

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Уральское отделение
Институт экологии растений и животных

ПРОБЛЕМЫ ГЛОБАЛЬНОЙ И РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ

**МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

31 марта – 4 апреля 2003 г.



Издательство «Академкнига»
Екатеринбург, 2003

УДК 574
ББК 28.081
П 781

Материалы конференции изданы при финансовой поддержке
Президиума УрО РАН и Экологического фонда
Свердловской области.

П 781 Проблемы глобальной и региональной экологии: Материалы
конф. молодых ученых, 31 марта – 4 апреля 2003 г. / ИЭРиЖ УрО РАН. —
Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2003. — 372 с.

ISBN 5-93472-080-5

В сборнике представлены материалы конференции, которая проходила 31 марта – 4 апреля в Институте экологии растений и животных УрО РАН. Работы молодых ученых посвящены изучению закономерностей организации, функционирования, динамики и устойчивости популяций и сообществ, анализу биологического разнообразия растений и животных, проблемам биомониторинга окружающей среды.

Табл. 83, Илл. 126.

ISBN 5-93472-080-5

© Коллектив авторов, 2003
© Обложка. С.С. Трофимова, 2003
© Оформление. Издательство
«Академкнига», 2003

АНАЛИЗ СВЯЗИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РОСТА, РАЗВИТИЯ И ПИТАНИЯ В КИРГИЗСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА (*LYMANTRIA DISPAR* L.)

Е.М. Андреева

Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург

Изучение показателей роста и развития гусениц используются многими исследователями для характеристики популяций непарного шелкопряда (Баранчиков и др., 1994; Колтунов и др., 1998; Barbosa et al., 1979). Цель данного исследования — провести анализ связи между трофическими показателями и показателями роста и развития в киргизской популяции непарного шелкопряда.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В лабораторных экспериментах было проведено выращивание гусениц из кладок, собранных с разных кормовых пород: фисташка обыкновенная, *Pistacea vera* (высота 1000–1200 м над у.м.), орех грецкий, *Juglans regia* (1400–1600 м над у.м.), клен туркестанский, *Acer turkestanicum* (1800–2000 м над у.м.). Гусеницы питались искусственной питательной средой постоянного состава (Ильиных, 1996). У гусениц фиксировали пол, массу куколки, размах крыльев у бабочек, продолжительность развития гусениц, массу потребленного корма.

Для изучения питания гусениц рассчитывали следующие показатели: эффективность использования потребленного (ЭИП) корма на рост гусениц, относительная скорость роста (ОСР), скорость потребления корма (СПК) (Waldbauer, 1968).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Киргизская популяция характеризуется целым рядом особенностей, отличающих ее от других популяций непарного шелкопряда (Андреева и др., 2002). Мы рассмотрели отдельные микропопуляции изученной популяции. Результаты исследований свидетельствуют, что как для самок, так и для самцов большее время развития фазы гусеницы характерно для гусениц фисташковой микропопуляции, меньшее — для кленовой и ореховой. Нами не было обнаружено закономерного изменения показателей СПК и ОСР с увеличением высоты, показанного ранее Erelli с соавторами (1998). С увеличением продолжительности последнего возраста наблюдается увеличение ЭИП и снижение ОСР (рис. 1, 2). Тоже наблюдается между продолжительностью фазы гусеницы и показателями питания, рассчитанными за весь период питания гусениц.

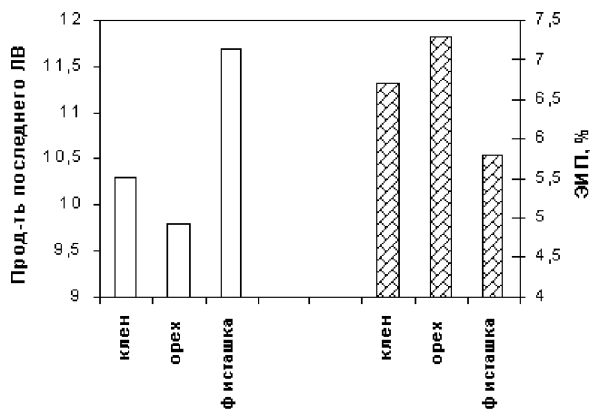


Рис. 1. Продолжительность последнего личиночного возраста и эффективность использования потребленного корма гусеницами киргизской популяции.

