЛИТЕРАТУРА

- Ильичев Ю.Н., Бушков Н.Т., Тараканов В.В. Естественное лесовосстановление на гаях Среднеобских боров. Новосибирск: Наука, 2003. 196 с.
- Мелехов И.С. О взаимоотношениях между сосной и елью в связи с пожарами в лесах европейского Севера СССР // Ботан. ж. 1944. Т. 29. № 4. С. 131–135.
- Санникова Н.С. Лесовозобновительная роль пожаров в сосняках Среднего и Южного Зауралья // Экологические исследования в лесных и луговых биогеоценозах равнинного Зауралья. Свердловск, 1978. С. 15–19.
- Санников С.Н. Экология и география возобновления сосны обыкновенной. М.: Наука, 1992. 264 с.
- Тюрин А.В. Основы хозяйства в сосновых лесах: опыт построения хозяйства по районам на основании исследований в Брянских лесах. М.: Новая деревня, 1925. 144 с.

СОСТАВ И АНАЛИЗ ДЕНДРОФЛОРЫ ЧЕЛЯБИНСКОГО СОСНОВОГО БОРА

Е.Л. Немченко, В.В. Меркер

Челябинский госуниверситет

Челябинский сосновый бор, площадью 1214 га, является ботаническим памятником природы (решение Челябинского облисполкома № 29 от 21.01.69). В июне-августе 2003 г. нами проведено обследование дендрофлоры Челябинского соснового бора, проанализирован её состав и адвентивная фракция. Основу методики исследования составляли классические описательно-геоботанические методы, количество площадок в целом составило 56.

Выявлено 76 видов древесных растений, относящихся к 23 семействам и 46 родам. Наиболее крупными по числу родов и видов оказались семейства Rosaceae, Betulaceae, Pinaceae, Fabaceae. Первые десять семейств включают 63 вида (83,1% от общего числа видов древесных растений). Преобладают одновидовые роды — их насчитывается 31 (67,4%). Шесть семейств включают только адвентивные виды.

Распределение анализируемых видов по жизненным формам проведено согласно системе К. Раункиера (1934, 1937). Фанерофиты представлены 73 видами (96%), из них нанофанерофиты — 27 видов (36%), мезофанерофиты — 13 видов (17%) и микрофанерофиты — 33 вида (43%). Число хамефитов невелико — 3 вида (4%).

Всего заносных видов 43 (56,5% от общего числа видов древесных растений соснового бора), относящихся к 28 родам и 16 семействам. В это число входят все произрастающие в бору адвентивные виды, расселившиеся на территории соснового бора при прямом или косвенном содействии человека.

При анализе группы антропофитов авторы ограничились выделением групп по трём принципам: способу распространения, степени натурализации и типу осваиваемых местообитаний. Подавляющее большинство адвентивных видов — преднамеренные заносы (эргазиофиты). К группе эргазиофитов относится 22 вида (51,2%), эргазиолипофиты представлены 20 видами (46,5%). Из непреднамеренно занесённых растений (ксенофиты) на территории соснового бора отмечен всего один вид (2,3%) — *Malus sylvestris* Mill. По результатам внедрения в древостой соснового бора, то есть по степени достигнутой натурализации, можно выделить следующие группы: эфемерофиты — 4 вида (10%), эпектофиты — 13 видов (31%), колонофиты — 20 видов (47%) и агрофиты — 6 видов (14%). Анализ приуроченности видов к осваиваемым типам местообитаний в сосновом бору показал, что основная мас-

са заносных видов представлена садово-парковыми (41 вид, или 84%), 4 вида одновременно осваивают нарушенные местообитания (8%), 2 вида использовались в бору для закрепления береговых участков в пойме р. Миасс (4%). В составе адвентивной фракции дендрофлоры бора 2 вида (4%), которые условно названы неопределёнными.

Предварительный географический анализ адвентивного компонента дендрофлоры исследуемой территории позволил выделить 8 элементов и 16 суб-элементов и установить, что для дендрофлоры соснового бора на сегодняшний день характерно значительное участие более теплолюбивых видов. Преобладают виды североамериканского происхождения (12 видов или 28%). Наиболее малочисленны европейско-кавказский (*Coryllus avellana* L.), ирано-туранский (*Hippophae rhamnoides* L.) и южносибирско-азиатский (*Populus laurifolia* Ledeb., *Lonicera tatarica* L.) элементы. Незначительно участие видов культурного происхождения — *Malus domestica* Borkh., *Cerasus vulgaris* Mill. и *Populus x berolinensis* Dipp.

Таким образом, предварительное исследование дендрофлоры Челябинского соснового бора свидетельствует о её значительной трансформированности. Практически во всех обследованных кварталах и во всех ярусах растительности встречаются адвентивные виды древесных растений. Можно предположить, что процесс увеличения доли антропофитов, неблагоприятный для коренных древостоев, будет продолжаться, поскольку антропогенное воздействие на бор становится всё более значительным.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ТЕОРИИ ГРАФОВ И КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

А.Б. Новаковский

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

Одним из наиболее сложных этапов классификации растительности является первичная обработка материала, связанная с большими объемами информации и отсутствием четких критериев для выделения групп сходных геоботанических описаний. В то же время существует множество математических методов для обработки больших массивов данных.

Цель работы: создать программный модуль полуавтоматической классификации растительности на основе методов кластерного анализа и теории графов.

Для автоматизации расчетов была создана программа с использованием средства VBA, встроенного в Microsoft Excel. Этот язык обладает достаточными возможностями, а большинство геоботаников хранят и обрабатывают свои данные с использованием Microsoft Excel (Новаковский, 2004).

В использовании модуля можно выделить два основных направления: 1) проверка ручного разбиения совокупности геоботанических описаний на классы, соответствующие растительным ассоциациям; 2) автоматическое разбиение геоботанических описаний на классы.

Проверка ручного разбиения опирается на элементы теории графов и коэффициенты сходства между геоботаническими описаниями. Ее суть заключается в том, чтобы убедиться, что полученные вручную группы не имеют пересечений друг с другом, и элементы внутри одной группы более похожи, чем из разных. Для определения степени «похожести» между элементами используются коэффициенты сходства: качественные и количественные. В модуле предусмотрен расчет 12 коэффициентов сходства. На основе матрицы сходств строится граф, вершинами которого являются описания, а ребрами — коэффициенты. Анализируя граф, можно определить, насколько выделенные вручную группы геоботанических описаний однородны, насколько схожи элементы внутри групп, и как взаимно соотносятся разные группы.

Апробация работы модуля проводилась на двух массивах описаний.

Первый массив — 85 описаний сероольховых лесов Республики Коми (С.В. Дегтева, Институт биологии, Коми НЦ УрО РАН). Ассоциации выделялись на основании участия в сложении нижних ярусов обильных видов (доминантов) и эколого-ценотических групп сопряженных видов. Выделено 10 ассоциаций, на каждую из которых приходилось от 3 до 18 описаний (Дегтева, 2002).

Второй массив — 121 описание растительности бухты Солнечная (южная часть о-ва Большевик, Архипелаг Северная Земля, автор — Н.В. Матвеева, БИН РАН). Методом Браун-Бланке описаны 12 типов сообществ, которые отнесены к 10 ассоциациям и одному типу сообществ (Матвеева, 2004).

Обращаясь к задаче независимой проверки ручного разбиения всей совокупности описаний на классы, рассмотрим дендрограмму сходств, построенную для массива геоботанических описаний сероольховых лесов Коми. Дендрограмма строилась методом среднего на основе коэффициента сходства Сьеренсена-Чекановского с учетом проективных покрытий. Вершины дендрограммы раскрашены в соответствии с выделенными автором растительными ассоциациями (рисунок). Результаты, полученные на основе модуля, очень хорошо согласуются с выделенными группами описаний.

Другим направлением работы модуля является автоматическое разбиение всех геоботанических описаний на классы, примерно соответствующие растительным ассоциациям. Для решения этой задачи мы, наряду с теорией гра-

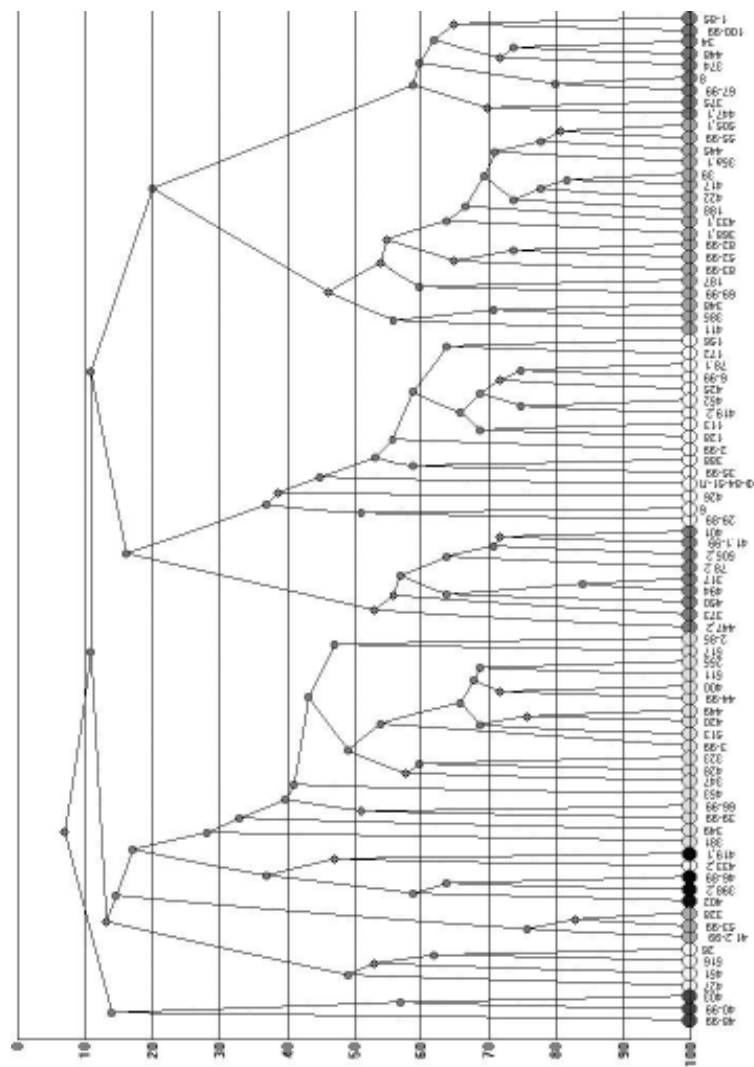


Рисунок. Пример дендрита сходств, построенного для проверки ручной разбивки множества геоботанических описаний на классы. Различными цветами отображены ассоциации, выделенные автором геоботанических описаний.

фов, использовали методы кластерного анализа. При кластеризации, изучаемые объекты рассматриваются как точки в многомерном пространстве, координаты которых определяются их свойствами. Общей задачей кластеризации является выявление сгущений точек — объектов, т. е. нахождение среди всего множества групп со сходными характеристиками. Всего для изучения было взято три наиболее распространенных метода кластеризации: простой, максимальный и алгоритм k -внутригрупповых средних (Ту, Гонсалес, 1978).

Апробация работы этих алгоритмов проводилась на массивах данных описанных выше. С целью облегчения сравнения результатов автоматической обработки с эталоном использовались графы. Сравнение результатов делалось на основе визуального анализа графов и рассчитанного процентного соотношения совпадений между эталонной группой и кластеризацией, полученной автоматически (таблица).

Таблица. Сравнение результатов исходной (ручной) и автоматической кластеризации

Методика кластеризации		Сравнение с доминантной классификацией (сероольшанники)		Сравнение с классификацией Браун-Бланке (о. Большевик)	
		Количество классов	Совпадение, %	Количество классов	Совпадение, %
ближнего соседа	Порог 25/40	9	85	8	61
	Порог 30/45	10	85	11	64
	Порог 35/50	15	82	15	61
дальнего соседа	Порог 25/40	10	91	9	58
	Порог 30/45	11	96	14	70
	Порог 35/50	16	72	23	60
k -средних	Станд. центры 9/12	9	87	12	80
	Смещенные центры 9/12	9	70	12	62
	Выбранные центры 9/13	9	95	13	93

В методах простой кластеризации и кластеризации по максимальному расстоянию пороговое значение выбиралось таким образом, чтобы количество получаемых классов примерно совпадало с количеством ассоциаций выделенных авторами геоботанических описаний. Для доминантного подхода пороговые значения задавались в пределах от 25 до 35%, для подхода Браун-Бланке — от 40 до 50%. При кластеризации методом k -средних, количество кластеров задавалось примерно равным числу выделенных ассоциаций в эталоне.

Уровень совпадений между результатами автоматической классификации растительности и эталонной колебался в пределах от 60 до 95%. Для доминан-

тного подхода он был несколько выше (от 70 до 96%), чем для метода Браун-Бланке (от 58 до 93%). В качестве критерия применимости метода кластеризации был взят 90% порог совпадения результатов кластеризации с эталоном (в таблице выделены жирным шрифтом). Такие результаты для обоих массивов данных были получены только с использованием метода кластеризации *k*-средних с изначально выбранными центрами. Другими словами, достаточно высокого уровня совпадения между автоматической кластеризацией и эталоном удалось достигнуть только при выборе центров кластеризации таким образом, чтобы каждый такой центр лежал в пределах своей ассоциации. Фактически это означает, что для получения приемлемых результатов в автоматической обработке пришлось провести грубую (первоначальную) кластеризацию вручную. Другие же методы кластеризации оказались еще менее пригодны для использования, так как их результаты не совпали с эталоном. Самым большим недостатком во всех методах кластеризации, на наш взгляд, являлась неустойчивость получаемых результатов к изменениям в начальных параметрах кластеризации. Стоило взять в качестве центра кластера соседнее геоботаническое описание или немного изменить пороговое значение, как результаты могли поменяться кардинальным образом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование разработанного модуля «GRAPHS» позволило проводить проверку результатов ручной классификации геоботанических описаний методом сравнения полученных классов с построенными на основе коэффициентов сходства графами. С другой стороны, выбранные алгоритмы кластеризации для автоматического разбиения геоботанических описаний на группы, примерно соответствующие растительным ассоциациям, оказались малоприменимыми. Наилучший результат был получен при кластеризации методом *k*-средних с заданными центральными точками. Видимо, для получения хороших результатов, алгоритмы кластеризации требуют дальнейшей доработки с учетом специфики исследуемых объектов.

ЛИТЕРАТУРА

- Дегтева С.В. Сероольшаники Республики Коми // Ботан. ж. 2002. Т. 87. № 1. С. 107–121.
- Матвеева Н.В. Растительность южной части острова о-ва Большевик (архипелаг Северная Земля) // Растительность России. 2004. № 6.
- Новаковский А.Б. Возможности и принципы работы программного модуля «GRAPHS». Сыктывкар, 2004. (Сер. Автоматизация научных исследований / Коми НЦ УрО РАН. Вып. 27) 31 с.
- Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. М.: Мир, 1978. 416 с.

ИЗУЧЕНИЕ ГИРУДОФАУНЫ БЕЛОЯРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Е.С. Нохрина*, Е.А. Басмаджян**, Л.А. Ковальчук**, Л.В. Черная**

* Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

** Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Цель данного исследования — изучить видовой состав пиявок и особенности их распространения и распределения в различных биотопах Белоярского водохранилища.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сбор материала проводился в последнюю декаду июля 2004 г. Исследована литоральная часть шести биотопов Белоярского водохранилища, расположенных в зоне действия Белоярской атомной электростанции.

Пиявок собирали вручную с камней, коряг и других предметов, погруженных в воду, с водных растений, преимущественно из пазух листьев и со старых побуревших стеблей, погруженных в воду. Для каждого исследованного биотопа дана гидробиологическая характеристика (тип грунта, температурный режим, наличие различных групп гидробионтов и макрофитов) и определен качественный и количественный состав фауны пиявок с выявлением доминирующих и редких видов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных фаунистических исследований было показано, что Белоярское водохранилище населяют девять видов пиявок, принадлежащих к четырем семействам.

По данным наших исследований самыми распространенными видами пиявок, обитающими в Белоярском водохранилище, являются хищники: двуглазая клепсина (*Helobdella stagnalis* L., 1758) и малая ложноконская пиявка (*Erpobdella octoculata* L., 1758), которая доминирует в четырех биотопах. Редкие виды: кровосос рыб — оксифильная пиявка (*Piscicola geometra* L., 1758); кровосос рыб и земноводных (*Hemiclepsis marginata* O. F. Myller, 1774) и хищная пиявка (*Erpobdella testacea* Savigny, 1822).

E. testacea — новый вид не только для фауны пиявок Белоярского водохранилища, но и для гирудофауны Свердловской области.

Наиболее благоприятные условия для обитания большинства видов пиявок отмечены в оз. Худыш и на участке вблизи биофизической станции. Это биотопы с песчано-илистым грунтом, нормальными температурным и кисло-

родным режимами, богатым видовым разнообразием макрофитов и водных беспозвоночных. В обводном канале обитают только хищные пиявки, резистентные к низким концентрациям растворенного в воде кислорода. В теплом канале, где температура воды достигает +35°C, наблюдается полное отсутствие пиявок. В теплом заливе с тем же температурным режимом (вблизи рыбоводческого хозяйства) обнаружены в большом количестве редкие для нашего региона теплолюбивые пиявки — *Hemiclepsis marginata*.

ВЫВОДЫ

В Белоярском водохранилище обитают девять видов пиявок, принадлежащих к четырем семействам.

Обнаружен новый для фауны пиявок Свердловской области вид — *Erpobdella testacea*.

Самым распространенным и массовым видом в большинстве изученных биотопов является малая ложноконская пиявка *Erpobdella octoculata*.

В биотопе с минимальной техногенной нагрузкой (оз. Худыш) отмечено наибольшее видовое разнообразие пиявок (8 видов).

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В НОВЫХ УСЛОВИЯХ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Д.В. Нуртдинова

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Необходимость изучения общих закономерностей преобразования биотической составляющей экосистем, подверженных различному антропогенному воздействию, определяется как традиционным интересом фундаментальной науки, так и решением актуальных прикладных проблем, сохранением и восстановлением биоразнообразия. В результате сложившихся в последние годы экономических условий в нашей стране началось развитие любительского садоводства. Как в больших, так и в малых городах существуют десятки коллективных садов, на территории которых формируются специфические экосистемы. Присутствие различного рода строений, специфика насаждений и почвенного покрова приводят к образованию новых типов местообитаний. Увеличивается число убежищ, изменяется кормовая база, формируется новый видовой состав. Учитывая отсутствие сведений об экологических закономерностях населения мелких млекопитающих данной части городского ландшафта, нами проведено настоящее исследование.

Сбор материала проводили в течение трех лет в 5 коллективных садах г. Челябинска и Челябинской области методом ловушко-линий. Избранные для изучения коллективные сады различаются по возрасту, условиям увлажнения и по расположению на территории города. Сады, которые были образованы в конце 40-х гг., в настоящее время оказались практически в центральной части города, в окружении жилых кварталов и промышленных предприятий (далее — «старые сады»). Вторые — это сады, образованные в 80–90-е гг. на окраине и за городской чертой, вблизи водоемов («молодые сады»). Помимо садов облавливались прилегающие к ним зеленые зоны (лесопарк, железнодорожные лесополосы, прибрежная растительность, поле и березовые колки).

Таблица 1. Видовой состав и количество отловленных животных

Виды	Местообитания							
	Всего		Окрестности		Старые сады		Молодые сады	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
<i>Apodemus uralensis</i>	947	36,7	131	18,2	340	56,7	476	37,9
<i>A. agrarius</i>	254	9,9	58	8,0	14	2,3	182	14,5
<i>Mus musculus</i>	137	5,3	1	0,1	113	18,8	23	1,8
<i>Micromys minutus</i>	5	0,2	0	0	0	0	5	0,4
<i>Clethrionomys rutilus</i>	310	12,0	130	18,0	6	1,0	174	13,8
<i>Microtus arvalis</i> и <i>M. rossiaemeridionalis</i>	178	6,9	28	3,9	92	15,3	58	4,6
<i>M. oeconomus</i>	58	2,2	20	2,8	0	0	38	3,0
<i>M. gregalis</i>	35	1,4	30	4,2	0	0	5	0,4
<i>M. agrestis</i>	8	0,3	5	0,7	0	0	3	0,2
<i>Cricetus cricetus</i>	6	0,2	0	0	6	1,0	0	0
<i>Sorex araneus</i>	612	23,7	293	40,6	29	4,8	290	23,1
<i>S. tundrensis</i>	15	0,6	12	1,7	0	0	3	0,2
<i>S. minutus</i>	12	0,5	12	1,7	0	0	0	0
<i>S. caecutiens</i>	1	0,04	1	0,1	0	0	0	0
Всего животных	2578		721		600		1257	
Число ловушко-суток	25060		8288		9122		7650	

На территории обследованных садов и прилегающих к ним участках нами зарегистрировано 11 видов грызунов из двух семейств и 4 вида землероек (табл. 1). Видовой состав животных зависит от степени антропогенной нагрузки, влажности территории, наличия рядом зеленых зон и расположения относительно центра города. Доминирующим видом во всех садах является малая лесная

мышь. В наиболее трансформированных изолированных садах приспособились жить только три вида: малая лесная, домовая мышь и обыкновенная полевка. Эти виды показывают положительную биотопическую приуроченность к городским садам и отрицательную ко всем остальным местообитаниям (табл. 2). С появлением рядом зеленых зон видовой состав старых садов дополняется полевой мышью, красной полевкой и обыкновенной бурозубкой, составляющих вместе не более 12% населения. Видовой состав молодых садов имеет общие черты и с естественными биотопами, и со старыми садами.

Таблица 2. Относительная биотопическая приуроченность (жирным шрифтом выделены достоверные значения)

Местообитания	Малая лесная мышь	Домовая мышь	Обыкновенная полевка	Полевая мышь	Красная полевка	Обыкновенная бурозубка
Старые сады	0,19	0,73	0,41	-1	-1	-1
	0,34	0,28	0,45	-1	-1	-0,62
	0,15	0,81	0,42	-0,39	-0,74	-0,70
Молодые сады	0,18	-0,70	-0,03	-0,24	0,20	-0,10
	-0,19	-0,41	-0,53	0,60	-0,03	0,06
Березовые колки	-0,70	-1	-0,36	-0,33	0,65	0,15
Прибрежная растительность	-0,81	-1	-1	-0,27	0,28	0,48

В типичных биотопах лесостепного Зауралья (березовых колках и прибрежной растительности), по данным разных исследователей (Шварц, 1955; Сюзюмова, 1960; Новикова, 1983; Стариков, Кузякин, 1983), обитает 12 видов мелких грызунов трех семейств и 6 видов землероек. Из них нами не были пойманы рыжая полевка, мышовка, крошечная бурозубка и кутора. Если доминирующим видом в садах является малая лесная мышь, то в естественных местообитаниях — красная полевка. Преобладающей группой грызунов в садах становится семейство Muridae, и доля его увеличивается по мере усиления антропогенного воздействия (до 82%).

Сходство видовых составов оценили с помощью индекса общности Чекановского-Сьеренсена в форме б, которая является способом построения индекса по структурному сходству. Для графического представления был применен кластерный анализ по методу средней связи (рисунок). Старые сады выделяются в отдельный кластер, сходство с другими садами и естественными биотопами составляет 33%. Молодые сады ближе по видовому составу к прилегающим биотопам и данным других исследователей.

Отличительная черта садов: низкая весенняя численность всех видов грызунов вне зависимости от фазы популяционного цикла. Вызвать подобное

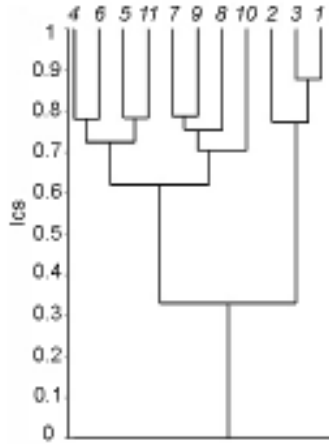


Рисунок. Дендрограмма сходства видового состава мелких млекопитающих садов и естественных местообитаний.

1–3 — старые сады; 4–5 — молодые сады; 6–8 — окрестности садов; 9 — данные Центра госсанэпиднадзора Челябинской области; 10 — А.В. Новикова (1983); 11 — Л.М. Сюзюмова (1960).

явление может интенсивное уничтожение грызунов многими садоводами ловушками и ядами. В результате для доминирующих видов грызунов в садах характерна высокая доля размножающихся сеголеток. У малой лесной мыши в июле размножались в разные годы от 56 до 80% самок-сеголеток. У красной полевки в 2002 и 2004 гг. достигли половой зрелости все прибылые особи, родившиеся весной и летом, только в пик численности в 2003 г. остались неполовозрелыми 27% самцов. Все остальные репродуктивные показатели и половозрастная структура находятся в пределах нормы для этих видов.

С помощью метода морфофизиологических индикаторов оценили воздействие специфических условий садов на два доминирующих вида: малую лесную мышь и обыкновенную бурозубку. Фактор местообитания оказался значим только для прибылых животных осенью. Прибылые особи обоих видов в загородном саду имеют большую массу тела, по сравнению с городскими садами, и меньший индекс надпочечника ($p < 0,001$), который рассматривают как индикатор степени напряженности организма. Обнаруженные у двух видов значимые и одинаковые отличия городских садов от загородного, возможно, являются следствием антропогенного влияния города. Перезимовавшие особи малой лесной мыши из садов имеют большую массу тела и меньшие относительные массы сердца, почки и надпочечника, по сравнению с животными из центральных городских территорий

г. Горького (Лисин, 1983) и не отличаются от особой окраинных участков. Сравнительный анализ обыкновенных бурозубок с данными С.С. Шварца (1955) по Курганской области и В.Н. Большакова с соавт. (1996) по Оренбургской области выявил только увеличение относительной массы печени в садах (50,1–60,3 и 77,3±3,99, $p<0,01$), в которых животные, следовательно, находятся в более благоприятных кормовых условиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Видовой состав мелких млекопитающих изученных садов насчитывает 13 видов. Он зависит от биотопических условий территории, степени антропогенной нагрузки и близости естественных биотопов. Сады населяют те же виды, что и естественные биотопы, но соотношение их другое, сменяется вид-доминант, повышается доля представителей семейства мышиных. Разнообразие элементов ландшафта создает оптимальные условия для обитания здесь наиболее пластичных видов грызунов (малой лесной мыши и обыкновенной полевки). Для поддержания высокой численности в ответ на истребительные мероприятия выработался ряд регуляторных механизмов: раннее половое созревание и высокая репродуктивная активность сеголеток. Интенсификации процессов жизнедеятельности на территории садов не происходит. Стратегия приспособления мелких млекопитающих к условиям садов в общих чертах характеризует неспецифическую реакцию видов на изменения среды.

ЛИТЕРАТУРА

- Большаков В.Н., Васильев А.Г., Шарова Л.П. Фауна и популяционная экология землероек Урала (Mammalia, Soricidae). Екатеринбург, 1996. 268 с.
- Лисин С.Р. Несинантропные грызуны в большом городе (популяционный анализ). Автореф. дис... канд. биол. наук. Свердловск, 1983. 21 с.
- Новикова А.В. Мелкие млекопитающие Курганской области и их распределение по биотопам // Фауна и экология позвоночных Урала и их охрана. Челябинск, 1983. С. 28–33.
- Стариков В.П., Кузякин А.П. Учет мелких млекопитающих разными методами в условиях лесостепного Зауралья // Фауна и экология позвоночных животных Урала и их охрана. Челябинск, 1983. С. 34–44.
- Сюзюмова Л.М. Эпизоотологическая оценка отдельных элементов ландшафта лесостепного Зауралья // Природные условия и леса лесостепного Зауралья. Тр. Ин-та биол. Свердловск, 1960. С. 145–154.
- Шварц С.С. Биология землероек лесостепного Зауралья // Зоол. ж. 1955. Т. 34. Вып. 4. С. 915–927.

ЗАВИСИМОСТЬ ИНТЕНСИВНОСТИ МЕТАБОЛИЗМА ЖИВОТНЫХ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Н.С. Паршакова, Д.А. Пьянкова

Пермский госуниверситет

Энергетику животных и человека обычно характеризуют интенсивностью метаболизма. Интенсивность окислительных реакций определяют по объему потребленного кислорода — это метод непрямой калориметрии (Чередниченко, 1965). Прямая калориметрия — определение теплопродукции в калориметре.

Отношение теплопродукции к потребленному кислороду — это калорический коэффициент (K), который принят равным 5,02 кал/мл (Физиология..., 1986). Величина K зависит от величины запаса АТФ в организме, интенсивности гликолиза, дыхания и окисления липидов. Калорический коэффициент меняется в зависимости от состояния животного (резкое охлаждение, болезнь, физические нагрузки, введение чужеродных веществ (алкоголь, колхицин)). Существенно изменяется калорический коэффициент при изменении температуры окружающей среды, поэтому целью работы было изучение интенсивности метаболизма животных при различной температуре окружающей среды.

Исследования проводились в виварии на самцах белых беспородных мышей, условия ухода и кормления которых были одинаковыми. В июне 2001 г. исследовано 28 самцов, в июле 2004 г. — 24. Измеряли потребление кислорода и теплопродукцию в калориметре Калабухова (1946), модернизированном д.б.н. Б.В. Тестовым (Пермский госуниверситет) и позволяющим измерять и потребление кислорода, и теплопродукцию. Температуру воды и воздуха, а также потребленный кислород измеряли каждые 5 минут в течение 25 минут.

Результаты представлены в таблице.

Таблица. Интенсивность метаболизма половозрелых самцов лабораторных белых мышей при различных условиях содержания

Год	$t, ^\circ\text{C}$	n	Масса, г	O_2 , мл/г·ч	T , кал/г·ч	T/O_2 (К), кал/мл O_2
2001	21-23	28	30,4±0,8	5,10±0,18	16,56±0,74	3,29±0,14
2004	27-29	24	22,5±0,8	5,50±0,15	34,9±1,5	6,30±0,13

Примечание: t° — температура воздуха в виварии; O_2 — расход кислорода в калориметре; T — теплопродукция в калориметре; T/O_2 — калорический эквивалент кислорода.

Из анализа представленных данных можно сделать следующие выводы. При высоких нагрузках (в том числе и при температуре, отличающейся от нормальной) интенсификация гликолиза может сказаться на уменьшении общего количества энергии, вырабатываемой организмом. Высокие значения K свидетельствуют об усилении гликолиза, его преобладании над окислительными процессами, уменьшение K говорит об усилении синтеза АТФ (при этом организм получает больше энергии). Принятие значения K в качестве постоянной величины, равной 5,02 кал/мл O_2 является неверным, но при определении теплопродукции за длительное время отклонения могут выравниваться. K является переменной величиной и характеризует энергетическое состояние организма в определенный момент времени, его можно использовать в экологических исследованиях для изучения динамики состояния животных.

ЛИТЕРАТУРА

Физиология человека / Пер. с англ. М.: Мир, 1986. Т. 4. 312 с.

Чердниченко Л.К. Физиологическая калориметрия. М.-Л.: Наука, 1965. 135 с.

ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СПЕЦИФИКИ ЛЕТУЧИХ МЫШЕЙ (НА ПРИМЕРЕ *MYOTIS DAUBENTONII* KUNL)

А.А. Первушин*, Е.М. Первушина**

* Свердловский областной краеведческий музей, г. Екатеринбург

** Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Согласно концепции И.А. Шилова (1977), одним из механизмов, обеспечивающих динамическую устойчивость популяции во времени и пространстве, является поддержание ее структурированности, а именно закономерного распределения особей в пространстве (пространственная структура) и упорядоченной системы поведенческих взаимоотношений между ними.

В качестве объекта исследований поведенческих взаимоотношений животных наиболее часто используют наземных мелких млекопитающих (насекомоядных и грызунов). В сравнении с ними насекомоядные летучие мыши остаются одной из наименее изученных в этом отношении групп млекопитающих. Работ об их экологии крайне мало, а поведение и механизмы формирования пространственно-социальной структуры остаются практически не исследованными.

Настоящая работа является начальным этапом в изучении внутривидовых поведенческих взаимоотношений летучих мышей. Необходимо было изучить

пространственную структуру поселений фонового на юге лесной зоны Среднего Урала вида — водяной ночницы (*Myotis daubentonii* Kuhl); опробовать методику содержания в вольере группы этих животных и выявить типы поведенческих контактов, свойственные рукокрылым, а также проследить характер поведенческих взаимодействий особей на начальной стадии формирования группы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на стационаре (Сысертский район Свердловской области) летом 2002–2004 гг. На территории 16 км² за это время было отловлено 76 водяных ночниц, из которых окольцовано 70 особей. Наблюдения за поведением с использованием видеокамеры проводили в августе 2004 г. в вольере размером 3х3х2,5 м. Применяли методику группового ссаживания, используемую в экспериментах с грызунами (Осипова, Сербенюк, 1992), с некоторыми изменениями для рукокрылых. Перед ссаживанием в вольере животных содержали отдельно в небольших клетках. В эксперименте участвовала группа из 4 особей (1 взрослая самка, 3 молодых самца). В течение 5 суток было проведено 24 часа наблюдений, учтено 109 контактов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В теплое время года на изучаемой территории встречаются все половозрастные группы водяной ночницы. По отловам соотношение полов взрослых животных составляет 1:1. Ночницы ведут, преимущественно, колониальный образ жизни. При этом самки образуют отдельно от самцов выводковые колонии, в которых рождаются детеныши. Самцы ведут одиночный образ жизни или формируют самцовые колонии, в составе которых могут находиться яловые самки. Охотничьи участки самцов и самок перекрываются. В таких местах отмечается скопление особей разного пола и возраста. Во второй половине лета, после вылета детенышей, помимо перчисленных группировок, в убежищах встречаются одиночные самки с признаками прошедшей лактации и одиночные молодые животные. В зимнее время, по сведениям П.П. Стрелкова (1958), в ближайшей от стационара Смолинской пещере самцы и самки образуют совместные зимовочные колонии. Вероятно, именно в районе пещер происходит их спаривание. С началом весенних миграций часть животных покидает место зимовки, однако летом в пещере могут оставаться группировки самцов и яловые самки, о чем указывает, на примере Южного Урала, В.П. Снитко (2004).

На основании этих сведений о пространственной структуре поселений водяной ночницы было выдвинуто предположение, что в искусственно созданной группе взаимодействия особей будут направлены в большей степени на поиск контактов с сородичами для формирования элементарных группировок

и в меньшей степени будут направлены на разобшение животных разного и одного пола в пространстве, т. е. агрессию и избегание друг друга.

В ходе эксперимента в поведении водяных ночниц выявлены различные элементы, которые отнесены к 5 типам (таблица). Животные проявляли наибольшую активность в первые сутки, в течение которых было отмечено 95% от общего числа контактов. Снижение активности зверьков в последующие дни, вероятно, связано с резким понижением температуры воздуха (ночью до 3°C), поскольку даже при наличии корма животные не покидали убежищ (рисунок).

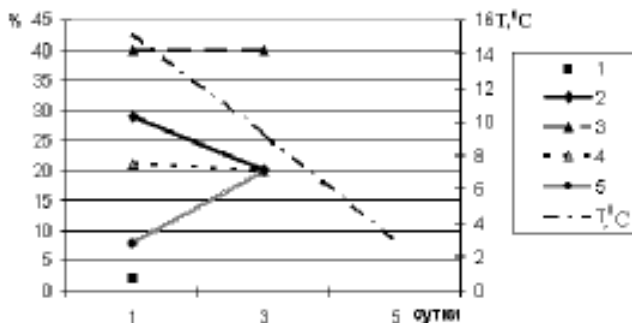


Рисунок. Соотношение различных элементов поведения во взаимоотношениях водяных ночниц. 1 — агрессия, 2 — избегание, 3 — интеграционные контакты, 4 — опознавательные контакты, 5 — резкий писк.

Как мы и предполагали, во взаимодействиях ночниц основную долю составили интеграционные и опознавательные контакты (40,3% и 20,1%). Агрессивные взаимодействия были единичными (1,8%), они выражались угрозой и непродолжительным нападением с укусами, заканчивающимися бегством одного из участвующих. Обычно нападение и угроза сопровождалась резким писком со стороны обоих участников. Агрессивные контакты численно преобладали во взаимоотношениях самцов, контакты самцов с единственной самкой имели в целом дружелюбный характер, но достоверного подтверждения этих различий мы не получили. В ходе наблюдений у водяных ночниц также была выявлена направленность взаимодействий между членами группы и различия в поведении отдельных особей, но интеграционные и опознавательные взаимоотношения были отмечены между всеми членами группы. В ходе эксперимента изменялось также размещение животных в вольере в дневное время. В первые сутки они расположились на дневку каждый в различных участках вольеры, на пятые сутки ночницы занимали одно убежище, что, по-видимому, было адаптивной реакцией на резкое похолодание.

Таблица. Количество различных поведенческих взаимодействий водяных ночниц

Элементы поведения	N	%
Агрессия:		
нападение	1	1
угроза	1	1
Сумма:	2	
Избегание:		
затаивание	1	1
отползание	7	6
бегство	3	3
улетает	20	19
Сумма:	31	
Интеграция:		
следование	12	11
подставление под обнюхивание	2	2
находятся рядом	4	4
находятся на расстоянии 10-20 см	6	6
присаживание перед партнером	13	12
подползание навстречу друг другу	3	3
подползание одного из партнеров	3	3
переползание через партнера	1	1
Сумма:	44	
Опознавательные контакты:		
назо-назальные	9	8
назо-анальные	11	9
другое обнюхивание	3	3
Сумма:	23	
Другие формы:		
резкий писк	8	9

Таким образом, на юге лесной зоны Среднего Урала в теплый период года отмечается, преимущественно, колониальная пространственная структура поселений водяной ночницы, но наблюдается половая изоляция особей при использовании убежищ. Полученные в условиях вольеры первые данные о поведении водяных ночниц свидетельствуют, что у рукокрылых существуют разнообразные формы поведения, заметную роль среди которых играют взаимодействия с позитивной направленностью, но при этом прослеживается стремление особей сохранить индивидуальную дистанцию.

Авторы благодарны за поддержку в исследованиях академику В.Н. Большакову, к.б.н. К.И. Бердюгину, а также искренне признательны за ценные советы Е.И. Кожуриной.

ЛИТЕРАТУРА

Осипова О.В., Сербенюк М.А. Социальные отношения красных полевков (*Clethrionomys rutilus*) в экспериментальных условиях // Поведение и коммуникация млекопитающих. М.: Изд-во ИЭМЭЖ РАН, 1992. С. 114–137.

Снитко В.П. Фауна рукокрылых (Mammalia, Chiroptera) Южного Урала. Автореферат дисс... канд. биол. наук. Екатеринбург, 2004. 25 с.

Стрелков П.П. Материалы по зимовкам летучих мышей в Европейской части СССР // Тр. Зоол. Ин-та АН СССР. 1958. Т. 25. С. 255–303.

Шилов И.А. Эколого-физиологические основы популяционных отношений у животных. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977. 262 с.

ОЦЕНКА ВКЛАДА МИКРОБИОТОПИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕДИ В ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКЕ НА ТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

П.Г. Пищулин

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Общеизвестно, что древостой играет важную роль в перераспределении атмосферных осадков. Сохраняется ли эта роль на техногенных территориях, подверженных сильному атмосферному загрязнению тяжёлыми металлами? Задача данной работы — анализ зависимости между содержанием меди и положением точки относительно ствола дерева в фоновых и загрязнённых местообитаниях.

Работу проводили вблизи Среднеуральского медеплавильного завода (г. Ревада), в трёх зонах нагрузки — импактной (1–2 км к западу от завода), буферной (4 км) и фоновой (30 км), в ельниках-пихтарниках. В каждой зоне выбрали по 10 модельных деревьев, возле которых отобрали по 12 проб подстилки размером 10х10 см (всего 360 проб). Точки отбора располагали по трем направлениям от дерева, в каждом направлении — в четырёх вариантах микробиотопов (возле комля дерева, в проекции кроны, на периферии кроны, в окне древостоя).

На фоновой территории концентрация меди закономерно уменьшается при удалении от ствола дерева к окну (рис. 1). В буферной зоне прослеживается аналогичная закономерность, но разница между окном и подкروновыми участками менее выражена. В импактной зоне положение точки относительно ствола не влияет на распределение концентрации меди (рис. 2).

Возможные причины закономерного изменения распределения меди на фоновой территории могут быть следующими: 1. Сильное влияние пристволового стока, а также кроны, перехватывающей пылевые частицы; 2. В пристволовых участках больше органических веществ и, как следствие, большая емкость депонирования тяжёлых металлов; 3. В периферии и оконном участках сосредоточено больше всасывающих корней растений, которые поглощают часть меди как необходимого им микроэлемента; 4. В окнах древостоя

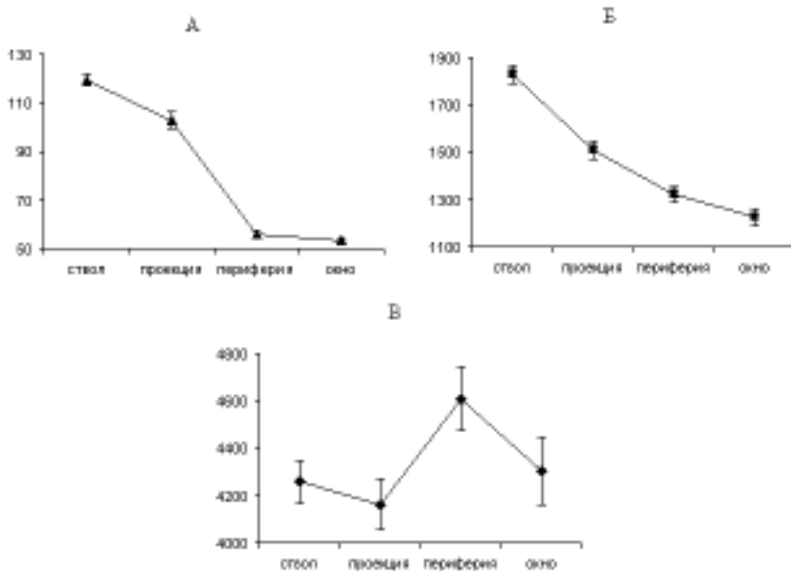


Рис. 1. Содержание меди в подстилке в елово-пихтовом лесу в фоновой (А), буферной (Б) и импактной (В) зонах в разных вариантах микробиотопов. Ось абсцисс — положение точки относительно ствола модельного дерева, ось ординат — концентрация мкг/г. Указано среднее $\pm$ ошибка.

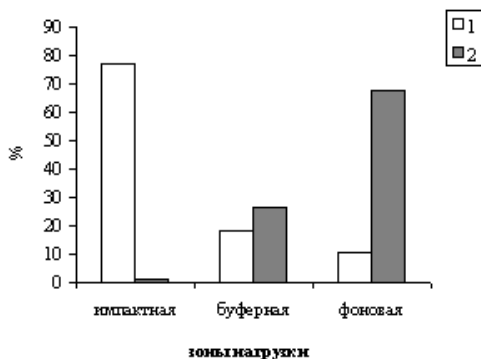


Рис. 2. Сила влияния факторов (% , оценен по методу Снедекора) на содержание меди в подстилке в елово-пихтовом лесу: 1 — деревья, 2 — положения точки относительно ствола модельного дерева.

выше скорость деструкции органического вещества и, следовательно, вымывания меди из подстилки в нижележащие почвенные горизонты.

Отсутствие зависимости между положением точки относительно ствола и концентрацией меди на загрязнённой территории логично связать с изреживанием и разрушением древостоя.

Таким образом, в естественных условиях концентрация меди закономерно убывает при удалении от дерева к окну («эффект воронки»). Действие техногенного загрязнения нарушает эту закономерность, что скорее всего связано с разрушением древостоя при приближении к источнику выбросов.

СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ МИКСОМИЦЕТОВ В ГРАДИЕНТЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Б.С. Плотников

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Миксомицеты — группа эукариотических простейших, характеризующаяся наличием в жизненном цикле подвижных трофических стадий и неподвижной расселительной. Миксомицеты встречаются повсеместно на разлагающихся растительных остатках, являясь неотъемлемой частью практически любого наземного биоценоза, в том числе и нарушенных местообитаний.

Воздействие техногенного загрязнения на сообщества миксомицетов изучено на сегодняшний день достаточно слабо. Имеются данные о миксомицетах в различных городах мира: Хельсинки (Harkonen, 1977), Мадриде (Wrigley de Basanta, 2000), Санкт-Петербурге (Новожилов, 1999), Екатеринбурге (Фефелов, 2000, 2001, 2002а; Фефелов, Плотников, 2002; Плотников, Фефелов, 2003, 2004), Кракове (Drozdowicz, 2002), Кью (Ing, 2002) и нескольких местах в Турции (Harkonen, Uotila, 1983; Harkonen, 1988). Есть данные об особенностях аккумуляции миксомицетами поллютантов (Setälä, Nuorteva, 1989). В работах К.А. Фефелова приводятся данные о влиянии техногенного загрязнения на сообщества миксомицетов (1997, 1999, 2002б).