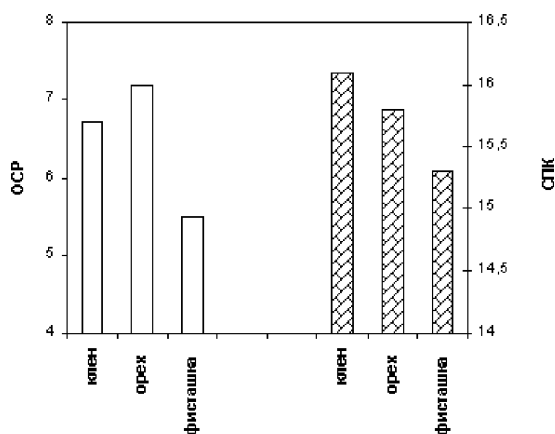


Рис. 2. Относительная скорость роста и скорость потребления корма гусеницами киргизской популяции в последнем личиночном возрасте.

За последний личиночный возраст и в целом за период питания самки кленовой микропопуляции потребляют соответственно $2422,5 \pm 225,0$ и $3308,2 \pm 278,8$ мг сухого корма, самки фисташковой микропопуляции — $2445,6 \pm 96,3$ и $3391,5 \pm 121,4$ мг.

Но для кленовых гусениц характерно более высокое значение показателя скорости потребления корма в последнем возрасте. Самки ореховой микропопуляции потребляли наибольшее количество корма во всех возрастах (в последнем — $2653,7 \pm 199,2$ мг) и характеризовались большей массой куколки — $1776,8 \pm 97,7$ мг (в фисташковой — $1288,3 \pm 51,2$; в кленовой — $1426,5 \pm 116,4$ мг). В тоже время у бабочек разных микропопуляций, выращенных в лабораторных условиях, не было обнаружено различий в плодовитости самок.

Ранее мы высказывали предположение о том, что данная популяция располагается в середине ряда (зауральская — киргизская — северокавказская) по показателям плодовитости и летной активности самок. Использование зависимости размаха крыльев от массы куколки позволяет получать предварительные данные о летных способностях бабочек. Как правило, чем больше угол наклона линии регрессии, тем лучше выражены летные способности бабочек.

Можно отметить, что между ореховой и кленовой микропопуляциями различий в этой зависимости нет (рис. 3). В фисташковой микропопуляции угол наклона линии регрессии больше. Но в настоящее время нельзя с уверенностью сказать, существуют ли различия по способностям самок к полету в разных высотных поясах. Изучение этого вопроса нами пока не проводилось, а в литературе таких сведений нет.

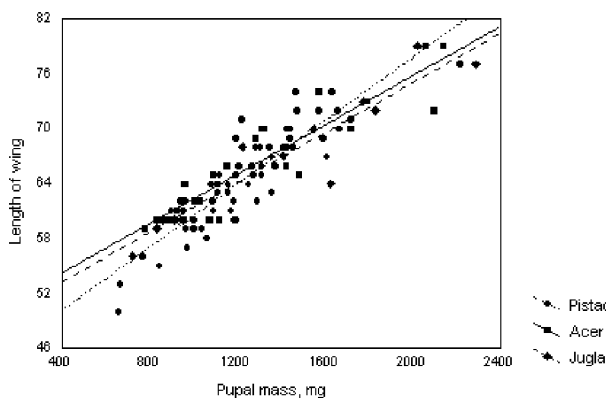


Рис. 3. Зависимость размаха крыльев бабочек от массы куколок у самок разных микропопуляций киргизской популяции непарного шелкопряда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в отдельных микропопуляциях киргизской популяции существует связь между показателями продолжительности последнего возраста

ста, ЭИП и ОСР. Аналогичная связь была показана нами для разных географических популяций непарного шелкопряда.

Но в настоящее время существует ряд вопросов, которые требуют дальнейшего тщательного изучения, в том числе плодовитость и летные способности самок в естественных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

- Андреева Е.М., Пономарев В.И., Орозумбеков А.А. Непарный шелкопряд в горных лесах Кыргызстана // Экологические проблемы горных территорий: Материалы междунар. науч. конф. Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2002. С. 118–122.
- Баранчиков Ю.Н., Вшивкова Т.А., Монтгомери М.Е., Солдатов В.В. Экспериментальное сравнение интенсивности роста гусениц европейской, азиатской и американской популяций непарного шелкопряда. Красноярск: Ин-т леса СО РАН, 1994. 24 с.
- Ильиных А.В. Оптимизированная искусственная питательная среда для культивирования непарного шелкопряда (*Ocneria dispar* L.) // Биотехнология. 1996. № 1. С. 42–43.
- Колтунов Е.В., Пономарев В.И., Федоренко С.И. Экология непарного шелкопряда в условиях антропогенного воздействия. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 212 с.
- Barbosa P., Greenblatt J. Suitability, digestibility and assimilation of various host plants of the gypsy moth *Lymantria dispar* L. // Oecologia. 1979. V. 43. P. 111–119.
- Erelli M.C., Ayres M.P., Eaton G.K. Altitudinal patterns in host suitability for forest insects // Oecologia. 1998. V. 117. P. 133–142.
- Waldbauer G.P. The consumption and utilization of food by insects // Adv. Insect Physiol. 1968. V. 5. P. 229–288.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ РЫБ В УСЛОВИЯХ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

В.Ю. Баранов

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

В настоящее время для изучения состояния природных популяций рыб, находящихся под воздействием комплекса естественных и антропогенных факторов, часто используется метод оценки стабильности развития по величине показателей флуктуирующей асимметрии меристических и немеристических морфологических признаков.

Для морфологического исследования выбраны массовые (фоновые) виды рыб из двух семейств: карповые (сем. Cyprinidae) — лещ (*Abramis brama* L.), плотва (*Rutilus rutilus* L.) и окуневые (сем. Percidae) — окунь речной (*Perca fluviatilis* L.).

Оценка стабильности развития популяций плотвы и окуня проводилась по уровню флуктуирующей асимметрии 5 меристических признаков: число жаберных тычинок, число чешуй в боковой линии, число чешуй от боковой линии до основания первого луча спинного плавника, число ветвистых лучей в брюшных и грудных плавниках. Стабильность развития оценивалась по уровню флуктуирующей асимметрии меристических признаков у каждой особи, определенной по различию числа структур с правой и левой стороны тела. В качестве интегрального показателя стабильности развития для комплекса меристических признаков рыб использовалась средняя частота асимметричного проявления на признак (Макоедов, Коротаева, 1999).

Оценка стабильности развития популяций леща проводилась по уровню флуктуирующей асимметрии неметрических признаков скелета (отверстий сейсмочувствительной системы, черепно-мозговых нервов и сосудов). Использовались 5 признаков клейтрума (*clithrum*), 7 признаков предкрышечной кости (*praepreoperculum*), 4 признака кости крышки (*operculum*), 10 признаков зубной кости (*dentale*), 3 признака предчелюстной кости (*praemaxillare*) и 6 признаков крыловидно-ушной кости (*pterygoideum*). Стабильность развития по каждому остеологическому признаку определялась показателем асимметрии среднего числа асимметричных состояний признака на особь. Учет признаков скелета рыб проводился по наличию или отсутствию определенных отверстий.

Материал обработан статистически с применением непараметрического аналога однофакторного анализа (Kruskal, 1964), позволяющего сравнивать неравные дисперсии, оценивая средний суммарный ранг. Отсутствие значимых половых и возрастных различий по изучаемым показателям позволило использовать суммарные выборки. Все исследуемые особи были половозрелыми.

Морфологическое исследование популяций рыб базируется на материале, собранном в 2001–2002 гг. на водоемах Среднего (озеро Шитовское, Нижнеисетский пруд) и Северного Урала (озеро Светлое, Кальинское водохранилище). Шитовское озеро — проточный, мелководный, периодически заморный водоем, не подверженный антропогенному влиянию, характеризуется относительно стабильными условиями среды. Нижнеисетский пруд — проточный, гипертрофный водоем, созданный более 200 лет назад, расположен в черте города Екатеринбурга и отличается интенсивным загрязнением промышленными и ливневыми городскими стоками в течение многих десятилетий. Озеро Светлое и Кальинское водохранилище по содержанию органических веществ близки к мезотрофному типу. Озеро Светлое изолировано от речной системы, находится в естественном природном состоянии. Кальинское водохранилище искусственно создано в 1972 году. В водохранилище в течение ряда лет сбрасывались шахтные воды, в последние годы степень антропогенного воздействия снизилась.

Всего проанализировано 276 особей: 160 особей окуня (выборки представлены из всех водоемов), 66 особей плотвы и 50 особей леща (выборки из озера Шитовского и Нижнеисетского пруда). Возраст рыб колеблется от 2 до 8 лет.

Наиболее изменчивый меристический признак как у окуня, так и у плотвы — число чешуй в боковой линии, меньше всего подвергается изменениям количество ветвистых лучей в парных плавниках. Высокую степень асимметричного проявления остеологических признаков в выборках леща имеет *C14* (45%). Асимметричное состояние ряда признаков, например *Dent2*, *Dent3*, *Pt4*, отмеченное в нижнеисетской популяции леща, не наблюдается в шитовской, что, вероятно, свидетельствует о различных пороговых уровнях проявления этих признаков.