Цель работы: выявление влияния техногенного загрязнения на систематическую структуру сообществ миксомицетов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в подзоне южной тайги, в пихто-ельниках, в окрестностях Среднеуральского медеплавильного завода (СУМЗ) (г. Ревда Свердловской области). Основные выбросы завода — тяжелые металлы (Cu,

Zn, Pb, Cd) и SO_2 . Сбор материала проводился на территориях, примыкающих к заводу с запада (направление против господствующих ветров), на 5 удалении от источника загрязнения: 1 и 2 км (импактная зона), 4 и 7 км (буферная зона) и более чем 20 км (фоновая зона).

Согласно традиционной систематике, объектами исследования являются представители классов Мухомycetes (миксогастриеи) и Protosteliomycetes (протостелиеи) отдела Мухомycota, царства Fungi (Новожилов, 1993). Следуя современной систематике О.Г. Кусакина и А.Л. Дроздова (1997), объектами исследования являются представители типа Physarophyles, подцарства Мухобiontii, царства Мухобiontes.

Сборы плодовых тел миксомицетов производились на маршрутах. Образцы собирались с упавших разлагающихся древесных стволов 2 и 3 степеней разложения. В основном исследовались стволы доминантов: пихты и ели. Собранные образцы приклеивались в спичечные коробки и маркировались. Определение производилось по Ю.К. Новожилову (1993) и D.W. Mitchell (2001).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Нами обновлен список видов миксомицетов темнохвойных лесов окрестностей СУМЗа. Он включает 88 видов, относящихся к 6 порядкам, 11 семействам, 28 родам.

Только 7 видов представлены на всем градиенте нагрузки: *Arcyria obvelata*, *Arcyria pomiformis*, *Comatricha nigra*, *Enerthenema papillatum*, *Lycogala epidendrum*, *Stemonitis axifera*, *Trichia varia*. 6 из этих видов являются достаточно часто встречающимися хотя бы в одной из зон (более 3% от числа образцов), а *Arcyria obvellata* повсеместно редок. Остальные виды не встречаются на одном или нескольких удалениях.

Распределение порядков в различных зонах удаления от СУМЗа представлено на рисунке.

Систематическая структура сообществ миксомицетов на фоновых территориях следующая: по числу видов лидирует пор. Trichiales, 2-е место занимает пор. Physarales, 3-е — пор. Stemonitales, далее следуют пор. Liceales и Echinosteliales. На уровне семейств наблюдается преобладание сем. Trichiaceae, на 2-м месте по числу видов стоят сем. Stemonitaceae и Physaraceae, остальные семейства представлены гораздо меньшим числом видов (табл. 1).

Трансформация таксономической структуры на уровне порядков по мере приближения к заводу происходит следующим образом. Пор. Trichiales остается лидирующим на всех зонах, кроме удаления 1 км, где он занимает 2-е место после пор. Liceales. Пор. Stemonitales занимает 3-е место на удалениях 2 и 4 км от завода, на 1 км делит 2-е место с пор. Trichiales, на 7 км занимает 4-е место. Роль пор. Physarales уменьшается заметно: на удалении 7 км он

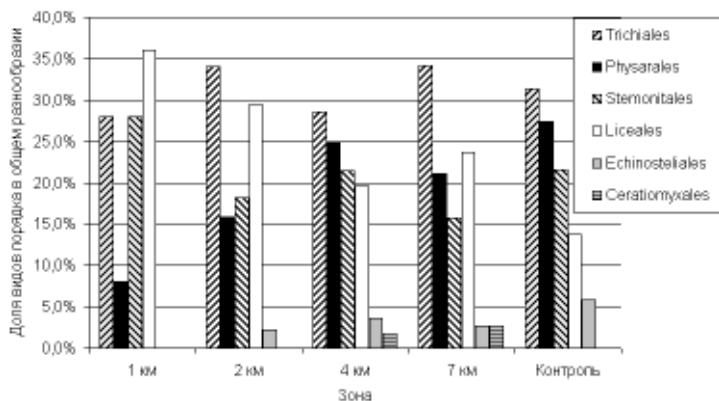


Рисунок. Распределение порядков по доле видов в общем разнообразии на разных удалениях от СУМЗа.

Таблица 1. Таксономическая структура сообществ миксомицетов на разном удалении от СУМЗа, количество видов (доля от общего количества видов, %)

Семейство	Расстояние до источника выбросов, км				
	1	2	4	7	20
Ceratiomyxaceae			1 (1,79)	1 (2,63)	
Echinosteliaceae					1 (2,00)
Clastodermataceae		1 (2,30)	2 (3,57)	1 (2,63)	2 (3,90)
Cribrariaceae	5 (2,00)	7 (16,00)	6 (1,71)	6 (15,79)	2 (3,90)
Reticulariaceae	3 (12,00)	4 (10,00)	4 (7,14)	2 (5,26)	2 (3,90)
Liceaceae	1 (4,00)	2 (4,50)	1 (1,79)	1 (2,63)	3 (5,90)
Physaraceae	2 (8,00)	6 (13,60)	11 (19,64)	7 (18,42)	11 (21,60)
Didymiaceae		1 (2,30)	3 (5,36)	1 (2,63)	3 (5,90)
Stemonitaceae	7 (28,00)	8 (18,20)	12 (21,43)	6 (15,79)	11 (21,60)
Trichiaceae	7 (28,00)	15 (35,00)	16 (28,57)	12 (31,58)	16 (31,40)
Dianemaceae				1 (2,63)	
Суммарное количество видов	25	44	56	38	51

занимает 3-е место, а в импактной зоне — 4-е. Однако на удалении 4 км, его роль также высока — 2-е место по числу видов. Пор. Liceales, напротив, увеличивает свою значимость по мере приближения к заводу: на расстояниях 2 и 7 км от завода он занимает 2-е место по числу видов, а на 1 км — 1-е, однако на 4 км его роль, также как и в фоновой зоне, невелика (4-е место).

На уровне семейств трансформация структуры сообществ следующая. Сем. Trichiaceae лидирует во всех зонах, сем. Stemonitaceae стабильно занимает 2-е место во всех зонах кроме удаления 7 км. Сем. Physaraceae по мере приближения к заводу теряет свои позиции и занимает 3-е место на удалениях 1, 2 и 4 км от завода. Роль сем. Cribariaceae, малозначимого в фоновой зоне, возрастает по мере приближения к заводу. Также несколько возрастает роль сем. Reticulariaceae.

Наиболее заметные тенденции — уменьшение роли пор. Physarales и сем. Physaraceae и увеличение роли пор. Liceales при приближении к источнику загрязнения. Предположительно, это можно связать с физиологическими особенностями представителей пор. Physaraceae, для которых характерно отложение извести в спорофоре. По мере приближения к заводу увеличивается кислотность почв и происходит вымывание кальция из почвы и, вероятно, из мертвой древесины. По всей вероятности, недостаток Са затрудняет образование плодового тела представителей Physarales. Представители порядка Liceales, которые, по всей вероятности, являются более толерантными, занимают освободившуюся экологическую нишу.

Расчет коэффициентов видового сходства (табл. 2) выявил максимальное сходство между удалениями 2 км и 7 км (0,35), и этот коэффициент значимо выше коэффициентов сходства между удалением 7 км и фоновой зоной (0,25) и удалениями 4 и 7 км (0,30).

Таблица 2. Сходство сообществ миксомицетов на разных удалениях от источника загрязнения

Удаление	2 км	4 км	7 км	20 км
1 км	0,22	0,21	0,22	0,20
2 км	-	0,31	0,35	0,26
4 км		-	0,30	0,29
7 км			-	0,25
20 км				-

Можно предположить, что территория на расстоянии 4 км от СУМЗа является более благополучной для миксомицетов, чем участки леса на расстоянии 7 км. Вероятно, причина этого в том, что участок на расстоянии 4 км находится в основании склона, обращенного от завода (на запад), что снижает интенсивность воздействия промвыбросов на сообщество миксомицетов. На этот факт указывает и то, что общее количество видов на 4-м километре самое высокое из всех, и в этой зоне обнаружено больше всего видов, не встречаемых в импактной и буферной зонах. Нельзя не обратить внимания и на

сходство таксономических спектров сообществ миксомицетов на удалении 4 км от СУМЗа и фоновой зоны, в то время как распределение порядков на расстоянии 2 и 7 км сходно, а таксономический спектр на промежуточной между ними отметке (4 км) значительно отличается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При приближении к медеплавильному комбинату происходит трансформация таксономической структуры сообществ миксомицетов. Сообщества миксомицетов на расстоянии 1 км от источника выбросов максимально трансформированы. Выявлено градиентное увеличение роли пор. Liceales в видовом разнообразии сообществ миксомицетов при возрастании техногенной нагрузки, при одновременном снижении роли пор. Physarales.

ЛИТЕРАТУРА

- Кусакин О.Г., Дроздов А.Л. Филема органического мира. Часть 2: Procariota, Eucaryota: Microsporobiontes, Archeomonadobiontes, Euglenobiontes, Myxobiontes, Rhodobiontes, Alveolates, Heterocontes. СПб.: Наука, 1997. 381 с.
- Новожилов Ю.К. Определитель грибов России. Отдел Мухомycota. Вып. 1. Класс Мухомycetes. СПб.: Наука, 1993. 287 с.
- Новожилов Ю.К. Миксомицеты Ленинградской области // Биоразнообразие Ленинградской области (Водоросли. Грибы. Лишайники. Мохообразные. Беспозвоночные животные. Рыбы и рыбообразные). СПб., 1999. С. 197–204.
- Плотников Б.С., Фефелов К.А. Таксономический состав миксомицетов города Екатеринбурга // Проблемы глобальной и региональной экологии: Материалы конф. молодых ученых. Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2003. С. 185–186.
- Плотников Б.С., Фефелов К.А. Географический и экологический анализ миксомицетов города // Экологические механизмы динамики и устойчивости биоты: Материалы конф. молодых ученых. Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2004. С. 180–183.
- Фефелов К.А. Влияние аэротехногенного загрязнения тяжелыми металлами и SO₂ на миксомицетов // Безопасность биосферы: Материалы конф. молодых ученых. Екатеринбург: Изд-во «Екатеринбург», 1997. С. 221.
- Фефелов К.А. Кортикальные миксомицеты Свердловской области // Проблемы экологии, иммунологии и медицины. Пермь, 1999. С. 61.
- Фефелов К.А. Ксилофильные сообщества миксомицетов // Экология процессов биологического разложения древесины. Екатеринбург, 2000. С. 56–66.
- Фефелов К.А. Изучение миксомицетов Урала методом влажных камер // Проблемы изучения и охраны биоразнообразия и природных ландшафтов Европы. Пенза, 2001. С. 149–151.
- Фефелов К.А. Миксомицеты антропогенно нарушенных территорий // Проблемы лесной фитопатологии и микологии. М., 2002 а. С. 254–256.

- Фефелов К.А. Особенности сообществ миксомицетов в городских условиях // Актуальные проблемы биологии и экологии. Сыктывкар, 2002 б. С. 168.
- Фефелов К.А., Плотников Б.С. Кортикальные миксомицеты сосны (*Pinus sylvestris* L.) в условиях городской среды // Вопросы практической экологии. Пенза, 2002. С. 214–216.
- Drozdowicz A. Myxomycetes in the Botanic Garden of the Jagillonian University in Cracow // Scripta Bot. Belg. 2002. V. 22. P. 20.
- Harkonen M. Corticolous Myxomycetes in three different habitats in southern Finland // Eripainos karstenia. 1977. V. 17. P. 19–32.
- Harkonen M. Some additions to the knowledge of Turkish Myxomycetes // Karstenia. 1987 (1988). V. 27. P. 1–7.
- Harkonen M., Uotila P. Turkish Myxomycetes, developed in moist chamber cultures // Karstenia. 1983. V. 23. P. 1–9.
- Ing B. Corticolous myxomycetes in the Royal Botanic Gardens, Kew // Scripta Bot. Belg. 2002. V. 22. P. 42.
- Mitchell D.W. Myxomycetes. Walton Cottage, Upper Hartfield, Sussex, ENGLAND, TN7 4AN, 2001. CD.
- Setälä A., Nuorteva P. High metal contents found in *Fuligo septica* (L.) Wiggers and some other slime molds (Myxomycetes) // Karstenia. 1989. V. 29. P. 37–44.
- Wrigley de Basanta D. Acid Deposition in Madrid and Corticolous Myxomycetes // Stapfia 73, zugleich Kataloge des OO. Landesmuseums, Neue Folge, 2000. V. 155. P. 113–120.

ГЕТЕРОТРОФНЫЕ ЖГУТИКОНОСЦЫ СОЛЕНЫХ СОЛЬ-ИЛЕЦКИХ ОЗЕР

А.О. Плотников, Е.А. Селиванова

Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН, г. Оренбург

В настоящее время гетеротрофные жгутиконосцы интенсивно изучаются не только протозоологами, но и гидробиологами, экологами и другими специалистами. Это связано с выраженным морфологическим и физиологическим разнообразием этой группы, ubicвитарным распространением в водных и почвенных биотопах и почти неизученными функциями в природных экосистемах. Однако гетеротрофные жгутиконосцы экстремальных местообитаний, таких как термальные источники, глубоководные гидротермы, ледниковые воды, гипергалинные, кислотные и содовые озера и др., только начинают изучаться. Целью нашего исследования явилась оценка видового богатства гетеротрофных жгутиконосцев в планктоне и бентосе соленых и солоноватых Соль-Илецких озер, расположенных на территории Оренбургской области.

Это группа из 6 озер, различных по минерализации (от 3 до 450 г/л) и ионному составу, с преобладанием Cl^- и Na^+ .

За весь период наблюдения (март – декабрь 2004 г.) обнаружено 43 вида гетеротрофных жгутиконосцев, 4 организма идентифицированы до рода. Все они принадлежали к 14 отрядам. В экологическом отношении гетеротрофные жгутиконосцы представляли собой гетерогенную группу, занимающую несколько экониш. Абсолютное большинство изученных протистов относились к планктонным видам. С максимальной частотой из 30 планктонных видов выявлялись *Spumella* sp., *Cafeteria roenbergensis*, *Bodo saliens*, *B. designis*, *Paraphysomonas* sp., *Monosiga ovata*. 8 видов жгутиконосцев встречались только в бентосе и были представлены *Heteromita reniformis*, *Pteridomonas pulex*, *Petalomonas pusilla*, *Percolomonas* sp., *Chylomastix undulata*, *Hexamita inflata*, *Trepomonas agilis*, *Metromonas simplex*. Наряду с аэробными жгутиконосцами выявлены виды, характерные для аноксигенных местообитаний. За исключением 2-х видов (*Percolomonas cosmopolitus*, *Hexamita rostrata*), все они встречались в бентосных пробах, представляющих собой черные сульфидные илы (*Percolomonas* sp., *Chylomastix undulata*, *Hexamita inflata*, *Trepomonas agilis*). Сравнение видового состава гетеротрофных жгутиконосцев Солилецких озер с другими континентальными и морскими водоемами демонстрирует высокую степень сходства населяющих их протистов. Большинство выявленных нами организмов являются типичными морскими формами (*Salpingoeca marina*, *S. collaris*, *Goniomonas pacifica*, *Allantion tachyploon*, *Pteridomonas pulex*, *Cafeteria roenbergensis*, *C. marsupialis*, *Pseudobodo tremulans*, *Pendulomonas adriperis*, *Caecitellus parvulus*, *Oxyrrhis marina*, *Bordnamons tropicana*, *Bodo designis*, *B. saliens*, *Rhynchomonas nasuta*, *Percolomonas cosmopolitus*, *Metromonas simplex*, *Massisteria marina*). Некоторые виды обнаруживались ранее в пресных водоемах (*Monosiga ovata*, *Codonosiga botrytis*, *Sphaeroeca volvox*, *Ancyromonas sigmoides*, *Cercomonas longicauda*, *Spumella* sp., *Petalomonas minor*, *P. minuta*, *P. pusilla*, *Bodo curvifilis*, *B. minimus*, *B. saltans*), а 1 вид характерен для рапных водоемов с солевым рассолом (*Pleurostomum salinum*). Характеризуя сезонные колебания в сообществе гетеротрофных жгутиконосцев, следует отметить изменения видового богатства. Максимальное количество видов (27) наблюдалось в сентябре, минимальное (14) — в июне. Наиболее богатыми оказались менее соленые озера Тузлучное, Большое Городское и Малое Городское с минерализацией 2,7–102,3 г/л. В них регистрировалось 5–11 видов в одной пробе. Менее богатыми были высокоминерализованные водоемы Развал, Дунино, Новое с минерализацией 32–451 г/л, населявшиеся 2–8 видами (в одной пробе).

ВЫВОДЫ

1. Гетеротрофные жгутиконосцы гипергалинных и мезогалинных континентальных водоемов представлены значительным количеством видов, и их видовое богатство связано с минерализацией воды.

2. Гетеротрофные жгутиконосцы соленых водоемов представляют собой гетерогенную экологическую группу, объединяющую обитателей различных экониш (планктонные и бентосные, аэробные и анаэробные виды).

3. Сообщества протистов гипергалинных экосистем формируются из стенобионтных видов, характерных только для мезогалинных и гипергалинных водоемов и эврибионтных видов, занесенных из пресных водоемов или почвы.

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ КАК ИНДИКАТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ

Т.М. Поварничина*, И.Л. Бухарина**

* Удмуртский госуниверситет, г. Ижевск

** Ижевская государственная сельскохозяйственная академия

Исследования проведены в 2003–2004 гг. в г. Ижевске (Удмуртская республика), на территории которого расположены крупные промышленные предприятия.

Объектом исследований были основные виды древесных растений (береза повислая — *Betula pendula* Roth., клен ясенелистный — *Acer negundo* L., липа мелколистная — *Tilia cordata* Mill., ива козья — *Salix caprea* L.), произрастающие в санитарно-защитных зонах (СЗЗ) промышленных предприятий и вдоль крупных автомагистралей. В качестве фона (зона условного контроля — ЗУК) была выбрана территория Ботанического сада Удмуртского госуниверситета и территория городского парка (ЦПКиО им. С.М. Кирова). Сбор вегетирующих листьев проведен в конце июня — начале июля, сбор опада листьев — в сентябре. Для оценки динамики танининов взяты пробы побегов древесных растений в начале и в конце вегетации.

В норме у растений в листьях может находиться свыше 40% общего азота. Значительная часть N и других элементов возвращается в побеги и ветви перед опадением листьев. Отток N из листьев колеблется в пределах от 1/3 до 2/3 его содержания (Краммер, Козловский, 1983).

Обнаружено повышенное, по сравнению с контролем, содержание N в вегетирующих листьях в СЗЗ предприятий и вдоль автомагистралей (статистически достоверное превышение составляет от 3% у *B. pendula* до 98% у

A. negundo). В осеннем опадe содержание азота не превышает таковое в вегетирующих листьях. В СЗЗ предприятий *A. negundo* и *S. caprea* осенью переводят в побег не более 60% азота.

В СЗЗ предприятий и вдоль магистралей отмечено увеличение содержания Р в вегетирующих листьях. По сравнению с ЗУК, повышение содержания Р составляет от 10% (*S. caprea*) до 56% (*T. cordata*). В СЗЗ предприятий желтыми листьями *B. pendula* Р выносится в количествах, превышающих его содержание в вегетирующих листьях. Также нарушен отток Р из осенних листьев и у остальных исследованных видов деревьев. В листьях *S. caprea* вдоль автомагистралей практически отсутствует отток Р в зимующие побеги.

Отмечено увеличение содержания К в вегетирующих листьях *B. pendula* на 3–10% и в листьях *S. caprea* на 44–91%. Осенний отток этого элемента практически не происходит у всех видов, произрастающих в СЗЗ. Отмечено превышение содержания К в осенних листьях в приагистральных посадках. Исключение составляет *S. caprea*. Избыток К в листьях может быть вызван нарушением водообмена растений.

Еще одним из перспективных параметров в разработке новых индикационных методов может служить содержание танинов, которые способны образовывать соединения с тяжелыми металлами. Выявлено, что к концу вегетации происходит накопление танинов в побегах у всех видов растений. Если в ЗУК содержание танинов увеличивается в 3–6 раз, вокруг промышленных предприятий — в 8–20 раз, то вдоль дорог их содержание возрастает в 10–40 раз.

ЛИТЕРАТУРА

Крамер П.Д., Козловский Т.Т. Физиология древесных растений. М.: Лесная промышленность, 1983. 462 с.

ОСОБЕННОСТИ СМЕНЫ ХОЗЯЕВ ПРИ ЗАСЕЛЕНИИ НОР ЛИСИЦЕЙ, КОРСАКОМ И БАРСУКОМ НА ЮГЕ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.М. Полещук*, Г.Н. Сидоров**

* Омский НИИ природноочаговых инфекций

** Омский госпедуниверситет

Лисица, корсак и барсук являются пушно-промысловыми видами, экология которых на территории Омской области изучена недостаточно. До начала нашей работы основное внимание уделялось оценке численности,

плотности популяций, эпизоотологическому и эпидемиологическому значению этих животных. Пространственная структура популяций хищников ранее не описывалась. Вместе с тем она представляет собой «морфологическую» основу популяционного гомеостаза, без которой не могут быть реализованы важнейшие общепопуляционные функции, такие как воспроизводство, регуляция плотности, общепринятая реакция на внешние условия, взаимоотношения с популяциями других видов.

Целью исследования явилось изучение пространственной дифференциации популяций лисицы, корсака и барсука на территории Омской области. Была поставлена задача установить особенности смены хозяев при заселении нор хищниками, что в определённой степени позволяет оценить динамику пространственной дифференциации особей в пределах исследуемой территории и напряжённость межвидовых отношений.

В течение 1991–1992, 1995, 1997, 2000–2003 гг. проводили обследование нор на площади 830 км² в Оконешниковском и Черлакском районах Омской области в степном и южно-лесостепном ландшафтах в период выведения молодняка (май, июнь). Выполнялись картографирование, описание убежищ, учёты численности хищников по выводковым норам (Чиркова, 1952; Сидоров, 1990). Выполнено 720 осмотров нор ($n=90$). Выявлялись особенности заселения убежищ, их использование разными хищниками под выводки, динамика смены хозяев.

Установлено, что частота использования одних и тех же нор, заселяемых тремя видами хищников неодинакова. Часть нор используется только одним видом, другие — двумя, третьи поочередно являются убежищами барсука, лисицы, корсака. Некоторые норы за период наших наблюдений не использовались вовсе. Норы, используемые одним видом, располагаются в условиях микроклимата, наиболее пригодного для обитания этого вида. На стационарной площадке из 90 обследованных норников за 8 лет наблюдений заселялись 77 нор. Из них $11,7 \pm 3,7\%$ заселялись только лисицей, $7,8 \pm 3,1\%$ — только барсуком, $5,2 \pm 2,5\%$ — только корсаком. Большая часть нор — $44,2 \pm 5,7\%$ использовались двумя видами — лисицей и барсуком. Все три вида попеременно поселялись в $18,2 \pm 4,4\%$ нор. При этом норы, в которых было установлено обитание только лисицы, занимались ею не более, чем на 2 года. Для убежищ, заселяемых только корсаком, определено их использование в течение 3 лет. Из нор, обживаемых только барсуком, некоторые служили убежищем хищнику до 5 лет. Таким образом, моновидовых убежищ на исследуемой площади относительно немного. Их дефицит способствует напряжённости межвидовых отношений. Барсук испытывает межвидовую конкуренцию в меньшей степени, чем корсак. Эта конкуренция не позволяет барсуку использовать одно и то

же убежище в течение более чем 3-х лет. Видимо у корсака с барсуком отношения менее напряженные, чем с лисицей, поскольку при наличии в соседях барсука убежища корсаком заселяются чаще, чем при соседе лисице. По всей видимости, лисица испытывает сильную конкуренцию со стороны барсука и конкурирует с корсаком. Являясь наиболее пластичным видом, она может заселять убежища, не используемые этими хищниками.

Заселяемые хищниками норники далеко не всегда служат для выведения потомства. Из нор, заселяемых только одним видом, для выведения потомства лисица использует относительно большее число убежищ ($17,9 \pm 4,7\%$), чем барсук ($7,5 \pm 3,2\%$). Это свидетельствует о большей требовательности барсука к условиям, предъявляемым к выводковому убежищу. Часть из осмотренных нор никогда не использовалась в качестве выводковых, однако в них селились звери-одиночки.

Выявлено, что на следующий год обжитая нора барсука (в 27 наблюдениях из 39) и лисицы (в 5 наблюдениях из 8) чаще заселяется тем же видом, а корсака в равной степени могут сменять барсук (4 наблюдения из 8) и корсак (3 наблюдения из 8).

В 25,6% случаев после барсука селится лисица (10 наблюдений из 39). К заселению той или иной норы ее привлекает качество норника, его защитные свойства, а возможно, и чистоплотность предшественника. В 56,3% представители семейства собачьих меняются барсуком (9 наблюдений из 16). В этом случае барсук избегает своих видоспецифичных паразитов. Корсак предпочитал выводить потомство в жилищах, перед тем занимаемых либо корсаком (2 наблюдения из 4), либо лисицей (2 наблюдения из 4). Выводков корсака в норах, предварительно занимаемых выводками барсука, отмечено не было.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на стыке степи и южной лесостепи Омской области больше всего было норников лисицы ($11,7 \pm 3,7$), затем следовали норники барсука ($7,8 \pm 3,1$) и корсака ($5,2 \pm 2,5$). Однако различия между этими показателями статистически недостоверны. Чаще норник на протяжении ряда лет служил убежищем поочередно для лисицы и барсука ($44,2 \pm 5,7$). Относительно высока встречаемость нор, поочередно являющихся убежищами для трех видов хищников ($18,2 \pm 4,4$). При этом норы, в которых наблюдали обитание только лисицы, занимались ею не более чем на 2 года, корсака — на 3, барсука — на 5 лет. Установлено, что на следующий год обжитая нора барсука и лисицы чаще заселяется этим же видом, а корсака могут сменять в равной степени барсук и опять корсак. В 25,6% случаев после барсука селилась лисица. Особенности смены хозяев убежища свидетельствует о том, что конкуренция за топические ресурсы сильнее выражена у лисицы со стороны барсука, а у корсака — со стороны лисицы. Барсук и корсак конкурируют в меньшей степени.

ХРОМОСОМНАЯ НЕСТАБИЛЬНОСТЬ И ИММУНОГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ У ГРЫЗУНОВ, ОБИТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИЯХ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРИРОДНЫХ СРЕДАХ

О.В. Полявина

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Среди всего многообразия техногенных поллютантов немаловажную роль отводят тяжелым металлам, которые обладают выраженной биологической активностью. На Урале широко распространено промышленное внесение в окружающую среду избыточных концентраций меди, цинка, свинца и кадмия. Кроме того, региональной особенностью является наличие естественных геохимических аномалий, приуроченных к ультраосновным горным породам, характеризующимся повышенным уровнем кобальта, никеля и хрома.

Большинство перечисленных металлов, такие как Cr, Co, Ni, Cu, Zn, являются физиологически необходимыми для организма. Вместе с тем повышенные концентрации этих биомикроэлементов оказывают токсическое действие. Свинец и кадмий являются физиологически чужеродными элементами, поэтому проявляют токсические свойства даже при незначительном поступлении в организм (Ершов, Плетнева, 1989).

Несмотря на встречающиеся в литературе противоречия относительно генотоксических свойств тяжелых металлов, большинство исследователей сходятся во мнении о том, что рассмотренные нами элементы вызывают генные мутации, способны индуцировать структурные и числовые aberrации хромосом, сестринские хроматидные обмены в культуре клеток млекопитающих, а также в исследованиях *in vivo* (Fu et al., 1999; Cheng et al., 2000; Fahmy, Aly, 2000; Lison et al., 2001; Seoane, Dulout, 2001; Wise et al., 2002; Ohshima, 2001, 2003; Wo•niak, Blasiak, 2003; Doreswamy et al., 2004; Minozzo et al., 2004; Mateuca et al., 2005).

Данная работа посвящена оценке генотоксического потенциала среды в зонах естественных геохимических аномалий с избыточным содержанием Co, Ni и Cr, а также рассмотрению морфофизиологических и иммуногематологических особенностей у рыжих полевок, обитающих на этих территориях.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Изучены частоты хромосомных нарушений (средняя доля клеток с хромосомными aberrациями, пробелами, анеуплоидных и полиплоидных клеток), а также ряд морфофизиологических и иммуногематологических показателей

(см. табл. 2) у рыжих полевок (*Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780) из зон естественных геохимических аномалий (окрестности пос. Уралец и ст. Анатольская Пригородного района Свердловской области), а также на предполагаемых контрольных территориях (юго-восточная часть Висимского государственного биосферного заповедника (ВГЗ) и окрестности д. Шигаево Шалинского района Свердловской области).

Препараты метафазных хромосом приготовлены из костного мозга и окрашены азур-эозином по Романовскому (Макгрегор, Варли, 1986). Иммуногематологические показатели оценивали стандартными методами (Лабораторные методы..., 1987). Концентрации тяжелых металлов (Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb) в печени животных установлены методом атомно-абсорбционной спектрометрии.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенных исследований выявили неоднозначную картину. Повышенный уровень структурных нарушений хромосом характерен для рыжих полевок, отловленных на одной из зон геохимических аномалий (пос. Уралец) (табл. 1).

Таблица 1. Частота хромосомных нарушений у рыжих полевок из зон естественных геохимических аномалий и контрольных территорий

Локалитет	Число животных (клеток)	Участие в размножении	Средняя доля клеток, %		
			с хромосомными абберациями	анеу- и поли- плоидных	с проба- лами
Висим	19 (950) 2 (200)	неразмножающиеся	1,26	0,84	2,11
		размножающиеся	1,50	1,00	2,00
		среднее	1,30	0,87	2,09
Уралец	7 (350) 7 (350)	неразмножающиеся	0,86	0,86	3,43
		размножающиеся	2,86	1,14	3,14
		среднее	1,86	1,00	3,29
Анато- льская	16 (800) 2 (200)	неразмножающиеся	0,63	0,25	1,75
		размножающиеся	0,50	0,50	3,50
		среднее	0,60	0,30	2,10
Шигаево	17 (550) 6 (225)	неразмножающиеся	0,55	0,18	1,45
		размножающиеся	1,78	0,00	2,67
		среднее	0,90	0,13	1,81

Однако при анализе изменчивости цитогенетических показателей у животных различного репродуктивного статуса выяснилось, что повышенный уровень хромосомной нестабильности у полевок из Уралеца, по-видимому, связан с высокой долей (50%) размножающихся животных, поскольку у них частота хромосомных аббераций была в 3 раза выше, чем у неразмножающихся животных ($\chi^2=3,84$; $df=1$; $p=0,05$). Остальные выборки были представлены, в основном, неполовозре-

лыми животными (их доля составляла от 74 до 90%). Различия по цитогенетическим показателям между неполовозрелыми полевками из всех локалитетов не выявлены ($\chi^2=2,94-4,94$; $df=3$; $p=0,18-0,40$).

Аналогичные результаты были получены Э.А. Гилевой с соавт. (2005, в печати), исследовавшими в течение 6-ти лет уровень геномной нестабильности в циклической популяции рыжей полевки. Ими показано достоверное повышение частот структурных нарушений хромосом в период размножения.

Для анализа морфофизиологического и иммуногематологического состояния животных из зон геохимических аномалий были включены только неразмножающиеся рыжие полевки, поскольку были выявлено достоверное влияние репродуктивного статуса на некоторые их исследованных показателей.

Таблица 2. Средние значения морфофизиологических и иммуногематологических показателей у неразмножающихся рыжих полевок из зон естественных геохимических аномалий и контрольных территорий

Локалитет	Висим	Уралец	Анато- льская	Шигаево	<i>N</i>
Число животных	19	7	16	17	
Индекс печени	64,31	59,78	57,21	57,04	4,47
Индекс щитовидной железы	9,13	10,35	8,03	9,15	5,69
Индекс надпочечника	0,23	0,28	0,29	0,25	6,40
Индекс селезенки	3,88	3,02	3,00	3,10	4,97
% базофилов	0,00	0,00	0,06	0,00	2,50
% эозинофилов	0,00	0,75	0,50	0,29	11,00*
% палочкоядерных нейтрофилов	15,11	15,25	5,81	14,53	16,22**
% сегментоядерных нейтрофилов	15,68	13,00	14,44	11,24	3,84
% нейтрофилов	30,79	28,25	20,25	25,77	7,13
% моноцитов	0,26	0,25	0,38	0,29	0,04
% лимфоцитов	68,95	70,75	78,81	68,35	6,26
% плазматических клеток	1,37	0,25	0,56	3,59	1,52
% гранулярных лимфоцитов	3,05	2,00	0,69	2,06	11,67**

Примечание: * — $p<0,05$, ** — $p<0,01$.

В целом для животных из Висима, Уралеца и Шигаево показан повышенный нейтрофилез за счет молодых форм — палочкоядерных нейтрофилов, а также высока доля гранулярных лимфоцитов (азуроцитов), которые рассматриваются как клетки-киллеры (Mihok et al., 1987) (табл. 2). Подобные сдвиги в иммунной системе могут свидетельствовать о напряженности фагоцитоза и протекании инфекционного процесса в этих популяциях.

Анализ содержания тяжелых металлов в печени грызунов показал, что существуют достоверные различия между исследованными группами животных по накоплению кобальта и кадмия, причем наибольшие концентрации этих микроэлементов обнаружены у полевок с территории предполагаемого контроля (ВГЗ) (табл. 3). Этот факт может определять повышенный уровень геномной нестабильности у неразмножающихся полевок из Висима. Нельзя исключать существование генотоксической нагрузки на рыжих полевок в этом локалитете, поскольку на расстоянии 10–15 км к востоку от места отлова грызунов в ВГЗ расположен Кировградский медеплавильный комбинат, в составе выбросов которого присутствуют SO_2 , CO , CO_2 , а также адсорбированные на твердых частицах Cu , Zn , As , Pb , Cd (Мухачева, Давыдова, 2004, в печати).

Таблица 3. Содержание тяжелых металлов в печени рыжих полевок из зон естественных геохимических аномалий и контрольных территорий

Локалитет	Содержание тяжелых металлов в печени, мкг/г сухого веса ($M \pm m$)						
	Cu	Zn	Ni	Co	Cr	Cd	Pb
Висим	10,9 $\pm$ 0,90	82,9 $\pm$ 5,68	0,7 $\pm$ 0,19	1,4 $\pm$ 0,36	3,2 $\pm$ 0,35	1,5 $\pm$ 0,35	1,8 $\pm$ 0,22
Уралец	12,6 $\pm$ 0,97	71,6 $\pm$ 4,55	0,7 $\pm$ 0,13	0,9 $\pm$ 0,33	3,4 $\pm$ 0,51	0,6 $\pm$ 0,16	2,0 $\pm$ 0,32
Анатольская	13,3 $\pm$ 0,44	81,6 $\pm$ 4,09	0,3 $\pm$ 0,08	0,2 $\pm$ 0,05	3,5 $\pm$ 0,55	0,2 $\pm$ 0,02	2,6 $\pm$ 0,31
Шигаево			0,7 $\pm$ 0,22	0,80 $\pm$ 0,20	2,5 $\pm$ 0,35		
$F(p)$	2,25(0,12)	1,37(0,26)	0,88(0,46)	2,94(0,04)	1,31(0,28)	7,25(0,002)	1,97(0,15)

На основании наших данных можно предположить, что рыжие полевки из окрестностей Уральца и Висимского заповедника подвергаются усиленной стрессовой нагрузке различной природы — это и токсическая нагрузка (Висим) и, возможно, инфекционные агенты (Висим, Уралец), и изменение гормонального фона при размножении (Уралец).

В целом полученные результаты нужно считать предварительными, и, безусловно, требуется продолжение дальнейших исследований с целью уточнения генотоксической нагрузки на животных из исследованных локалитетов.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ (№ 05–04–48373), РИ–112/001/249 и программы Президиума РАН «Фундаментальные науки — медицине Урала».

ЛИТЕРАТУРА

- Гилева Э.А., Ракитин С.Б., Чепраков М.И. Геномная нестабильность у рыжей полевки: популяционно-экологические аспекты // Экология. 2005. (в печати).
- Ершов Ю.А., Плетнева Т.В. Механизмы токсического действия неорганических соединений. М., Медицина, 1989. 272 с.

- Лабораторные методы исследования в клинике: Справочник / Под ред. В.В. Меньшикова и др. М.: Медицина, 1987. 368 с.
- Макгрегор Г., Варли Дж. Методы работы с хромосомами животных. М.: Мир, 1986. 268 с.
- Мухачева С.В., Давыдова Ю.А. К возможным причинам патоморфологических изменений в семенниках рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780) // Экология промышленного региона и экологическое образование. Нижний Тагил, 2004. (в печати).
- Cheng L., Sonntag D.M., de Boer J., Dixon K. Chromium (VI)-induced mutagenesis in the lungs of big blue transgenic mice // J. Environ. Pathol. Toxicol. Oncol. 2000. V. 19. № 3. P. 239–249.
- Doreswamy K., Shrilatha B., Rajeshkumar T., Muralidhara Nickel-induced oxidative stress in testis of mice: evidence of DNA damage and genotoxic effects // Journal of andrology. 2004. V. 25. № 6. P. 996–1003.
- Fahmy M.A., Aly F.A. In vivo and in vitro studies on the genotoxicity of cadmium chloride in mice // Journal of applied toxicology. 2000. V. 20. № 3. P. 231–238.
- Fu J.Y., Huang X.S., Zhu X.Q. Study on peripheral blood lymphocytes chromosome abnormality of people exposed to cadmium in environment // Biomedical and environmental sciences. 1999. V. 12. № 1. P. 15–19.
- Lison D., Boeck M.D., Verougstraete V., Kirsch-Volders M. Update on the genotoxicity and carcinogenicity of cobalt compounds // Occup. Environ. Med. 2001. V. 58. P. 619–625.
- Mateuca R., Aka P.V., Boeck M.D., Hauspie R., Kirsch-Volders M., Lison D. Influence of hOGG1, XRCC1 and XRCC3 genotypes on biomarkers of genotoxicity in workers exposed to cobalt or hard metal dusts // Toxicology letters. 2005. V. 156. № 2. P. 277–288.
- Mihok S., Descoteaux J-P., Lawton T., Lobreau A., Schwartz B. The azurocyte: a new kind of leukocyte from wild voles (*Microtus*) // Can. J. Zoology. 1987. V. 65. № 1. P. 54–62.
- Minozzo R., Deimling L.I., Gigante L.P., Santos-Mello R. Micronuclei in peripheral blood lymphocytes of workers exposed to lead // Mutation research. 2004. V. 564. № 1. P. 53–60.
- Ohshima S. Induction of aneuploidy by nickel sulfate in V79 Chinese hamster cells // Mutation research. 2001. V. 492. № 1–2. P. 39–50.
- Ohshima S. Induction of genetic instability and chromosomal instability by nickel sulfate in V79 Chinese hamster cells // Mutagenesis. 2003. V. 12. № 2. P. 133–137.
- Seoane A.I., Dulout F.N. Genotoxic ability of cadmium, chromium and nickel salt studied by kinetochore staining in the cytokinesis-blocked micronucleus assay // Mutation research. 2001. V. 490. № 2. P. 99–106.
- Wise J.P., Wise S.S., Little J.E. The cytotoxicity and genotoxicity of particulate and soluble hexavalent chromium in human lung cells // Mutation research. 2002. V. 517. № 1–2. P. 221–229.
- Wo•niak K., Blasiak J. In vitro genotoxicity of lead acetate: induction of single and double DNA strand breaks and DNA-protein cross-links // Mutation research. 2003. V. 535. № 2. P. 127–139.

ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ ФАУНЫ ВОДНЫХ И ОКОЛОВОДНЫХ ПТИЦ ЛЕСОСТЕПНОГО ЗАУРАЛЬЯ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX В.

В.Е. Поляков

Челябинский госуниверситет

Состояние орнитофауны лесостепного Зауралья в первой половине XX в. отражено в четырех сводках (Ларионов, 1926; Залесский И.М., Залесский П.М., 1931; Ольшванг, 1938; Шварц и др., 1951). В 1960–1980-х гг. наблюдениями были охвачены южные районы Тюменской (Азаров, Иванов, 1981), Челябинская и Курганская (Блинова, Блинов, 1997) области. С середины 1990-х гг. лесостепное Зауралье регулярно посещали орнитологи из Екатеринбурга. Маршрутные наблюдения проводили специалисты из Перми, Москвы и др. городов.

Настоящая работа посвящена анализу собственных и литературных данных с целью выявить направления изменений орнитофауны водных и околоводных птиц лесостепного Зауралья во второй половине XX в.

Рассматриваемый регион охватывает лесостепную зону в пределах Челябинской, Свердловской, Курганской и Тюменской областей (на восток до р. Ишим), а также северный Казахстан. Работа посвящена водным и околоводным птицам, к которым относятся представители отрядов гагарообразных, поганкообразных, веслоногих, голенастых, фламингообразных, гусеобразных и ржанкообразных. Всего 105 видов. Наблюдения проводили в мае-июне 2002–2004 гг. на территории 7 районов Курганской области. Автор принимал участие в исследованиях в составе групп под руководством д.б.н. В.К. Рябцева и к.б.н. В.В. Тарасова (ИЭРиЖ УрО РАН).

Был выявлен видовой состав птиц на данной территории, выяснен статус пребывания видов. В цель работы входило изучение гнездовой биологии птиц. Относительную оценку обилия давали по пяти категориям: многочисленный, обычный, немногочисленный, редкий и единично встречающийся.

За прошедшие 50 лет существенных изменений в количестве видов, а также в соотношении характеров пребывания не произошло. Число гнездящихся видов сократилось с 56 до 51, однако у 8 видов статус не определен, встречи этих видов регистрируются в летнее время, но гнездование пока не подтверждено фактическими данными. Основные изменения видового состава и обилия птиц представлены в таблице. Из общего списка было 7 видов. Практически все они были либо залетные, либо пролетные. Негативные тенденции коснулись: из уток — синьги, из куликов — хрустана.

Таблица. Изменения орнитофауны лесостепного Зауралья
во второй половине XX в.

Вид	1920- 1950 гг.	1960- 1984 гг.	1995- 2005 гг.	Вид	1920- 1950 гг.	1960- 1984 гг.	1995- 2005 гг.
исчезли				появились			
<i>Platalea leucorodia</i>	з	—	—	<i>Pelicanus onocrotalus</i>	—	—	з
<i>Melanitta nigra</i>	пр-р	—	—	<i>Nycticorax nycticorax</i>	—	—	з
<i>Eudromias morinellus</i>	пр	пр	—	<i>Ciconia ciconia</i>	—	—	з-ед
<i>Phalaropus fulicarius</i>	пр-р	—	—	<i>Phoenicopiterus roseus</i>	—	—	з-ед
<i>Calidris canutus</i>	пр-р	—	—	<i>Somateria mollissima</i>	—	—	з-ед
<i>Calidris maritima</i>	—	пр-ед	—	<i>Charadrius alexandrinus</i>	—	—	гн-ед
<i>Stercorarius pomarinus</i>	з	—	—	<i>Limicola falcinellus</i>	—	—	пр-ед
сократили численность и распространение				увеличили численность и распространение			
<i>Aythya nyroca</i>	гн-р, об	—	л-ед	<i>Pelicanus crispus</i>	з, гн-р	гн	гн
<i>Melanitta fusca</i>	гн-р, нем	л-нем	л-ед	<i>Phalacrocorax carbo</i>	з, л	гн-р	гн-об, нем
<i>Mergus albellus</i>	гн- нем	пр	пр	<i>Egretta alba</i>	з	з	гн-нем
<i>Oxyura leucocephala</i>	гн	л-нем	гн-р	<i>Cygnus olor</i>	гн-р	гн- нем	гн-об, нем
<i>Chettusia gregaria</i>	л-р	гн-ед	л-ед	<i>Netta rufina</i>	гн-р	—	гн-об, нем
<i>Haematopus ostralegus</i>	гн-р	л-р	гн-ед	<i>Himantopus himantopus</i>	з	з	гн-об, нем
<i>Tringa glareola</i>	гн-об	гн- нем	л-р	<i>Recurvirostra avosetta</i>	гн-р	гн- нем	гн-нем
<i>Tringa nebularia</i>	гн	пр	пр	<i>Glareola nordmanni</i>	гн-р	гн- нем	гн-нем, об
<i>Gallinago media</i>	гн-об, р	л-р	л-ед	<i>Larus ichtyaetus</i>	л-ед	гн- спор	гн-р
<i>Scolopax rusticola</i>	гн-об	пр	гн-р	—	—	—	—
<i>Numenius arquata</i>	гн-об	гн-р	гн-ед	—	—	—	—
<i>Numenius phaeopus</i>	гн-р	пр	пр	—	—	—	—
<i>Numenius tenuirostris</i>	л-р	—	л-ед	—	—	—	—

гн - гнездится, пр - пролетный, л - летнее пребывание, з - залетный; об - обычный, нем - немногочисленный, р - редкий, ед - единичные встречи, спор - sporadicное пребывание.

За последние 10 лет в лесостепном Зауралье отмечено 7 новых видов. Это случайные залеты розового пеликана, кваквы, белого аиста, фламинго, обыкновенной гаги и кулика грязовика. Зарегистрирован единичный случай гнездования морского зуйка.

Пять видов, наблюдавшихся на гнездовании до 1950-х гг., в настоящее время отмечаются только на пролете. Один из них — турпан, который до 1960–1970-х гг. был обычен на пролете и в небольшом числе гнезился в лесостепной и степной

зонах. По данным В.И. Азарова и Г.К. Иванова (1981), в 1970-х гг. этот вид ещё гнезился в южных районах Тюменской области. В 1980-х гг. его встречали летом во всех четырех обследованных пунктах на территории лесостепного Зауралья (Блинова, Блинов, 1997). Единственная встреча турлана в гнездовой период за последние 15 лет была в окрестностях г. Челябинска (Гордиенко, 2002).

Восемь видов имеют тенденцию к сокращению численности: в прошлом они были обычны или немногочисленны, в настоящий момент редки или встречаются единично. Под угрозой исчезновения находятся: белоглазый нырок, кречетка, кулик-сорока, дупель, большой и тонкоклювый кроншнепы. Эти виды, за исключением дупеля, внесены в Красные книги России и Курганской области. В прошлом дупель был одним из самых распространенных объектов охоты среди куликов. За последние 10 лет зарегистрировано 2 встречи дупеля на изучаемой территории (Тарасов, 2001; собственные наблюдения).

За последние 10–20 лет произошли изменения в распространении ряда южных, степных видов водных и околотовдных птиц. Происходит смещение гнездовых ареалов к северу. В результате этого виды, изредка встречавшиеся в лесостепном Зауралье в прошлом, теперь широко распространены по всей территории и гнездятся. Это иллюстрируется на примере белой цапли (рисунок).

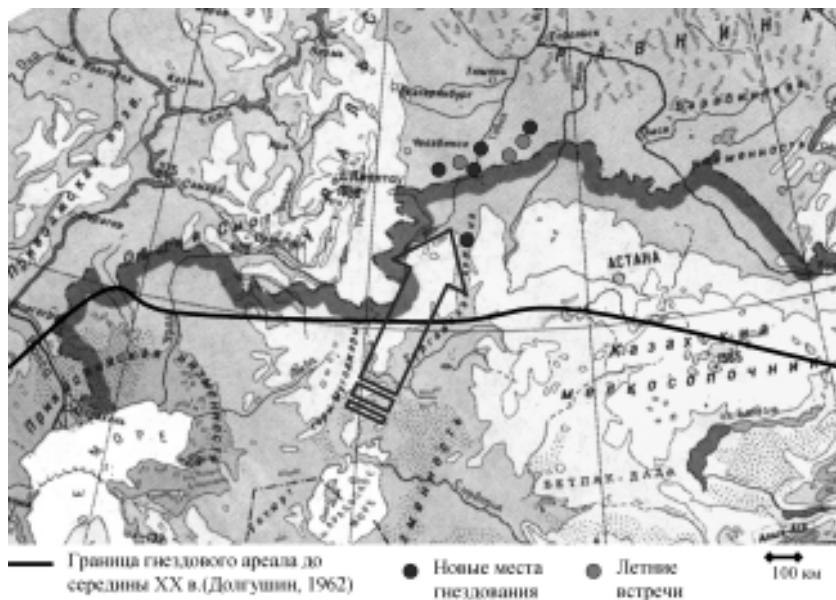


Рисунок. Изменения гнездового ареала белой цапли (по: Блинова, Блинов, 1997; Захаров и др., 2000; Вершинин, 2002; собственные наблюдения).

Также изменилось распространение ходулочника, бывшего в прошлом залетным видом на изучаемой территории. В настоящее время этот колониальный вид гнездится по всему рассматриваемому региону. В 1990–2000-х гг. в лесостепном Зауралье заметно увеличилась численность южных видов. Так, красноносый нырок (степной вид) в небольшом числе гнезвился в лесостепном Зауралье в середине XX в. (Шварц и др., 1951); в 1970–1980-х гг. здесь не отмечался; в 2000-х гг. встречен нами во многих районах Курганской области, вплоть до границ с Тюменской.

Таким образом, гнездовые ареалы видов, находившихся в лесостепи на южном пределе распространения (турпан, луток, фифи, большой улит и дупель), сдвинулись на север. Вероятно, это произошло по причине изменений климата в направлении потепления, что привело к трансформации и сокращению гнездовых биотопов. Негативные тенденции коснулись преимущественно степных видов. Кулики — кречетка и большой кроншнеп, вероятно всего, исчезли по причине распашки целинных земель. На промысловые виды (белоглазый нырок, савка, дупель, вальдшнеп, большой кроншнеп) отрицательное влияние оказала также охота.

Проникновение южных видов в лесостепь подтверждает предположение об изменении здесь условий гнездования. Вероятно, успешному гнездованию южных видов птиц в лесостепи могли способствовать такие факторы, как увеличение количества дней с высокой температурой, более ранние сроки наступления весны. Также могло сказаться ухудшение условий на прежних местах гнездования в Центральном Казахстане. Н.С. Гордиенко (2004) расселение южных, степных видов на север объясняет высоким уровнем воды в озёрах лесостепного Зауралья на фоне продолжительного ухудшения условий на прежних местах гнездования. В 2006–2010 гг. она прогнозирует спад численности и исчезновение южных видов из лесостепи вместе с наступлением здесь засушливого периода.

ЛИТЕРАТУРА

- Азаров В.И., Иванов Г.К. Редкие животные Тюменской области. Свердловск, 1981. 112 с.
- Блинова Т.К., Блинов В.Н. Птицы Южного Зауралья: лесостепь и степь. Т. 1. Фаунистический обзор и охрана птиц. Новосибирск: Наука, 1997. 296 с.
- Вершинин Ю.Ф. Редкие птицы в окрестностях села Озерное (Курганская область) // Материалы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири. Екатеринбург: «Академкнига», 2002. С. 72.
- Гордиенко Н.С. Новые материалы по фауне и распространению птиц в Челябинской области // Материалы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири. Екатеринбург: «Академкнига», 2002. С. 104–107.
- Гордиенко Н.С. Динамика фауны, населения и распространения водно-болотных птиц Южного Урала и Северного Казахстана в условиях внутривековых гидроклима-

- тических колебаний // Сибирская зоологическая конференция. Тезисы докладов. Новосибирск, 2004. С. 122–123.
- Залесский И.М., Залесский П.М. Птицы Юго-Западной Сибири // Бюлл. МОИП Отд. биол. 1931. Т. XV. Вып. 3–4. С. 145–206.
- Захаров В.Д., Мигун Н.Н., Гайдученко Л.Л. К статусу большой белой цапли в Челябинской области // Материалы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири. Екатеринбург: Изд-во «Екатеринбург», 2000. С. 77–78.
- Ларионов В.Ф. Перечень птиц Тюменского округа // Изв. Томского ун-та. Т. 77. Вып. 3. 1926. С. 185–196.
- Ольшванг Н.А. Обзор орнитофауны Троицкого лесостепного заповедника // Изв. науч.-исслед. биол. ин-та при Пермском ун-те. 1938. Т. XI. Вып. 7–8. С. 57–86.
- Тарасов В.В., Рябицев В.К., Грехов Р.Г., Ляхов А.Г. К фауне птиц окрестностей Макушино // Материалы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири. Екатеринбург: Изд-во «Екатеринбург», 2001. С. 160–166.
- Шварц С.С., Павлинин В.Н., Данилов Н.Н. Животный мир Урала: Наземные позвоночные. Свердловск, 1951. 176 с.

ГЕНОМНАЯ НЕСТАБИЛЬНОСТЬ В ЦИКЛИЧЕСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ РЫЖЕЙ ПОЛЕВКИ

С.Б. Ракитин

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

В связи с популяционной цикликой существенный интерес представляет динамика частоты хромосомных мутаций в соматических клетках, в первую очередь, в костном мозге. Соматические мутации являются одним из основных механизмов в формировании специфического иммунитета, необходимого для поддержания популяционного гомеостаза, а костный мозг у млекопитающих представляет собой один из центральных органов иммунной системы. В то же время, изучение хромосомной нестабильности в клетках костного мозга позволяет охарактеризовать мутационный процесс в целом, т. к. частота мутационных событий, регистрируемых с помощью светового микроскопа в соматических клетках, в высокой степени коррелирует с частотой точковых мутаций и других изменений генома, в том числе и в герминативной ткани. Цитогенетический подход пока не был последовательно реализован по отношению к млекопитающим из циклических популяций. Лишь С.Г. Дмитриев и др. (Dmitriev et al., 1997) на небольшом материале оценивали частоту хромосомных aberrаций у полевок рода *Clethrionomys* при разных относительных численностях. В 1999 году было начато изучение динамики хромосомной

нестабильности у рыжих полевых из популяции, характеризующейся значительными колебаниями численности. Основным содержанием работы является исследование связи между популяционно-демографическими, морфофизиологическими и цитогенетическими показателями. В настоящей статье в краткой форме изложены результаты шестилетних наблюдений.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследованная популяция рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780) находится в окрестностях села Шигаево Шалинского р-на Свердловской области (57°15' с.ш., 58°44' в.д.), где документирован фоновый для Урала уровень антропогенного воздействия. Место отлова площадью около 12 га расположено на участке зрелого пихтово-елового с березой и осиной травяно-зеленомошного леса. Отлов проводили живоловками и для оценки численности использовали показатель попадаемости на 100 ловушко-суток за первые два дня отлова, так как в ряде случаев улов во второй день был выше, чем в первый. Репродуктивный статус определяли по состоянию генеративных органов. К размножавшимся относили беременных и родивших самок, самцов с массой семенника более 50 мг с развитыми придатками и выраженным сперматогенезом. Самцов со спавшимися придатками и семенниками также относили к участвовавшим в размножении. У беременных самок и у самок со свежими плацентарными пятнами рассчитывали долю эмбриональной гибели потомства. Кроме того, у всех полевок определяли стандартные экстерналии: промеры, массу тела, относительный вес надпочечников, селезенки, печени, а у неразмножавшихся сеголеток рассчитывали индекс тимуса. Отдельно регистрировали особей с гипертрофированной селезенкой. Гипертрофированными считали селезенки с относительным весом более 10% (Оленев, Пасичник, 2003). При определении относительного веса печени, попутно учитывали наличие в ней цист гельминтов, видимых невооруженным глазом. Возраст зверьков устанавливали по стадии формирования корня второго верхнего коренного зуба (Оленев, 1989). Препараты метафазных хромосом готовили из костного мозга грызунов, окрашивали азур-эозином и анализировали, как правило, по 25–100 клеток для каждого животного (в редких случаях до 250), учитывая структурные aberrации хромосом, пробелы, анеу- и полиплоидию. В общей сложности было проанализировано 11475 клеток от 344 полевок.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 1999 и 2000 гг. отлов проводился трижды за полевой сезон (в мае, второй половине июля и сентябре), в 2001 г. в июле и сентябре, в последующие три года животные отлавливались только летом (в конце июля), поскольку сезонные различия по частоте клеток с нарушениями хромосом не были обнаружены (Ракитин,

2001). В данной работе рассмотрены только летние наиболее обширные выборки. В таблице 1 приведены частоты трех типов хромосомных нарушений у пойманных летом полевков, различавшихся по репродуктивному статусу, возрасту и году отлова. Отсутствие половых различий по средним частотам хромосомных нарушений было подтверждено с помощью критерия χ^2 . Между самцами и самками не наблюдалось значимых различий ни в одном из попарных сравнений ($\chi^2=0,00-2,34$; $df=1$; $p=0,126-1,000$), а также при суммировании значений χ^2 для каждого из трех цитогенетических показателей — $\chi^2=2,08-5,75$; $df=4-11$; $p=0,721-0,964$, что позволило объединить данные по самцам и самкам. Следует отметить, что у лабораторных грызунов некоторые авторы отмечали половые различия по уровням цитогенетических нарушений (например, Mavournin et al., 1990), однако в большинстве случаев, у диких и синантропных грызунов значимые различия между самцами и самками отсутствуют (Гилева, 1997). Влияние возраста на уровни хромосомной нестабильности было оценено у размножавшихся полевков (сравнивались перезимовавшие и сеголетки за 1999–2003 гг., в 2004 г. размножающиеся сеголетки не были пойманы) с помощью трехфакторного лог-линейного анализа с факторами «год», «возраст» и «частота клеток с хромосомными нарушениями» на объединенном по самцам и самкам материале. Неразмножавшиеся животные не рассматривались, поскольку они были представлены только одной возрастной группой — сеголетками. Все три показателя хромосомной нестабильности не обнаруживали значимой связи с возрастом ($G=1,48-8,06$; $df=5$; $p=0,153-0,915$). Таким образом, у рыжей полевки мы не регистрировали значимого повышения частоты хромосомных нарушений по мере старения, которое было описано рядом исследователей у млекопитающих, преимущественно у человека и лабораторных грызунов (Lezhava, 2001).

Для структурных хромосомных aberrаций такое повышение наблюдается далеко не всегда (Tucker et al., 1999). Более однозначна ситуация с анеупloidией — в большинстве случаев с возрастом ее частота возрастает (Xiao et al., 1998). Нужно, однако, подчеркнуть, что эффект старения чаще обнаруживается лишь в позднесенильном возрасте (Ракитин, 2002). Среди исследованных перезимовавших рыжих полевков преобладали особи, не достигшие годовалого возраста, так что эффект старения у них не был выражен достаточно сильно. Вместе с тем, по всем трем видам цитогенетических нарушений, особенно частоте клеток с числовыми нарушениями хромосом (анеу- и полиплоидных), заметна тенденция к повышению у перезимовавших, т. е. более старых животных, по сравнению с половозрелыми сеголетками (табл. 1).

На материале, объединенном по полу и возрасту размножавшихся животных, был проведен лог-линейный анализ с факторами «год отлова», «репродуктивный статус» и «частота клеток с хромосомными нарушениями». Из таблиц 1 и 2 видно, что во все годы наблюдений частоты клеток с хромосом-

Таблица 1. Частота хромосомных нарушений и индекс надпочечника у рыжих полевок, различающихся по возрасту, репродуктивному статусу и году отлова

Год	Репродуктивный статус особи	Возрастная группа	Число животных	Число клеток	Средняя частота клеток, %			Индекс надпочечника, ‰
					с абберациями хромосом	анеу- и полиплоидных	с пробелами	
1999	размножавшиеся	перезимовавшие	12	600	1,17	2,00	1,67	0,346
		сеголетки	2	250	1,60	1,20	2,00	0,350
	неразмножавшиеся	сеголетки	55	1375	0,36	0,87	1,38	0,216
2000	размножавшиеся	перезимовавшие	11	475	1,89	1,89	1,47	0,325
		сеголетки	38	950	1,47	0,63	2,32	0,355
	неразмножавшиеся	сеголетки	11	600	0,83	0,50	3,00	0,197
2001	размножавшиеся	перезимовавшие	19	500	3,00	1,20	3,20	0,217
		сеголетки	1	250	2,80	0,80	2,00	0,505
	неразмножавшиеся	сеголетки	61	1525	2,30	1,11	3,21	0,209
2002	размножавшиеся	перезимовавшие	8	475	2,95	1,47	3,16	0,288
		сеголетки	12	325	2,77	0,92	1,54	0,310
	неразмножавшиеся	сеголетки	19	550	2,18	0,18	2,73	0,238
2003	размножавшиеся	перезимовавшие	6	350	4,00	1,14	5,43	0,297
		сеголетки	9	525	2,86	0,76	2,86	0,318
	неразмножавшиеся	сеголетки	18	625	2,24	0,64	4,00	0,223
2004	размножавшиеся	перезимовавшие	24	900	1,33	0,56	1,89	0,340
	неразмножавшиеся	сеголетки	38	1200	0,83	0,67	1,67	0,250

ными абберациями у размножавшихся полевок (перезимовавшие+сеголетки) были выше в 1,3–1,5–1,6–2 раза, а в 1999 г. в 4 раза, чем у сеголеток, не участвующих в размножении (эти различия оказались значимыми на уровне

Таблица 2. Популяционные параметры и усредненные по полу и возрасту частоты хромосомных нарушений у рыжих полевок

Год отлова	Относительная численность ос./100 л.-с.	Доля размножающихся секолеток	Число карiotипированных животных *	Число клеток *	Средняя частота клеток, %					
					с абберациями хромосом		анеу- и полиплоидных		с пробелами	
					размножавшиеся животные	неразмножавшиеся животные	размножавшиеся животные	неразмножавшиеся животные	размножавшиеся животные	неразмножавшиеся животные
1999	54,0	2,6	14 55	850 1375	1,29	0,36	1,76	0,87	1,76	1,38
2000	12,6	74,6	49 11	1425 600	1,61	0,83	1,05	0,50	2,04	3,00
2001	37,2	1,6	20 61	750 1525	2,93	2,30	1,07	1,11	2,80	3,21
2002	6,8	38,7	20 19	800 550	2,88	2,18	1,25	0,18	2,50	2,73
2003	17,5	33,3	15 18	875 625	3,31	2,24	0,91	0,64	3,89	4,00
2004	69,0	0,0	24 38	900 1200	1,33	0,83	0,56	0,67	1,89	1,67
					$R_S=0,93$; $p=0,008$		$R_S=0,09$; $p=0,872$		$R_S=0,94$; $p=0,005$	

Примечание: * - в числителе даны объемы выборки для размножавшихся животных, в знаменателе – для неразмножавшихся.

5,3%). Сходная тенденция наблюдается и для частот анеуплоидии и полиплоидии, но ее значимость не достигает 5%-го уровня, хотя и близка к нему ($p=0,087$). Различия по частотам клеток с пробелами у размножавшихся и неразмножавшихся животных не были обнаружены. Нужно отметить, что рост хромосомной нестабильности в период размножения наблюдался как у самцов, так и у самок. Одной из причин этого роста может быть подъем гормональной активности, связанный с периодом репродукции. Известно, что эстрогены вызывают структурные и числовые мутации хромосом (Liehr, 2000). Кроме того, половые стероидные гормоны (в частности, тестостерон и прогестерон) действуют как иммуносупрессоры (Лохмиллер, Мошкин, 1999). Угнетение иммунной системы, участвующей в поддержании генетического гомеостаза организма, может приводить к росту геномной нестабильности.

Межгодовые различия по частотам хромосомных аббераций и пробелов оказались высоко значимыми ($G=49,75$; $df=10$; $p=0,000001$ и $G=31,78$; $df=10$; $p=0,0004$, соответственно), в отличие от числовых мутаций ($G=13,13$; $df=10$; $p=0,216$). Погодовая динамика цитогенетических параметров на материале,

объединенном по полу, возрасту и репродуктивному статусу животных, показана на рисунке 1. За период наблюдений популяция прошла через полный цикл, включая два пика численности. Межгодовые различия частот хромосомных aberrаций и пробелов были высоко достоверны и, как видно из таблицы 5, обнаружили явную тенденцию к отрицательной связи с относительной численностью (независимо от репродуктивного статуса полевок). В годы пика численности (1999, 2004) частота структурных нарушений у полевок была в 3–4 раза ниже, чем в годы спада и подъема.

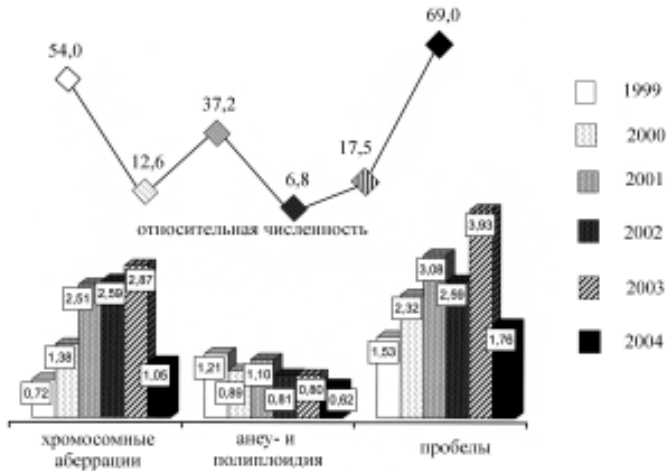


Рис. 1. Средняя частота клеток с хромосомными нарушениями (%) и относительная численность (особей/100 ловушко-суток) у рыжей полевки в 1999–2004 гг.

Результаты изучения морфофизиологических параметров в циклической популяции рыжей полевки представлены в таблицах 3–4. Индексы печени и надпочечника были рассчитаны только для самцов и неразмножавшихся самок, поскольку в период репродукции у самок относительный вес этих органов значительно изменяется. Как видно из таблиц 3 и 5, связь между этими индексами и относительной численностью отсутствует. В литературе по этому поводу встречается масса неоднородных данных (Чернявский, Ткачев, 1982). Для селезенки рядом авторов (Оленев, Пасичник, 2003) отмечено явление гипертрофии. У полевок из Шигаева максимальный вес этого органа достигал 2,4 г (81,1%) при норме около 150 мг (10%). При этом доля особей с гипертрофированной селезенкой проявляет тенденцию к отрицательной связи с популяционной численностью (табл. 3 и 5). Так как увеличенная селезенка

характерна для размножающихся животных (Оленев, Пасичник, 2003), доля которых значительно снижается в годы пика численности, то описанная тенденция становится вполне закономерной.

Таблица 3. Популяционные и морфофизиологические параметры у рыжих полевок (в скобках указан объем выборки)

Год отлова	Относительная численность, ос./100 л.-с.	Доля размножавшихся сеголеток, %	Индекс печени, ‰*	Индекс надпочечника, ‰*	Доля особей с гипертрофированной селезенкой, %	Эмбриональная смертность, %	Доля особей с гельминтами в печени, %
1999	54,0	2,6	65,20 (61)	0,220 (61)	0,0 (69)	15,0 (8)	4,3 (69)
2000	12,6	74,6	65,29 (37)	0,225 (37)	31,7 (60)	8,5 (23)	5,0 (60)
2001	37,2	1,6	62,17 (76)	0,203 (76)	18,5 (81)	8,0 (5)	1,2 (81)
2002	6,8	38,7	58,87 (28)	0,231 (28)	12,8 (39)	3,3 (11)	5,1 (39)
2003	17,5	33,3	61,88 (29)	0,231 (29)	3,0 (33)	23,1 (4)	0,0 (33)
2004	69,0	0,0	55,51 (50)	0,239 (50)	4,8 (62)	5,1 (11)	3,2 (62)

*Примечание: * - индексы надпочечника и печени вычислены только для самцов и неразмножавшихся самок.*

Логично предположить, что с ростом численности у полевок будет происходить увеличение эмбриональной смертности, обусловленной увеличением социального стресса, однако, такая связь не выявлена, возможно, из-за небольшого числа изученных животных (табл. 3 и 5). Доля особей с наличием цист гельминтов в печени проявляет тенденцию к отрицательной связи с численностью (табл. 5). Возможно, что это связано с уменьшением доли размножающихся животных при высоких численностях, для которых отмечена повышенная инфицированность (Башенина и др., 1981). В таблице 4 представлены индексы тимуса и семенника только у неразмножавшихся полевков, т. к. вес этих желез тесно связан с половым созреванием. В большинстве случаев индекс тимуса уменьшается с возрастом животных ($R_s = -0,37-0,10$; $df=11-61$; $p=0,061-0,540$). Данная закономерность описана в литературе для многих

видов грызунов (Шварц и др., 1968). Индекс семенника у неразмножающихся самцов проявляет тенденцию к отрицательной связи с возрастом ($R_s=0,45-0,61$; $df=9-34$; $p=0,031-0,792$), что вполне объяснимо — у таких полевок на фоне продолжающегося роста происходит замедление развития половых желез. Статистически незначимые положительные коэффициенты корреляции наблюдались в годы с наименее представительными выборками. У размножавшихся самцов не обнаружено статистически значимой связи индекса семенника с возрастом. Для анализа связи массы тимуса и семенника с численностью использовали группу животных близких по возрасту (25–60 дн.) и присутствующих в отловах каждый год. Для индексов тимуса и семенника характерны достаточно высокие отрицательные коэффициенты корреляции с относительной численностью (табл. 5). По-видимому, наблюдаемая картина для индекса семенника связана с угнетением полового созревания сеголеток в годы высокой численности. На снижение относительного веса тимуса в годы высокой численности, возможно, оказывает ухудшение общего физиологического состояния организма в это время (Шварц и др., 1968).

Таблица 4. Относительный вес тимуса и семенника у неразмножавшихся сеголеток с учетом возраста и года отлова

Год отлова	Возраст, дн.	Количество животных	Средний индекс тимуса, ‰	Количество самцов	Средний индекс семенника, ‰
1999	25-60	26	1,92	11	0,52
	65-95	25	1,78	11	0,46
	110	4	1,34	2	0,30
2000	30-60	8	2,18	8	1,19
	65-90	2	1,81	1	1,18
	140	1	0,68	1	0,57
2001	30-60	22	2,06	10	0,54
	65-95	36	1,75	21	0,46
	110-140	3	1,90	3	0,39
2002	35-60	17	1,71	9	3,29
	65-95	2	1,12	1	3,33
2003	30-60	18	2,66	9	1,55
2004	25-60	5	2,68	18	0,96
	65-95	2	1,46	5	0,53

Можно предположить, что изменение физиологического состояния животных, косвенно оцениваемое по индексам органов, может отразиться на

Таблица 5. Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена между популяционными параметрами и средними значениями цитогенетических и морфофизиологических показателей (N=6, в скобках указано значение p)

Показатели	Относительная численность
Хромосомные аберрации	-0,66 (0,156)
Анеу- и полиплоидия	-0,03 (0,957)
Пробелы	-0,49 (0,329)
Доля размножающихся сеголеток	-0,89 (0,019)
Индекс надпочечника*	0,03 (0,957)
Индекс печени*	-0,20 (0,704)
Индекс селезенки	-0,49 (0,329)
Индекс семенника **	-0,77 (0,072)
Индекс тимуса**	-0,48 (0,328)
Эмбриональная смертность	0,14 (0,787)
Доля особей с гипертрофированной селезенкой	-0,49 (0,329)
Доля особей с гельминтами в печени	-0,49 (0,329)

Примечания: * - индексы вычислены только для самцов и неразмножавшихся самок;

** - индексы вычислены для 25-60 дневных неразмножавшихся сеголеток.

уровне геномной нестабильности. Так, увеличение индекса надпочечника принято связывать с возрастанием продукции гормонов стресса, обладающих мутагенной активностью. Активация энергомобилизующих механизмов, косвенной оценкой которых служит индекс печени, также относится к типичному проявлению стресса. Селезенка и тимус относятся к иммунокомпетентным органам, и их относительный вес вполне может отражать их функциональную активность, следствием которой является изменение иммунного статуса, связанного с цитогенетическим гомеостазом организма. Индекс семенника у размножавшихся самцов косвенно связан со степенью продукции половых гормонов, также проявляющим мутагенный эффект. Для проверки этого предположения отдельно для каждого года отлова были рассчитаны коэффициенты корреляции Спирмена на индивидуальном уровне между цитогенетическими и такими морфофизиологическими показателями, как индекс надпочечника и печени у самцов и неразмножавшихся самок, индекс селезенки, индекс семенника у размножавшихся самцов, индекс тимуса у неразмножавшихся сеголеток и доля эмбриональных потерь у самок. В результате только 2 коэффициента из 108 рассчитанных оказались значимыми. Это позволяет сомневаться

либо в существовании связи между изменением физиологического состояния животных и геномной нестабильностью, либо в ценности этих индексов как индикаторов роли эндокринных факторов в популяционной циклике.

Обсуждая межгодовую изменчивость уровней геномной нестабильности у рыжей полевки из Шигаева, рассмотрим несколько её возможных причин.

Как видно из таблицы 5, значения R_s для двух параметров хромосомной нестабильности относительно велики, и недостоверность их отличий от 0 может быть связана с краткостью периода наблюдений. Изменения численности за время наблюдений были умеренными (максимум 10-кратными, в то время как для рыжей полевки известны гораздо более значительные — 80–100-кратные флуктуации (Башенина и др., 1981; Жигальский, Кшняев, 2000). Тем не менее, статистически значимый коэффициент корреляции между численностью и долей размножающихся сеголеток (табл. 5) свидетельствует о том, что в период наблюдений в исследованной популяции включались плотностно-зависимые механизмы. В таких ситуациях у грызунов наблюдаются значительные изменения углеводного и липидного обмена и нейроэндокринного статуса, предположительно обусловленные стрессом (например, Чернявский и др., 2003). Известно, что вариации метаболизма в ходе популяционных циклов оказывают определенное влияние на степень геномной нестабильности, в частности, кластогенным эффектом могут обладать стрессовые гормоны, как продемонстрировали на грызунах С.В. Сорова и др. (1986).

Нельзя исключить вклад генетической составляющей в изменчивость уровней геномной нестабильности у рыжей полевки из Шигаева. Флуктуации аллельных частот, сопровождающие колебания популяционной численности, в том числе у *Clethrionomys* (Курышев, Чернявский, 1988), могли затронуть гены, ответственные за контроль спонтанного мутационного процесса (Morris, 2002), и привести к накоплению в популяции высокоактивных аллелей-мутаторов.

Вполне вероятно, что погодовая динамика хромосомной нестабильности обусловлена распространением в популяции инфекционных агентов. Известно, что патогены (в первую очередь, вирусы) обладают выраженным мутагенным эффектом (Бужиевская, 1986). У рыжей полевки этот эффект ярко выражен, причем маркером персистирующих вирусных инфекций являются клетки костного мозга с множественными хромосомными абберациями (Гилева и др., 2001). У *C. glareolus* из Шигаева в 1999, 2000 и 2004 гг. такие клетки отсутствовали, но наблюдались в 2001–2003 гг. (их частота составляла от 0,07 до 0,13%), когда имел место явный рост геномной нестабильности.

Таким образом, на основании шестилетних наблюдений за популяцией рыжей полевки, можно сделать следующие выводы.

1. Частоты трех типов хромосомных нарушений у самцов и самок значимо не различаются.

2. Уровни хромосомной нестабильности не связаны статистически достоверно с возрастом, по крайней мере, у животных, участвующих в размножении.

3. В период размножения повышаются частоты структурных и, по-видимому, числовых хромосомных нарушений.

4. В циклической популяции рыжей полевки наблюдались высоко достоверные межгодовые различия уровней хромосомной нестабильности, которые обнаружили тенденцию к отрицательной связи с популяционной численностью.

5. Некоторые из изученных морфофизиологических показателей (индекс селезенки, семенника и тимуса, доля особей с гипертрофированной селезенкой и с гельминтами) проявляют тенденцию к отрицательной связи с численностью популяции и при этом не обнаруживают связи с геномной нестабильностью.

6. Индексы надпочечника и печени оказались не связаны ни с численностью, ни с геномной нестабильностью. Несомненно, что эти выводы должны быть подтверждены дальнейшими наблюдениями за циклической популяцией рыжей полевки.

Автор искренне признателен сотрудникам группы популяционной цитогенетики ИЭРиЖ УрО РАН за всестороннюю помощь и поддержку на всех этапах исследования.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 05–04–48373.

ЛИТЕРАТУРА

- Башенина Н.В., Бернштейн А.Д., Воронов Г.А. и др. Динамика численности // Европейская рыжая полевка. М.: Наука, 1981. С. 245–267.
- Бужиевская Т.И. Вирусиндуцированный мутагенез в клетках млекопитающих. Киев: Наукова думка, 1986. 136 с.
- Гилева Э.А. Эколого-генетический мониторинг с помощью грызунов (уральский опыт). Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 1997. 105 с.
- Гилева Э.А., Полявина О.В., Апекина Н.С. и др. Вирусные инфекции и хромосомные нарушения у рыжей полевки из природных и лабораторных популяций // Генетика. 2001. Т. 37. № 4. С. 504–510.
- Жигальский О.А., Кшнясев И.А. Популяционные циклы европейской рыжей полевки в оптимуме ареала // Экология. 2000. № 5. С. 376–383.
- Курышев С.В., Чернявский Ф.Б. Изменчивость генетической структуры флуктуирующих популяций лесных полевок (*Clethrionomys*, Rodentia, Cricetidae) // Зоол. ж. 1988. Т. 67. Вып. 2. С. 215–222.
- Лохмиллер Р.Л., Мошкин М.П. Экологические факторы и адаптивная значимость изменчивости иммунитета мелких млекопитающих // Сибирский экол. ж. 1999. № 1. С. 37–58.

- Оленев Г.В. Функциональная детерминированность онтогенетических изменений возрастных маркеров грызунов и их практическое использование в популяционных исследованиях // Экология. 1989. № 2. С. 19–31.
- Оленев Г.В., Пасичник Н.М. Экологический анализ феномена гипертрофии селезенки с учетом типов онтогенеза цикломорфных грызунов // Экология. 2003. № 3. С. 208–219.
- Ракитин С.Б. Динамика цитогенетической нестабильности у рыжей полевки из разных внутривидовых группировок // Современные проблемы популяционной, исторической и прикладной экологии. Вып. 2: Материалы конф. молодых ученых. Екатеринбург: Изд-во «Екатеринбург», 2001. С. 191–199.
- Ракитин С.Б. Возраст и частота хромосомных мутаций у полевок Среднего Урала // Биота горных территорий. Материалы конф. молодых ученых. Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2002. С. 170–176.
- Скорова С.В., Назарова Г.Г., Герлинская Л.А. Влияние стресса на частоту нарушения хромосом у водяной полёвки // Известия СО РАН. 1986. Вып. 3. С. 91–95.
- Чернявский Ф.Б., Лазуткин А.Н., Мосин А.Ф. Изменчивость некоторых физиолого-биохимических показателей флуктуирующей популяции красной полевки (*Clethrionomys rutilus*) // Изв. АН. Сер. Биол. 2003. № 4. С. 356–364.
- Чернявский Ф.Б., Ткачев А.В. Популяционные циклы леммингов в Арктике. Москва: Наука, 1982. 164 с.
- Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. Свердловск: УФАН СССР, 1968. 387 с.
- Dmitriev S.G., Zakharov V.M., Sheftel B.I. Cytogenetic homeostasis and population density in red-backed voles *Clethrionomys glareolus* and *C. rutilus* in central Siberia // Acta theriologica. 1997. Suppl. 4. P. 49–55.
- Lezhava T. Chromosome and aging: genetic conception of aging // Biogerontology. 2001. № 2. P. 253–260.
- Liehr J.G. Is estradiol a genotoxic mutagenic carcinogen? // Endocrine reviews. 2000. V. 21. № 1. P. 40–54.
- Mavournin K.H., Blakey D.H., Cimino M.C. et al. The in vivo micronucleus assay in mammalian bone marrow and peripheral blood. A report of the U.S. Environmental Protection Agency Gene-Tox Program // Mutat. Res. 1990. V. 239. P. 29–80.
- Morris S.M. A role for p53 in the frequency and mechanism of mutation // Mutat. Res. 2002. V. 511. P. 45–62.
- Tucker J.D., Spruill M.D., Ramsey M.J. et al. Frequency of spontaneous chromosome aberrations in mice: effects of age // Mutat. Res. 1999. V. 425. P. 135–141.
- Xiao Y., Tate A.D., Boei J.J.W.A., Natarajan A.T. Aging and diethylstilbestrol-induced aneuploidy in male germ cells: a transgenic mouse model // Chromosoma. 1998. V. 107. P. 507–513.

ФЕНОТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ И АВТОХТОННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ СОБОЛЯ

М.Н. Ранюк

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

К концу XIX — началу XX века практически на всем ареале соболя наблюдалась масштабная депрессия численности. В ряду мер по восстановлению ресурсов этого ценного пушного вида в 50-х гг. XX века проводились мероприятия по интродукции животных из районов, где соболь сохранился (в основном это Прибайкалье), на территории, где вид почти полностью исчез (Павлов и др., 1973). В результате в районах успешной интродукции сформировались реакклиматизированные популяции соболя, которые, согласно определению С.С. Шварца, обладали «рядом специфических особенностей, охватывающих сложный комплекс признаков (морфологических, физиологических и признаков, характеризующих популяцию как целое)» (Шварц, 1959).

Исследования морфологической изменчивости, вызванной акклиматизацией, проводились на многих видах. Так, акклиматизированные популяции бобра заметно крупнее родоначальников (Савельев, 2003), горностаи из Новой Зеландии оказались крупнее британских (King, Moody, 1982), енотовидные собаки, интродуцированные в европейскую часть Советского Союза имеют меньшие размеры черепа и более густой мех, чем дальневосточные особи (Сорокин, 1953). Изменчивость проявления неметрических признаков черепа на ранних этапах акклиматизации отмечалась у ондатры, причем краниологические признаки оказались более изменчивыми, чем морфофизиологические характеристики (Васильев и др., 1999).

У акклиматизированных соболей по прошествии около 30 лет после интродукции наблюдались морфологические изменения в сторону фенотипа автохтонов — посветление окраски меха, увеличение размеров черепа, уменьшение частоты встречаемости признака FFC1 (Монахов, 1999, 2000, 2001). Цель данной работы — фенетический анализ внутривидовой изменчивости интродуцированных и автохтонных популяций соболя Приобья, Якутии и Прибайкалья на основе неметрических признаков черепа.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В данном исследовании рассматриваются автохтонные популяции соболя Приобья, Якутии и Прибайкалья, а также интродуцированные популяции соболя Приобья и Якутии (табл. 1, рис. 1). В анализ включены только взрослые животные старше 1 года, определение возраста проводилось д.б.н. В.Г. Монаховым методом подсчета годовых колец в цементе клыка (Клевезаль, Клейненберг, 1967).

Таблица 1. Материалы исследования

Выборка	Район	Место сбора	Статус	Время сбора, гг.	Размер выборки самцы/самки
Демьянка	Приобье	бассейн р. Демьянка	автохтоны	1986-1987	30/30
Юган	Приобье	бассейн р. Юган	автохтоны	1981-1985	31/37
Вах	Приобье	бассейн р. Вах	акклиматизанты	1981-1985	30/30
Васюган	Приобье	бассейн р. Васюган	акклиматизанты	1982-1989	32/26
Витим	Прибайкалье	бассейн р. Витим	автохтоны	1981-1983	19/20
Баргузин	Прибайкалье	Баргузинский хребет	автохтоны	1983-1989	19/16
Оленек	Якутия	бассейн р. Оленек	автохтоны	1989	16/16
Мая	Якутия	бассейн р. Мая	акклиматизанты	1991	30/25

В работе использовались материалы из краниологических коллекций Института экологии растений и животных УрО РАН, Всероссийского научно-исследовательского института охотничьего хозяйства и звероводства, Института биологических проблем Севера СО РАН.

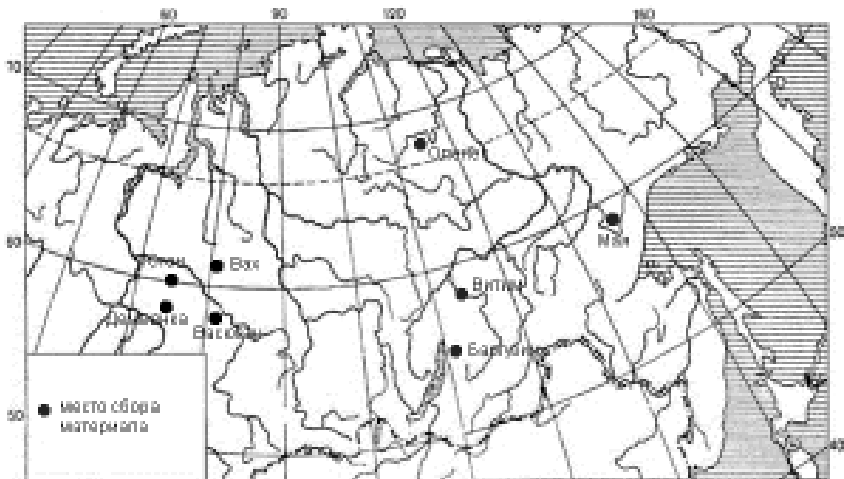


Рис. 1. Локализация мест сбора материала.

Анализ проводился по 23 неметрическим признакам черепа соболя (рис. 2): 1) Отсутствие первого премоляра на верхней челюсти (*Absentia P¹*); 2) Отверстия в верхнечелюстной кости около первого премоляра (*Foraminis maxillare I ad P¹*); 3) Дополнительные отверстия перед резцовыми отверстиями (*Foraminis additionale ante foraminum incisivum*); 4) Дополнительные резцовые отверстия (*Foraminis additionale pone foraminum incisivum*); 5) Отверстия медиальнее первого моляра (*Foraminis sites medius M¹*); 6) Отросток небной вырезки (*Processus excisurae palatinae posterior*); 7) Дополнительные отверстия около овального отверстия (*Foraminis additionale ad foraminum ovale*); 8) Дополнительное отверстие лицевого канала (*Foramina additionale stylo mastoideum accessorium*); 9) Решётчатое отверстие одиночное (*Foramina ethmoidale unum*); 10) Решётчатое отверстие двойное (*Foraminis ethmoidale duo*); 11) Отверстие в нижней части мыщелковой ямки (*Foramina in fossa condyloidei (inferior)*); 12) Отверстия в горизонтальной поверхности височной кости (*Foraminis ossis temporalis faciem horizontalis*); 13) Отверстия около средней части затылочного гребня (*Foraminis crista occipitalis ad partis medii*); 14) Отверстие в затылочном предбугорье (*Foramina in protuberantia occipitalis*); 15) Отверстия в верхней части мыщелковой ямки (*Foraminis in fossa condyloidei (superior)*); 16) Надглазничные отверстия около заглазничного отростка (*Foraminis supraorbitalis*); 17) Отверстия в лобной кости позади скуловых отростков (*Foraminis ossis frontalis pone processus zygomaticus*); 18) Переднее подбородочное отверстие (*Foramina mentalium anterior*); 19) Резцовое подбородочное отверстие (*Foramina mentalium incisivum*); 20) Отверстия в нижнечелюстной кости у внутреннего края альвеолы P_1 (*Foraminis pseudomentalis ad P₁*); 21) Отверстие в передней части ямки жевательной мышцы около M_2 (*Foramina in fossa masseterica ad M₂*); 22) Отверстия в задней части ямки жевательной мышцы около суставного отростка (*Foraminis in fossa masseterica ad processus condyloideus*); 23) Отсутствие P_1 (*Absentia P₁*).

Выраженность признаков (кроме медиальных 3, 6 и 14) исследовалась с левой и правой сторон черепа. При работе использовался бинокляр «МБС 10», увеличение 8х23.

Для оценки сходства исследуемых выборок по частотам встречаемости неметрических признаков черепа рассчитывали среднюю меру дивергенции (Mean Measure of Divergence) по формуле, используемой С. Хартманом (Hartman, 1980):

$$MMD = 1/r \sum_{j=1}^r \{ (Q_{1j} - Q_{2j})^2 - [1/(n_1 + 1/2) + 1/(n_2 + 1/2)] \}, \text{ где}$$

$$Q = 1/2 \sin^{-1} [1 - 2k/(n+1)] + 1/2 \sin^{-1} [1 - 2(k+1)/(n+1)]$$

k — частота встречаемости фена; n — число наблюдений (для билатеральных признаков количество изученных сторон черепа); r — количество исследуе-

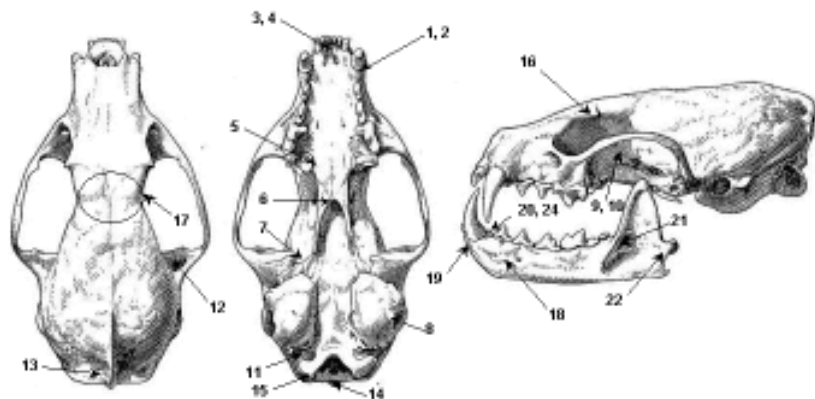


Рис. 2. Локализация неметрических признаков на черепе соболя (*Martes zibellina* L.).

мых признаков, Q_{1i} и Q_{2i} — трансформированные частоты встречаемости фена i в выборке 1 и 2; n_{1i} и n_{2i} — число наблюдений в выборке 1 и 2 (для билатеральных признаков количество изученных сторон черепа).

При значениях MMD , превышающих удвоенное стандартное отклонение (Standard Deviation) различия между выборками по частотам встречаемости исследуемых признаков считались значимыми (Sjovold, 1977).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Значения MMD между полами во всех исследованных популяционных группировках были значимыми ($MMD > 2 * SD$), поэтому самцы и самки анализировались отдельно.

Якутские и приобские акклиматизанты Мая и Вах проявляют наибольшее сходство в выраженности неметрических признаков черепа с соседними автохтонными якутской и приобскими выборками Оленек, Демьянка и Юган. Приобские акклиматизанты Васюган, напротив, ближе к прибайкальским соболям Витим и Баргузин (табл. 2). При распределении исследуемых выборок в пространстве первых трех осей при многомерном шкалировании матрицы MMD (5 осей, стресс 0,028) можно выделить группу прибайкальских выборок и отдельную группу приобских и якутских автохтонов, промежуточное положение между ними занимают акклиматизанты Вах и Мая (рис. 3). Отдельно от других акклиматизантов располагаются самцы и самки Васюган.

По результатам кластерного анализа матрицы MMD (рис. 4) акклиматизанты Приобья попали в разные кластеры — Васюган оказался в одной группе с прибайкальскими выборками (Баргузин и самки Витима), а Вах попал во

Таблица 2. Матрица значений MMD для исследуемых выборок соболя

	Демьянка	Юган	Вах	Васюган	Витим	Баргузин	Оленек	Мая
Демьянка		0,024 (0,007)	0,041 (0,007)	0,180 (0,006)	0,139 (0,010)	0,166 (0,010)	0,033 (0,010)	0,097 (0,007)
Юган	0,025 (0,006)		0,022 (0,007)	0,100 (0,006)	0,136 (0,010)	0,123 (0,010)	0,019 (0,009)	0,062 (0,007)
Вах	0,015 (0,007)	0,017 (0,006)		0,105 (0,006)	0,068 (0,010)	0,070 (0,010)	0,042 (0,010)	0,052 (0,007)
Васюган	0,129 (0,007)	0,114 (0,007)	0,085 (0,007)		0,076 (0,010)	0,028 (0,010)	0,088 (0,009)	0,074 (0,006)
Витим	0,126 (0,010)	0,128 (0,009)	0,050 (0,010)	0,048 (0,011)		0,038 (0,014)	0,033 (0,014)	0,021 (0,006)
Баргузин	0,119 (0,012)	0,084 (0,011)	0,057 (0,012)	0,058 (0,012)	0,033 (0,014)		0,091 (0,014)	0,021 (0,010)
Оленек	0,056 (0,010)	0,003 (0,009)	0,028 (0,009)	0,119 (0,010)	0,105 (0,014)	0,052 (0,015)		0,013 (0,010)
Мая	0,095 (0,007)	0,069 (0,007)	0,049 (0,007)	0,101 (0,008)	0,046 (0,011)	0,037 (0,012)	0,009 (0,010)	

Примечание. Над диагональю значения для самцов, под диагональю для самок. В скобках приведены значения стандартного отклонения.

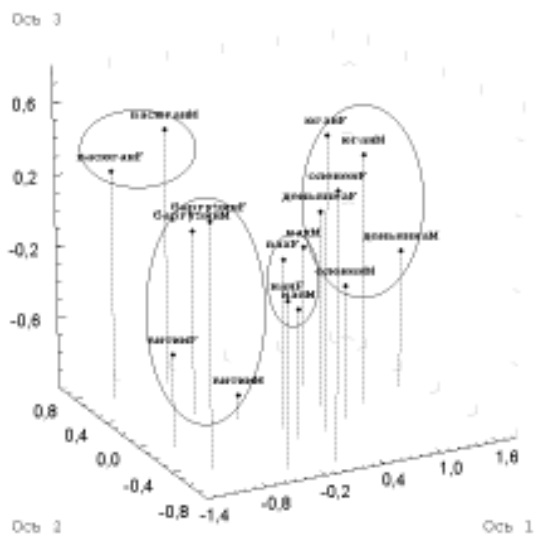


Рис. 3. Исследуемые выборки соболя в пространстве 3 осей по результатам многомерного шкалирования матрицы MMD. М — самцы, F — самки.

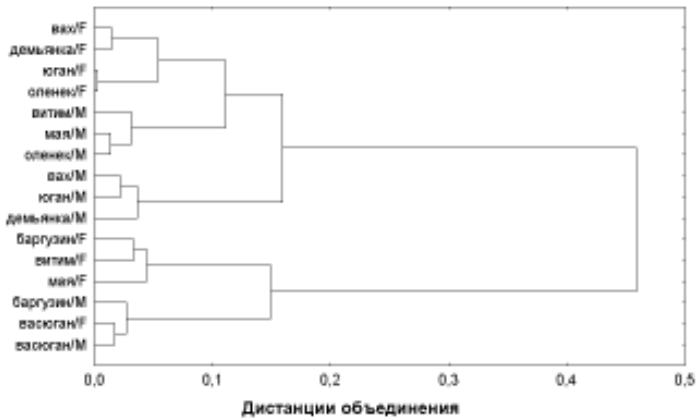


Рис. 4. Результаты кластерного анализа матрицы *MMD* по комплексу неметрических признаков черепа соболя. Евклидовы расстояния, метод Уорда. *M* — самцы, *F* — самки.

второй кластер с автохтонными выборками Приобья и Якутии (Демьянка, Юган, Оленок). Самцы и самки якутских акклиматизантов Мая разнеслись по разным кластерам: самки оказались ближе к прибайкальским соболям, а самцы в одной группе с якутскими автохтонами (рис. 4).

Таким образом, направление фенетической изменчивости соболя в акклиматизированных популяциях не вполне очевидно. Две выборки приобских акклиматизантов демонстрируют противоположные результаты. Соболи Ваха по частотам проявлений неметрических признаков черепа ближе к автохтонным популяциям Приобья. В связи с высокой степенью изолированности (популяционная группировка Вах отделена от местных соболей Демьянка и Юган поймой реки Обь) и неоднократными выпусками крупных партий прибайкальских соболей на данную территорию (Павлов и др., 1973) можно предположить, что невысокая степень дивергенции между местными приобскими соболями и акклиматизантами Вах является результатом влияния окружающей среды на проявление неметрических признаков черепа. С другой стороны, между другими акклиматизантами Приобья, соболями Васюган и автохтонными выборками Демьянка и Юган получены самые высокие значения *MMD* (табл. 2). Данный результат можно интерпретировать как генетические различия между популяциями Приобья и популяциями Прибайкалья, откуда животные интродуцировались на территорию бассейна р. Васюган. Следует заметить, что по размерам черепа и окраске меха выборки Вах и Васюган практически не различаются (табл. 3). Якутские акклиматизанты

Мая по значениям *MMD* ближе к автохтонной выборке Оленек, хотя самки демонстрируют сходство и с прибайкальскими соболями.

Таблица 3. Размеры черепа и окраска меха исследуемых популяций соболя

Выборки	Кондилобазальная длина (самцы) $\pm$ ст. ош. ср. (мм)	Окраска меха, баллы (Монахов, 2002)
Демьянка	85,1 $\pm$ 0,35	1,19
Юган	84,1 $\pm$ 0,33	1,31
Вах	82,9 $\pm$ 0,32	2,25
Васюган	83,0 $\pm$ 0,36	2,47
Баргузин	80,3 $\pm$ 0,53	3,22
Витим	81,9 $\pm$ 0,45	3,30
Мая	81,8 $\pm$ 0,28	3,15
Оленек	84,2 $\pm$ 0,45	2,69

Основатели исследуемых акклиматизированных популяционных группировок соболя были переселены в районы Приобья и Якутии в середине 50-х гг. XX века из Прибайкалья (Павлов и др., 1973). Небольшие по размерам, с темной окраской меха прибайкальские соболя, обитавшие в районах горной тайги, были перевезены на территории с заболоченной равнинной тайгой Западной Сибири, где обитали крупные соболя с преимущественно светлой окраской меха (Тимофеев, Надеев, 1955; Павлинин, 1963; Монахов, 1976). Через 30 лет в районах интродукции сформировались популяционные группировки акклиматизантов, которые по размерам черепа и окраске меха (Монахов, 2000, 2002) занимают промежуточное положение между своими «родоначальниками» — прибайкальскими соболями и «соседями» — автохтонными популяциями Приобья и Якутии (табл. 3). В проявлении неметрических признаков черепа акклиматизанты отличаются как от прибайкальских, так и от автохтонных соболей, причем если одни акклиматизанты проявляют сходство с прибайкальскими «основателями», то у других частоты проявления неметрических признаков черепа ближе к «аборигенам». Таким образом, под влиянием условий окружающей среды и генотипа сформировались акклиматизированные популяционные группировки соболя, обладающие уникальными фенотипическими характеристиками, отличающие их как от автохтонных животных данных территорий, так и от соболей — «основателей».

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (проект № 04–04–96006).

ЛИТЕРАТУРА

- Васильев А.Г., Большаков В.Н., Малафеев Ю.М., Валяева Е.А. Эволюционно-экологические процессы в популяциях ондатры при акклиматизации в условиях севера // Экология. 1999. № 6. С. 433–441.

- Клевезаль Г.А., Клейненберг С.Е. Определение возраста млекопитающих. М.: Наука, 1967.
- Монахов В.Г. Краниометрическая изменчивость соболя *Martes zibellina* в связи с ре-акклиматизацией // Зоол. ж. 1999. Т. 78. № 2. С. 260–265.
- Монахов В.Г. Популяционный анализ населения соболя урало-приобской части ареала // Экология. 2000. № 6. С. 456–462.
- Монахов В.Г. Фенетический анализ аборигенных и интродуцированных популяций соболя (*Martes zibellina*) России // Генетика. 2001. Т. 37. № 9. С. 1281–1289.
- Монахов В.Г. Географическая изменчивость и демографическая характеристика аборигенных и интродуцированных популяций соболя России: Автореф. дисс... док. биол. наук. Екатеринбург, 2002. 50 с.
- Монахов Г.И. Географическая изменчивость и таксономическая структура соболя фауны СССР // Тр. ВНИИОЗ. 1976. Вып. 26. С. 54–86.
- Павлинин В.Н. Тобольский соболь. Свердловск, 1963. 112 с.
- Павлов М.П., Корсакова И.Б., Тимофеев В.В., Сафонов В.Г. Акклиматизация охотничье-промысловых зверей и птиц в СССР. Часть 1. Киров, 1973. С. 51–105.
- Савельев А.П. Биологические особенности аборигенных и искусственно созданных популяций бобров Евразии: Автореф. дисс... док. биол. наук. Киров, 2003. 50 с.
- Сорокин М.Г. Акклиматизация енотовидной собаки в Калининской области // Природа. 1953. № 6. С. 106–107.
- Тимофеев В.В., Надеев В.Н. Соболь. М.: Заготиздат, 1955. 404 с.
- Шварц С.С. Некоторые вопросы теории акклиматизации наземных позвоночных животных // Вопросы акклиматизации млекопитающих на Урале. Свердловск, 1959. С. 3–22.
- Hartman S.E. Geographic variation analysis of *Dipodomys ordii* using nonmetric cranial traits // J. Mammology. 1980. V. 61. № 3. P. 436–448.
- King C.M., Moody J.E. The biology of the stoat (*Mustela erminea*) in the National Parks of New Zealand // New Zealand J. of Zoology. 1982. V. 9. № 1. P. 49–144.
- Sjovold T. Non-metrical divergence between skeletal populations. 1977. Ossa 4. Suppl. 1. P. 1–133.

ГНЕЗДОВАЯ БИОЛОГИЯ МУХОЛОВКИ-ПЕСТРУШКИ И БОЛЬШОЙ СИНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА

А.В. Рыбкин

Пермский госуниверситет

Целью работы является выявление специфики репродуктивных показателей у мухоловки-пеструшки и большой синицы в условиях г. Перми.

Исследования проводились на территории зеленой зоны г. Перми в 2003–2004 гг. Пермь — крупный центр тяжелой промышленности Западного Урала. Город расположен на обоих берегах реки Кама, вдоль которой он протянулся на 70 км. Его территория около 800 км², на которых проживает свыше 1 млн человек. Более 40% площади города занимают городские леса.

Исследованиями охвачены лесопарки: Черняевский лес (637 га) и Сосновый бор (120 га), городской парк им. А.М. Горького (10 га), сад им. В.Л. Миндовского (10 га), Южное (43 га) и Егошихинское кладбище (20 га). Сравнимые участки различаются по интенсивности антропогенной нагрузки. Максимальный уровень нагрузки отмечается в городских садах и на кладбищах, расположенных внутри густонаселенных районов. Минимальная нагрузка — в лесопарках, где условия приближены к естественным. Оба лесопарка относятся к особо охраняемым природным территориям и расположены на окраине города.

Объектами исследования были выбраны два вида птиц-дуплогнезdnиков: большая синица и мухоловка-пеструшка. Эти виды являются одними из основных обитателей искусственных гнездовий в черте города (Куранов и др., 1991; Куранов, 2005). Они различаются как по особенностям жизненного цикла, так и по способу добывания пищи.

Для изучения репродуктивных и морфометрических параметров у дуплогнезdnиков на всех исследуемых территориях было развешено 300 искусственных гнездовий типа «синичник». Они размещались в линии по 50 шт., на высоте 4–5 м, с интервалом 15–20 м. За два года исследований под наблюдением находилось 66 гнезд большой синицы и 74 мухоловки-пеструшки. При многократных посещениях гнездовий в период гнездового сезона отмечали размер кладки и количество птенцов. Размеры яиц определяли по стандартной методике штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Объем вычисляли по формуле: $V=0,51 \times L \times D^2$, где L — длина, D — наибольший диаметр, мм (Мянд, 1988).

Важным популяционным показателем является плотность гнездовых поселений. Плотность гнездования мухоловки-пеструшки в городе значительно ниже, чем в лесопарках (таблица). Плотность гнездования большой синицы в городе и на фоновых территориях почти не различается. Таким образом, в градиенте фактора урбанизации исследуемые виды ведут себя по-разному. Большая синица в городе и лесопарках имеет одинаковую плотность, а мухоловка достигает максимальной плотности только в природных условиях.

Характеристики яиц могут дать важную информацию об оптимальности условий среды для птиц (Венгеров, 1992). Такие показатели яиц, как средняя длина, диаметр и объем яиц у обоих видов на сравниваемых территориях статистически не различаются. У большой синицы кривые распределения частот объема яиц в городе и лесопарках совпадают, а распределение близко к нормальному (рисунок). У мухоловки-пеструшки обе кривые имеют более

Таблица. Параметры гнездования мухоловки-пеструшки и большой синицы на территориях с разной степенью антропогенной нагрузки

Параметры гнездования	Мухоловка-пеструшка		Большая синица	
	город	лесопарк	город	лесопарк
Плотность гнездования, пар/га	2,8	7,5	5,4	5,5
Полная кладка, шт./га	6,6	6,9	10,8	10,7
Вылупилось птенцов, шт./га	5,9	6,3	8,9	8,4
Вылетело птенцов, шт./га	5,7	6,0	7,6	7,1
Успех размножения, %	86,8	87,6	70,3	66,0
Продуктивность, слетков/га	15,9	45,0	40,9	38,9

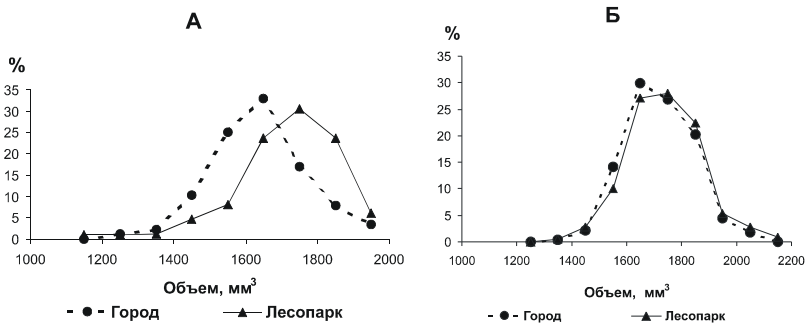


Рисунок. Распределение частот объема яиц мухоловки-пеструшки (А) и большой синицы (Б) на территориях с разной степенью антропогенной нагрузки.

пологие плечи в области меньших значений. Также видно, что пик кривой для города смещен влево. Это говорит о преобладании в кладках мелких яиц.

Размеры полной кладки, успех вылупления и вылета, а также общий успех размножения у мухоловки-пеструшки в лесопарках выше, чем в городе. У большой синицы размеры кладки в городе и в лесопарках почти совпадают, но успех вылупления и вылета в лесопарках ниже. В целом, у большой синицы успех размножения в лесопарках несколько ниже. Все указанные различия статистически недостоверны. Но можно сделать вывод, что количество слетков на гнездо у обоих видов достаточно для поддержания локальной группировки. Для интегральной оценки состояния репродуктивных показателей был рассмотрен такой показатель продуктивности, как количество слетков на гектар исследуемой территории. Он учитывает как плотность поселения птиц, так и успех размножения. Для мухоловки этот показатель в городе почти в три раза ниже, чем в лесопарках.

ВЫВОДЫ

1. Оологические характеристики, по-видимому, представляют собой консервативный показатель, слабо реагирующий на величину антропогенной нагрузки.

2. Основные репродуктивные показатели модельных видов достоверно не различаются на сравниваемых территориях, но тенденции их изменения в градиенте урбанизации противоположны.

3. Оценки продуктивности локальных группировок модельных видов и частотного распределения величины яиц позволяют сделать вывод о том, что городские местообитания являются оптимальными для большой синицы и субоптимальными для мухоловки-пеструшки.

ЛИТЕРАТУРА

- Венгеров П.Д. Сравнение ооморфологических параметров птиц из естественных и урбанизированных местообитаний // Экология. 1992. № 1. С. 21–26.
- Куранов Б.Д. Гнездовая биология урбанизированной популяции мухоловки-пеструшки (*Ficedula hypoleuca*) // Экология фундаментальная и прикладная. Проблемы урбанизации. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2005. С. 184–186.
- Куранов Б.Д. Килин С.В., Баяндин О.В. Птицы-дуплогнезники в зонах с разной степенью урбанизированности среды // Материалы X Всесоюз. орнитологической конф. Минск, 1991. С. 4–6.
- Мянд Р. Внутрипопуляционная изменчивость птичьих яиц // Таллин: Изд-во «Валгус», 1988. 193 с.

ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЛЕСА ПОСЛЕ ДЕЙСТВИЯ ПИРОГЕННОГО ФАКТОРА

В.Г. Савельев, Н.П. Несговорова

Курганский госуниверситет

Огонь — и естественный, и антропогенный экологический фактор. Кроме прямого повреждения, пожары вызывают ухудшение состояния лесов, оказывая влияние на почву. Во время пожара в хвойных лесах температура в почве на глубине 7 см достигает 70°C.

Цель исследования: проследить динамику физико-химических процессов в почвах лесов, подвергшихся действию пожара. Задачи: изучить морфологические признаки почв участков леса, нарушенного верховым пожаром; определить механический, химический состав и водные свойства почв. Исследования проведены в Кетовском р-не Курганской области. Глубина отбора образ-

цов — 22 см. По А.Ф. Бахаревой, светло-серые лесные почвы Курганской области имеют следующее строение: А0-А2-В. Почвы небогаты по содержанию гумуса, содержат малое количество азота, имеют слабокислую реакцию.

Почва ненарушенного леса. Лесная подстилка темно-бурого цвета, в верхней части большое количество не перегнившей органики, есть кольчатые черви. Горизонт А1А2 светло-серый, в нем много живых корней и дождевых червей; структура комковато-ореховатая, непрочная. Переходный горизонт светлее вышележащего, много включений, кольчатые черви единичны; структура комковато-ореховатая, непрочная.

Почва сгоревшего леса. Лесная подстилка черного цвета, спекшаяся в хрупкую корку. Горизонт А1А2 серый с белесоватым оттенком; много мертвых, частично разрушенных корней, животных нет; структура непрочная, плитчатая. Переходный горизонт желто-серый; животных нет, корней мало, и они мертвы.

Химический состав и кислотность. Актуальная кислотность всех горизонтов ненарушенного леса одинакова — 5,4. На гари в лесной подстилке — 6,5, в А1А2 — 7,2, в переходном горизонте — 7,2. Таким образом, после пожара увеличиваются значения pH. Возможная причина — накопление зольных элементов. На гари в почве выше концентрации К (13,3 мг/кг в А1А2 и переходном горизонте), в неповрежденной почве в горизонте А1А2 — 8 мг/кг, в переходном — 6,6 мг/кг. На горелых и не горелых участках различно распределение нитратов по профилю почвы: гарь — 15,04 мг/кг в горизонте А1А2, 38,26 мг/кг в горизонте А2В; не горелый участок — 46,8 мг/кг в А1А2, 30,4 мг/кг в А2В.

Содержания фосфора в почве ненарушенного леса больше в лесной подстилке и подзолистом горизонте. Под действием повышенных температур происходит выгорание негумифицированной органики. Органический компонент в форме гумуса более устойчив и сгорает при более высоких температурах.

Таким образом, под влиянием пирогенного фактора изменяется морфология лесных почв, происходит разрушение структуры почвы. По этой причине изменяются и водные свойства почв. Под воздействием огня происходит сгорание негумифицированной составляющей органического вещества, усиливается минерализация почвы. В результате снижается плодородие почвы.

ЛОКАЛЬНАЯ ФАУНА ГРЫЗУНОВ ПРИРОДНОГО ПАРКА ОЛЕНЬИ РУЧЬИ

Н.О. Садыкова

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Выявление закономерностей исторической динамики экосистем — одна из важнейших общебиологических проблем. При ее решении одним из этапов явля-

ется реконструкция сообществ прошлого. В палеофаунистических реконструкциях ключевая роль принадлежит понятию локальная фауна (Смирнов, 2003). По одному из определений, локальной фауной называется население животных относительно компактной и однородной территории, сопоставимой с несколькими десятками квадратных километров. Характеристики локальных фаун, восстановленные на основе одновозрастных сборов из одного или нескольких близкорасположенных местонахождений костных остатков, являются основой для изучения географических и временных изменений биоразнообразия.

Термин «локальная фауна» используется и при изучении современных сообществ животных, однако применительно к современным сообществам млекопитающих, это понятие не достаточно разработано. Это затрудняет интерпретацию сведений об ископаемых локальных фаунах и реконструкцию характеристик ископаемых сообществ.

Насколько соотносимы представления о современных и ископаемых локальных фаунах? Как определить, насколько характеристики ископаемой локальной фауны отражают структуру реально существовавшего сообщества? Ответить на эти вопросы невозможно без сопоставления данных, полученных различными методами на неонтологическом и палеонтологическом материале.

Цель работы — сопоставить результаты изучения современной локальной фауны грызунов природного парка Оленьи Ручьи различными методами на неонтологическом и палеонтологическом материале; определить, в какой степени характеристики существующего сообщества грызунов отражаются в результатах, полученных этими методами.

Территория природного парка Оленьи Ручьи относится к среднеуральскому низкорослому лесному зоогеографическому району. Фауна грызунов этого региона насчитывает 20 видов, относящихся к 6 семействам (Большаков и др., 2000).

Для характеристики современного сообщества грызунов использовался метод отлова мелких млекопитающих конусами. Среди основных методов учета он отличается наименьшей избирательностью. Материал собран летом 2004 г. в 3 км от разъезда Бажуково, в пойме на левом берегу р. Серги. Был выбран участок на границе двух биотопов: пойменного леса и луга. На этом участке установили перпендикулярно друг другу четыре 50-метровых заборчика высотой 40 см из полиэтиленовой пленки (рис. 1). Они разделили участок на четыре сектора, которым были присвоены номера. Вдоль заборчиков, через каждые 10 м, с двух сторон вкопали ловчие конуса.

Учет отловленных животных проводили по секторам. Подобное расположение заборчиков и конусов (в виде креста) не описано в литературе. По нашему мнению оно позволит выявить, помимо видового состава и относительной численности разных видов, некоторые особенности биотопического

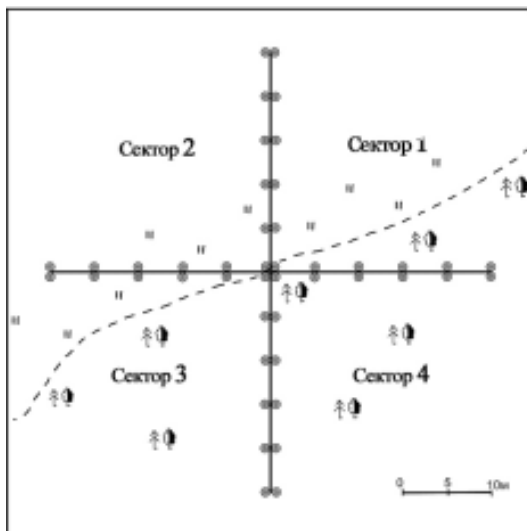


Рис. 1. Схема расположения заборчиков и конусов.

распределения мелких млекопитающих. Кроме того, такое расположение заборчиков существенно облегчает проверку.

Отлов конусами продолжался в течение 10 суток. Всего отловили 136 грызунов 7 видов. Таким образом, был собран материал, который позволяет довольно подробно охарактеризовать состав фауны и количественное соотношение разных видов мелких млекопитающих в сообществах двух биотопов (рис. 2).

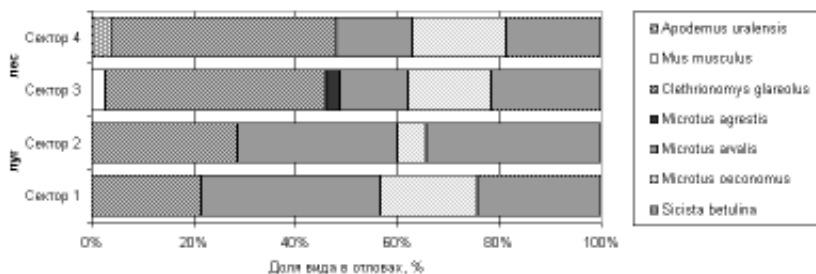


Рис. 2. Соотношение разных видов грызунов в отловах.

Отловы из разных биотопов отличались по соотношению наиболее массовых видов. В лесных секторах 3 и 4 среди полевок преобладали рыжие, в то время, как на лугу (сектора 1 и 2) — обыкновенные. Кроме того, на секторах, расположенных в лесу, выявлено большее видовое разнообразие. Возможно, эти отличия отражают реальную картину биотопического распределения грызунов.

В 5 км ниже по течению от места отловов было обнаружено гнездо филина в небольшом гроте в скалистом обрыве над рекой. Рыхлые отложения были вскрыты на участке площадью около 0,25 м² и изъятые на глубину 10 см. Остатки мелких млекопитающих выбраны и определены. В работе использованы данные только по грызунам. Относительная доля вида определена по максимальному количеству одноименных остатков. Видовая принадлежность установлена для 3113 зубов, соотношение видов считалось по 672 из них (выборка такого объема при изучении фаун на ископаемом материале достаточна, чтобы охарактеризовать локальный фаунистический комплекс).

Обнаружены костные остатки не менее, чем 14 видов грызунов, относящихся к 5 семействам: Sciuridae, Pteromyidae, Dipodidae, Muridae, Cricetidae (табл. 1). Период формирования отложений относится к современности, возраст остатков не превышает нескольких десятков лет.

Таблица 1. Соотношение остатков разных видов грызунов в отложениях

Таксон	Максимальное число одноименных остатков	Доля вида в остатках, %	Таксон	Максимальное число одноименных остатков	Доля вида в остатках, %
<i>Sciurus vulgaris</i>	3	0,4	<i>Clethrionomys rutilus</i>	6	0,9
<i>Pteromys volans</i>	1	0,1	<i>Clethrionomys</i> sp.	29	4,3
<i>Sicista betulina</i>	8	1,2	<i>Arvicola terrestris</i>	85	12,6
<i>Apodemus/Mus</i> sp. ?	15	2,2	<i>Microtus arvalis</i>	381	56,7
<i>Rattus norvegicus</i>	19	2,8	<i>Microtus agrestis</i>	16	2,4
<i>Cricetus cricetus</i>	16	2,4	<i>Microtus oeconomus</i>	67	10,0
<i>Myopus schisticolor</i>	1	0,1	<i>Ondatra zibethicus</i>	13	1,9
<i>Clethrionomys glareolus</i>	12	1,8	Всего	672	

В отложениях преобладают остатки обыкновенных полевок (почти 60%); около 13% принадлежит остаткам водяной полевки; 10% — эконолке; лесные полевки (красная и рыжая) составляют около 5%. Кроме того, добычей филина регулярно становятся серые крысы, мыши, темные полевки, мышовки, ондатры, белки. Все эти виды входят в его обычный рацион. Обнаружены также единичные остатки лесного лемминга и летяги. Можно говорить, что в отложениях почти полностью отражен видовой состав фауны, описанной для этих мест.

Сопоставление результатов отловов и анализа отложений проведено для группы наземных мышевидных грызунов, учет которых возможен методом отлова конусами. Результаты отловов в разных биотопах рассматривались отдельно.

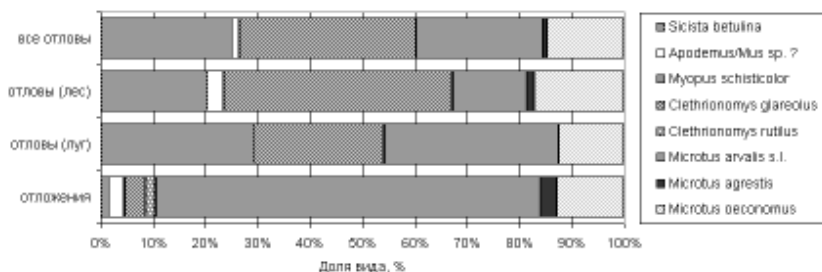


Рис. 3. Соотношение разных видов мышевидных грызунов в палеонтологическом и неонтологическом материале.

Все виды были разделены на группы по относительной численности в соответствии с их долей в материале: 1) очень многочисленные (30% и более); 2) многочисленные (от 10 до 29,9%); 3) обычные (1–9,9%); 4) редкие (менее 0,9%) (табл. 2).

Таблица 2. Относительная численность мышевидных грызунов в отловах и отложениях

Таксон	Отложения	Отловы	
		луг	лес
<i>Sicista betulina</i>	об.	мн.	мн.
<i>Apodemus/Mus</i> sp. ?	об.	-	об.
<i>Clethrionomys</i> ex gr. <i>rutilus-glareolus</i>	об.	мн.	оч. мн.
<i>Microtus agrestis</i>	об.	-	об.
<i>Microtus oeconomus</i>	мн.	мн.	мн.
<i>Microtus arvalis</i>	оч. мн.	оч. мн.	мн.
<i>Myopus schisticolor</i>	ред.	-	-

Сходные результаты, независимо от метода и биотопа, получены лишь для одного вида — полевки экономки. Видимые различия в составе и относительной доле остальных видов объясняются разными причинами. С одной стороны, расхождение результатов определяется избирательностью питания филина. С этим связано преобладание в отложениях остатков обыкновенной полевки (наиболее массового вида открытых биотопов) и заниженная доля в отложениях лесных полевок. С другой стороны, отличия в результатах, полученных разными методами, объясняются несовершенством примененной ме-

тодики отловов: их непродолжительностью и узкой биотопической приуроченностью. Именно по этим причинам, вероятно, в отловах не попали красная полевка и лесной лемминг, а в отловах на лугу отсутствуют мыши и темная полевка. Различия в относительной численности мышовки можно объяснить как тем, что этот вид из-за своей скрытности и мелких размеров редко становится добычей филина, так и тем, что отловы пришлось на год пика численности этих грызунов. Чтобы определить, какая из причин явилась в данном случае определяющей, необходимы дополнительные исследования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт изучения современной локальной фауны на палеонтологическом и неонтологическом материале показывает, что изучение остатков добычи филина позволяет выявить практически весь видовой состав локальной фауны. Этот материал позволяет судить о количественном соотношении различных видов в локальном зооценозе. Однако процедура восстановления реальной картины количественного соотношения затрудняется целым рядом факторов, каждый из которых необходимо учитывать. Основными из них являются: 1) избирательность питания хищника; 2) погрешности, связанные с несовершенством методик изъятия, первичной обработки и определения ископаемых образцов; 3) несовершенство неонтологических методов изучения локальных фаун и зооценозов грызунов.

В настоящее время представляется возможным решение проблемы сопоставимости результатов, полученных неонтологическими и палеонтологическими методами для группы мышевидных грызунов. Применение в течение нескольких лет модифицированного метода учета мелких млекопитающих конусами в различных биотопах, характерных для охотничьей территории филина, может обеспечить информацию о составе локальной фауны и структуре населения мышевидных грызунов, аналогичную той, что можно получить при исследовании остатков добычи филина. При этом погрешности, связанные с несовершенством методик учета и недостаточностью сведений о существующем локальном сообществе мышевидных грызунов, могут быть сведены к минимуму.

Автор выражает искреннюю благодарность А.И. Улитко, Е.Г. Максимовой, Е.А. Кузьминой и своему научному руководителю д.б.н. Н.Г. Смирнову за неоценимую помощь в сборе и обработке материала. Работа выполнена при поддержке гранта РИ-112/001/249.

ЛИТЕРАТУРА

Большаков В.Н., Бердюгин К.И., Васильева И.А., Кузнецова И.А. Млекопитающие Свердловской области. Справочник-определитель. Екатеринбург: Изд-во «Екатеринбург», 2000. 240 с.

Смирнов Н.Г. К изучению динамики млекопитающих на палеотериологическом материале // Териофауна России и сопредельных территорий. М., 2003. С. 403–404.

ОКРАСОЧНЫЙ ПОЛИМОРФИЗМ СИЗЫХ ГОЛУБЕЙ В ГОРОДАХ ЧЕЛЯБИНСК, ЕКАТЕРИНБУРГ И СУРГУТ

Р.М. Салимов

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Полиморфизм встречается у довольно большого числа видов животных, в том числе и у сизого голубя. Существует три формы сизого голубя: дикая, синантропная или полудикая и домашняя. Для синантропных голубей характерен полиморфизм по окраске оперения, а для диких голубей из природных популяций он не обнаружен. Полиморфизм в синантропных популяциях может затрагивать и другие морфологические признаки. Например, могут встречаться особи с укороченным клювом, оперёнными ногами, чубами на голове и с другими признаками, больше характерными для домашних голубей.

По полиморфизму сизых голубей известно небольшое число работ. Определение окрасочных морф отработано примерно с 70-х годов XX в. С.С. Москвитиным, А.С. Ксенцем, Н.Ю. Обуховой и некоторыми другими авторами, проводившими исследования в отдельных городах СНГ, Европы и Африки. Урал и Западная Сибирь в этом отношении изучены плохо.

Целью нашей работы была оценка окрасочного полиморфизма синантропных сизых голубей в городах Челябинск, Екатеринбург и Сургут и сравнение фенотипического состава популяций голубей данных городов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Учёты в Челябинске и Екатеринбурге проводились в январе, а в Сургуте — в начале апреля 2005 г. Подсчёт выполнялся по методу С.С. Москвитина, А.С. Ксенца и Г.Х. Ксенца (Ваничева и др., 1996). Голубей делили на 5 морф: сизые, чёрночеканные, меланисты, красные и пегие. Для сизой морфы, или окраски дикого типа, характерна сизая окраска оперения с двумя чёрными «поясами». Чёрночеканная отличается от неё наличием чёрных пятен на «щитке» (верхних кроющих перьях) крыла. Генетически она доминирует над сизой. Различная выраженность чёрночеканной окраски вызвана наличием ряда аллелей одного гена. Причём чем доминантнее аллель, тем больше черного цвета на «щитках» крыльев. Меланисты имеют полностью чёрное оперение, как у грача. Ген чёрной окраски доминирует над геном сизой и эпистатически подавляет очень многие известные гены окрасок голубей. К крас-

ной морфе относят голубей, имеющих красно-коричневые перья. Генетически она обусловлена доминантным геном, сцепленным с полом. Птиц, у которых имеются белые перья в оперении, относили к пегой морфе. Наследование пегости у сизых голубей изучено слабо, но известно, что в целом она доминирует над нормальной пигментацией (Ферианц, 1985). В ходе учётов изредка встречались особи жёлтой, ореховой, симментальной и некоторых других окрасок, которых причисляли к прочим.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По встречаемости окрасочных морф популяции трёх городов отличаются (табл. 1). Различия популяций из трёх городов по соотношению окрасочных морф достоверны: χ^2 (Челябинск-Екатеринбург)=104,68, $df=5$, $p<0,00001$; χ^2 (Екатеринбург-Сургут)=85,19, $df=5$, $p<0,00001$; χ^2 (Челябинск-Сургут)=28,64, $df=5$, $p<0,0001$.

Таблица 1. Соотношение окрасочных морф сизых голубей

Морфы	Доля, %		
	Челябинск	Екатеринбург	Сургут
Сизые	14,7	11,3	9,5
Чёрночеканные	61,4	75,8	64,3
Красные	2,1	2,0	3,8
Меланисты	5,3	1,2	3,2
Пегие	16,0	9,7	19,0
Прочие	0,5	0,1	0,2
Всего особей, шт.	1214	1891	1093

Оценку генетического расстояния между популяциями производили по Кавалли-Сфорца и Эдвардсу (Животовский, 1991). Наиболее похожи популяции Челябинска и Сургута ($D=0,072$), а наиболее отличаются популяции Челябинска и Екатеринбурга ($D=0,119$), хотя географически они близки друг к другу. Наибольшие различия выявляются по меланистической и пегой морфам, которых в Челябинске, соответственно, в 4,4 и 1,6 раза больше, чем в Екатеринбурге.

Различие фенотипического состава между популяциями Челябинска и Екатеринбурга, вероятнее всего, обусловлено влиянием домашних голубей. В Челябинске более развито голубеводство, любители разводят больше пород, чем в Екатеринбурге. Дичающие домашние птицы могут скрещиваться с синантропными, увеличивая, таким образом, численность некоторых редких морф. В Сургуте самая высокая встречаемость птиц красной и пегой морфы. Н.Ю. Обухова (2001) предполагает, что высокая частота этих морф в популя-

циях синантропных голубей Центрального Казахстана и Дальнего Востока объясняется относительно недавним их возникновением из разнородного генетического материала. Вероятно, подобное наблюдается и в популяции голубей Сургута, как в наиболее молодой из изученных популяций.

При проведении учётов голубей делили на две трофические группы: особей с чистым оперением, питающихся преимущественно на остановках транспорта и вдоль дорог, относили к группе собирателей. А голубей с грязным, слипшимся оперением, питающихся пищевыми отходами на мусорных баках, причисляли к группе мусорщиков (табл. 2). Различия между трофическими группами по соотношению морф недостоверны в Челябинске ($\chi^2=3,02$; $df=5$; $p=0,697$) и достоверны в Екатеринбурге ($\chi^2=12,83$; $df=5$; $p=0,025$). В Екатеринбурге группировки собирателей и мусорщиков особенно различаются по доле красной (соответственно, 2,4 и 0,7%) и чёрной морф (меланистов более, чем в 2 раза больше среди мусорщиков). В Челябинске по красной и меланистической морфам наблюдается подобная тенденция, но различия менее выражены.

Таблица 2. Соотношение окрасочных морф среди собирателей (С) и мусорщиков (М)

Морфы	Доля, %					
	Челябинск		Екатеринбург		Сургут	
	С	М	С	М	С	М
Сизые	14,5	15,1	10,5	13,8	9,4	10,9
Чёрночеканные	61,1	62,6	76,2	74,6	64,5	60,9
Красные	2,4	1,3	2,4	0,7	3,3	10,9
Меланисты	5,1	5,9	0,9	2,0	3,4	0,0
Пегие	16,3	15,1	10,0	9,0	19,1	17,2
Прочие	0,6	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0
Всего особей, шт.	976	238	1435	456	1029	64

В Сургуте большинство голубей являются собирателями (1029 особей из 1093 учтенных), мусорщиков очень мало. Сравнение полиморфизма голубей Сургута из разных трофических групп показало наличие достоверных отличий между ними ($\chi^2=12,05$; $df=5$; $p=0,034$; среди мусорщиков в 3,3 раза больше красных голубей, а меланистов не обнаружено совсем). Следует учитывать, что данные по мусорщикам Сургута, в связи с небольшим объемом выборки, являются предварительными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлены достоверные различия по частотам встречаемости окрасочных морф в популяциях синантропных сизых голубей городов Екате-

ринбург, Челябинск и Сургут. Наиболее различаются екатеринбургская и челябинская популяции, что, вероятнее всего, обусловлено влиянием голубеводства, сильнее развитого в Челябинске. Относительно высокие частоты некоторых редких окрасочных морф голубей в Сургуте, видимо, связаны с недавним происхождением этой популяции. Сравнение птиц трофических групп собирателей и мусорщиков выявило некоторые различия по частотам окрасочных морф.

ЛИТЕРАТУРА

- Ваничева Л.К., Мошкин М.П., Ксенц А.С., Родимцев А.С. Экологические особенности синантропных сизых голубей в промышленных центрах Западной Сибири и их использование в целях мониторинга // Сибирский экол. ж. 1996. № 6. С. 585–596.
- Животовский Л.А. Популяционная биометрия. М.: Наука, 1991. 271 с.
- Обухова Н.Ю. Географическая изменчивость окраски синантропных сизых голубей // Генетика. 2001. Т. 37. № 6. С. 791–802.
- Ферианц О. Голуби. Алма-Ата: Кайнар, 1985. 188 с.

СРАВНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЖИЗНЕННОСТИ ОСОБЕЙ И ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ С ОСНОВНЫМИ ПОПУЛЯЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ (НА ПРИМЕРЕ *SOPHORA FLAVESCENS* SOLAND.)

Д.В. Санданов

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ

При изучении биологии редких и исчезающих видов растений особый интерес представляет характеристика жизненности особей и ценопопуляций. Полученные данные позволяют охарактеризовать позицию вида в различных экологических условиях, а также провести оценку состояния популяций, что очень важно при разработке мероприятий по охране этой категории растений. Учениками и последователями А.А. Уранова проделана большая работа по разработке методики определения жизненности особей и ценопопуляций различных видов (Ермакова, Сугоркина, 1974; Воронцова и др., 1976; Ермакова, 1976). В своих исследованиях мы опирались на работы этих авторов с учетом особенностей биологии изучаемого вида — софоры желтоватой *Sophora flavescens* Soland. Это вид восточноазиатского типа ареала, на территории нашей страны расположена его северо-западная часть. Внесена в Красную книгу Читинской области и Агинского Бурятского автономного округа (2002) и Монголии (1987).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2002–2004 гг. в 10 модельных ценопопуляциях (ЦП) на севере ареала вида в Читинской области (ЦП Орловский, Новоорловский, Цокто-Хангил, Ага, Нерчинский Завод, Георгиевка, Чашино, Запокровский) и Приморском крае (ЦП Хороль, Новодевица). При распределении особей по баллам жизненности за основу была взята шкала, предложенная А.А. Урановым (1960), но применительно к отдельной особи, а не к популяции. В каждой ценопопуляции регулярным способом закладывалось 10–15 площадок размером 4 м². Ранее (Санданов, 2005) были определены критерии жизненности особей вида и проведено сравнение показателей жизненности ценопопуляций с типами популяций по классификации «дельта-омега» (по: Животовский, 2001). Л.А. Животовским (2001) было отмечено, что необходим общий анализ таких популяционных характеристик как жизненность, биомасса в сравнении с показателями плотности и эффективной плотности. В данном сообщении нами проведено сравнение параметров жизненности с другими характеристиками популяций.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Большинство изученных ЦП по классификации Т.А. Работнова (1950) являются нормальными неполночленными, отсутствуют проростки, ювенильные и иматурные особи. Это связано с преобладанием вегетативного размножения над семенным в большинстве популяций, лишь в ЦП Нерчинский Завод и ЦП Хороль наблюдаются полночленные возрастные спектры.

Наибольшими баллами и показателями жизненности характеризуются ЦП Нерчинский Завод и Хороль. В данных популяциях особи вида находятся в наиболее оптимальных условиях, о чем свидетельствуют обилие вида в сообществе (сор_3 , сор_2 , соответственно), показатели надземной фитомассы ($417,9 \pm 133,7$ и $582,3 \pm 162,8$ г/м²), высокая доля особей семенного происхождения (28 и 30%), высокая численность генеративных особей (таблица).

Ценопопуляции с низкими показателями жизненности (ЦП Чашино, Новодевица) — сукцессионного типа, с небольшой численностью особей (в основном преобладают особи постгенеративного периода), также характеризуются низкими баллами жизненности особей. Это свидетельствует о неблагоприятных условиях для развития вида в данных ценопопуляциях. Для ЦП Чашино низкая жизненность обусловлена рядом особенностей: наличием квазисенильных особей, невысокой плотностью особей и большей долей сенильных особей, низкими показателями семенной продуктив-

Таблица. Показатели жизнненности особей ценопопуляций *Sophora flavescens* Soland.

Ценопопуляция	F_r	F_n	F	Среднее число взрослых особей на 4 м ²			P_r	P_n	P	$P_{опн}$
				Генеративных	Постгенеративных	Всего				
Орловский	3,63	1,83	5,46	3,5	0,6	4,1	12,71	1,10	13,81	0,45
Новоорловский	4,73	2,25	6,98	4,1	0,4	4,5	19,39	0,9	20,29	0,58
Цокто-Хангил	3,92	2,17	6,09	2,5	0,6	3,1	9,80	1,30	11,10	0,50
Ага	3,70	2,11	5,81	3,3	0,9	4,2	12,21	1,90	14,11	0,47
Нертинский Завод	5,04	2,50	7,54	4,2	0,8	5,0	21,17	3,30	24,47	0,66
Георгиевка	4,69	1,90	3,30	2,6	1,2	3,8	12,19	2,28	14,47	0,57
Чашино	2,42	1,26	3,68	0,5	0,8	1,3	1,21	1,01	2,22	0,31
Запорожский	3,67	2,75	6,42	2,0	0,5	2,5	7,34	1,38	8,72	0,48
Хороль	5,24	2,67	7,91	4,4	0,5	4,9	23,06	1,34	24,40	0,66
Новодевица	3,79	1,71	5,50	2,8	0,7	3,5	10,61	1,20	11,81	0,47

Примечание: F – средний балл жизнненности особи в ценопопуляции; F_r – средний балл жизнненности особей регенеративного периода ($F_{r\max} = 8$); F_n – средний балл жизнненности особей ценопопуляции; P_r – показатель жизнненности особей ценопопуляции; P_n – показатель жизнненности особей ценопопуляции; $P_{опн}$ – показатель жизнненности особей ценопопуляции; P_r – показатель жизнненности особей ценопопуляции; P_n – показатель жизнненности особей ценопопуляции; $P_{опн}$ – показатель жизнненности особей ценопопуляции.

* – Формулы для подсчета баллов и показателей приведены в работе И.М. Ермаковой (1976).

ности и надземной фитомассы ($90,8 \pm 23,6$ г/м²). В ЦП Новодевица наблюдается значительная пастбищная дигрессия, периодические пожары после сельскохозяйственных палов, низкая видовая насыщенность фитоценоза, особи вида угнетены и обладают низкой жизненностью.

Для других ценопопуляций характерна достаточно стабильная возрастная структура вследствие преобладания вегетативного размножения над семенным, средние показатели надземной фитомассы ($315,4\text{--}408,3$ г/м²). Эти ЦП находятся на периферии ареала, небольшие по площади, обилие небольшое (sol.-sp.), и вид удерживает занятую территорию за счет активного вегетативного размножения.

Таким образом, сравнение параметров жизненности особей и ценопопуляций с основными популяционными характеристиками показало, что наибольшей жизненностью характеризуются ЦП, в которых наблюдается смешанное самоподдержание (за счет чего формируются бимодальные спектры с максимумами на виргинильных и среднегенеративных особях), высокое обилие вида в сообществе, высокие показатели надземной фитомассы и большая плотность особей.

ЛИТЕРАТУРА

- Воронцова Л.И., Гатцук Л.Е., Ермакова И.М. Жизненность особей в ценопопуляциях // Ценопопуляции растений. М., 1976. С. 44–61.
- Ермакова И.М. Жизненность ценопопуляции и методы ее определения // Ценопопуляции растений. М., 1976. С. 92–105.
- Ермакова И.М., Сугоркина Н.С. Взаимоотношения погремка малого (*Rhinanthus minor* L.) с овсяницей луговой (*Festuca pratensis* Huds.) и некоторые особенности его биологии // Биологические науки. 1974. № 4. С. 61–67.
- Животовский Л.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. 2001. № 1. С. 3–7.
- Красная книга МНР: *Sophora flavescens* Soland. Улан-Батор, 1987. С. 116.
- Красная книга Читинской области и Агинского Бурятского автономного округа (растения): *Sophora flavescens* Solander. Чита: Стиль, 2002. С. 95.
- Работнов Т.А. Вопросы изучения состава популяций для целей фитоценологии // Проблемы ботаники. Л., 1950. Вып. 1. С. 465–483.
- Санданов Д.В. Жизненность особей и ценопопуляций *Sophora flavescens* Soland. // Сибирский экол. ж. 2005. (в печати).
- Уранов А.А. Жизненное состояние вида в растительном сообществе // Бюл. МОИП. 1960. Т. 67. Вып. 3. С. 77–92.

ОСОБЕННОСТИ РЕПРОДУКТИВНОГО УСИЛИЯ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ

О.А. Северюхина*, Т.В. Жуйкова*, А.И. Сафонов**, Т.А. Тюшнякова*,
М.Р. Мушарапова*

* Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия

** Донецкий национальный университет

Репродуктивное усилие понимается как доля материально-энергетических ресурсов, которую организм направляет на процесс репродукции (Злобин, 1989; Эмбриология..., 2000). Реакция генеративной сферы растения на меняющиеся условия среды, в том числе и на химическое загрязнение, опосредуется через вегетативную сферу.

Целью данного исследования было изучение репродуктивного усилия *Taraxacum officinale* s.l. и *Cichorium intybis* L. из ценопопуляций, произрастающих в условиях техногенного загрязнения.

Исследования репродуктивного усилия *T. officinale* s.l. проводили на шести участках, расположенных на различном удалении от источника аэротехногенных выбросов — Нижнетагильского металлургического комбината (Свердловская область). Изучение доли ресурсов, направляемых на процесс репродукции у *C. intybis* L. осуществляли на тринадцати пробных площадках, расположенных на территории Артемовского и Константиновского районов Донецкой области.

Репродуктивное усилие определяли как отношение фитомассы репродуктивных органов к массе вегетативных, как отношение фитомассы репродуктивных органов к общей фитомассе особи и как отношения числовых значений репродуктивной сферы к общей фитомассе особи.

При определении репродуктивного усилия *T. officinale* s.l. как отношения массы генеративных органов к массе вегетативных установлено, что средние значения показателя в градиенте токсической нагрузки примерно одинаковые. Аналогичная картина выявлена при определении репродуктивного усилия как отношения массы генеративных органов к общей фитомассе растения. Определение репродуктивного усилия *C. intybis* L. по фитомассе всей совокупности репродуктивных структур и массе плодов выявило неспецифический характер проявления в сторону уменьшения исследуемых показателей в градиенте увеличения нагрузки.

При анализе доли ресурсов, направляемых на процесс репродукции у *T. officinale* s.l., рассчитанной как отношение числовых значений репродуктивной сферы к общей фитомассе особи, выявлены различия по градиенту загряз-

нения ($p < 0,01$). В ценопопуляциях импактной зоны репродуктивное усилие особей возрастает. Анализ числовых данных плодов *C. intybis* L. в соотношении с общей фитомассой установил незначительное, но достоверное ($p < 0,05$) увеличение показателя репродуктивного усилия.

Таким образом, наиболее информативным показателем репродуктивного усилия является отношение числовых значений репродуктивной сферы к общей фитомассе особи. У растений *T. officinale* s.l. и *C. intybis* L. из ценопопуляций с разным уровнем загрязнения отмечается увеличение исследуемого показателя в градиенте токсической нагрузки.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта по тематическому плану научно-исследовательских работ НТГСПА (задание Федерального агентства по образованию в 2005 г.).

ЛИТЕРАТУРА

- Злобин Ю.А. Репродукция цветковых растений: уровень особей и уровень популяций // Биологические науки. 1989. № 7. С. 77–89.
- Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. Т. 3. Системы репродукции / Под ред. Т.Б. Батыгиной. СПб: Мир и семья, 2000. 640 с.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ БАКТЕРИЙ СОЛЕННЫХ СОЛЬ-ИЛЕЦКИХ ОЗЕР

Е.А. Селиванова

Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН, г. Оренбург

Соленые водоемы, формирующиеся в континентальном ландшафте, рассматриваются сегодня не только как экстремальные местообитания, но и как резервуар уникальных биоценозов и биологических ресурсов. Актуальность изучения биоты соленых водоемов определяется их уникальностью и широким использованием в качестве лечебных источников. Соль-Илецкие озера Оренбургской области являются природной базой Соль-Илецкого грязе-рапного курорта. Целью работы явилось изучение таксономического и функционального разнообразия бактериофлоры Соль-Илецких озер.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Соль-Илецкие озера — это группа из шести озер, различных по происхождению и химическому составу. В соответствии с Венецианской классификацией озера относятся к гипергалинным (Развал), мезогалинным (Дунино, Новое, Тузлучное) и олигогалинным (Малое Городское, Большое Городское).

Пробы воды отбирали ежеквартально в течение 2004–2005 гг. Численность бактерий определяли путем подсчета колоний на твердых питательных средах (мясопептонный агар, солевой с 10%-м содержанием соли, голодный агар, Эндо, среда «372» для экстремальных галофилов). Выделенные микроорганизмы идентифицировали на основании морфологических, тинкториальных, культуральных и биохимических свойств по определителю Берджи (Определитель..., 1997). Количественный учет бактерий различных эколого-трофических групп проводили методом последовательных разведений. Для выделения денитрификаторов применяли среду Гильтая, целлюлозоразрушающих бактерий — среду Гетчинсона, тиобактерий — среду Бейеринка (Методы..., 1983). Антагонистическую, антилизоцимную, лизоцимную и антигистоновую активности бактерий определяли фотометрическим методом (Бухарин, 1999; Бухарин и др., 2000; Плотноков, 2002).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Гипергалинное оз. Развал характеризовалось низким видовым разнообразием, в водоеме преобладали экстремальные (37%) и умеренные (28%) галофилы, гетеротрофы обнаруживались здесь в незначительном количестве, в основном в летний период, с наступлением купального сезона. Для мезогалинных озер было характерно преобладание галотолерантных бактерий (58%), приспособленных к широкому диапазону солёности, и исчезновение экстремальных галофилов. В олигогалинных озерах, наряду с увеличением видового разнообразия, отмечался рост численности гетеротрофов (до 63%), в том числе и санитарно-показательных бактерий (энтерококков, энтеробактерий и протей).

Наиболее характерными для Соль-Илецких озер были бактерии видов *Thiocapsa roseopersicina*, *Hyphomicrobium vulgare*, *Naumanniella neustonica*, *Marinococcus* sp., *Vitreoscilla wiggiaioidea*, *Halomonas elongata*. Также из оз. Развал были выделены экстремальные галофилы *Haloarcula* sp., *Halococcus* sp. и *Halobacterium* sp.

Одним из факторов, влияющих на динамику микробных сообществ в этих озерах, является колебание минерализации, происходящее в результате опреснения в паводковый период и под влиянием осадков. Отмечена прямая зависимость между содержанием умеренных и экстремальных галофилов и уровнем солёности (коэффициент корреляции (r)=0,84) в Соль-Илецких озерах. В то же время мы не нашли связи между численностью других групп бактерий и колебаниями минерализации, что, вероятно, можно объяснить влиянием других факторов: антропогенной нагрузки, цветения озер, температуры и т.д.

Наряду с таксономическим разнообразием мы попытались оценить функциональное разнообразие бактерий, относящихся к различным эколого-трофическим группам. При оценке численности отдельных групп была

обнаружена обратная зависимость между количеством денитрификаторов и концентрацией соли ($r=-0,82$), что, по-видимому, связано с высокой эвтрофированностью олигогалинных озер Малое и Большое Городское. Аналогичная зависимость обнаружена между численностью целлюлозоразрушающих бактерий и уровнем минерализации ($r=-0,91$). Для тиобактерий было характерно максимальное развитие в мезогалинных водоемах, по сравнению с гиперсолеными и солоноватыми, что объясняется большим содержанием сульфатов в оз. Дунино.

Несмотря на низкое видовое разнообразие, с функциональной точки зрения, микробиоценоз соленого озера — это полноценное сообщество. Здесь присутствуют основные группы микроорганизмов, которые обеспечивают трансформацию органических веществ, что важно для процессов самоочищения. Наличие трофических связей обеспечивает взаимодействие микроорганизмов в сообществе, формирование которого необходимо для выживания в экстремальных условиях.

Наряду с трофическими взаимодействиями существуют и другие механизмы регуляции микробных сообществ. Ранее показано, что такие биологические свойства, как антилизотимная, лизотимная, антигистоновая и антагонистическая активность, участвуют в формировании симбиотических связей микроорганизмов в природных сообществах (Бухарин, Немцева, 2002).

Нами установлено, что в условиях гиперсолености микроорганизмы обладают различными биологическими свойствами. Антилизотимная активность выявлена почти у половины изученных штаммов. Лизотимная активность выявлена у меньшего количества — у 15% штаммов, а антигистоновая активность — у 25% изолятов. При сравнении данных свойств было отмечено, что у пресноводных организмов антилизотимная и антигистоновая активности более выражены и распространены, чем у галофилов. Таким образом, выраженность биологических свойств бактерий связана с типом их местообитания, убывая по мере увеличения солености водоема. Учитывая полученные данные, можно предположить, что в соленых водоемах межмикробные связи формируются не только на основе кооперативных взаимодействий (трофические отношения и обмен осморегуляторами (Imhoff, Rodriguez-Valera, 1984)), но и на основе функциональных связей микроорганизмов с различными биологическими свойствами.

Для оценки роли микрофлоры в самоочищении гипергалинных водоемов, мы оценили антагонистическую активность галофильных бактерий по отношению к аллохтонным. Было отмечено ингибирующее влияние на *Pseudomonas aeruginosa* у 17% штаммов, на *Staphylococcus aureus* — 25%, на *Escherichia coli* — 83%, на *Enterococcus faecalis* — 88%, *Klebsiella pneumoniae*

— 76%. Такая антагонистическая активность аутохтонной микрофлоры по отношению к аллохтонной, наряду с повышенным осмотическим давлением, по-видимому, способствует устойчивости гипергалинного сообщества, с одной стороны, повышая эффективность самоочищения, а с другой, обеспечивая стабильный состав микробиоценоза.

ВЫВОДЫ

1. В условиях повышенной солености развивается своеобразное бактериальное сообщество, структура которого определяется уровнем минерализации.

2. Микробиоценоз соленых озер формируется различными эколого-трофическими группами, осуществляющими круговорот биогенных элементов.

3. Функциональное разнообразие, основанное на биологических свойствах, менее выражено в соленых и солоноватых водоемах, по сравнению с пресными, отражая лимитирующее влияние минерализации.

4. Галофильные микроорганизмы обладают антагонистической активностью по отношению к аллохтонным бактериям, что, возможно, способствует самоочищению озер и устойчивости структуры гипергалинного микробиоценоза.

ЛИТЕРАТУРА

- Бухарин О.В. Персистенция патогенных бактерий. М.: Медицина; Екатеринбург: УрО РАН, 1999. 366 с.
- Бухарин О.В., Забирова Т.М., Чертков К.Л., Черкасов С.В., Иванов Ю.Б. Способ определения колонизационной резистентности экологической ниши человека // Патент РФ № 2175673. Бюл. 31 от 07.03.2000 г.
- Бухарин О.В., Немцева Н.В. Система «лизоцим-антилизоцим» и ее роль в обеспечении симбиотических связей гидробионтов // Успехи современной биологии. 2002. Т. 122. № 4. С. 326–333.
- Методы общей бактериологии: Пер. с англ. / Под ред. Ф. Герхардта и др. М.: Мир, 1983. 536 с.
- Определитель бактерий Берджи. В 2-х т.: Пер. с англ. / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейли, С. Уильямса. М.: Мир, 1997. 800 с.
- Плотников А.О. Механизмы формирования протозойно-бактериальных ассоциаций в водных экосистемах (экспериментальное исследование): Автореф. дис... канд. мед. наук. Оренбург, 2002. 24 с.
- Imhoff J.F., Rodriguetz-Valera F. Betaine in the main compatible solute of halophilic eubacteria // J. Bact. 1984. V. 106. P. 478–479.

ПОСЛЕГНЕЗДОВАЯ ДИСПЕРСИЯ ПТИЦ РОДА *SYLVIA* НА КУРШСКОЙ КОСЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

С.А. Симонов

Удмуртский государственный университет, г. Ижевск

Послегнездовая дисперсия птиц уже давно привлекает внимание исследователей как один из путей поддержания генетического разнообразия популяций (Соколов, 1987; Berndt, Sternberg, 1968; Blondel, 1985; Bauer, 1987; Andres et al., 1998; Paradis et al., 1998; Daniels, Walters, 2000; Sokolov, 2000). Однако механизмы этого явления до сих пор недостаточно изучены. Целью нашего исследования было изучение ранних этапов послегнездовой дисперсии славков, для чего необходимо было решить следующие задачи: 1) выявить активность птиц и дальность перемещений на начальных этапах дисперсии; 2) изучить динамику суточной двигательной активности птиц на начальных этапах дисперсии; 3) изучить биотопические предпочтения молодых птиц на начальных этапах дисперсии; 4) выявить влияние погодных условий на поведение молодых птиц.

Работа проводилась на Куршской косе Балтийского моря, на биологической станции «Рыбачий» ЗИН РАН с 6.07.2003 г. по 8.08.2003 г. До этого другими исследователями были найдены гнезда и проведено индивидуальное мечение птенцов для точного установления возраста птиц при повторной поимке. Наблюдения велись методом радиотелеметрии за особями двух видов — *Sylvia atricapilla* (4 птицы) и *Sylvia borin* (2 птицы). Для мечения использовали микропередатчики Holohil Systems Ltd (Woodland, Ontario, Canada), весом 0,5 г (что соответствует рекомендациям (Cochran, 1980; Aldridge, Brigham, 1988) — 5% массы тела птицы) и продолжительностью работы до 3 недель. При дневном слежении раз в час с восхода солнца до окончания вечерних сумерек, с помощью приемника TRX-1000 Wildlife Materials Inc. (Carbondale, IL, USA) и 4-элементной антенны Yagi от реперных точек, положение которых было точно установлено на цифровой карте, брался азимут на сигнал передатчика и методом триангуляции определялось местоположение птицы. Места локализации птиц наносили на цифровую карту стационара. Всего получено более семисот точек локации птиц.

При анализе дальности перемещений (бросков) светлое время дня мы поделили на 2 равных промежутка — до 14 часов и после 14 часов. Для характеристики перемещений были взяты две величины — площадь, в пределах которой происходили дневные перемещения птиц (строится по крайним точкам регистрации птиц), и периметр этой площади.

Территория, по которой перемещались птицы в первую половину дня в течение времени наблюдения, постепенно увеличивалась у трех особей. Вероятно, причины этого заключаются в улучшении летных навыков молодых птиц и нарастании миграционного беспокойства. У двух птиц в первые 5 дней наблюдений дальность бросков увеличивалась, а затем снижалась с той же скоростью. Наконец, одна птица показала обратную предыдущей картину поведения. В течение первых 5 дней расстояние бросков уменьшалось, затем с той же скоростью стало увеличиваться.

Во вторую половину дня активность птиц была несколько иной. У четырех птиц она увеличивалась с возрастом. Причины, вероятно, те же, что и в росте дальности бросков птиц в первую половину дня. Две птицы показали рост дальности бросков в первые 5 дней, а затем плавное снижение этой величины.

Изменение дальности перемещений в первую половину дня не всегда сопровождалось аналогичным изменением активности во вторую половину дня. Данные параметры показали индивидуальность каждой птицы.

Периметр площади перемещений изменялся пропорционально площади перемещений. Однако, видна общая тенденция к незначительному нарушению этой пропорции — с возрастом отношение периметр/площадь уменьшалось, что говорит о постепенном приближении фигуры, описывающей площадь, в пределах которой происходили дневные перемещения птиц, к кругу.

Средняя суточная активность большинства птиц была высокой после восхода солнца, а затем значительно снижалась. Высокая утренняя активность, вероятно, связана с активизацией кормодобывающего поведения. Две птицы показали обратную картину. После рассвета их активность была достаточно низкой, затем в течение дня повысилась. В целом, средняя активность перемещений за день за весь период наблюдений — величина строго индивидуальная для каждой птицы (рисунок).

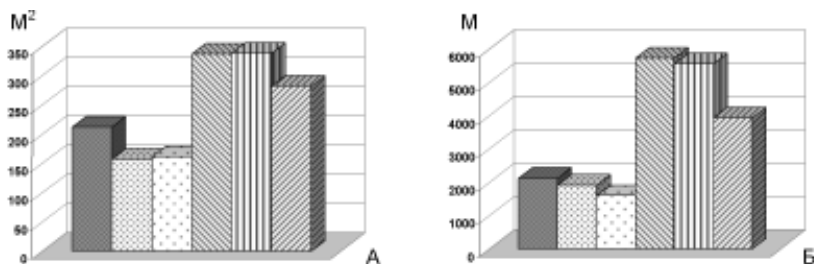


Рисунок. Средняя суточная двигательная активность птиц за период наблюдения (А — площадь, Б — периметр площади дневного перемещения). Столбики — разные птицы.

Зависимости двигательной активности птиц от погодных условий не выявлено.

Полученные данные свидетельствуют об отсутствии каких-либо общих закономерностей в поведении птиц на начальных этапах послегнездовой дисперсии. Возможно, это объясняется слишком малой выборкой. Однако, на наш взгляд, именно в отсутствии общих закономерностей в поведении молодых птиц может заключаться глубокий биологический смысл. Избыточность вариантов поведения может быть предпосылкой распада выводков, утраты связи между членами одной семьи и, как следствие, приводить к дисперсии молодых особей.

ЛИТЕРАТУРА

- Соколов Л.В., Высоцкий В.Г., Бардин А.В. Послегнездовая дисперсия мухоловки-пеструшки (*Ficedula hypoleuca*) на Куршской косе // Труды Зоол. ин-та АН СССР. 1987. Т. 136. С. 126–135.
- Aldridge H.D.J.N., Brigham R.M. Load carrying and maneuverability in an insectivorous bat: a test of the 5% «rule» of radio-telemetry // J. Mamm. 1988. V. 69. P. 379–382.
- Andres A.D., Faaborg J., Thompson III F. Postfledging dispersal, habitat use, and home-range size of juvenile Wood Thrushes // The Auk. 1998. V. 115. P. 349–358.
- Bauer Hans-Gunther. Geburtsortstreue und Streuungsverhalten junger Singvogel // Die Vogelwarte. 1987. № 34. S. 15–32.
- Berndt R., Sternberg A. Terms, studies and experiments on the problems of bird dispersion // Ibis. 1968. № 3. P. 256–269.
- Blondel J. Habitat Selection in Island versus Mainland Birds // Habitat selection in birds. 1985. P. 477–511.
- Cochran W.W. Wildlife telemetry // Wildlife Management. Technical Manual, 4th edition. Wildlife society, Washington. 1980. P. 507–520.
- Daniels S., Walters J.R. Inbreeding depression and its effect on natal dispersal in Red-Cockaded Woodpeckers // Condor. 2000. V. 102. P. 482–491.
- Paradis E., Baillie S.R., Sutherland W.J. and Gregory R.D. Patterns of natal and breeding dispersal in birds // Journal of Animal Ecology. 1998. V. 67. P. 518–536.
- Sokolov L.V. Spring ambient temperature as an important factor controlling timing of arrival, breeding, post-fledging dispersal and breeding succes of Pied Flycatchers *Ficedula hypoleuca* in Eastern Baltic // Avian Ecol. Behav. 2000. № 5. P. 79–104.

К ВОПРОСУ О СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ПОДЗЕМНЫХ ОРГАНОВ *EQUISETUM ARVENSE* L.

К.П. Славгородская

Уральский госпедуниверситет, г. Екатеринбург

В работах отечественных и зарубежных авторов накоплен обширный материал, характеризующий биологические особенности сорно-полевых растений, в том числе сосудистых споровых и семенных видов. Но в сводках и справочниках отсутствуют данные по анатомии подземных органов сорных растений, хотя их устойчивость и трудноискореняемость в первую очередь определяется структурными особенностями долгоживущих подземных органов.

Целью наших исследований являлся анализ морфолого-анатомических особенностей подземных органов у вида *Equisetum arvense* L. — многолетнего корневищного растения, одного из наиболее злостных сорных растений современного земледелия.

Сборы проводились на Среднем Урале (Свердловская обл., г. Дегтярск, г. Кульбазка, сосновый папоротниково-разнотравный лес, июль-август 2004 г.). Использованы методы сухой откопки подземных органов и световой микроскопии.

В подземной сфере *E. arvense* преобладают ребристые членистые корневища двух типов, образующие в почве своеобразную «сеть коммуникаций». Это более толстые плагиотропные или горизонтальные корневища и многочисленные ортотропные или вертикальные корневища с небольшими черными клубеньками. Корневища обладают способностью к вегетативному размножению и разрастанию. У *E. arvense* относительно слабо развиты придаточные кладогенные корни двух типов: 1) короткие и тонкие агеотропичные «сосущие» корешки, расположенные в узлах корневищ в форме небольших пучков и 2) более длинные и толстые геотропичные «ростовые» корни, отрастающие от плагиотропных корневищ поодиночке.

Анатомический анализ подземных органов позволил выделить наиболее устойчивые и значимые признаки. К их числу относятся: а) многочисленные валлекулярные или воздухоносные каналы в коре корневищ; б) каринальные или водоносные каналы, развитые в каждом проводящем пучке стелы корневищ; в) наличие одного слоя эндодермы, расположенного на границе коры и стелы; г) полости аэренхимы в коре корней.

Большая часть признаков корневищ и корней варьирует на очень низком и низком уровнях (таблица). На повышенном и среднем уровнях варьируют такие признаки микроструктуры, как размеры и количество всасывающих волосков.

Таблица. Варьирование размеров и количества структур в корневищах *E. arvense*

Признаки	Плагитропные корневища		Ортотропные корневища	
	$M \pm m$	Cv %	$M \pm m$	Cv %
Радиус корневища, мкм	1345,4 $\pm$ 1,4	4,39	1730,4 $\pm$ 1,7	4,20
Радиус коры, мкм	903 $\pm$ 1,4	5,0	1078 $\pm$ 1,7	6,75
Радиус стелы, мкм	442,4 $\pm$ 0,3	3,08	656,6 $\pm$ 0,6	4,15
Количество полостей аэренхимы в коре, шт.	7	-	7	-
Диаметр полостей аэренхимы в коре, мкм	352,8 $\pm$ 0,7	9,09	408,8 $\pm$ 0,5	5,56
Количество полостей аэренхимы в стеле, шт.	7	-	7	-
Диаметр полостей аэренхимы в стеле, мкм	121,8 $\pm$ 0,1	3,61	161 $\pm$ 0,3	8,47
Предельная длина корневых волосков, мкм	568,4 $\pm$ 2,2	16,0	176,4 $\pm$ 1,1	7,07
Количество волосков по периметру, шт.	21,0 $\pm$ 0,8	12,3	19,9 $\pm$ 0,7	4,72

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВСТРЕЧАЕМОСТИ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ (LUMBRICIDAE) В РАЦИОНЕ БАРСУКА (*MELES*, MUSTELIDAE)

В.В. Смирнов*, П.В. Чашин**

* Вятская государственная сельскохозяйственная академия, г. Киров

** Ильменский государственный заповедник УрО РАН, г. Миасс

Накопление информации о структуре питания барсука (*Meles*, Mustelidae) на Южном Урале является важной задачей, направленной на изучение особенностей трофической ниши вида в регионе. Важной составной частью рациона барсуков (Kruuk, Parish, 1981) считаются дождевые черви (Lumbricidae). Ранее было показано существенное значение этого вида пищи для барсуков, обитающих в Ильменском заповеднике (Чашин, 2002). В данной работе мы ставили задачу выяснить, сохранилось ли значение этого корма в рационе барсука, изменился ли характер сезонных изменений его потребления.

Для этого с мая по октябрь 2004 г. пробы экскрементов были отобраны на том же маршруте, что и в 2001 г. Интервалы между отборами проб составляли от 5 до 14 дней. Все 90 проб исследовались в трех повторностях (субпробах). Разбор проб осуществляли в водяной капле (микроскоп МБС-2, окуляр 8, объектив 2, навеска 5 мг воздушно-сухой массы). Обилие щетинок в пробах оценивали по бальной шкале: 0 — щетинки отсутствуют; 1 — меньше 5 щетинок; 2 — больше 5 и меньше 10 щетинок; 3 — больше 10 щетинок. Для оценки встречаемости щетинок в пробах использовали коэффициент встреча-

емости (Квс) — отношение числа проб со щетинками к числу проб в выборке; и коэффициент обилия (Коб) — отношение суммы баллов обилия щетинок в субпробах к числу субпроб в выборке.

Данные о среднесуточных температурах предоставлены Н.С. Гордиенко. Статистические расчеты проведены с помощью пакета STATISTICA 5.0 for WINDOWS.

Полученные результаты свидетельствуют, что в Ильменском заповеднике роль дождевых червей в рационе барсука по-прежнему существенна. С мая по сентябрь общий Квс составил 0,81 (0,72 в 2001 г.).

Изменения встречаемости щетинок в пробах в течение большей части сезона связаны с температурным режимом. В период с мая до середины августа прослеживается обратная зависимость между температурой воздуха и встречаемостью щетинок. Кривые сезонных изменений их встречаемости в 2004 и 2001 гг. заметно отличаются, что связано с ходом температур в весенне-осенний период.

Необходимо отметить, что использованные нами коэффициенты встречаемости (Квс) и обилия (Коб) имеют достоверную ($p < 0,05$) и сильную (0,81) положительную корреляцию. Однако (Коб) более чувствителен, и его полезно применять в тех случаях, когда выборки малы.

Применение предлагаемого нами Коб наряду с традиционным Квс продиктовано следующими причинами. Первая — необходимость максимального снижения ошибок (пропусков) при определении наличия щетинок дождевых червей в пробах. Вторая — желание перейти (в первом приближении) к количественным оценкам потребления червей барсуками.

В целом, люмбрициды в рационе барсуков Ильменского заповедника являются одним из основных видов корма, и барсуки поедают червей на протяжении большей части периода своей активности.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОРАЗНООБРАЗИЯ СОСНОВЫХ И ЛИСТВЕННИЧНО- СОСНОВЫХ ЛЕСОВ РАЗНОТРАВНО-ВЕЙНИКОВЫХ ХРЕБТА НУРАЛИ И ИЛЬМЕНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАПОВЕДНИКА

Н.А. Стафеева

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Исследования проводились на восточном макросклоне Южного Урала: на хребте Нурала (республика Башкортостан) и в Ильменском государственном заповеднике (Челябинская область). Хребет Нурала расположен в лесо-

степной зоне, а Ильменский заповедник — в подзоне предлесостепных сосновых и березовых лесов таежной зоны.

Материал собран в 2003–2004 гг. В Ильменском заповеднике сделано 26 описаний сосновых и лиственнично-сосновых разнотравно-вейниковых лесов, на хребте Нурали — 30.

Б.А. Юрцев (1992) делит биологическое разнообразие на таксономическое (группировка по родству) и типологическое (группировка по тем или иным категориям признаков, не сводимых к родству).

Таксономическое разнообразие может быть охарактеризовано через показатели видового богатства и видовой плотности. Видовое богатство определялось как общее число видов в изученных сообществах. В разнотравно-вейниковых лесах хребта Нурали произрастает 129 видов сосудистых растений, относящихся к 33 семействам, 100 родам. В разнотравно-вейниковых лесах Ильменского заповедника произрастает 145 видов сосудистых растений, относящихся к 40 семействам, 106 родам. Первая триада семейств одинакова (Asteraceae, Poaceae, Rosaceae), поэтому обе исследованные флоры можно отнести к одному типу: условно-европейскому.

Видовая плотность рассчитывалась как среднее число видов на площадку. В лесах Ильменского заповедника этот показатель равен 37, а в лесах хребта Нурали — 35. Достоверных отличий по видовой плотности между изученными лесами хребта Нурали и Ильменского заповедника не выявлено.

Типологическое разнообразие может быть охарактеризовано по соотношению ценоотических и экологических групп.

Результаты ценоотического анализа. Выделено 11 ценоотических групп видов. В Ильменском заповеднике выше доля лесных и лугово-опушечных видов, чем на хребте Нурали (29,66 и 14,48%; 24,81 и 11,63, соответственно). В лесах хребта Нурали больше лугово-лесных и скально-лесных видов, чем в Ильменском заповеднике (13,95 и 6,20%; 11,72 и 2,76, соответственно).

Результаты экологического анализа. Выделено 4 экологические группы видов по отношению к увлажнению. В сосновых и лиственнично-сосновых разнотравно-вейниковых лесах хребта Нурали больше ксерофитов и меньше мезофитов, по сравнению с Ильменским заповедником (ксерофиты: 9,30 и 5,52; мезофиты: 58,91 и 62,76, соответственно).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Флоры светлохвойных разнотравно-вейниковых лесов хребта Нурали и Ильменского заповедника относятся к условно-европейскому типу. Видовое богатство сосновых, лиственнично-сосновых разнотравно-вейниковых лесов Ильменского заповедника выше, чем лесов хребта Нурали, что связано с большим разнообразием лесорастительных условий в Ильменском заповеднике. По

видовой плотности изученные леса не отличаются друг от друга. Результаты экологического и ценотического анализа отражают принадлежность исследованных территорий к разным ботанико-географическим зонам.

МОРФО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ КОМАРОВ *CULEX PIPIENS* L. В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Н.В. Сурнина*, Н.В. Николаева**

* Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

** Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Комар-пискун обыкновенный, *Culex pipiens* L. (Diptera, Culicidae), является основным переносчиком многих инфекций, в том числе вирусного энцефалита Западного Нила, эпидемии которого отмечены в США, Европе и России. Помимо внутривидовых водоемов, где развиваются многочисленные группировки *C. pipiens* в городах, местами их размножения являются искусственные контейнеры с водой в коллективных садах. Вид характеризуется наличием двух форм: *molestus* и *pipiens*, различающихся по комплексу морфофизиологических признаков и эпидемиологическому значению. Но молекулярно-генетические исследования однозначно свидетельствуют об их таксономическом уровне ниже подвида (Vinogradova, 2000). Неизвестными остаются экологические основы высокой изменчивости (политипичности) *C. pipiens*, хотя можно ожидать большого вклада в нее условий личиночного развития, в частности — кормового фактора.

В подсемействе Culicinae адаптивная эволюция морфологических признаков затрагивает в первую очередь личиночную стадию. При этом происходят преобразования морфологических структур, позволяющие виду осваивать новые типы водоемов и экологические ниши (Ивницкий и др., 1984). Так, у *Aedes* расхождение по трофическим нишам личинок сопровождается морфо-экологической дифференциацией имаго. У *C. pipiens* развитие личинок в биотопах с повышенным содержанием ионов NH_4^+ и NO_3^- прямо обуславливает высокий уровень маммофильности самок (Gabinaud et al., 1985). Исходя из многочисленных данных о высокой внутривидовой изменчивости *C. pipiens*, у него можно ожидать наличия подобной дифференциации, связанной с экологической специализацией личинок по пищевому поведению.

Целью исследования было изучение морфо-экологической дифференциации популяций комаров *C. pipiens*, развивающихся в контейнерах с водой на территории коллективных садов в г. Екатеринбурге и его окрестностей, а также выявление ее динамики во времени и пространстве. Задачи: 1) выявить

уровень морфо-экологических различий в выборках личинок *C. pipiens* с территорий коллективных садов, удаленных на разное расстояние от города; 2) изучить изменения популяционных характеристик во времени (по годам и в течение сезона); 3) оценить соотношение двух морфо-экологических форм (*molestus* и *pipiens*) и его динамику; 4) исследовать пищевое поведение личинок как один из возможных механизмов морфо-экологической дифференциации личиночных популяций.

Личинок для анализа отлавливали в контейнерах с водой в 1987, 1988 и 2004 гг. на территории коллективных садов г. Екатеринбурга (Шарташ) и его окрестностей (Таватуй, Аять, Перегон, 49 км, Верхняя Пышма). Пробы отбирали одновременно в разных точках в течение всего сезона размножения. Всего обследовано 2987 контейнеров. Личинки хранились в 70%-м этаноле. Измерение 7 морфологических признаков (ширина головы, длина и ширина сифона, сифональный индекс, число зубцов в гребне сифона слева, справа и в сумме) проводились под микроскопом МБС-10. Всего изучено 1885 личинок. Дифференциацию двух экологических форм *molestus* и *pipiens* проводили по величине сифонального индекса с разграничивающим параметром 4,4. При изучении питания собранных личинок рассаживали поодиночке в экспериментальные сосуды с потенциальным кормом (кондиционированная трава). В течение 1 часа хронометрировали их питание путем фильтрации или обскребывания субстрата. Затем личинок фиксировали в этаноле для последующей морфометрии (всего изучена 41 личинка).

На примере выборки А (500 особей) за 1987 г. показана морфо-экологическая дифференциация 5 локальных популяций *C. pipiens* по всем признакам (Николаева и др., 2004). Отмеченные различия могли быть обусловлены специфическим сочетанием экологических факторов на территории каждого сада (Н.В. Сурнина, неопубликованные данные). Особенно интересны существенные различия по комплексу морфологических признаков между формами *molestus* и *pipiens* в объединенной выборке, характеризующей метапопуляцию этого вида на Среднем Урале. Доля формы *molestus* в разных популяциях варьировала. Для выборки А (1987 г.) она изменялась от 5,6 (Перегон) до 21,6% (Шарташ), для выборки Б (1987 г.) — от 11,3 (Перегон) до 22,7% (49 км), для выборки А+Б — от 9,3 (Таватуй) до 20,5% (Шарташ). Анализ выборки Б ($n=591$) за 1987 г. в тех же точках с большей долей особей из более ранних сезонных сборов, выявив некоторые отличия в соотношении двух экологических форм, подтвердил достоверные различия между 5 локальными популяциями комаров по большинству изученных признаков.

Недавно (Исаев, Егоров, 2000) на примере популяций *C. pipiens* на территории г. Иваново показано, что наибольший вклад в разделение двух форм этого вида по личинкам вносят 6 признаков, в том числе длина и ширина си-

фона и расстояние между глазами (в наших исследованиях ширина головы). Таким способом можно идентифицировать до 83–94,5% всех особей двух экологических форм. Как и в нашем случае, эти авторы отмечали большое количество особей с промежуточными значениями признаков, что свидетельствует о гибридизации этих форм. Отсюда следует важный методический вывод о необходимости анализа крупных выборок на протяжении всего сезона развития *C. pipiens* для получения корректных выводов о степени их морфо-экологической дифференциации. Статистический анализ 7 признаков показал значительную обособленность городской популяции Шарташ в 1987 г. от всех остальных, что обусловлено высокой долей формы *molestus* (20,5%), которую можно объяснить близостью к жилым городским массивам с внутридомовыми микропопуляциями *molestus*. Увеличение доли этой формы в популяции Шарташ отмечено в 1988 (37,0) и 2004 гг. (44,6%). При изучении сезонной динамики на примере этой же популяции в 1988 г. наблюдали уменьшение средних значений изученных морфологических признаков и увеличение доли формы *molestus* во второй декаде июля – августе.

Анализ 3 локальных популяций в 2004 г. показал их слабую дифференциацию по изученным морфологическим признакам. Популяции Таватуй и Пышма достоверно отличались друг от друга только по числу зубцов в гребне сифона, а от популяции Шарташ — по длине, ширине сифона и сифональному индексу ($p < 0,05$). Причиной снижения степени дифференциации локальных группировок *C. pipiens* может быть резкое возрастание числа и площади садовых участков и дач в середине 1990-х гг., их соединение в сплошные массивы и, практически, исчезновение за 16–17 лет изоляционных барьеров. Кроме того, в результате продолжительного воздействия высоких температур летом 2004 г. на территории всех садов осуществлялся интенсивный полив, при котором еженедельно расходовалось не менее 90% запасенной в контейнерах воды. Это способствовало повышенной элиминации личинок, прежде всего — фильтраторов, сконцентрированных в поверхностном слое воды, обладающих морфологическими признаками, близкими к таковым у формы *pipiens*. Таким образом, помимо прямого действия повышенных температур на скорость роста и развития личинок (и их конечные размеры) в 2004 г., повышенная элиминация особей определенного морфотипа под воздействием антропогенного фактора была в равной степени велика на территории всех коллективных садов, стирая ранее выявленные различия между локальными группировками.

Можно предполагать, что на основании данных по морфологической дифференциации фильтраторов и обскребывателей станут понятнее механизмы морфо-экологической дифференциации популяций на *molestus* и *pipiens*. В опытах 2004 г. уменьшенные средние размеры головы и длины сифона у обскребывателей (соответственно, 1,02 и 1,33 мм) соответствуют их размерам *molestus*, а увеличенные (соответственно, 1,18 и 1,56 мм) у фильтраторов —

таковым у *pipiens* ($n=41$, $p<0,05$). Среднее суммарное число зубцов в гребне сифона у личинок обскребывателей (20,40) понижено, по сравнению с фильтраторами (24,33). Процесс дифференциации личинок связан с разнокачественностью водоемов и сопровождается сильной вариабельностью морфологических признаков, непосредственно связанных с питанием, таких как размеры головы и число зубцов в гребне сифона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные свидетельствуют о существовании в 1987 г. значимых различий по комплексу из 7 изученных признаков у пяти локальных группировок *C. pipiens* на территории Екатеринбурга и его окрестностей с разным уровнем антропогенной нагрузки. Обнаруженная динамика в изменении средних значений изученных характеристик в пространстве и во времени делает необходимым отбор достаточно крупных выборок особей на протяжении всего сезона размножения для получения корректных данных. Отмечено увеличение доли формы *molestus* в популяции Шарташ в 2004 г., по сравнению с 1987 и 1988 гг. Экспериментально установлена дифференциация личинок по тактике питания (фильтрация/обскребывание), которая сопровождается различиями по морфологическим параметрам комаров двух экологических групп. В 1988 г. для популяции Шарташ показано закономерное повышение доли личинок с морфологическими признаками формы *molestus* и обскребывателей в популяции Шарташ в более поздние сроки сезона. Можно предполагать, что в течение последних 17 лет под действием климатических и антропогенных факторов на изученной территории имели место микроэволюционные процессы, нивелирующие морфо-экологические различия между выделенными ранее локальными популяциями *C. pipiens*.

ЛИТЕРАТУРА

- Ивницкий С.Б., Тамарина Н.А., Креславский А.Г. Изменчивость числа зубцов в гребне сифона в лабораторных популяциях *Aedes caspius caspius* и ее связь с экологией особей // Зоол. ж. 1984. Т. 63. № 5. С. 687–695.
- Исаев В.А., Егоров С.В. Комплексный метод диагностики популяций экологических форм *Culex pipiens pipiens*, обитающих в антропогенных биоценозах // Экология человека и природа. Иваново, 2000. С. 32–35.
- Николаева Н.В., Гилев А.В., Сурнина Н.В. Оценка морфо-экологической дифференциации личиночных популяций комара *Culex pipiens* L. в зоне мегаполиса Екатеринбурга // Экология промышленного региона и экологическое образование. Нижний Тагил, 2004. С. 158–162.
- Gabinaud A., Vigo G., Cousserans J., Poux M., Pasteur N., Croset H. La mammophilie des populations de *Culex pipiens* L. 1978 dans le sud de la France: variations de ce caractère en fonction de la nature des biotopes de développement larvaire, des caractéristiques

physico-chimiques de leurs laux et des saisons. Consequences pratiques et thioriques // Cah ORSTOM. Ser. Ent. med. et parasitol. 1985. V. 23. № 2. P. 123–132.

Vinogradova E.B. *Culex pipiens pipiens* mosquitoes: taxonomy, distribution, ecology, physiology, genetics, applied importance and control. Russian Academy of Sciences. Zoological Institute. Sofia–Moscow, 2000. 320 p.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗООПЛАНКТОНА ОЗЕРА МАЛОЕ МИАССОВО

М.С. Темникова, В.В. Речкалов

Челябинский госуниверситет

Оценка экологического состояния водоема основана на определении количественных показателей развития гидробионтов — численности и биомассы. Зоопланктон — одно из наиболее динамичных сообществ гидробионтов, которое, с одной стороны, трансформирует органику в форму, доступную для консументов более высоких уровней, а с другой, переводит взвеси в осадок и способствует минерализации органики. Тем самым он играет важную роль в процессах самоочищения воды.

Затруднения, связанные с получением сопоставимых значений численности, связаны с тем, что организмы зоопланктона не имеют стабильного распределения. Они находятся в постоянном движении: образуют скопления и рассеиваются по акватории, совершают суточные и сезонные миграции. На первом этапе работы установлено, что численность и биомасса планктонных организмов, фиксируемых одними и теми же орудиями лова на одной станции, но в разное время суток, существенно различаются. Пробы, отобранные в ночное время в прибрежной зоне, содержали на порядок больше планктонных организмов, чем дневные.

Цель работы: проанализировать особенности пространственного распределения зоопланктона оз. Малое Миассово в пределах одного профиля в разные сезоны года и период суток.

Отбор проб производился в июне и сентябре 2002 г., а также в ноябре и декабре 2003 г. на оз. Малое Миассово (бассейн верхнего течения р. Миасс, Челябинская область) стандартной количественной сетью Джеди (диаметр верхнего кольца — 18 см, нижнего — 24 см, фильтрующий материал — газ 64). Облавливался весь столб воды. В июне в дневное время было отобрано 9 проб, в ночное — 8. В сентябре — 10 и 12, соответственно. В ноябре и декабре было отобрано по 5 проб в дневное время. Все пробы отбирались в пределах одного профиля от берега до берега (рисунок). Длина профиля — 1,6 км, глубина — от 1,2 до 6,5 м.



Рисунок. Положение станций отбора проб.

В составе сообщества зоопланктона обнаружено 29 видов гидробионтов. Из них 12 видов относится к ветвистоусым ракообразным, 11 — к копеподам, 6 — к коловраткам (таблица).

В июне, в прибрежных частях, преобладают представители ветвистоусых ракообразных (*D. longispina*, *B. longirostris*), а в центральных частях — представители копепод (*E. graciloides*, *C. vicinus*, *M. oithonoides*) и коловраток (*K. longispina*). В целом, численность и биомасса зоопланктона определялась количеством босмин. Наблюдаемые различия отражают процесс смены весеннего комплекса летним, который происходит по направлению от берега к центральной части. В сентябре доминируют представители р. *Cyclops* на копеподитных стадиях. Значительную роль играют летние виды ветвистоусых: *D. succulata*, *C. quadrangula*, *D. brachyurum*, *B. kessleri*. К ноябрю основу биомассы составляют *E. graciloides* и *C. kolensis*. По сравнению с сентябрем повышается доля *D. longispina*, *D. cristata*, *C. sphaeriicus*, отмирают ветвистоусые летнего комплекса. В декабре по численности и биомассе доминирует *E. graciloides*.

В ноябре среднее значение биомассы составило 1,49 г/м³, при среднем значении численности 63 тыс. экз./м³. В декабре — 0,87 г/м³ и 29 тыс. экз./м³, соответственно. В июне биомасса днем составила 1,70, ночью — 3,2 г/м³, при численности 244 и 506 тыс. экз./м³. В сентябре биомасса днем составила 0,65, ночью — 0,84 г/м³, при численности 32 тыс. и 37 тыс. экз./м³. Таким образом, показатели обилия зоопланктона в ночное время выше, чем в дневное. Повышение значений численности и биомассы в ночное время в июне происходит за счет босмин, а в сентябре — за счет копепод р. *Cyclops*. При этом концентрация зоопланктона происходит преимущественно на прибрежных станциях. Стабильной концентрации гидробионтов в какой-либо зоне не отмечено.

В соответствии с практикой гидробиологических исследований, в пределах исследовательского профиля должно быть размещено минимум 3 станции отбора проб: одна в центральной зоне и две в прибрежной. Почти всегда существует вопрос: на каком расстоянии от берега должны быть расположены прибрежные станции для того, чтобы объективно характеризовать обилие зоопланктона? В нашем случае количество станций в профиле было больше 3. Предполагалось, что

Таблица. Видовой состав сообществ зоопланктона

Виды	Месяцы			
	июнь	сентябрь	ноябрь	декабрь
<i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lilljeborg, 1888)	+	+	+++	+++
<i>Eucyclops macruroides</i> (Lilljeborg, 1901)	+	+		
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)				+
<i>Cyclops strenuus</i> (Fischer, 1851)	+			
<i>Cyclops kolensis</i> (Lilljeborg, 1901)	+	+++	+	+
<i>Cyclops vicinus</i> (Uljanine, 1857)	+			
<i>Cyclops insignis</i> (Claus, 1857)			+	+
<i>Mesocyclops crassus</i> (Fischer, 1853)	+			
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	+++	+		+
<i>Mesocyclops oithonoides</i> (Sars., 1863)	+++			
<i>Macrocyclus albidus</i> (Jurine, 1820)				+
<i>Daphnia longispina</i> (Leydig., 1860)	+++	+++	++	++
<i>Daphnia cucullata</i> (Sars., 1862)	++	++		
<i>Daphnia cristata</i> (G.O. Sars., 1862)	++		+	+
<i>Bosmina kessleri</i> (Uljanine, 1872)	++	++	+	
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F. Muller, 1785)	+++	+++	++	+
<i>Chidorus sphaericus</i> (O.F. Muller, 1785)	++	++	+	++
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F. Muller, 1785)	++	++		
<i>Bythotrephes longimanus</i> (Leydig., 1860)	+			
<i>Polyphemus pediculus</i> (Linne, 1778)	+			
<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	+	+		
<i>Diaphanasoma brachyurum</i> (Levin, 1848)	+	+		
<i>Alona quadrangularis</i> (O.F. Müller, 1786)	+			
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	+++	++	+	+
<i>Karetella quadrata</i> (O.F. Muller, 1786)	++	++	++	++
<i>Karetella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	++	+	+++	+++
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	++	+	++	++
<i>Filimia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)				+
<i>Polyarthra</i> (Ehrenberg, 1834)			+	+

Примечание: + - единично встречающийся вид; ++ - регулярно встречающийся вид;
+++ - доминирующий вид.

в результате получения обширного массива данных, значения средней численности будут установлены с большей точностью. Мы проанализировали 5 вариантов расположения прибрежных станций: 50, 150, 300, 450 и 600 м от берега и пришли к выводу, что прибрежные станции для дневных наблюдений должны быть удалены от уреза воды на 150–300 м, а в ночное — на 100–300 м.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИНАМИКИ ЛЕСОТУНДРОВЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОЛЯРНОГО УРАЛА

М.М. Терентьев

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Изучению влияния климата на растительные сообщества в настоящее время уделяется значительное внимание (Ваганов и др., 1998; Шиятов и др., 2002; Капралов, 2003). Это обусловлено необходимостью изучения механизмов реакции сообществ на изменения климата и возможностью прогнозирования дальнейших изменений. Наиболее заметные связи между климатом и растительностью установлены в высокогорных сообществах, а также в высоких широтах, где температурный режим является одним из главных лимитирующих факторов (Изменение..., 2003; Терентьев, 2004).

На Полярном Урале ранее нами было установлено увеличение доли площадей, занятых более густыми сообществами, за счет менее густых на протяжении XX в. Так, площади редин и редколесий увеличились за счет тундровых сообществ на 17%. (Шиятов и др., 2005).

Цель настоящей работы — количественный анализ смещения верхней границы леса на Полярном Урале в XX столетии. Район исследования расположен на территории Полярно-Уральского экологического мониторингового полигона. Отсутствие крупных промышленных предприятий на территории, прилегающей к району исследований, и удаленность от населенных пунктов является косвенным подтверждением низкого уровня антропогенной нагрузки.

Исходными материалами для данного исследования служили векторные покрытия, созданные в геоинформационной системе (ГИС) и содержащие информацию о типах ценохор на начало и конец XX в. (рис. 1). При создании слоев были использованы материалы полевых исследований, содержащих информацию о расположении и конфигурации выделов и их лесоводственно-таксационные описания, произведенные в 2000–2004 гг. (Шиятов и др., 2005).

Смещение различных типов лесотундровых экосистем, произошедших в XX столетии, оценивалось в горизонтальной (планарный сдвиг) и вертикальной (вертикальный сдвиг) плоскостях (рис. 2). Расчет планарного сдвига производился с использованием метода карт ширины на программной платформе SIMAGIS Research (Smart Imaging Technologies, США). В основе метода лежит вписывание окружностей различного радиуса, центры которых расположены на скелетной линии, проходящей внутри области смещения определенного типа ценохоры. Вертикальный сдвиг оценивался по высотным харак-

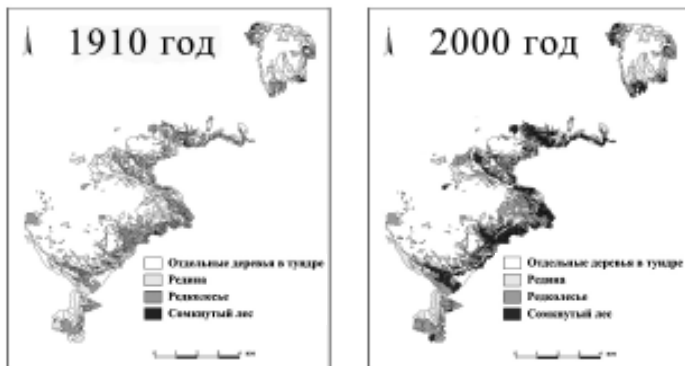


Рис. 1. Распределение различных типов лесотундровых сообществ в начале и в конце XX в. (Шиятов и др., 2005).

теристикам выделов, полученных в ГИС ARC/INFO по цифровой модели рельефа с использованием алгебры карт.

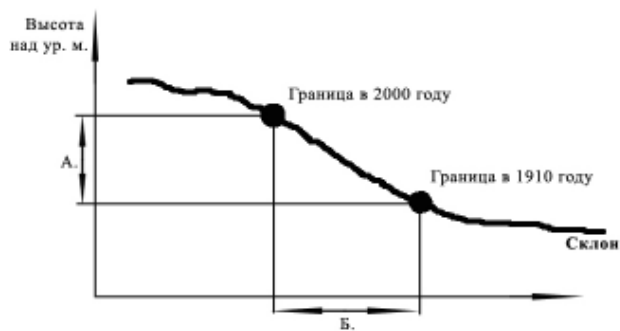
Величины смещения верхней границы древесной растительности в XX столетии приведены в таблице.

Таблица. Смещение различных типов лесотундровых экосистем (м)

Сдвиг	Редины	Редколесья
Горизонтальное смещение		
Максимум	374	450
Медиана	142	126
Мода	93	45
Вертикальное смещение		
Максимум	76	65
Медиана	27	19

Горизонтальное смещение в среднем составляет 126 м для редколесий и 142 м — для редины. При этом максимальный сдвиг для редколесий составляет 450 м, что почти на 20% больше чем у редины. По высоте редины сместились в среднем на 27 м, в то время как редколесья — на 19 м. Максимальное продвижение составляет 76 м для редины и 65 м — для редколесий. Отсутствие в таблице значения моды для вертикального смещения связано с бимодальностью данного распределения.

Анализ данных свидетельствует о значительных изменениях, произошедших в пределах экотона верхней границы древесной растительности в XX столетии.



А. Вертикальный сдвиг
Б. Горизонтальный сдвиг



Рис. 2. Виды сдвига и метод карт ширины.

Установлена однонаправленность процессов зарастания ранее не облесенных территорий и увеличение густоты в уже существующих древостоях. Проведенные исследования косвенно свидетельствует о значительном улучшении условий произрастания древесной растительности на Полярном Урале в XX в.

Работа выполнена при финансовой поддержке фондов ИНТАС (проект 01–0052), РФФИ (проекты 05–04–48984 и 02–04–48148), гранта РИ–112/001/249 и молодежного гранта УрО РАН.

ЛИТЕРАТУРА

- Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Хантемиров Р.М., Наурызбаев М.М. Изменчивость летней температуры воздуха в высоких широтах Северного полушария за последние 1,5 тыс. лет: сравнительный анализ данных годовичных колец деревьев и ледовых кернов // Докл. РАН. 1998. Т. 358. № 5. С. 681–684.
- Изменение климата, 2001 г. Обобщенный доклад. Вклад рабочих групп I, II, III в подготовку Третьего доклада об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата. Ред. Р.Т. Уотсон. ВМО-ЮНЕП. Женева, Швейцария, 2003. 220 с.
- Капралов Д.С. Динамика верхней границы леса в конце XX века (г. Конжаковский камень, Северный Урал) // Проблемы глобальной и региональной экологии. Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2003. С. 76–79.
- Терентьев М.М. Моделирование пространственно-временной динамики лесотундровых экосистем на верхнем пределе их распространения (Полярный Урал) // Экологические механизмы динамики и устойчивости биоты. Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2004. С. 246–249.
- Шиятов С.Г., Мазепа В.С., Чехлов О.Ю. Изменения климата и динамика лесотундровых экосистем на Полярном Урале в XX столетии // Науч. вестн. 2002. Вып. 11. С. 28–35.
- Шиятов С.Г., Терентьев М.М., Фомин В.В. Пространственно-временная динамика лесотундровых сообществ на Полярном Урале // Экология. 2005. № 2. С. 1–8.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПИГМЕНТАЦИИ ЗУБОВ ОБЫКНОВЕННОЙ БУРОЗУБКИ. ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ В МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

О.В. Толкачев

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Изучение зубной системы млекопитающих имеет большое значение в микроэволюционных исследованиях (Polly, 2005). Дентальные характеристики широко применяются в популяционных исследованиях в связи с морфологической сложностью и разнообразием зубов млекопитающих. Обычно при изучении зубной системы бурозубок пользуются метрическими характеристиками зубного ряда или формой отдельных зубов (см.: Павлинов, 2004; Polly,

2005). При этом остается вне поля зрения такая общая для всего рода характеристика, как пигментация зубов.

Целью нашей работы было описание характера изменчивости пигментации зубов представителей р. *Sorex* на примере обыкновенной бурозубки (*S. araneus* L., 1758) и оценка возможности применения этого признака в исследованиях морфологической изменчивости и при анализе флуктуирующей асимметрии в разных популяциях.

Бурозубки отловлены нами в 2000–2004 гг. в лесопарках г. Екатеринбурга и в лесном массиве в 50-ти км юго-восточнее Екатеринбурга, который мы рассматривали как контроль по отношению к городу. Общий объем материала — 481 череп.

Некоторые зубы верхней и нижней челюсти, или только отдельные их вершины, могут быть окрашены значительно темнее, чем остальные и при этом имеют не красно-коричневый, а желто-коричневый оттенок (Толкачев, 2004). Вероятность появления необычной окраски неодинакова для различных вершин и зубов (рисунок). Доля особей, у которых была обнаружена необычная пигментация зубной эмали, варьировала в зависимости от локалитета и по годам от 0 до 100%, а в среднем составляла 75% (табл. 1).

Таблица 1. Доля особей (%) с цветовыми aberrациями в пигментации эмали (в скобках — размер выборки)

Год	Контроль	Шувакишский лесопарк	Калиновский лесопарк	Юго-Западный лесопарк	Дендрарий	Среднее
2000	87,7 (57)	92,3 (13)	80,0 (5)	68,1 (22)	50,0 (2)	72,3 (101)
2001	85,7 (14)	100,0 (76)	100,0 (29)	100,0 (12)	80,0 (5)	97,8 (140)
2002	100,0 (5)	100,0 (1)	100,0 (1)	75,0 (4)	66,7 (6)	86,2 (29)
2003	56,5 (24)	47,3 (18)	0,0 (6)	0,0 (5)	25,0 (4)	40,3 (57)
2004	85,7 (14)	80,9 (47)	69,4 (62)	50,0 (8)	42,9 (7)	72,5 (153)
Среднее	81,4 (113)	87,2 (156)	74,3 (103)	66,7 (51)	62,5 (24)	

В разные годы доля особей с aberrациями изменялась. Однако мы не обнаружили корреляции между колебаниями численности бурозубок и долей особей с необычной пигментацией зубов. В 2002 г. численность землероек во всех точках была крайне низка, но доля aberrантных особей оставалась на высоком уровне и составляла в среднем 86%. В 2003 г., на второй год депрессии, доля особей с необычной окраской зубов значительно снизилась во всех локалитетах, что противоречит предположению, согласно которому при избирательной элиминации доля доминирующей по численности «морфы» должна была увеличиться (Шварц, 1980). В 2004 г. численность бурозубки замет-

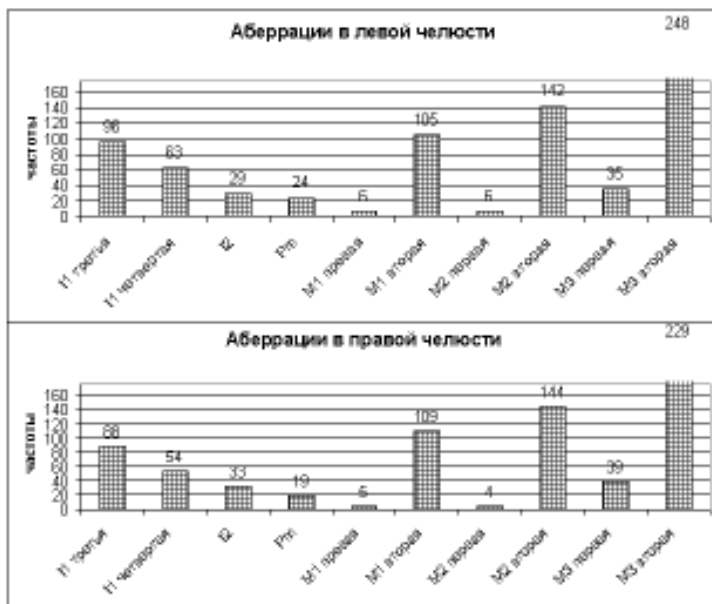


Рисунок. Суммарные по всей выборке абсолютные частоты аномальной окраски различных вершин и зубов в правой и левой половинах челюсти *Sorex araneus*. Обозначения: I1 третья — третья вершина первого резца, I1 четвертая — четвертая вершина первого резца, I2 — второй резец, Pm — премоляр, M1, M2, M3 — первый, второй и третий моляры с двумя окрашенными вершинами («первая» — тригонид, «вторая» — метаконид).

но возросла в Калиновском и Шувакишском лесопарках, а в остальных локалитетах практически не изменилась, по сравнению с 2003 г. Однако, доля аберрантных особей значительно снизилась во всех локалитетах. Вероятно, наблюдаемая картина обусловлена внутрипопуляционными процессами, при которых животные с нормально окрашенными зубами в период депрессии численности получали преимущество, которое проявлялось в увеличении их численности на следующий год. У нас нет оснований предполагать, что обычная или необычная пигментация зубов имеет самостоятельное адаптивное значение, но она может быть показателем стабильности развития.

Чаще всего проявление аберраций на правой и левой половинах челюсти отдельной бурозубки не совпадало. Но частоты аберрантной окраски отдельных вершин и зубов на правой и левой половине челюсти суммарно по всей выборке почти совпадают и взаимополагаются (см. рисунок), что говорит о ненаправленности наблюдаемых различий между сторонами тела

(Захаров, 1987). В локализации aberrаций на правой и левой половинах нижней челюсти отдельных особей наблюдается либо положительная взаимосвязь, либо ее отсутствие. Для оценки указанной взаимосвязи мы использовали вероятностный подход, предложенный Б.Л. Астауровым для качественных признаков (Захаров, 1987). Метод основан на том, что при независимом проявлении признака на разных сторонах тела частота его симметричного проявления в выборке в два раза меньше суммы частот его проявления только справа и только слева. Частота симметричного проявления необычной окраски эмали метаконида первого моляра почти совпадает с ожидаемой (табл. 2), что говорит об отсутствии взаимосвязи между сторонами тела по этому признаку. В случае метаконидов второго и третьего моляров мы наблюдаем положительную связь между сторонами тела, так как доля особей, у которых отмечено симметричное проявление aberrаций в этих структурах, превышает теоретически ожидаемую. Таким образом, изучаемые признаки проявляются независимо друг от друга, изменяются ненаправленно относительно сторон тела и проявляются независимо справа и слева или положительно коррелируют. Исходя из этого, мы заключили, что изучаемое явление принадлежит к типу флуктуирующей асимметрии.

Таблица 2. Эмпирические частоты проявления aberrаций на метаконидах трех моляров обыкновенной бурозубки на разных сторонах тела

Метаконид	Только слева	Симметрично	Только справа
M1	55	50	59
M2	61	81	63
M3	80	168	61

Принято считать, что по мере увеличения отличий условий обитания от оптимальных, возрастает и степень флуктуирующей асимметрии в популяциях (Захаров, 1987). Чтобы выяснить, влияет ли антропогенное воздействие на уровень флуктуирующей асимметрии, мы сравнили бурозубок из лесопарков г. Екатеринбурга с животными с контрольного участка. Доля симметричных по 10 признакам особей в различных локалитетах варьировала в пределах 8,8–11,8% (табл. 3).

Наименьшая доля симметричных особей отмечена в дендрарии Ботанического сада, который расположен внутри городских застроек и занимает сравнительно небольшую территорию. Окраинные лесопарки, несмотря на большие размеры и связь с окружающими лесами, подвергаются

Таблица 3. Доля симметричных особей в различных локалитетах (суммарно по 5 годам)

Локалитет	Всего особей, шт.	Симметричных	
		особей, шт.	%
Контроль	92	10	10,9
Дендрарий	15	1	6,7
Калиновский лесопарк	77	11	14,3
Шувакинский лесопарк	136	12	8,8
Юго-Западный лесопарк	34	4	11,8

воздействию урбанизации, особенно в частях, прилегающих к постройкам. Уровень флуктуирующей асимметрии у бурозубок из этих локалитетов был ниже, чем в дендрарии. В контроле доля симметричных особей оказалась такой же, как в лесопарках. Однако, мы не обнаружили между местообитаниями достоверных отличий по этому параметру, оцененных по методу углового преобразования Фишера.

Таким образом, наши исследования не выявили существенных различий по уровню флуктуирующей асимметрии в антропогенно нарушенных и природных ландшафтах. Если придерживаться предположения, что появление цветковых аберраций в пигментации эмали зубов бурозубок является показателем нарушенности индивидуального развития, то становится понятным отсутствие различий в уровне флуктуирующей асимметрии при сравнении уже «отклонившихся в развитии» групп особей из различных местообитаний.

Работа выполнена при поддержке проекта РИ–112/001/249.

ЛИТЕРАТУРА

- Захаров В.Н. Асимметрия животных. М.: Наука, 1987. 216 с.
- Павлинов И.Я. Анализ изменчивости верхних промежуточных зубов у землероек-бурозубок (*Sorex*) методами геометрической морфометрии // Зоол. ж. 2004. Т. 83. № 7. С. 869–875.
- Толкачев О.В. Особенности цветковых аберраций окраски зубов обыкновенной бурозубки (*Sorex araneus* Linnaeus, 1758) в различных местообитаниях // Экологические механизмы динамики и устойчивости биоты: Материалы конф. молодых ученых. Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2004. С. 249–252.
- Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. М.: Наука, 1980. 278 с.
- Polly P.D. Development and phenotypic correlations: the evolution of tooth shape in *Sorex araneus* // Evolution and development. 2005. V. 7. № 1. P. 29–41.

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПАУКОВ-ГНАФОЗИД (ARANEI, GNAPHOSIDAE) НА УРАЛЕ

Т.К. Тунёва

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

На данный момент в мировой фауне известно около 2000 видов из 113 родов пауков семейства Gnaphosidae. Они встречаются во всех ландшафтных зонах, являясь неотъемлемым компонентом любого биоценоза. Анализ их пространственного распространения до сих пор проведен только в глобальном масштабе.

Целью данной работы является анализ распространения пауков-гнафозид в пределах Уральской горной страны. Для этого необходимо было решить следующие задачи: 1) проанализировать распространение видов пауков сем. Gnaphosidae в широтном градиенте в пределах Урала; 2) сравнить биоту пауков-гнафозид Урала с другими регионами; 3) выделить группы видов гнафозид Урала по их распространению в глобальном масштабе.

В фауне Урала к настоящему времени нами выявлено 17 родов и 91 вид пауков этого семейства. Таким образом, по числу видов это второе семейство на Урале после Linyphiidae (364 вида).

Таксономическое разнообразие пауков-гнафозид физико-географических областей Урала представлено на рисунке 1.

Фауна пауков-гнафозид Урала почти на 60% складывается из широко распространенных видов, среди них наиболее многочисленны палеарктические (42%). Виды голарктической группы составляют 17%. Среди относительно узко распространенных видов особенно многочисленны европейские таксоны (21%), что отражает принадлежность Урала к Европейской зоогеографической провинции. Большое разнообразие видов в степной зоне и их связь с центральной Азией обуславливают значительную долю (15%) видов центрально-азиатского генезиса. Участие сибирских видов в формировании фауны незначительно (5%).

В сравнении с прилегающими территориями, Урал отличается: от Русской равнины — относительно высокой долей сибирских видов; от Казахстана — относительно высокой долей европейских видов и наличием сибирских таксонов; от Западно-Сибирской низменности — присутствием центрально-азиатских видов и более низкой долей голарктических видов. Южно-сибирская фауна гнафозид отличается от уральской низкой долей европейских видов и большим участием голарктических видов (рис. 2).

Анализ зоогеографического спектра фауны пауков-гнафозид Урала показал, что среди видов с голарктическим ареалом половина видов (50%) имеет циркум-температный ареал. В палеарктической группе наиболее многочисленны евро-

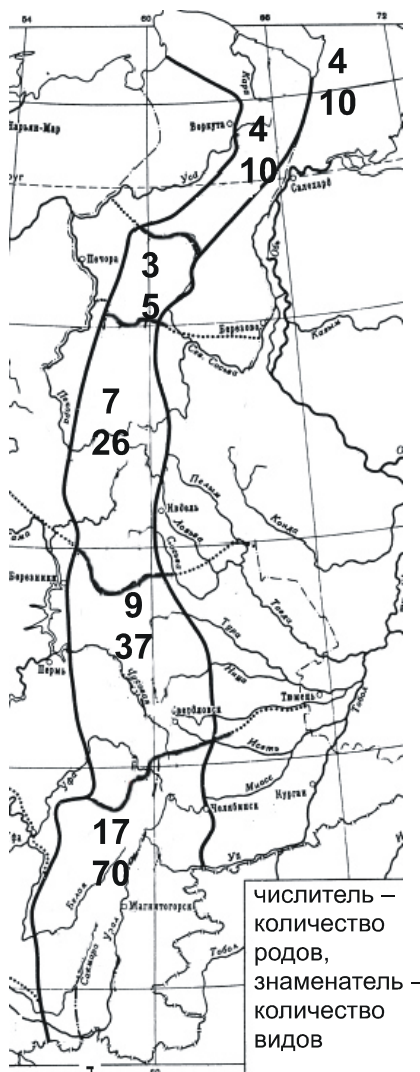


Рис. 1. Количество родов и видов пауков-гнафозид в различных физико-географических областях Урала.

сибирско-среднеазиатские (20%) и трансевроазиатские (17%) виды. В зональном аспекте в данной группе резко преобладают виды с температурным и неморальным типом распространения (около 80%). Европейская группа видов, в основном, состоит из уральских (43%) и евро-южносибирских (22%) видов. Большинство видов этой группы (71%) приурочены к неморальной зоне. Среди видов с сибирским ареалом половина имеет лапландско-сибирский (50%) и половина — урало-алтайский (50%) тип распространения. В центрально-азиатской группе преобладают казахстанские (50%), восточноевропейско-среднеазиатские (17%) и сибирско-центральноазиатские (17%) виды. В зональном аспекте это, в основном, степные виды (92%).

Анализ распределения гнафозид на Урале показал преобладание зональных закономерностей в их распространении. По особенностям распределения нами выделено 5 групп (рис. 3).

К степной группе относится 41 вид. Подавляющее большинство видов данной группы характеризуется высокой степенью приуроченности к различным ксерофитным местообитаниям — зональным и горным степям, степоидам, остепненным лесам. Виды, связанные с интразональными биотопами, и лесолуговые весьма немногочисленны. Некоторые виды степного комплекса имеют реликтовые популяции в пределах лесных зон.

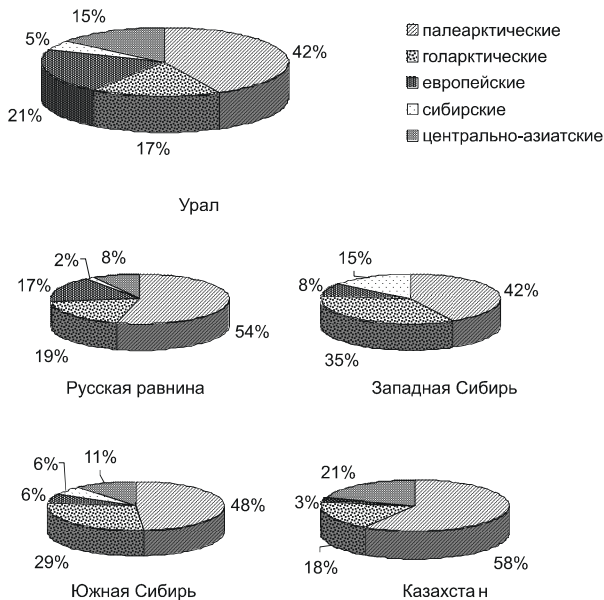


Рис. 2. Зоогеографические спектры фаун пауков-гнафозид Урала и прилегающих территорий.

К неморальному комплексу отнесено 5 видов гнафозид. Основное ядро видов связано с собственно неморальными лесами или замещающими их в Зауралье березовыми колками лесостепи. Однако к этой же группе относятся ряд степных, луговых и эврибионтных видов, ограниченных в своем распространении Южным Уралом и южной тайгой Среднего Урала.

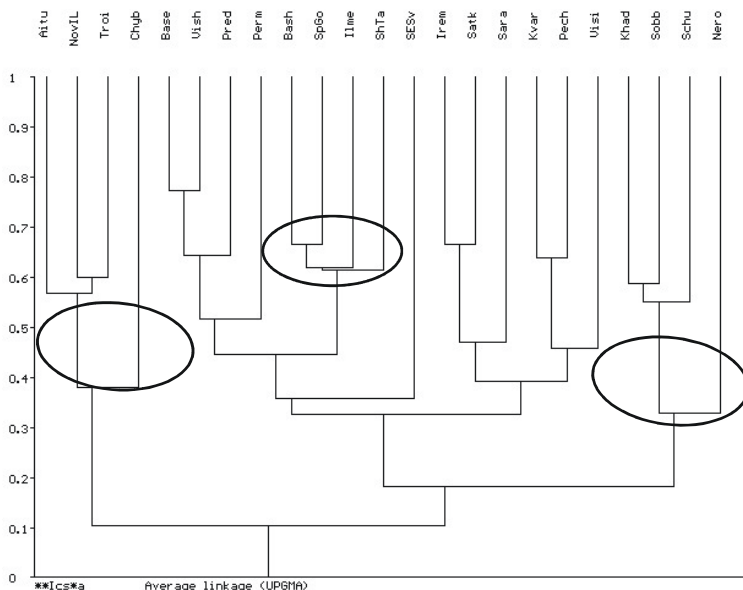
Лесная группа видов насчитывает 21 вид. Основную ее массу составляют относительно пластичные лесные виды, их можно было бы назвать олигобионтными, так как они входят в состав различных, но всегда лесных сообществ.

Группа широко-зональных включает 17 видов, которые отличаются максимально широким зональным распределением. Среди них много луговых видов.

К гипоаркто-горной группе относится 7 видов. На Урале эти виды, как правило, не выходят за пределы Гипоарктики.

Автор выражает глубокую признательность С.Л. Есюнину за помощь при обработке материала и редакцию настоящей работы.

Работа выполнена при поддержке грантов для молодых ученых Президиума УрО РАН и РИ-112/001/249.



Примечание: Aitu – поселок Айтуар (Оренбургская обл.), NovIl – поселок Новоилец (Оренбургская обл.), Troi – Троицкий заказник (Челябинская обл.), Chyb – балка Шыбынды (Оренбургская обл.), Base – заповедник Басеги (Пермская обл.), Vish – Вишерский заповедник (Пермская обл.), Pred – заказник «Предуралье» (Пермская обл.), Perm – город Пермь и окрестности, Bash – Башкирский заповедник, SpGo – заказник «Спаская гора» (Пермская обл.), Ilme – Ильменский заповедник (Челябинская обл.), ShTa – заповедник Шульган-Таш (Башкирия), SESv – юго-восток Свердловской области, Irem – гора Иремель (Челябинская обл.), Satk – пос. Сатка (Челябинская обл.), Sara – дер. Сараши (Пермская обл.), Kvar – гора Кваркуш (Пермская обл.), Pech – Печеро-Ильчский заповедник (республика Коми), Visi – Висимский заповедник (Свердловская обл.).

Рис. 3. Дендрограмма сходства фаун науков-гнафозид различных районов Урала.

К ВИДОВОМУ СОСТАВУ НАЗЕМНЫХ МОЛЛЮСКОВ НАДСЕМЕЙСТВА HELICOIDEA ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

А.В. Удалой

Томский госуниверситет

Наземная малакофауна Сибири до сих пор изучена недостаточно. Основой для настоящей работы послужили сборы 1998–2000 гг. из Томской области, Красноярского края и Хакасии.

Monachoides aculeata (Uvalieva, 1964) отнесен К.К. Увалиевой к эндемикам Алтая. В ходе наших исследований *M. aculeata* был впервые зарегистрирован в ряде новых районов. На территории Кузнецкого Алатау (Хакасия, окр. пос. Коммунар) вид обитает в скальных осыпях, а в различных биотопах горной тайги — в подстилке и на высокотравье. Те же местообитания, а также валежник, данный вид предпочитает и в биотопах равнинной тайги междуречий «Томь – Яя» и «Томь – Обь». Здесь *M. aculeata* встречается в заболоченных биотопах. Обычен во влажных сосновых лесах террас р. Томи с развитыми кустарниковым и травянистым ярусами. В пойме р. Томи *M. aculeata* встречается в подстилке прибрежных ивняков и топольников. Особи этого вида также населяют склоны ложбин стока ручьев в пойму р. Томи. В строении полового аппарата, изученного при анатомировании экземпляров с Кузнецкого Алатау (1 экз.) и из окрестностей г. Томска (2 экз.), отмечено некоторое отличие от описания половой системы, приведенного К.К. Увалиевой (1964). Отличие сводится к отсутствию у наших экземпляров третьей раздвоенной слизистой железы в женском отделе половой системы.

Вид *Euomphalia strigella* (Draparnaud, 1801) отнесен к группе европейских видов (Шилейко, 1978). Нами *E. strigella* был обнаружен в новом местонахождении — в окр. с. Тарутино Ачинского района Красноярского края. Биотоп, где был обнаружен вид, представляет собой высокотравный низинный материковый луг, слегка заболоченный, с кочками и впадинами. Луг окружен вторичными (с подростом хвойных пород) разреженными переувлажненными березняками. Хорошо развит кустарниковый и травяной ярус. Строение полового аппарата изученного экземпляра *E. strigella* не имеет заметных отличий от строения, приведенного в видеом описании (Шилейко, 1978).

Таким образом, *M. aculeata* не является алтайским эндемиком. Его, вероятно, можно считать видом, приуроченным к Алтае-Саянской зоогеографической провинции. Также должен быть пересмотрен статус *E. strigella* как европейско-сибирского вида.

ЛИТЕРАТУРА

- Увалиева К.К. Новый вид наземных моллюсков Алтая (Gastropoda, Helicidae) // Труды института зоологии АН Казах. ССР. Алма-Ата: АН Казах. ССР, 1964. Т. XXII. С. 199–202.
- Шилейко А.А. Наземные моллюски надсемейства Helicoidea // Фауна СССР. Моллюски. Т. 3. Вып. 6. Л.: Наука, 1978. С. 269–271.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОЛИМОРФНЫХ СИСТЕМ В ЦЕНОПОПУЛЯЦИЯХ ПОДОРОЖНИКА В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ ПОЙМЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ

Е.В. Ульянова

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

В 50-е годы ПО «МАЯК» осуществляло сброс долгоживущих радионуклидов в р. Течу, что привело к сильному загрязнению речной системы, включая пойменные ландшафты. Сообщества организмов, длительно произрастающие в пойме реки в условиях радионуклидного загрязнения, представляют собой удобную модельную систему для изучения отдаленных последствий действия малых доз радиации на растения. Повсеместно распространенные растения рода *Plantago* с радиоэкологической точки зрения мало изучены. Подорожник большой в этом аспекте был исследован только в зоне ВУРСа (Ульянова, 2004). Цель работы: изучить аллозимный полиморфизм в ценопопуляциях подорожника, произрастающих в условиях радионуклидного загрязнения поймы р. Течи.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Подорожник большой (*Plantago major* L.) — многолетний, травянистый поликарпик. Вид диплоидный ($n=6$), размножается половым путем, преобладает самоопыление (Van Dijk et al., 1988). На исследованных участках произрастает только *Plantago major* ssp. *major* Pilger.

Участки заложены по обоим берегам реки примерно в 107 км от ее истока и в 5 км друг от друга. В качестве фоновой выбрана площадка в пойме р. Пышмы. Во всех ценопопуляциях отбирали семена с 50–70 растений. Аллозимный анализ и гистохимическое окрашивание ADH, EST, GDH, GOT, 6-PGDH, PGI, SDH, DIA, IDH, PGM проводили на проростках по стандартным методикам. Для исследуемых ген-ферментных локусов были рассчитаны значения основных показателей изменчивости. Межпопуляционные различия оценивали при помощи *F*-статистики Райта, а также при анализе таблиц сопряженности. Статистическая обработка данных была проведена в программе BIOSYS-1 и STATISTICA 6.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Радионуклидное загрязнение р. Течи и ее поймы подробно описано в работе И.В. Молчановой с соавт. (2003). Всем исследованным участкам свойственен один тип сообщества — вторичный пойменный разнотравно-злаковый луг. Почва аллювиально-слоистая. На левом и правом берегах р. Течи концентрация ^{90}Sr и ^{137}Cs в верхнем слое почвы выше, по сравнению с фоновой пло-

щадкой, на один-два порядка величин, что создает дополнительную дозовую нагрузку на меристематические ткани подорожника — в 30 раз превышает фоновый уровень. Максимально возможные поглощенные растениями за жизнь дозы близки и составляют 0,77–0,83 Гр.

Полиморфными у подорожника оказались три ген-ферментных локуса: *Adh* представлен двумя аллелями, *Got-1* — двумя и *Got-2* — тремя. Остальные ферменты были мономорфны. В левобережной ценопопуляции частоты аллелей локуса *Adh* близки к равновесию (табл. 1). В фоновой выборке обнаружено смещение в пользу аллеля *Adh*₂ (двусторонний критерий сравнения долей, $p=0,4818$), а правобережной — *Adh*₃ ($p=0,00001$). Отметим, что преобладание аллеля *Adh*₃ было показано и в обеих ценопопуляциях *Plantago major* из зоны ВУРСа (Ульянова, 2004). По частотам аллелей локуса *Got-1* выборки существенно не различались между собой ($p=0,2344$), причем этот локус оказался мономорфным в правобережной ценопопуляции. По локусу *Got-2* во всех выборках доминировал второй аллель. По частотам аллелей фоновая и правобережная ценопопуляции значимо не различались ($p=0,8949$), как и с импактной выборкой из зоны ВУРСа. На левом берегу р. Течи частота встречаемости аллеля *Got-2*₁ превышала значения предыдущих выборок более, чем на 25% ($p=0,0001$), что близко к показателю, характерному для буферной ценопопуляции подорожника из зоны ВУРСа (Ульянова, 2004).

На основании частот аллелей ген-ферментных локусов были рассчитаны значения основных показателей генетической изменчивости (табл. 2). В пойменных ценопопуляциях подорожника наблюдаемая гетерозиготность в 1,8–3,2 раза меньше ожидаемой, что свидетельствует о высоком коэффициенте инбридинга. В полиморфном состоянии находится 18,2% локусов при 95%-ом критерии оценки и 24,3% — при 99%-ом критерии. Изменчивость фоновой ценопопуляции была наивысшей, а правобережной — наименьшей. Среднее число аллелей на локус составило 1,24, что хорошо согласуется с данными Van Dijk et al. (1988).

Показатель F_{IS} , характеризующий коэффициент инбридинга особи относительно популяции, указывает на 60,8%-ый дефицит гетерозиготных генотипов. Критерий F_{IT} , отражающий инбридинг особи относительно вида, был на 5% больше. Только 13% от выявленной генетической изменчивости приписывается межпопуляционной компоненте ($F_{ST}=0,1300$), а 87% реализуется за счет внутривидовой изменчивости. Отметим, что суходольные выборки характеризовались меньшим коэффициентом инбридинга (Ульянова, 2004).

Рассмотрим генотипическую изменчивость ценопопуляций подорожника. Анализ таблиц сопряженности показал, что по частотам встречаемости генотипов все исследованные пойменные ценопопуляции значимо различались между собой по локусу *Adh* и *Got-2* (см. табл. 1). В пойменных экосистемах

Таблица 1. Частоты аллелей трех полиморфных локусов в пойменных ценопопуляциях подорожника

Локус	Аллель	Ценопопуляция			Результаты анализа таблиц сопряженности
		Левобережная (1)	Правобережная (2)	Фоновая (3)	
Adh	2	0,560	0,182	0,608	$\chi^2_{12}=20,6, df=2, p=0,000$ $\chi^2_{13}=11,0, df=2, p=0,004$ $\chi^2_{23}=37,3, df=2, p=0,000$
	3	0,440	0,818	0,392	
	N	91	66	60	
	χ^2_{HW}	$\chi^2=49,6, df=1, p=0,000$	$\chi^2=43,6, df=1, p=0,000$	$\chi^2=4,5, df=1, p=0,034$	
	F	0,732	0,796	0,266	
Got-1	1	0,021	0,000	0,067	$\chi^2_{12}= 2,9, df=1, p=0,091$ $\chi^2_{13}= 4,9, df=2, p=0,085$ $\chi^2_{23}= 2,8, df=2, p=0,060$
	2	0,979	1,000	0,933	
	N	96	67	60	
	χ^2_{HW}	$\chi^2=0,03, df=1, p=0,857$		$\chi^2=36,7, df=1, p=0,000$	
	F	-0,021		0,732	
Got-2	1	0,328	0,045	0,050	$\chi^2_{12}= 10,2, df=4, p=0,038$ $\chi^2_{13}= 23,9, df=4, p=0,000$ $\chi^2_{23}= 23,2, df=2, p=0,000$
	2	0,672	0,955	0,950	
	N	96	67	60	
	χ^2_{HW}	$\chi^2=46,9, df=1, p=0,000$	$\chi^2=0,12, df=1, p=0,727$	$\chi^2=71,4, df=1, p=0,000$	
	F	0,693	-0,047	1,000	

Примечание: N – объем выборки, χ^2_{HW} – отклонение распределения генотипов от ожидаемого на основании принципа Харди-Вайнберга, F – индекс фиксации Райта. Жирным шрифтом выделены величины, показывающие незначимые различия между наблюдаемым и ожидаемым соотношениями частот генотипов по принципу Харди-Вайнберга, а также между ценопопуляциями при анализе таблиц сопряженности.

Таблица 2. Значения основных показателей генетической изменчивости в ценопопуляциях *P. major* L.

Ценопопуляция	$P_{95}, \%$	$P_{99}, \%$	N_A	H_O	H_E	n_e
Фоновая	27,27	27,27	1,27	0,035	0,064	1,07
Левобережная	18,18	27,27	1,27	0,028	0,089	1,10
Правобережная	9,09	18,18	1,18	0,013	0,041	1,04
Среднее	18,18	24,24	1,24	0,025	0,065	1,07

Примечание: P_{95} и P_{99} – процент полиморфных локусов при 95%- и 99%-ных критериях полиморфности, N_A – среднее число аллелей на локус, средняя наблюдаемая (H_O) и ожидаемая (H_E) гетерозиготность, n_e – эффективное число аллелей.

у подорожника обнаружено 15 аллозимных генотипов, в левобережной выборке их выделено 11 (5 из них — уникальные), в правобережной — 5 (0), а в фоновой — 7 (4). В левобережной и фоновой ценопопуляциях подорожника

доминировали растения с идентичным аллозимным генотипом (рисунок). В правобережной ценопопуляции доля преобладающего генотипа достигла 74%. Все доминанты представлены гомозиготами.

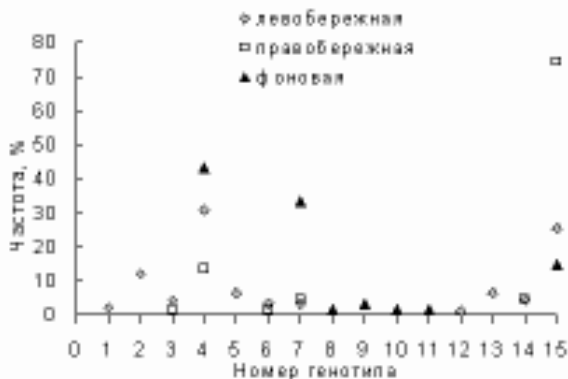


Рисунок. Генотипическая изменчивость ценопопуляций подорожника из пойменных экосистем.

Совокупность полученных данных свидетельствует о том, что на правом и левом берегах р. Течи в сходных радиоэкологических условиях произрастают генетически различные ценопопуляции подорожника большого, изменчивость которых связана с особенностями размножения вида и генезисом сообществ.

Работа выполнена при поддержке гранта РИ–112/001/249.

ЛИТЕРАТУРА

- Молчанова И.В., Караваева Е.Н., Михайловская Л.Н., Позолотина В.Н., Лобанова Л.В. Барьерно-регулирующая роль пойменных почв в миграции радионуклидов: (на примере речной системы Теча-Исеть) // Экология. 2003. № 4. С. 267–273.
- Ульянова Е.В. Особенности ценопопуляций *Plantago major* L. на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа // Экологические механизмы динамики и устойчивости биоты: Материалы конф. молодых ученых. Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2004. С. 259–269.
- Van Dijk H., Wolff K., De Vries A. Genetic variability in *Plantago* species in relation to their ecology. 3. Genetic structure of populations *P. major*, *P. lanceolata* and *P. coronopus* // Theor. Appl. Genet. 1988. V. 75. № 3. P. 518–528.

ВЛИЯНИЕ ИММУННОГО СТАТУСА НА РЕПРОДУКТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИНЕЙНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ МЫШЕЙ

С.М. Усова, Е.Б. Григоркина

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

В работе представлены результаты экспериментального исследования репродуктивных характеристик лабораторных мышей линии СВА на фоне сниженного иммунного статуса с целью изучения механизмов поддержания численности популяции грызунов, длительно обитающих в условиях радиационного биогеоценоза.

У самок опытной группы (длительное введение иммунодепрессанта), по сравнению с контрольными (введение физиологического раствора), отмечено: 1) достоверное снижение морфофизиологических параметров (индексов тимуса, сердца, печени, селезенки и надпочечника); иммуногематологических показателей и массы тела во все сроки беременности; 2) увеличение инфантицида в ранние и поздние сроки. У детенышей самок опытной группы регистрировали существенное снижение массы тела в период раннего онтогенеза (месяц). В то же время на фоне сниженного иммунного статуса (опытная группа) наблюдали большее число размножающихся особей, большее общее количество новорожденных детенышей и значимое увеличение средней величины выводка ($6,2 \pm 0,2$ в опыте против $5,2 \pm 0,2$ в контроле, $p < 0,001$), а также снижение (в 8 раз) уровня эмбриональных потерь и доли самок с эмбриональными потерями (в 2,5 раза). Кроме того, у потомков мышей опытной группы выявлено изменение соотношения полов в пользу самок (2:1) при равном соотношении самцов и самок в контрольной группе.

Полученные в эксперименте результаты сопоставлены с показателями воспроизводства грызунов, отловленных в головной части Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРСа) (плотность загрязнения почвы ^{90}Sr составляет $18,5 \text{ МБк/м}^2 = 500 \text{ Ки/км}^2$), у которых обнаружены сходные тенденции. Так, у *Apodemus uralensis* и *Ap. agrarius* эмбриональные потери были в 1,4 и 4,2, а у *Microtus oeconomus* и *M. arvalis* в 1,3 и 3,3 раза, соответственно, ниже, чем у грызунов этих видов, отловленных на сопредельной территории (плотность загрязнения почвы ^{90}Sr — $7,4 \text{ кБк/м}^2 = 0,2 \text{ Ки/км}^2$). Кроме того, в выборках мышевидных грызунов из зоны ВУРСа наблюдали большее количество самок, чем самцов.

Таким образом, результаты лабораторного эксперимента удовлетворительно согласуются с материалами, полученными на грызунах из природной популяции. И в модельном эксперименте, и в натурных исследованиях выяв-

лен более низкий уровень эмбриональных потерь, доли самок с эмбриональными потерями и увеличение показателей плодовитости у животных из опытных выборок. Из литературы нам известно о многочисленных нарушениях у грызунов из зоны ВУРСа: цитогенетических изменениях (Гилева и др., 1996), гематологических и иммунологических сдвигах (Любашевский и др., 2001; Пашнина, 2003), морфогенетических абберациях и аномалиях развития (Васильева и др., 2003) на фоне увеличения показателей плодовитости животных и ускорения сроков их полового созревания (Ильенко, Крапивко, 1989). Совокупность собственных и литературных данных позволяет нам сделать заключение о влиянии нарушенного иммунного статуса на систему воспроизводства мышевидных грызунов и дает основание считать, что одним из механизмов, обеспечивающих поддержание численности популяции грызунов в радиоактивной среде, является снижение иммунологического контроля над цитогенетическим гомеостазом и репродуктивной функцией. Можно полагать, что у животных на фоне подавленного иммунитета нарушается выбраковка неполноценного генетического материала на разных стадиях его развития, что может привести к появлению в популяции животных, отягощенных «генетическим грузом», но представляющих для нее репродуктивную ценность.

ЛИШАЙНИКИ БАШКИРСКОГО ГОСЗАПОВЕДНИКА

И.В. Фролов, А.Г. Пауков

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Исследования проводились на территории Башкирского государственного природного заповедника (БГПЗ) в течение двух полевых сезонов 2003 и 2004 гг. Заповедник находится в горно-лесной полосе Южного Урала между 53°30' и 53°15' с.ш. На территории БГПЗ преобладают сосновые леса, значительные площади занимают степные ценозы и пойменные сообщества. Сбор материала осуществлялся методом маршрутных учётов со всех возможных субстратов.

На территории БГПЗ обнаружен 231 вид лишайников, относящихся к 80 родам, 32 семействам, 8 порядкам. Ранее для территории заповедника было известно 189 видов лишайников (Селиванова-Городкова, 1956). Обнаружены также два вида паразитических лихенофильных аскомицета — *Lichenochora obscurioides* (Linds.) Triebel & Rambold и *Stigmidium fuscatae* (Arnold) R. Santesson.

Основу лихенофлоры составляет порядок Lecanorales, который включает 200 видов (86,6%). Остальные порядки гораздо менее многочисленны: Caliciales — 13 видов (6,0%), Verrucariales — 5 видов (2,3%), Lichinales —

2 вида (0,9%), Graphidales — 2 вида (0,9%), Arthoniales — 2 вида (0,9%), Gyalectales — 1 вид (0,5%), Leotiales — 1 вид (0,5%). 1 вид (0,5%) относится к несовершенным лишайникам. Среднее число видов в семействе 7,2. Уровень видового состава выше этого показателя имеют 7 семейств: Parmeliaceae (34 вида, 14,7%), Lecanoraceae (31 вид, 13,4%), Physciaceae (30 видов, 13,0%), Cladoniaceae (21 вид, 9,1%), Teloschistaceae (20 видов, 8,7%), Humeneliaceae (10 видов, 4,3%), Coniocybaceae (8 видов, 3,5%). Среднее число видов в роде 2,9. Видовым разнообразием выше среднего характеризуются 22 рода. Самые богатые рода: *Cladonia* (21 вид, 9,1%), *Lecanora* (20 видов, 8,7%) и *Caloplaca* (14 видов, 6,1%).

В БГПЗ обнаружены виды, относящиеся к шести географическим элементам: бореальные, монтанные, гипоарктомонтанные, неморальные, степные, арктовысокогорные. Преобладающим элементом является бореальный (76 видов или 34,39% от общего числа; среди них есть практически все жизненные формы и представители всех экологических групп). Второе место по количеству видов занимает монтанный географический элемент — 56 видов (25,3%). Гипоарктомонтанный геоэлемент включает 32 вида (14,5%). Примерно на одном месте с ним находится неморальный геоэлемент. В его состав входят 28 лишайников, что составляет 12,6% общего списка. Неморальные виды в Башкирском заповеднике растут практически исключительно на лиственных породах, причём основная их масса встречается на осине и ольхе. Найдено значительное количество лишайников степного географического элемента — 20 видов (9,1%). Девятнадцать из них оказались эпилитными, и только один (*Caloplaca sinapisperma* (Lam. & DC.) Maheu & A. Gill.) произрастает на можжевельнике. Арктовысокогорный географический элемент представлен 7 видами (3,2%). Всё это эпилитные лишайники. Таким образом, учитывая результаты географического и таксономического анализа, лишенофлору БГПЗ можно охарактеризовать как бореально-монтанную со значительным участием степного элемента.

Шесть видов лишайников оказались новыми для Урала: *Cladonia* cf. *cryptochlophaea* Asah., *Rinodina oxydata* (Massal.) Massal., *Ochrolechia microstictoides* Rasanen, *Dermatocarpon intestiniforme* (Korber) Hasse, *Verrucaria laevata* Ach. и *Rinodina atrocineria* (Dickson) Korber. Новыми для Южного Урала являются *Rhizocarpon geminatum* Korber и *Rhizocarpon petraeum* (Wulfen) A. Massal, а также очень редкий вид *Rinodina conradii* Korber (вторая находка на Урале).

ЛИТЕРАТУРА

Селиванова-Городкова Е.А. Материалы к изучению биофлоры Южного Урала // Тр. Бот. ин-та АН СССР. 1956. Сер. 2. Вып. 11. С. 82–99.

АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ КАК ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДА ПЧЕЛА МЕДОНОСНАЯ В ОНТОГЕНЕЗЕ РАБОЧИХ ПЧЕЛ

О.Н. Фрунзе, Е.Р. Русецких

Пермский госпедуниверситет

Универсальность метаболизма живых организмов и наличие у них разнообразных адаптивных механизмов обеспечивает стабильность и видовое разнообразие в экосистемах.

Часто указывается на преимущества методов молекулярно-генетического изучения функционального состояния организмов, в том числе и медоносных пчел.

Медоносные пчелы прикамской популяции среднерусской расы *Apis mellifera mellifera* морфологически выделены на территории Пермской области (Петухов и др., 2000). Ценность породы заключается в ее адаптированности к северным условиям. Известно, что при акклиматизации происходят морфологические, физиологические, поведенческие изменения, часть которых можно считать микроэволюционными.

Цель работы: поиск наиболее показательного способа выражения индивидуальности групп пчел по активности ферментов с учетом массы объектов. Задачи исследования: 1) оценить однородность групп медоносных пчел, во-первых, разных экотипов по активностям каждого фермента и, во-вторых, разных экотипов с учетом онтогенеза по активностям каждого фермента; 2) выявить корреляции активностей ферментов между собой.

Исследованы ферменты: каталаза (КФ 1.11.1.6), фосфатазы (КФ 3.1.3.1, КФ 3.1.3.2), β -глюкозидаза (КФ 3.2.1.21). Сбор проб проводился в летний сезон 2003–2004 гг. Гомогенат готовился по модифицированной методике (Белоконь, 1979); для предотвращения метаболических изменений пробы замораживались (Ллойда, Госсрау, 1982). Фотометрический и спектрофотометрический анализ ферментов осуществлялся в стандартных условиях (Бернштейн, Каминский, 1986; Овчинникова, 2002).

Исследовано 100 проб медоносных пчел в онтогенезе. Проведен анализ однородности экотипов медоносных пчел по активности ферментов, выраженных в мг/мл*мин (фосфатаза, каталаза) и мг/мл (β -глюкозидаза), рассчитаны пропорциональные отношения активности ферментов с принятием за делитель наименьшей величины (активность фосфатазы).

В результате анализа активностей ферментов установили, что учет онтогенеза особенно важен: 1) на стадии личинки — по фосфатазе (увеличение точности в 4 раза); 2) на стадии куколки — по каталазе (в 25 раз) и фосфатазе (в 10 раз); 3) на стадии имаго — по каталазе (в 10^3 раз). Это может быть свидетельством изменений метаболической роли ферментов в онтогенезе пчел.

Данные, полученные при анализе нескольких семей одного экотипа с учетом онтогенеза, соответствуют такому же анализу каждой семьи данного экотипа.

ВЫВОДЫ

1. На каждой стадии развития пчел есть особенности метаболизма, наблюдаемые по изменениям активности ферментов.
2. Только на стадии личинки обнаружена взаимосвязь активностей ферментов с массой объекта.
3. Коррелятивная зависимость активности каталазы и глюкозидазы положительна на всех стадиях развития пчел.
4. Анализ активности ферментов позволяет адекватно оценивать экотипы как по индивидуальным семьям, так и по результатам анализа смешанных проб из разных семей одного экотипа.

СРАВНЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ И АДВЕНТИВНОЙ ФЛОРЫ РАЗЛИЧНЫХ ЛАНДШАФТНЫХ РАЙОНОВ ПЕЧОРО- ИЛЫЧСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА

О.В. Харитонов

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Человек, появившийся на определенном отрезке эволюции органического мира, по мере своего социального развития превратился в мощный фактор, преобразующий все живое на Земле. Из всех форм антропогенного воздействия на природу по масштабам отрицательных эффектов выделяется загрязнение окружающей среды. К многочисленным загрязнителям антропогенного происхождения относится и биологическое загрязнение.

В комплексе мер по охране растительного мира от негативного влияния антропогенного фактора одно из важных мест занимает создание сети природных резерватов различного ранга. При этом заповедные территории невозможно полностью оградить от антропогенных трансформаций растительного покрова, от вторжения синантропных растений, вследствие осуществления различной деятельности человека: проведения научных и хозяйственных работ, организации экскурсий и туристических походов.

На территории Печоро-Илычского государственного биосферного заповедника (ПИБЗ) до сих пор остаются природные комплексы естественных ландшафтов, почти не затронутые или мало затронутые хозяйственной деятельностью человека. Кроме того, природные комплексы трех крупных ландшафтных зон — равнинной, предгорной и горной, в пределах одной ботани-

ко-географической зоны и на территории одного заповедника позволяют изучать особенности процесса синантропизации растительного покрова в условиях заповедного режима в разных ландшафтных комплексах в зависимости от характера и интенсивности антропогенных воздействий.

РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЙ

Наши исследования проводились на территории Печоро-Илычского биосферного заповедника (Республика Коми), в трех крупных ландшафтных зонах — равнинной, предгорной и горной, каждая из которых отличается большим своеобразием, проявляющимся в особенностях геоморфологии, рельефа, почв и растительного покрова. Некоторые характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1. Характеристики различных ландшафтных районов ПИБЗ

Средняя высота над уровнем моря	Равнина	Предгорья	Горы
	100-120 м	200-250 м	750-850 м
Площадь заповедания	15,8 тыс. га	400,7 тыс. га	304,8 тыс. га
Площадь, подверженная антропогенным нагрузкам (приблизительная оценка)	45 га	20 га	Не более 5 га

В качестве объекта исследования были избраны растительные сообщества вторичных местообитаний в малых населенных пунктах Печоро-Илычского заповедника. На равнинном участке были исследованы пос. Якша и зимовье Перевалка, на предгорном участке — кордоны Собинская Заостровка, Шайтановка и Шежим Печорский, стационар Гаревка и близ расположенные зимовья, на горном участке — стационар Яны-Пупу-Нер (рис. 1).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В работе рассматриваются естественный и адвентивный компоненты флоры в различных ландшафтных районах Печоро-Илычского заповедника. Использовались собственные материалы автора, собранные в период с 2001 по 2004 гг., и литературные данные (Лавренко и др., 1995; Кучеров и др., 2002).

Для оценки уровня синантропизации растительных сообществ использовались такие характеристики сообществ, как общее проективное покрытие, индекс синантропизации (отношение числа синантропных видов к общему числу видов в сообществе (Горчаковский, Козлова, 1998), индекс апофитизации (отношение числа апофитов к числу синантропных видов в сообществе), запас надземной фитомассы (в г/м² воздушно-сухого вещества) и доля запаса надземной фитомассы синантропных видов. По результатам этой оценки, опираясь на метод, предложенный П.Л. Горчаковским (Горчаковский, Абрамчук, 1983, 1988; Горчаковский, 1999), растительные сообщества были отнесе-



Рис. 1. Карта-схема района исследований.

Локальные флоры: 1 — пос. Якиа, 2 — к. Собинская Заостровка, 3 — к. Шайтановка, 4 — к. Шежим, 5 — ур. Перевалка, 6 — ур. Камешок, 7 — ур. Вологодская Пристань (заброш. изба), 8 — ур. Вологодская Пристань (нов. изба), 9 — ст. Гаревка (нов. изба), 10 — ст. Гаревка (стар. изба), 11 — заброш. ур. Степаново Жилище, 12 — заброш. охот. изба Гаревка, 13 — ур. Лог Йорданского, 14 — ур. Манские Луки (заброш. изба), 15 — ур. Манские Луки (нов. изба), 16 — ур. Кедровая Яма, 17 — ур. Усть-Елма, 18 — ур. Строганная Доска, 19 — заброш. ур. Усть-Порожная, 20 — ст. Яны-Путу-Нер.

ны к I–IV стадиям деградации. Также был использован индекс адвентизации флоры, отражающий соотношение числа адвентивных (пришлых) видов ко всей рассматриваемой флоре (Силаева, 2000).

Для оценки степени сходства различных компонентов флор между собой был использован коэффициент Чекановского-Сьеренсена.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Естественный компонент флоры равнинного района включает 302 вида сосудистых растений из 59 семейств и 152 родов, в предгорном районе отмечено 495 видов (77 семейств и 220 родов), а в горном — 399 видов (72 семей-

ства и 196 родов). В равнинном районе произрастает 121 адвентивный вид из 32 семейств и 95 родов, в предгорном — 108 видов (28 семейств и 86 родов), в горном районе отмечено всего 32 пришлых вида (13 семейств и 28 родов).

Сравнивая компоненты флор различных районов, выявлено, что таковые предгорного и горного районов в большей степени сходны между собой (значение коэффициента сходства 0,71), чем каждый из них с естественным компонентом равнинной флоры (0,63 и 0,55, соответственно). В то же время наибольшим сходством отличаются адвентивные флоры равнины и предгорий (значение коэффициента сходства 0,72), тогда как адвентивный компонент горной флоры в меньшей степени сходен с ними (0,33 и 0,46, соответственно), что обусловлено небольшим числом адвентивных видов, отмеченных в данном районе (рис. 2).

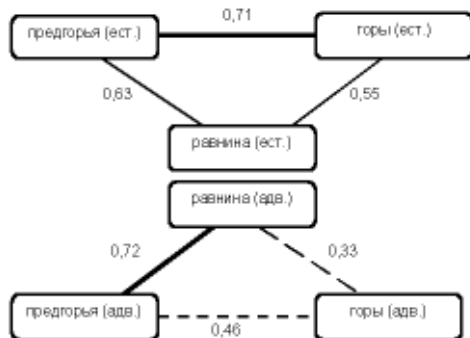


Рис. 2. Степень сходства естественного и адвентивного компонента флор ПИБЗ.

Ведущими семействами в естественной флоре Печоро-Илычского заповедника являются Сурепaceae, Роaceae и Asteraceae (табл. 2). В различных районах положение данных семейств в спектре может изменяться. Так, Сурепaceae в предгорном районе занимает второе место, уступая по числу представленных видов семейству Asteraceae. Такие семейства, как Ranunculaceae и Rosaceae, также являются ведущими на равнинном и горном участках, деля третье место с семейством Asteraceae. Кроме того, многочисленны семейства Salicaceae и Caryophyllaceae.

Ведущими семействами адвентивной флоры заповедника являются Asteraceae и Роaceae. Семейства Brassicaceae и Scrophulariaceae занимают третье место по численности в равнинном и предгорном районах, соответственно. К ведущим семействам отнесены Polygonaceae, Caryophyllaceae, Apiaceae и Lamiaceae. Адвентивная флора горного участка выделяется из всех остальных тем, что в ее составе насчитывается 32 вида из всего лишь 13 семейств. В связи с этим не целесообразно выделять среди них ведущие семейства (табл. 2).

Таблица 2. Спектры ведущих семейств естественной и адвентивной флоры ПИБЗ

	Равнина		Предгорья		Горы	
	Число видов	Ранг	Число видов	Ранг	Число видов	Ранг
Естественная флора						
Cyperaceae	31	1	47	2	49	1
Poaceae	24	2	43	3	34	2
Asteraceae	25	3-4	51	1	31	3-4
Ranunculaceae	25	3-4	29	5	18	6
Rosaceae	20	5	37	4	31	3-4
Salicaceae	12	6	19	6	17	7
Caryophyllaceae	11	7	18	7	22	5
Адвентивная флора						
Asteraceae	27	1	23	1	7	2
Poaceae	15	2	19	2	9	1
Brassicaceae	11	3	7	4-5	1	—
Polygonaceae	8	4	6	6-7	0	—
Caryophyllaceae	7	5	7	4-5	2	—
Scrophulariaceae	6	6	8	3	0	—
Apiaceae	5	7-8	6	6-7	3	3-4
Lamiaceae	5	7-8	5	8	3	3-4

На рисунке 3 представлен дендрит, построенный по методу максимального корреляционного пути с использованием значений коэффициента сходства Чекановского-Сьеренсена (K) и представляющий степень близости видового богатства локальных флор заповедника.

При повышении уровня связи до $K \geq 40$ дендрит распадается на несколько плеяд. Локальные флоры кордонов и поселка (№№ 1–4), а также урочища Камешок (№ 6) составляют одну группу. В данных локальных флорах синантропные растительные сообщества представлены в основном вторичными лугами с богатым видовым составом. Также в этих малых населенных пунктах наблюдается наибольшее разнообразие синантропных растительных сообществ.

Другую крупную плеяду составляют локальные флоры зимовий: урочища Перевалка (№ 5), урочище Вологодская пристань (заброшенная изба) (№ 7), урочище Вологодская пристань (новая изба) (№ 8), стационар Гаревка (новая изба) (№ 9), заброшенная охотничья изба Гаревка (№ 12), урочище Манские Луки (новая изба) (№ 15), урочище Кедровая Яма (№ 16), урочище Строганая Доска (№ 18) и заброшенное урочище Усть-Порожная (№ 19). Все они характеризуются тем, что синантропизированные растительные сообщества

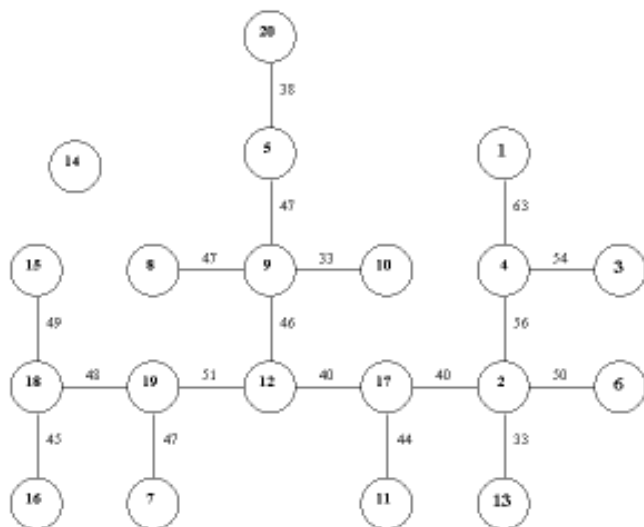


Рис. 3. Степень сходства синантропного компонента локальных флор ПИБЗ.

Примечание. Нумерация локальных флор (в кружках) та же, что и на рис. 1.

Над линиями — значения коэффициента Чекановского-Сьерсенсена; ноли целых опущены.

развиваются под пологом разреженного леса (в подавляющем большинстве случаев елового, гораздо реже смешанного елово-березового). По сути, они представляют собой лесные сообщества, в которых древесный ярус разрежен, но чаще всего сохранен, тогда как травянистый ярус изменен антропогенной нагрузкой. Старая изба стационара Гаревка (№ 10) также располагается под пологом леса, но состав растительных сообществ, окружающих ее, отличается большим количеством луговых видов. Стационар на хр. Яны-Пупу-Нер (№ 20) располагается на границе горно-лесного и подгольцового поясов на высоте 550 м над ур. м. Здесь присутствуют виды обоих поясов, а также некоторые синантропные виды, встречающиеся на равнине и предгорьях.

Сообщества урочищ Степаново Жилище (№ 11) и Усть-Ёлма (№ 17) являются промежуточным этапом между растительными сообществами кордонов и зимовий, так как представляют собой вторичные луга на месте домов и факторий, несохранившихся до настоящего времени и располагавшихся на опушке леса.

Наименее сходна со всеми остальными локальная флора урочища Манские Луки (заброшенная изба) (№ 14). Изба расположена на I надпойменной террасе, и растительность вокруг нее представлена высокотравными двукис-точниковыми лугами и низкотравными рудеральными сообществами.

Степень трансформации растительных сообществ на различных ландшафтных участках Печоро-Илычского заповедника неодинакова (табл. 3). Индекс адвентизации флоры при продвижении с равнины в горы уменьшается. Так, индекс адвентизации равнинной флоры составляет 40,0, флоры предгорного участка — 21,8, а флоры горного участка — 8,3.

Таблица 3. Степень трансформации флоры и растительных сообществ в различных районах ПИБЗ

	Равнина	Предгорья	Горы
Индекс адвентизации флоры	40,0	21,8	8,3
Число исследованных синантропных сообществ	14	50	7
Индекс синантропизации растительных сообществ			
Минимальный	26	24	9
Средний	69	75	22
Максимальный	100	100	55

Предгорный район занимает самую большую территорию из всех ландшафтных районов и в нем расположено наибольшее количество населенных пунктов. Поэтому число исследованных синантропных растительных сообществ в предгорном районе наибольшее (но их абсолютная (в га) площадь меньше, чем в равнинном районе). Степень синантропизации растительных сообществ на равнине и в предгорьях примерно одинакова (табл. 3), а синантропизация небольшого числа растительных сообществ горного участка весьма незначительна.

Степень деградации растительных сообществ также различается в разных ландшафтных районах Печоро-Илычского заповедника. Растительные сообщества горного района отличаются наименьшей степенью деградации (I-II). В то время как, в равнинном и предгорном районах встречаются растительные сообщества всех степеней деградации, причем больше всего отмечено сильно деградированных сообществ со степенью III-IV (рис. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно сказать, что уменьшение числа адвентивных видов при продвижении из равнинного района в горный обусловлено уменьшением антропогенной нагрузки, а не высотой над уровнем моря.

Естественные компоненты флор различных ландшафтных районов ПИБЗ имеют сходный спектр семейств, изменяется только их порядок. То же самое характерно и для адвентивной флоры заповедника.

Синантропные компоненты отдельно взятых локальных флор ПИБЗ отличаются сравнительно невысокой степенью сходства видового состава. Но в целом,

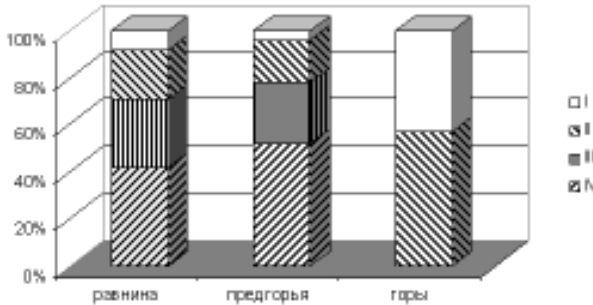


Рис. 4. Соотношение количества растительных сообществ с разной степенью деградации в разных районах ПИБЗ.

адвентивные флоры наиболее антропогенно измененных территорий (равнинный и предгорный районы), наоборот, имеют высокую степень сходства.

В горах синантропные растительные сообщества не такие многочисленные, как на равнине и предгорьях, а также менее трансформированы вследствие малых антропогенных нагрузок.

Работа выполнена при поддержке грантов НШ 2140.2003.4 и РФФИ 05–04–48424.

ЛИТЕРАТУРА

- Горчаковский П.Л. Антропогенная трансформация и восстановление продуктивности луговых фитоценозов. Екатеринбург: Екатеринбург, 1999. 156 с.
- Горчаковский П.Л., Абрамчук А.В. Пастбищная деградация пойменных лугов и ее оценка по доле участия синантропных видов // Экология. 1983. № 5. С. 3–10.
- Горчаковский П.Л., Абрамчук А.В. Антропогенная трансформация лугов и проблема охраны генетических ресурсов их флоры // Растительный покров антропогенных местообитаний. Ижевск, 1988. С. 130–144.
- Горчаковский П.Л., Козлова Е.В. Синантропизация растительного покрова в условиях заповедного режима // Экология. 1998. № 3. С. 171–177.
- Кучеров И.Б., Улле З.Г., Безгодов А.Г., Сенников А.Н. Флористические находки в верховьях реки Печоры: (Печоро-Илыч. заповедник) // Ботан. ж. 2002. Т. 87. № 2. С. 98–112.
- Лавренко Е.М., Улле З.Г., Сердитов Н.П. Флора Печоро-Илычского биосферного заповедника. СПб.: Наука, 1995. 255 с.
- Силаева Т.Б. Значение флористических данных для оценки степени биологического загрязнения среды // Сравнительная флористика на рубеже III тысячелетия: достижения, проблемы, перспективы. СПб., 2000. С. 307–311.

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ НЕФТЕДОБЫЧИ НА ФАУНУ МАКРОЗООБЕНТОСА МАЛЫХ РЕК УДМУРТИИ

Н.В. Холмогорова

Удмуртский госуниверситет, г. Ижевск

На территории Удмуртии промышленная добыча нефти ведется уже более 35 лет; разработано около 100 месторождений, общая протяженность нефтепроводов составляет 1179 км. Объем добычи — около 10 млн тонн в год. Аварийные ситуации на нефтяных месторождениях могут иметь глубокие экологические последствия. Аварийные сбросы в водотоки, как правило, трудно оценить, так как химические анализы невозможно проводить с интервалами, обеспечивающим непрерывность наблюдения, и, соответственно, без потери информации о воздействии аварии на экосистему.

Макрозообентос (МЗБ) может служить объективным индикатором таких воздействий.

Целью нашей работы является оценка изменения количественных и качественных характеристик фауны МЗБ малых рек под воздействием факторов нефтедобычи. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: 1) определить видовой состав МЗБ; 2) оценить состояние водных сообществ малых рек Лоза, Нязь и Вотка с использованием биоиндикационного подхода; 3) оценить взаимосвязь между гидробиологическими и гидрохимическими показателями состояния водотоков.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сбор материала (зообентос, вода и донные отложения) проводили с 2001 по 2004 гг. в весенне-летний период, по общепринятым методикам. Всего отобрано около 200 проб МЗБ.

Реки Нязь и Вотка находятся в районе активной нефтедобычи. Верхнее и среднее течение р. Лоза считали контролем.

В качестве основных оценочных критериев состояния водных объектов служили показатели химических анализов (рН, нефтепродукты в донных отложениях (ДО), нефтепродукты в воде, взвешенные вещества, общая минерализация) и показатели макрозообентоса (общее количество видов, индекс сапробности (ИС, по методике Пантле-Букка); биотический индекс Вудивисса (БИ), биотический индекс Вудивисса в модификации В.И. Пшеницыной (1986) (БИП), индекс Шеннона (ИШ), индекс выровненности (ИВ), доли различных групп МЗБ в общей массе бентоса и биомасса).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В сообществах изученных водотоков обнаружены существенные различия в видовом составе, обилии видов, количественных показателях развития МЗБ и его отдельных групп. Максимальное количество видов отмечено на р. Лоза (156 видов МЗБ из 17 отрядов и 58 семейств), немного меньше биоразнообразие на р. Нязь (151 вид из 16 отрядов и 62 семейств) и минимум видов отмечен на р. Вотка (91 вид из 14 отрядов и 40 семейств). В отличие от р. Нязь, на р. Вотка нефтедобыча ведется уже в истоках, что необратимо сказывается на экосистеме всей реки и отражается в гидрохимических и гидробиологических показателях.

Слабое загрязнение водоема или водотока ведет к усложнению экологической структуры сообществ бентоса, т. е. к их экологическому прогрессу (Абакумов, 1981). Признаки экологического прогресса мы наблюдаем на р. Нязь, а именно: рост показателей ИШ, выровненности, биотических индексов, увеличение биомассы (в основном за счет двустворчатых моллюсков). Дальнейший рост антропогенного пресса на водоток (р. Вотка) ведет к упрощению структуры донных сообществ (по В.А. Абакумову (1981) — к экологическому регрессу). Об упрощении структуры сообществ на р. Вотка свидетельствует снижение ИШ, выровненности и биотических индексов (таблица). ИС, напротив, показывает меньшие показатели в реках Нязь и Вотка, чем в контроле. Данный индекс отражает лишь загрязнение вод органикой, а не токсикантами. Небольшая скорость течения р. Лоза, относительно большое количество макрофитов способствуют накоплению органики в донных отложениях, что, в свою очередь, сказывается на показателях индекса сапробности.

Таблица. Характеристика состояния МЗБ и уровень загрязнения водотоков

Реки	ИС	ИШ	ИВ	БИ	БИП	Биомасса, мг/ м ²	Хлориды в воде, мг/дм ³	Нефтепродукты в	
								ДО, мг/кг	воде, мг/дм ³
Лоза	1,78	1,88	0,72	6,9	8,61	5536,5	0	38,6	0,08
Нязь	1,74	1,98	0,75	7,0	8,70	90368,5	17,1	22,6	0,14
Вотка	1,69	1,69	0,72	6,3	8,16	6086,5	77,7	343,7	1,21

Установлено, что увеличение количества нефти в донных отложениях способствует увеличению доли брюхоногих моллюсков в общем количестве организмов МЗБ. Коэффициент корреляции между этими показателями равен 0,89 (рис. 1).

Также отмечена сильная положительная корреляция между общей биомассой МЗБ и нефтяными углеводородами в донных отложениях ($r=0,75$). Связь остальных показателей с наличием нефти в воде и донных отложениях отрицательна. При увеличении нефти в ДО снижаются значения ИШ, БИП.

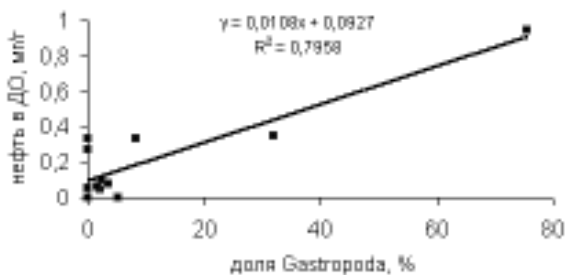


Рис. 1. Зависимость численной доли брюхоногих моллюсков от количества нефтепродуктов в донных отложениях.

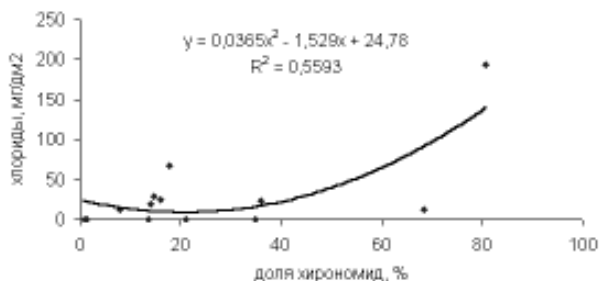


Рис. 2. Зависимость доли личинок хирономид от концентрации хлорид ионов в воде.

Повышение концентрации нефти в воде влечет элиминацию чувствительных видов и, как следствие, снижение биоразнообразия. Наличие хлорид ионов в воде свидетельствует о попадании высокоминерализованных пластовых вод в реку. Замечена линейная зависимость между мутностью воды (взвешенные вещества) и количеством хлорид ионов в воде ($r=0,97$). Рост концентрации хлоридов в воде влечет за собой увеличение доли хирономид в бентосе ($r=0,65$; рис. 2) и ведет к уменьшению общего биоразнообразия в сообществах МЗБ, снижению показателей ИШ и выровненности.

Таким образом, при загрязнении вод нефтью и пластовыми водами наблюдаются значительные структурные перестройки в сообществе макрозообентоса: изменяется соотношение различных групп организмов, возрастает биомасса. Связь между содержанием нефтепродуктов в речных биотопах и показателями биотических индексов доказывает возможность использования организмов макрозообентоса в биоиндикации загрязнения вод в районах нефтепромысла.

ЛИТЕРАТУРА

- Абакумов В.А. Система гидробиологического контроля качества природных вод в СССР // Актуальные проблемы охраны окружающей природной среды в СССР и ФРГ. Мюнхен, 1981. С. 491–528.
- Пшеницына В.И. Об эффективности шкалы Вудивисса при биоиндикации качества воды // Гидробиологический ж. 1986. № 4. С. 42–45.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА И СУТОЧНАЯ РИТМИКА ЛЁТА САМЦОВ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ КЫРГЫЗСТАНА И АЛТАЯ

Н.В. Шаталин*, А.М. Мамытов, Ш.С. Кожоев*****

* *Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург*

** *Институт биосферы, г. Джалалабад*

*** *Ошский технологический институт*

Для своевременного прогнозирования вспышек массового размножения насекомых филлофагов применяются различные типы лесопатологического мониторинга. В последние десятилетия активно используется феромонный мониторинг (Бедный, 1984; Бабурина, 1999).

В основном феромонный мониторинг непарного шелкопряда проводился в равнинных или горных условиях, но без значительных высотных различий микропопуляций непарного шелкопряда. В связи с этим большой интерес представляет феромонный мониторинг этого вида в горных условиях со значительными различиями в онтогенезе шелкопряда в разных высотных поясах.

Цель исследования: изучение возможности использования феромонного мониторинга в горных условиях для прогноза динамики численности непарного шелкопряда. Задачи исследования: 1) исследовать суточную и сезонную активность лёта самцов непарного шелкопряда на феромонные ловушки; 2) изучить их миграционную активность.

В течение 2001–2004 гг. проводился феромонный мониторинг непарного шелкопряда в орехоплодовых лесах в Южной части Кыргызстана (Тоскоол-Атинский лесхоз, Алашское лесничество). Феромонные ловушки выставляли по поясам: 800–1200 м над у. м. — зона фисташкового редколесья; 1200–1500 м над у. м. — яблоня, боярышник, вишня войлочная, тополь черный; 1500–2000 м над у. м. — зона грецкого ореха. В каждой зоне размещали по 10 ловушек. Расстояние между ловушками — 250 м. В горных условиях Республики Алтай (Онгудайский лесхоз) мониторинг проводился в 2004 г. Две ловушки были установлены на рас-

стоянии 800–850 м друг от друга: одна в котловине, во дворе лесхоза (ловушка № 1), где не наблюдается устойчивых воздушных потоков, другая — на северном облесенном лиственницей склоне горы (ловушка № 2).

Активность лёта самцов на феромонные ловушки в течение суток, согласно литературным источникам, различна: сообщается об одном, двух или об отсутствии пиков лёта самцов (Бедный, 1984; Кондаков, Кондакова, 2000). При этом в разные дни, в один год, в одной популяции отмечается разная динамика лета. В ходе наших исследований в условиях Южного Кыргызстана (нижняя зона) мы наблюдали два пика активности самцов непарного шелкопряда в течение суток: утренний и вечерний. В то же время, визуально наблюдался активный лёт самцов непарного шелкопряда в середине дня, хотя отлов бабочек в эти часы минимален. Для горных условий Южного Кыргызстана характерны устойчивые воздушные потоки воздуха (утренний поток воздуха направлен вниз по склону, вечерний поток вверх по склону). В дневные часы устойчивые воздушные потоки отсутствуют.

В условиях Горного Алтая, для ловушки, установленной во дворе лесхоза, (ловушка № 1 (рис. 1)) наблюдается отсутствие ярко выраженного пика, самцы активно летели в ловушку с 12 до 24 часов. Для ловушки № 2 (на северном склоне горы, прогреваемом к вечеру), при устойчивом воздушном потоке вверх по склону, отмечается ярко выраженный вечерний пик (с 20 до 24 часов).

По литературным данным (Амирханов, 1981; Бедный, 1984), сезонные пики активности лёта самцов непарного шелкопряда зависят от фазы вспышки численности популяции и от температуры. Снижение температуры, приводящее к уменьшению активности лёта самцов, может обуславливать появление нескольких пиков в течение всего сезона лёта. В этом отношении устойчиво высокие температуры в период лета в условиях Южного Кыргызстана позволяют более объективно анализировать динамику лёта самцов в разные фазы вспышки. Наиболее полно нами прослежен лёт самцов в 2002 г. (рис. 2, 3). Во всех зонах наблюдалось несколько пиков лета, обусловленных тем, что онтогенез гусениц в разных зонах различен, вследствие чего наблюдается активная миграция из одной зоны в другие. Отмечено появление самцов в верхней зоне в то время, когда там преобладали гусеницы 4–5 возраста. Это указывает на очень высокую (не отмеченную в литературе) миграционную активность самцов непарного шелкопряда в горных условиях Южного Кыргызстана (не менее 10 км). Наиболее наглядно миграционную активность демонстрируют результаты отлова самцов в средней зоне в 2002 г., которые показывают, что наиболее высокая уловистость ловушек была в период активного лёта в нижней зоне.

В период лета в верхней зоне наиболее высокая уловистость отмечается в верхней подзоне. Количество самцов, отловленных ловушками, не зависит от плотности популяции. Более низкий отлов за все годы отмечается в нижней зоне, где плот-

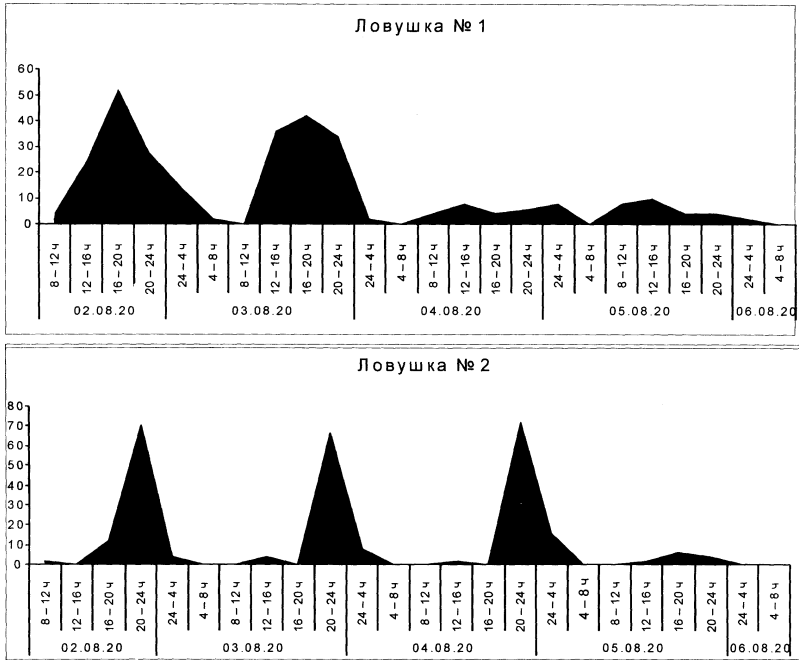


Рис. 1. Суточная активность лета самцов непарного шелкопряда на феромонные ловушки (Горный Алтай, 2004 г.).

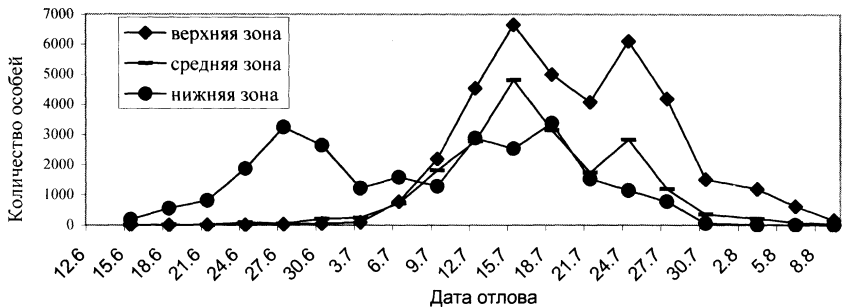


Рис. 2. Сезонная динамика отлова самцов непарного шелкопряда феромонными ловушками в различных высотных зонах (Кыргызстан, 2002 г.).

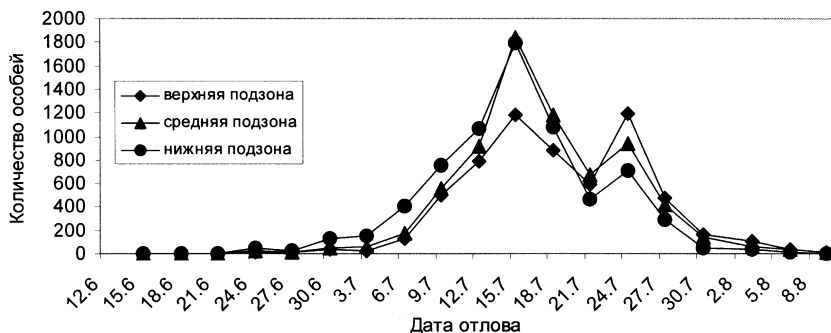


Рис. 3. Сезонная динамика отлова самцов непарного шелкопряда феромонными ловушками в различных подзонах средней зоны (Кыргызстан, 2002 г.).

ность популяции наиболее высока. Изучение активности лёта в районе г. Джалалабад (равнинные условия, 800 м над уровнем моря), в крайне разреженной популяции, показало, что в этих условиях отмечается ярко выраженный пик лёта, по-видимому, обусловленный отсутствием активной миграции. Лет самцов в этих условиях начинается значительно позже, чем на высоте 1000–1100 м над уровнем моря.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные результаты можно резюмировать следующим образом. Вследствие наличия устойчивых воздушных потоков феромонный мониторинг в горных условиях реально не отражает ни суточной, ни сезонной активности лёта самцов непарного шелкопряда. В связи с высокой миграционной активностью самцов феромонный мониторинг в горных условиях не позволяет локализовать участки с повышенной плотностью. Однако феромонный мониторинг в горных условиях может применяться для изучения миграционной активности самцов, анализа изменения плотности популяции. Феромоны могут использоваться также для активизации миграции самцов с целью регулирования плотности популяции.

ЛИТЕРАТУРА

- Амирханов Д.В. Исследование биологической активности диспарлора и перспективы его использования для надзора за непарным шелкопрядом // Лесоводство и лесозащита в Башкирии. Вып. 10. М., 1981. С. 97–106.
- Бедный В.Д. Технология применения диспарлора в лесозащите. Кишинев, 1984. 251 с.
- Бабурина А.Г. Мониторинг непарного шелкопряда в Приморском крае: Автореф. дисс... канд. биол. наук. М., 1999. 24 с.
- Кондаков Ю.П., Кондакова Т.П. Мониторинг за непарным шелкопрядом в лесах Красноярского края // Лесное хозяйство. 2000. № 6. С. 44.

ДРЕВОВИДНЫЕ ГИБРИДНЫЕ ИВЫ БОТАНИЧЕСКОГО САДА УРО РАН

А.А. Шаталина, И.В. Беляева

Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург

В связи с ростом городов Урала очень актуальным является вопрос об оптимизации условий существования городского населения, в том числе об очистке воздуха и об обогащении его кислородом. Важнейшую роль в этом процессе играют зеленые насаждения, которые наряду с неприхотливостью, зимостойкостью и быстротой роста должны быть декоративны. Всеми этими качествами обладают представители рода *Salix*, являющиеся удобным и перспективным объектом селекционных работ, ведущихся в Ботаническом саду с 1960 г. Результатом этих работ явился целый ряд гибридных культиваров, обладающих различными ценными качествами.

Целью работы было изучение биологических особенностей древовидных гибридных ив и их характеристика с точки зрения декоративности.

Среди ив этой группы можно выделить несколько подгрупп. К первой подгруппе принадлежат ивы, имеющие пирамидальную крону. Это культивары «Шверина Улучшенная», сочетающая пирамидальность ажурной кроны с длинными узкими листьями, создающими иллюзию повислых побегов; «Свердловская Извилистая 2» и «Свердловская Извилистая 3», сочетающие пирамидальность кроны с извилистостью побегов и листьев. Укореняемость черенков этих гибридов почти всегда равняется 100%. Пирамидальные формы ив мы рекомендуем для одиночных, групповых и аллейных посадок. Ко второй подгруппе отнесены древовидные ивы, имеющие раскидистую крону. Это культивары «Фантазия», сочетающая ажурность кроны, хаотичность ветвления с мелкими серповидными листьями; «Свердловская Блестящая», обладающая крупными блестящими листьями и хорошей устойчивостью к промышленным загрязнениям; «Уралочка», декоративная в период цветения своими изящными сережками. Укореняемость черенков названных культиваров высокая — от 70 до 100%. Эти ивы мы рекомендуем использовать в одиночных и парковых посадках. К третьей подгруппе мы отнесли две ивы, имеющие форму роста многоствольного дерева. Это ивы «У Фонтана», сочетающая плотную крону, прямые многочисленные стволы и тонкие побеги с длинными узкими листьями, особенно декоративна в период цветения; «Валентина Терешкова», отличающаяся зонтиковидной кроной и слабо повислыми побегами. Обе ивы можно размножать вегетативно, они рекомендуются для одиночных посадок в скверах, возле водоемов. Особняком стоит культивар «Рекорд», отличающийся быстрым ростом и достигающий высоты 18 м.

У каждого из культиваров изучали морфологию почек, побегов, листьев, прилистников и генеративных органов. Кроме этого, оценивали способность к вегетативному размножению, подверженность грибковым и бактериальным заболеваниям, зимостойкость и декоративные качества. Описание всех гибридов дано по схеме, предложенной А.К. Скворцовым (1968). Зарисован внешний облик культиваров, а также особенности строения вегетативных и генеративных органов.

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ДЕВЯСИЛЕ ШЕРШАВОМ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕМ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ ТРОИЦКОГО ЗАКАЗНИКА ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Шемякина

Пермский госуниверситет

Цель работы — выявление особенностей растений, произрастающих в условиях повышенного фоновое содержания тяжелых металлов на примере девясила шершавого (*Inula hirta* L.).

Исследование проводилось в июле 2004 г. на территории Троицкого заказника Челябинской области. Растительные и почвенные образцы отбирались в пятикратной повторности и озолялись. Определение микроэлементного состава проводилось в Центральной Уральской лаборатории атомно-абсорбционным методом.

На исследуемой территории наблюдается повышенное фоновое содержание тяжелых металлов (Zn, Cu, Pb, Zr, Co, V, Mn, Cr, Ti). Растения должны приспосабливаться к таким условиям, чтобы не позволить избыточному количеству тяжелых металлов проникнуть в метаболически важные органы и оказать токсическое действие.

При сравнении среднего содержания тяжелых металлов в девяселе со средними значениями, установленными для растительности суши (Ильин, 1991; Добровольский, 1998), наблюдается повышенное содержание в исследуемом растении Co, Cr, Mn, Va и Zr. Содержание Zn и Pb ниже, а Ti и Cu — примерно равно средним содержаниям в растительности.

Анализ содержания тяжелых металлов в надземных органах и корнях показал, что девясил задерживает почти все из рассматриваемых металлов в корнях. Так, статистически значима разница по содержанию следующих металлов в корнях и надземных органах (сравнение проводилось с использованием критерия Стьюдента): Cu, Pb, Zr, Va, Cr и Ti. Для Zn и Co достоверной разницы не обнаружено. Замечена следующая особенность: в надземных орга-

нах девясила статистически значимо больше Mg, чем в корнях. Возможно, это связано с особенностями данного вида.

Для каждого металла рассчитан коэффициент биологического поглощения, равный отношению содержания элемента в растении к его содержанию в почве (Перельман, 1989). Выстроен ряд коэффициентов биопоглощения: $Mn/5,0 > Cu/1,8 > Co/1,0 > Zn/0,7 > Pb/0,4 > Zr/0,3 > Cr/0,2 = V/0,2 > Ti/0,1$.

Растение характеризуется активным поглощением биогенных элементов: марганца и меди. Элементам с коэффициентом ниже единицы (цинк, свинец, цирконий, хром, ванадий и титан) присущ слабый захват. Это объясняется тем, что перечисленные элементы не играют важной роли в метаболизме растения (кроме цинка). Причинами низкого поглощения этих элементов может быть наличие барьерных механизмов у девясила.

ЛИТЕРАТУРА

- Добровольский В.В. Основы биогеохимии. М.: Высшая школа, 1998. 45 с.
Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва — растение. Новосибирск: Наука, 1991. 35 с.
Перельман А.И. Геохимия. М.: Высшая школа, 1989. 444 с.

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ПОЖАРОВ НА СТРУКТУРУ НАСЕЛЕНИЯ ГЕРПЕТОБИОНТНЫХ ПАУКОВ (ARACHNIDA, ARANEI)

А.С. Ширпушева

Пермский госуниверситет

Целью данного исследования было выявление влияния пожара на динамику структуры населения пауков. Исследования проведены в июле 2003–2004 гг. в Троицком заказнике Челябинской обл., в котором в мае 2004 г. сгорела большая часть березовых колков, в биотопах, формирующих ксеросерию.

Для наиболее точного 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.

Биотоп

Парцелла

Ксеросерия

- | | |
|--------------------------|---|
| 1) осинник в степи: | а) осоковая |
| 2) осинник-березняк: | а) мертвопокровная со мхом, б) злаково-осоковая |
| 3) припевающий березняк: | а) осоковая, б) мятликовая, с) коротконожковая |

Таблица. Попадаемость, показатели разнообразия и состав наиболее обильных семейств герпетобионтных пауков березовых лесов Троицкого заказника в 2003–2004 гг.

Биотоп	Год	Осина в степи	Осник - березняк		Приспевающий березняк				Парковый березняк				Дубрава			
		Осоковая	Мертвопокровная	Злаково-осоковая	Осоковая	Мятликовая	Шиповниковая	Коротконожковая	Мятликовая	Лабазниковая	Вшарниковая	Мертвопокровная	Снытевая			
Парцелла	Число видов	2003	14	20	12	12	14	9	21	24	16	23	18	15	22	
		2004	7	10	12	10	9	8	8	9	13	7	16	7	-	
	Плотность (экз./100 кв. м)	2003	46,4	124,8	52,0	44,8	22,4	22,4	51,2	16,4	48,8	36,8	46,4	91,2	41,0	72,8
		2004	23,3	88,9	121,0	108,9	57,0	57,0	101,0	37,8	123,0	112,2	70,0	85,0	72,5	-
	Разнообразие (H')	2003	2,0	1,6	1,5	2,4	2,4	2,4	1,57	2,3	2,6	2,0	2,6	1,5	2,0	2,2
		2004	1,8	1,9	1,9	1,5	1,8	1,3	1,6	1,2	1,7	1,2	1,7	1,6	-	-
	Выравненность (HBe)	2003	0,8	0,5	0,6	0,7	0,9	0,6	0,7	0,8	0,6	0,8	0,5	0,7	0,7	0,7
		2004	0,9	0,8	0,7	0,6	0,8	0,6	0,7	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	-
	Баллы обилия															
	Парцелла	Pardosa lugubris	2003	1	4	3	3	3	3	5	5	1	1	4	3	4
Trochosa terricola		2003	4	5	5	3	4	4	2	2	2	5	2	3	2	3
Pardosa lugubris		2004	1	4	4	5	4	5	5	2	1	1	2	3	3	-
Trochosa terricola		2004	-	2	2	3	4	4	-	4	5	5	5	5	4	-
Zelotes subterraneus		2004	1	4	3	2	2	2	3	4	4	4	4	4	4	-

- 4) парковый березняк: а) коротконожковая, б) мятликовая, с) лабазниковая, д) вишарниковая
- 5) искусственная дубрава: а) мертвопокровная, б) снытевая

Полученные данные незначительно отличаются от наблюдений прошлых лет (таблица). Можно предположить, что парцеллярная структура населения пауков в большей степени определяется микростационными особенностями биотопов, чем воздействием пожара.

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПИГМЕНТОВ *BETULA PENDULA* И *B. PUBESCENS* ВДОЛЬ ШИРОТНОГО И ВЫСОТНОГО ГРАДИЕНТОВ НА УРАЛЕ

П.К. Юдина*, С.В. Мигалина*, В.Д. Горбунова**

* Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург

** Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Пигментный состав листьев растений — показатель, отражающий особенности физиологической адаптации растений к различным факторам среды. Большое внимание уделяется изучению содержания хлорофиллов и каротиноидов в ассимилирующих органах при комплексном воздействии факторов среды в разных ботанико-географических районах. Данная работа является частью многолетних исследований по выявлению особенностей эколого-географической изменчивости берез на Урале.

Целью исследования было изучить пигментный состав листьев *Betula pendula* и *B. pubescens* на Урале.

Исследования проводили в июле-августе 2004 г. Изучен пигментный состав листьев вдоль широтного градиента в точках «Бреды», «Троицк», «Екатеринбург», «Демьянка», «Октябрьское», «Березово», «Салехард» и высотного градиентов (горы Ирмель и Конжаковский камень). Одновременно содержание пигментов исследовали в географических культурах, созданных в 1970-х гг. в районе д. Верхотурка (50 км от Екатеринбурга).

Пигменты экстрагировали 100% ацетоном при растирании. Концентрацию пигментов определяли на СФ — 46 при длинах волн 662; 644; 440,5 нм. В ходе работы исследовали содержание суммы хлорофиллов в единице массы (мг/г сухого и сырого веса) и в единице площади (мг/дм²), отношение содержания хлорофилла *a* к хлорофиллу *b*, отношение содержания суммы хлорофиллов к каротиноидам.

Выявлена географическая изменчивость в естественных популяциях и в культурах. У *B. pubescens* отмечено увеличение отношения хлорофилл *a*/хлоро-

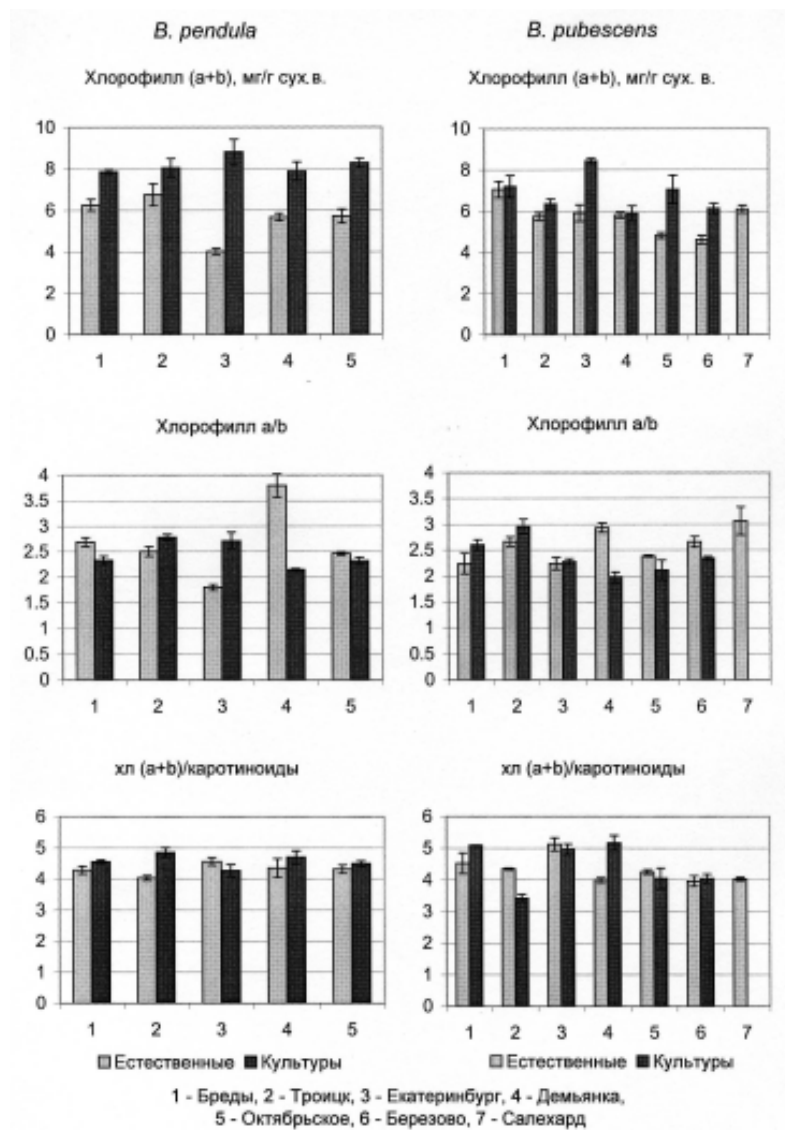


Рисунок. Изменчивость показателей пигментного состава листьев *B. pendula* и *B. pubescens* вдоль широтного градиента.

филл b и уменьшение отношения суммы хлорофиллов к каротиноидам на северном участке градиента от точки «Екатеринбург» до точки «Салехард». У *B. pendula* минимальные значения содержания хлорофиллов и отношения хлорофилл a /хлорофилл b отмечены в точке «Екатеринбург». В северных и южных точках отмечено достоверное увеличение изученных параметров. Отношение суммы хлорофиллов к каротиноидам не изменялось. В культурах отчетливых различий между популяциями разного происхождения не выявлено. Содержание хлорофиллов в пересчете на единицу массы выше в географических культурах, по сравнению с естественными популяциями в среднем в 1,44 раза (рисунок).

Таблица. Пигментный состав листьев *B. pendula* и *B. pubescens* в горных местообитаниях

Параметры	<i>B. pendula</i>		<i>B. pubescens</i>			
	Местообитания					
	* 1	2	1	2	3	4
г. Конжаковский камень						
Хлорофилл (a+b), мг/дм ²	3,4	3,4	3,0	3,7	4,5	3,6
Каротиноиды, мг/дм ²	0,8	0,8	0,6	0,9	1,2	1,2
Хлорофилл (a+b), мг/г сух. в.	7,6	6,5	5,3	7,1	8,0	6,2
Каротиноиды, мг/г сух. в.	1,8	1,7	1,1	1,7	2,2	2,0
Хлорофилл (a+b), мг/г сыр. в.	3,0	2,8	2,1	2,7	3,3	2,5
Каротиноиды, мг/г сыр. в.	0,7	0,6	0,4	0,6	0,9	0,8
Хлорофилл a/b	2,6	2,4	2,8	2,5	2,6	2,8
Хлорофилл (a+b)/каротиноиды	4,1	4,4	4,9	4,2	3,7	3,1
г. Ирмель						
Хлорофилл (a+b), мг/дм ²	4,8	5,2	3,6	3,6	3,1	3,8
Каротиноиды, мг/дм ²	0,6	0,9	0,7	0,8	0,6	0,8
Хлорофилл (a+b), мг/г сух. в.	10,0	11,5	6,4	7,7	5,9	6,9
Каротиноиды, мг/г сух. в.	1,1	2,1	1,3	1,6	1,1	1,5
Хлорофилл (a+b), мг/г сыр. в.	3,8	4,2	2,6	2,8	2,1	2,5
Каротиноиды, мг/г сыр. в	0,4	0,8	0,5	0,6	0,4	0,6
Хлорофилл a/b	1,5	2,6	2,9	2,8	2,5	4,5
Хлорофилл (a+b)/каротиноиды	9,4	5,9	5,1	4,8	5,5	4,5

Примечание: * - 1 – горно-лесной пояс, нижняя граница леса; 2 – горно-лесной пояс, верхняя граница леса; 3 – подгольцовый пояс; 4 – тундра.

Изучение пигментного состава листьев в горах Ирмель и Конжаковский камень выявило наличие высотной изменчивости. Пигментный состав листьев двух видов берез изменялся по-разному. У *B. pendula* на г. Ирмель с увеличением высоты достоверно увеличивалось отношение хлорофилл a /хлорофилл b , в то время как для *B. pubescens* подобной тенденции не обнаружено. У *B. pubescens* на г. Конжаковский Камень отмечено достоверное увеличение содержания хло-

рофиллов в единице сухой массы, а также закономерное снижение отношения хлорофиллы/каротиноиды от горно-лесного до подгольцового пояса, у *B. pendula* достоверных отличий не обнаружено. Пигментный состав листьев *B. pubescens* на изученных горах южного и северного Урала достоверно не отличался. Для *B. pendula* содержание хлорофиллов в единице сухой массы на г. Ирмель в 1,5 раза выше, по сравнению с г. Конжаковский Камень (таблица).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлено отсутствие межвидовых различий у *B. pendula* и *B. pubescens* по содержанию основных пигментов фотосинтеза. Выявлены незначительные разнонаправленные изменения вдоль широтного и высотного градиентов. Пигментный состав листьев изученных видов берез в географических культурах не зависел от их происхождения и по средним значениям был достоверно выше, чем в естественных популяциях. Полученные данные свидетельствуют, что существуют разные направления адаптации фотосинтетического аппарата берез к условиям светового режима.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ БЕЛКИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*SCIURUS VULGARIS* L.) НА УРАЛЕ В ГОЛОЦЕНЕ

М.В. Юдина*, О.П. Бачура**

* Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

** Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Белка обыкновенная относится к типично лесным животным. На Урале белка живет повсюду: в лесной зоне, заходит в лесостепную зону, в степные боры, а на севере — в лесотундру (Большаков, 1977) до северного полярного круга (Огнев, 1940).

Распространение белки на Урале в голоцене охарактеризовано на основании литературных (Кузьмина, 1971; Смирнов и др., 1990; Смирнов, 1993; Косинцев, 1995; Смирнов, 1995; Косинцев, 1996; Смирнов, 1996; Смирнов и др., 1999; Бородин и др., 2000; Косинцев и др., 2000; Фадеева и др., 2000; Яковлев и др., 2000; Косинцев и др., 2002; Пластеева, 2002; Тетерина, 2002; Фадеева, 2002; Тетерина, 2003; Косинцев, Бачура, 2005; Струкова и др., 2005) и оригинальных данных.

На Северном и Среднем Урале единичные остатки белки известны из отложений относительно теплых эпох плейстоцена: микулинское межледниковье (грот Бобылек), начало позднего плейстоцена (пещера Жилище Сокола), беллинг — аллеред (пещера Каква — 4). На этих территориях белка была

распространена в течение всего голоцена. На Южном Урале остатки белки известны только из местонахождений позднего голоцена.

Для характеристики изменений численности белки в течение голоцена был проведен анализ долей остатков этого вида в локальных фаунах внутри многослойных местонахождений. К сожалению, такой анализ возможен только для местонахождений западного и восточного склонов Северного Урала. Для местонахождений других территорий данных недостаточно. При анализе численности белки необходимо учитывать, что остатки этого вида описываются как среди мелких, так и среди крупных млекопитающих. Деление на эти группы в палеонтологических исследованиях связано с различной методикой видовой идентификации костных остатков млекопитающих. В связи с этим, подсчет долей остатков белки в локальных фаунах был проведен отдельно среди крупных и мелких млекопитающих. К крупным мы относим всех млекопитающих крупнее зайца, а также пищу-ху, бурундука и представителей семейства куньих. Все остальные рассматриваются среди мелких млекопитающих.

Для обеих групп млекопитающих показаны одинаковые тенденции: постепенное увеличение доли белки в локальных фаунах от раннего к позднему голоцену. Эти тенденции сходны для западного и восточного склонов Северного Урала.

Увеличение численности белки от раннего к позднему голоцену на Северном Урале тесно связано с изменениями растительности на данной территории в этот период. В течение голоцена происходит постепенное распространение на этой территории пород хвойных деревьев (Панова, 1996), семена которых являются основной пищей белки (Теплов, 1960). Возможно, массовое расселение белки на юг началось с территории Среднего Урала в позднем голоцене. Расселение белки на север до широты Салехарда, где этот вид обитает и в настоящее время, происходило также в позднем голоцене (Косинцев, 1997).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 05–04–48675.

СОДЕРЖАНИЕ

РОЛЬ ГЛУТАТИОНА И КАТАЛАЗЫ-I В ОТВЕТЕ <i>ESCHERICHIA COLI</i> НА ДЕЙСТВИЕ КУМЕНГИДРОПЕРОКСИДА А.Г. Байдерин	3
ПЛОДОВИТОСТЬ САМОК РЫЖЕЙ ПОЛЕВКИ В УСЛОВИЯХ ЕСТЕСТВЕННОЙ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ АНОМАЛИИ Е.А. Байтиминова, Е.В. Михеева	5
ВИДОВОЙ СОСТАВ И ОСОБЕННОСТИ ИХТИОФАУНЫ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ МИАСС М.А. Бакланов, И.А. Бухарин	6
АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ ДИСКРЕТНЫХ ПРИЗНАКОВ СКЕЛЕТА ЛЕЩА (<i>ABRAMIS BRAMA L.</i>) В РАЗНОТИПНЫХ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ УРАЛА В.Ю. Баранов	7
РОСТ И ПИТАНИЕ ПЛОТВЫ ОЗ. ОРОН (ВИТИМСКИЙ ЗАПОВЕДНИК) А.Л. Бекетов, В.В. Речкалов	12
ВИДОВОЙ СОСТАВ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ГОЛОЦЕНОВОГО МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ ШАБРЫ А.А. Белая	13
ЧИСЛЕННОСТЬ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ АМФИБИЙ И РЕПТИЛИЙ ЮГО- ВОСТОЧНЫХ РАЙОНОВ ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ С.А. Бояршина, А.В. Дьячук	15
ВЛИЯНИЕ ЭФФЕКТА ПОЛОЖЕНИЯ НА ЭКСПРЕССИВНОСТЬ ПРОЯВЛЕНИЯ МУТАЦИИ <i>VAR</i> Г.Г. Быкова, Е.В. Рыбакова, Н.А. Марвин	16
ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАЗНООБРАЗИЯ ПОПУЛЯЦИЙ МАЛИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА УРАЛЕ А.Г. Быструшкин	20
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФЛОРИСТИЧЕСКОГО И ЦЕНОТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРКОВ «ТАГАНАЙ» И «ЗЮРАТКУЛЬ» (ЮЖНЫЙ УРАЛ) М.Н. Быструшкина	23
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РУКОКРЫЛЫХ (<i>CHIROPTERA</i> , <i>MAMMALIA</i>) В ЗИМОВОЧНЫХ ПЕЩЕРАХ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ Д.А. Васеньков, А.А. Томиленко	24

АНАЛИЗ РОСТА ПОБЕГОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОЙ СРЕДЫ К.Е. Ведерников, И.Л. Бухарина	28
МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЛИЧИНОК КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ <i>CULEX RIPENS</i> L. (DIPTERA, CULICIDAE) СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ А.Ю. Вигоров, О.М. Рошкетасева	29
ИЗУЧЕНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПРУДОВИКА <i>LYMNAEA</i> <i>TEREBRA</i> (WESTERLUND, 1884) [MOLLUSCA; GASTROPODA] МЕТОДОМ П.В. ТЕРЕНТЬЕВА М.В. Винарский	33
АНАЛИЗ ВНУТРИВИДОВОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ И ПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ПОЛЕВКИ МАКСИМОВИЧА (<i>MICROTUS MAXIMOWICZII</i> <i>SCHRENK</i> , 1858) В ЗАБАЙКАЛЬЕ Л.Л. Войта	37
ПОСЛЕДСТВИЯ ВЕТРОВАЛА ДЛЯ ЛЕСОВ ВИСИМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ И.В. Войтенко	48
РАСПРОСТРАНЕНИЕ НЕСЕРНЫХ ПУРПУРНЫХ БАКТЕРИЙ В ПЛАНКТОНЕ И ПЕРИФИТОНЕ РЯДА ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗАБАЙКАЛЬЯ В.В. Галямина, С.П. Бурюхаев	49
ФАУНА КРУПНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ВОЛГО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА В ГОЛОЦЕНЕ В.В. Гасилин	53
ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЛИСТЬЕВ <i>BETULA PENDULA</i> И <i>B. PUBESCENS</i> В ЕСТЕСТВЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ И КУЛЬТУРАХ НА УРАЛЕ В.Д. Горбунова, П.К. Юдина, С.В. Мигалина	54
ПРЕСНОВОДНЫЕ МОЛЛЮСКИ СЕМЕЙСТВ <i>ACROLOXIDAE</i> , <i>PLANORBIDAE</i> И <i>BULINIDAE</i> УРАЛА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ ПО ДАННЫМ ЗООЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ ИЭРИЖ Гребенников М.Е., Каримов А.В.	58
ЛЕЙКОЦИТАРНАЯ ФОРМУЛА РУКОКРЫЛЫХ СМОЛИНСКОЙ ПЕЩЕРЫ П.А. Гробов, О.Л. Орлов	60

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИЙ МЕТОДАМИ ФИТОИНДИКАЦИИ	
А.В. Дмитриева, Ю.В. Михеева, Е.В. Уханова, О.П. Новикова	62
МЕТАЛЛОУСТОЙЧИВОСТЬ СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА ЩУЧКИ ДЕРНИСТОЙ ИЗ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА	
О.В. Дуля	63
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ БУРЫХ ЛЯГУШЕК, ОБИТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ	
А.В. Дьячук, С.А. Бояршина	67
ЛИНЕЙНЫЙ И РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ МНОГОВЕТВЛЬНЫХ ДЕРЕВЬЕВ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА В ЭКОТОНЕ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ЛЕСА НА ПОЛЯРНОМ УРАЛЕ	
Н.М. Дэви	68
ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ, МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕМЕЙСТВА ТУРНАСЕАЕ L. В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ	
Г.Р. Дюкина	72
КРАНИОМЕТРИЧЕСКИЕ И ОДОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕСЦА ALOPHEX LAGOPUS L. ПОЛЯРНОГО УРАЛА И ЯМАЛА	
М.А. Елькина	75
ФЛОРА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ГАЛКИНСКИХ ОТВАЛОВ МРАМОРИЗИРОВАННОГО ИЗВЕСТНЯКА	
Х.И. Ерошенко, М.А. Глазырина	78
СТРАТЕГИЯ ВЫЖИВАНИЯ VACCINIUM MYRTILLUS L. И V. VITIS-IDAEA L. В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ	
М.А. Ефимова, Е.А. Мазная	82
ПРОСТРАНСТВЕННАЯ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ ТЮЛЬПАНА ПРИРЕЧНОГО (TULIPA RIPARIA) В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ Р. КУРЯК	
М.И. Жеребцова	90
ВОДА ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА И ОЦЕНКА ЕЕ КАЧЕСТВА	
В.А. Жуйкова, Т.В. Жуйкова	95
ОСОБЕННОСТИ ГРУНТОВОЙ И ЛАБОРАТОРНОЙ ВСХОЖЕСТИ TARAXACUM OFFICINALE S.L.	
Т.В. Жуйкова, О.А. Северюхина, Н.П. Южанина, М.С. Мазурин	96

ДИНАМИКА ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ <i>TARAXACUM OFFICINALE</i> S.L. Е.С. Зинина, Т.В. Жуйкова, Е.О. Иванилова	99
КРАНИАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИДОВ-ДВОЙНИКОВ <i>MICROTUS</i> <i>ARVALIS</i> И <i>M. ROSSIAEMERIDIONALIS</i> ИЗ ЗОНЫ СИМПАТРИИ С.В. Зыков, Л.Э. Ялковская	101
ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ФИТОЭКОЛОГИЧЕСКОМ КАРТОГРАФИРОВАНИИ Л.А. Иванова	109
К ВОПРОСУ ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОСЛЕ ВЕТРОВАЛА С.В. Иванчиков, Ю.Н. Ходырева	111
ИЗУЧЕНИЕ ВНУТРИВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ РАЗЛИЧНОГО ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В.В. Иеронова	115
КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ЛЕСА ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА НА СЕВЕРНОМ УРАЛЕ Д.С. Капралов, В.В. Фомин	116
ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ОТМИРАНИЯ ЛЕСНОГО ОСТРОВА НА ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЕ ЛЕСА В ГОРАХ ПОЛЯРНОГО УРАЛА Е.К. Князев	121
ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДНК В ПОПУЛЯЦИИ СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ (<i>RANGIFER TARANDUS</i> L.) РЕСПУБЛИКИ ТЫВА Н.В. Кол	124
КОРЮШКА ОЗЕРА БОЛЬШОЙ КИСЕГАЧ К.А. Корляков, Е.М. Коленова	129
СРАВНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И ПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ГРЫЗУНОВ, ОБИТАЮЩИХ В ЗОНЕ ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОГО РАДИОАКТИВНОГО СЛЕДА Ю.В. Крашанинина, М.В. Чибиряк, Е.А. Шалагина	130
КРУПНЫЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ ИЗ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ ПЕЩЕРА СЫРТИНСКАЯ, ЮЖНОЕ ЗАУРАЛЬЕ Ю.Э. Кропачева, А.И. Улитко	135
СООБЩЕСТВА МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ БЕРЕЗОВЫХ И СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗОВЫХ ПОЖАРОВ А.А. Кузина, С.Н. Гашев	137

ОПИСАНИЕ СООБЩЕСТВ ГЕРПЕТОБИОНТОВ МЕТОДОМ ЭТАЛОННОГО СРАВНЕНИЯ ФОРМ	
А.В. Кузнецов	139
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ПОЧВ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ	
А.Я. Кунгурцев	140
РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭТАПОВ РАЗВИТИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СЕВЕРНОГО УРАЛА В ПОЗДНЕМ НЕОПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ	
Е.Г. Лаптева	141
ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОБИТАНИЯ НА РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНУЮ СТРУКТУРУ ПОПУЛЯЦИЙ НАЗЕМНОГО МОЛЛЮСКА (<i>GASTROPODA</i> ; <i>PULMONATA</i>) <i>HELIX ALBESCENS</i> ROSSMASSLER, 1839 В КРЫМУ	
С.В. Леонов	152
ИЗУЧЕНИЕ РОЛИ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО МЕТАБОЛИЗМА В РАДИОРЕЗИСТЕНТНОСТИ <i>APODEMUS URALENSIS</i> PALL., ОБИТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ ВУРСА	
А.А. Малова, Е.А. Сичкар, Н.А. Орехова, Л.Н. Расина	153
БИОТОПИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЫБ МОТОВИЛИХИНСКОГО ПРУДА	
Я.А. Маркевич, М.А. Бакланов, Т.Л. Кулевская	155
РАДОСТЬ ВСТРЕЧИ ИЛИ, НАОБОРОТ, СТРЕСС? ВЗАИМОВОСПРИЯТИЕ ЛОШАДЕЙ ПРИ ПЕРВОМ КОНТАКТЕ	
М.А. Масленникова	158
ЭТОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ПОПУЛЯЦИОННОГО РАЗНООБРАЗИЯ ПТИЦ РОДА <i>SYLVIA</i> В МОЗАИЧНОЙ СРЕДЕ	
М.В. Матанцева	160
ОПЫТ МОРФОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РАСТЕНИЙ КОМПЛЕКСА <i>SAXIFRAGA CERNUA</i> L. — <i>S. SIBIRICA</i> L. (<i>SAXIFRAGACEAE</i>)	
В.С. Микрюков, О.С. Дымшакова, Е.А. Кошелева, М.В. Капралов	163
МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ РЫЖЕЙ ПОЛЕВКИ К ЭКСТРЕМАЛЬНЫМ ГЕОХИМИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ	
Е.В. Михеева, Е.А. Байtimiрова	167
МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ МАЛОЙ ЛЕСНОЙ МЫШИ (<i>APODEMUS (SYLVAEMUS) URALENSIS</i> PALLAS, 1811) В ЗОНЕ ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОГО РАДИОАКТИВНОГО СЛЕДА	
М.В. Модоров, Е.Б. Григоркина	171

ТРАВЯНИСТЫЕ СООБЩЕСТВА В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА	
Е.С. Мордвина, Т.В. Жуйкова, Ю.В. Арфьева	174
АЛЛОЗИМНЫЙ ПОЛИМОРФИЗМ ДВУХ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ	
О.В. Наконечная, О.Г. Корень, А.Б. Холина	176
ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ СОСНЫ НА ГАРЯХ В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ ЛЕСОСТЕПНОГО ПРИТОБОЛЬЯ	
Е.Л. Немченко	183
СОСТАВ И АНАЛИЗ ДЕНДРОФЛОРЫ ЧЕЛЯБИНСКОГО СОСНОВОГО БОРА	
Е.Л. Немченко, В.В. Меркер	187
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ТЕОРИИ ГРАФОВ И КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА	
А.Б. Новаковский	188
ИЗУЧЕНИЕ ГИРУДОФАУНЫ БЕЛОЯРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	
Е.С. Нохрина, Е.А. Басмаджян, Л.А. Ковальчук, Л.В. Черная	193
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В НОВЫХ УСЛОВИЯХ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ	
Д.В. Нуртдинова	194
ЗАВИСИМОСТЬ ИНТЕНСИВНОСТИ МЕТАБОЛИЗМА ЖИВОТНЫХ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	
Н.С. Паршакова, Д.А. Пьянкова	199
ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СПЕЦИФИКИ ЛЕТУЧИХ МЫШЕЙ (НА ПРИМЕРЕ MYOTIS DAUBENTONII KUNL)	
А.А. Первушин, Е.М. Первушина	200
ОЦЕНКА ВКЛАДА МИКРОБИОТОПИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕДИ В ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКЕ НА ТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ	
П.Г. Пищулин	204
СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ МИКСОМИЦЕТОВ В ГРАДИЕНТЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ	
Б.С. Плотников	206

ГЕТЕРОТРОФНЫЕ ЖГУТИКОНОСЦЫ СОЛЕННЫХ СОЛЬ-ИЛЕЦКИХ ОЗЕР А.О. Плотников, Е.А. Селиванова	211
ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ КАК ИНДИКАТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ Т.М. Поварничина, И.Л. Бухарина	213
ОСОБЕННОСТИ СМЕНЫ ХОЗЯЕВ ПРИ ЗАСЕЛЕНИИ НОР ЛИСИЦЕЙ, КОРСАКОМ И БАРСУКОМ НА ЮГЕ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ Е.М. Полешук, Г.Н.Сидоров	214
ХРОМОСОМНАЯ НЕСТАБИЛЬНОСТЬ И ИММУНОГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ У ГРЫЗУНОВ, ОБИТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИЯХ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРИРОДНЫХ СРЕДАХ О.В. Полявина	217
ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ ФАУНЫ ВОДНЫХ И ОКОЛОВОДНЫХ ПТИЦ ЛЕСОСТЕПНОГО ЗАУРАЛЬЯ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX В. В.Е. Поляков	222
ГЕНОМНАЯ НЕСТАБИЛЬНОСТЬ В ЦИКЛИЧЕСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ РЫЖЕЙ ПОЛЕВКИ С.Б. Ракитин	226
ФЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ И АВТОХТОННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ СОБОЛЯ М.Н. Ранюк	238
ГНЕЗДОВАЯ БИОЛОГИЯ МУХОЛОВКИ-ПЕСТРУШКИ И БОЛЬШОЙ СИНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА А.В. Рыбкин	245
ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЛЕСА ПОСЛЕ ДЕЙСТВИЯ ПИРОГЕННОГО ФАКТОРА В.Г. Савельев, Н.П. Несговорова	248
ЛОКАЛЬНАЯ ФАУНА ГРЫЗУНОВ ПРИРОДНОГО ПАРКА ОЛЕНЬИ РУЧЬИ Н.О. Садыкова	249
ОКРАСОЧНЫЙ ПОЛИМОРФИЗМ СИЗЫХ ГОЛУБЕЙ В ГОРОДАХ ЧЕЛЯБИНСК, ЕКАТЕРИНБУРГ И СУРГУТ Р.М. Салимов	255

СРАВНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЖИЗНЕННОСТИ ОСОБЕЙ И ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ С ОСНОВНЫМИ ПОПУЛЯЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ (НА ПРИМЕРЕ <i>SOPHORA FLAVESCENS</i> <i>SOLAND.</i>)	
Д.В. Санданов	258
ОСОБЕННОСТИ РЕПРОДУКТИВНОГО УСИЛИЯ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ	
О.А. Северюхина, Т.В. Жуйкова, А.И. Сафонов, Т.А. Тюшнякова, М.Р. Мушарапова	262
БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ БАКТЕРИЙ СОЛЕННЫХ СОЛЬ-ИЛЕЦКИХ ОЗЕР	
Е.А. Селиванова	263
ПОСЛЕГНЕЗДОВАЯ ДИСПЕРСИЯ ПТИЦ РОДА <i>SYLVIA</i> НА КУРШСКОЙ КОСЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ	
С.А. Симонов	267
К ВОПРОСУ О СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ПОДЗЕМНЫХ ОРГАНОВ <i>EQUISETUM ARVENSE</i> L.	
К.П. Славгородская	270
СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВСТРЕЧАЕМОСТИ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ (<i>LUMBRICIDAE</i>) В РАЦИОНЕ БАРСУКА (<i>MELES, MUSTELIDAE</i>)	
В.В. Смирнов, П.В. Чашин	271
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОРАЗНООБРАЗИЯ СОСНОВЫХ И ЛИСТВЕННИЧНО-СОСНОВЫХ ЛЕСОВ РАЗНОТРАВНО- ВЕЙНИКОВЫХ ХРЕБТА НУРАЛИ И ИЛЬМЕНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАПОВЕДНИКА	
Н.А. Стафеева	272
МОРФО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ КОМАРОВ <i>CULEX PIPIENS</i> L. В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ	
Н.В. Сурнина, Н.В. Николаева	274
ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗООПЛАНКТОНА ОЗЕРА МАЛОЕ МИАССОВО	
М.С. Темникова, В.В. Речкалов	278
КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИНАМИКИ ЛЕСОТУНДРОВЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОЛЯРНОГО УРАЛА	
М.М. Терентьев	281

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПИГМЕНТАЦИИ ЗУБОВ ОБЫКНОВЕННОЙ БУРОЗУБКИ. ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ В МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ	
О.В. Толкачев	284
ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПАУКОВ-ГНАФОЗИД (ARANEI, GNAPHOSIDAE) НА УРАЛЕ	
Т.К. Тунёва	289
К ВИДОВОМУ СОСТАВУ НАЗЕМНЫХ МОЛЛЮСКОВ НАДСЕМЕЙСТВА HELICOIDEA ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ	
А.В. Удалой	292
ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОЛИМОРФНЫХ СИСТЕМ В ЦЕНОПОПУЛЯЦИЯХ ПОДОРОЖНИКА В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ ПОЙМЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ	
Е.В. Ульянова	294
ВЛИЯНИЕ ИММУННОГО СТАТУСА НА РЕПРОДУКТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИНЕЙНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ МЫШЕЙ	
С.М. Усова, Е.Б. Григоркина	298
ЛИШАЙНИКИ БАШКИРСКОГО ГОСЗАПОВЕДНИКА	
И.В. Фролов, А.Г. Пауков	299
АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ КАК ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДА ПЧЕЛА МЕДОНОСНАЯ В ОНТОГЕНЕЗЕ РАБОЧИХ ПЧЕЛ	
О.Н. Фрунзе, Е.Р. Русецких	301
СРАВНЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ И АДВЕНТИВНОЙ ФЛОР РАЗЛИЧНЫХ ЛАНДШАФТНЫХ РАЙОНОВ ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА	
О.В. Харитонова	302
ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ НЕФТЕДОБЫЧИ НА ФАУНУ МАКРОЗООБЕНТОСА МАЛЫХ РЕК УДМУРТИИ	
Н.В. Холмогорова	310
СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА И СУТОЧНАЯ РИТМИКА ЛЁТА САМЦОВ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ КЫРГЫЗСТАНА И АЛТАЯ	
Н.В. Шаталин, А.М. Мамытов, Ш.С. Кожоев	313
ДРЕВОВИДНЫЕ ГИБРИДНЫЕ ИВЫ БОТАНИЧЕСКОГО САДА УРО РАН	
А.А. Шаталина, И.В. Беляева	317

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ДЕВЯСИЛЕ ШЕРШАВОМ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕМ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ ТРОИЦКОГО ЗАКАЗНИКА ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ	
Е.А. Шемякина	318
К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ПОЖАРОВ НА СТРУКТУРУ НАСЕЛЕНИЯ ГЕРПЕТОБИОНТНЫХ ПАУКОВ (ARACHNIDA, ARANEI)	
А.С. Ширпужева	319
ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПИГМЕНТОВ BETULA PENDULA И B. PUBESCENS ВДОЛЬ ШИРОТНОГО И ВЫСОТНОГО ГРАДИЕНТОВ НА УРАЛЕ	
П.К. Юдина, С.В. Мигалина, В.Д. Горбунова	321
РАСПРОСТРАНЕНИЕ БЕЛКИ ОБЫКНОВЕННОЙ (SCIURUS VULGARIS L.) НА УРАЛЕ В ГОЛОЦЕНЕ	
М.В. Юдина, О.П. Бачура	324

Научное издание

**ЭКОЛОГИЯ:
ОТ ГЕНОВ ДО ЭКОСИСТЕМ**

**МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

Редакторы: Д.В. Весёлкин, О.В. Полявина

Компьютерная верстка: И.Б. Головачёв

Оформление обложки: С.С. Трофимова

ЛР № 071852 от 30.04.99 г.

Подписано в печать хх.хх.2005 г. Формат 60х84 ^{1/16}.
Бумага писчая. Гарнитура Times. Печать офсетная.
Печатных листов 21,0. Тираж 300 экз. Заказ №
АО «Полиграфист», г.Екатеринбург.
Цена договорная.

Издательство «Академкнига»
620034, Екатеринбург, ул. Толедова, 43а.