Повышенный уровень асимметрии меристических признаков окуня Калынского водохранилища ($p < 0,05$) статистически достоверно отличается от показателей состояний популяций окуня из озер и пруда. Вероятно, это связано с недавним преобразованием речной системы Калы в прудовую, повлиявшим на сложившиеся условия индивидуального развития речной популяции (изменение скорости течения, температурного режима, кислотности и т.д.). Популяции окуня из других водоемов, несмотря на пространственное удаление, проточность, трофность, характер и степень антропогенного воздействия, характеризуются сходными показателями уровней флуктуирующей асимметрии меристических признаков.

Отсутствуют достоверные различия показателей асимметрии меристических признаков плотвы из водоема, подверженного сильному загрязнению (Нижнеисетский пруд), и озера, не имеющего такого воздействия (озеро Шитовское).

Средние частоты асимметричного проявления на признак соответственно для окуня и плотвы составили: озеро Шитовское ($0,1 \pm 0,02$ и $0,15 \pm 0,03$), Нижнеисетский пруд ($0,07 \pm 0,02$ и $0,16 \pm 0,02$), озеро Светлое ($0,07 \pm 0,02$), Калынский водохранилище ($0,23 \pm 0,03$).

Состояние популяций плотвы и окуня по разработанной для рыб пятибалльной шкале оценки стабильности развития (Захаров и др., 2000) соответствует I баллу (условной норме благополучия среды). Сравнение ранговых значений показателей стабильности развития меристических признаков обнаруживают сходную картину межпопуляционных различий.

Показатели уровня флуктуирующей асимметрии неметрических остеологических признаков леща из озера Шитовского (15,3) и Нижнеисетского пруда (27,9) в отличие от аналогичных показателей меристических признаков окуня и плотвы этих водоемов обнаруживают статистически достоверные различия ($p < 0,05$).

Популяции окуня и плотвы озер, не находящихся под непосредственным воздействием антропогенного фактора, но испытывающих периодические заморы, имеющих бедную кормовую базу, и популяции этих рыб пруда, подверженного антропогенному влиянию, существуют в таких условиях относительно постоян-

но и достаточно продолжительное время. Вероятно, относительно низкие показатели асимметрии меристических признаков рыб свидетельствуют о стабилизации процесса развития в сложившихся условиях. Речная популяция окуня реки Калы сравнительно недавно оказались в прудовых условиях, что отражается в повышенном показателе флуктуирующей асимметрии меристических признаков.

Вероятно, показатели асимметрии меристических признаков могут характеризовать способность организмов придерживаться определенной траектории развития, определяемой генотипом и модифицируемой условиями среды. Показатели асимметрии неметрических признаков, возможно, позволяют выявить разнокачественность онтогенетического развития. Osteологические признаки, обладающие слабой модификационной изменчивостью и малой селективной значимостью, позволяют им выступать в качестве генетических маркеров, которые сформировались в ходе накопления нейтральных мутаций или медленных селективных перестроек коадаптированных систем генов (Исюмов, Кожара, 1990). Таким образом, наряду с общими для разных популяций композициями фенотипов присутствуют уникальные, свойственные данной популяции сочетания. Соседние популяции будут обладать сходным, но всегда нетождественным «эпигенетическим ландшафтом» (Васильев, 1988).

Показатели асимметрии меристических признаков рыб характеризуют стабильность состояния популяции с точки зрения индивидуального развития в определенных условиях относительно свойственной для данной популяции траектории развития. Изменение состояния популяции по генетическим или средовым причинам сопровождается дестабилизацией развития, которая фиксируется повышением уровня асимметрии, крайним проявлением которой являются фенотипические отклонения. Качество онтогенеза, реализуемого в других диапазонах параметров среды, может отражаться на фенотипе популяции. Меристические признаки разных популяций рыб имеют в основном сходные диапазоны изменчивости в пределах ареала вида. Поэтому основным индикатором изменений развития, по всей видимости, являются неметрические признаки.

ЛИТЕРАТУРА

- Исюмов Ю.Г., Кожара А.В. Внутривидовая изменчивость и эволюция леща *Abramis brama* (L.) // Микроэволюция пресноводных организмов, 1990. С. 10–63. (Тр. ИБВВ АН СССР. Вып. 59 (62)).
- Макоедов А. Н., Коротаева О. Б. Популяционная фенетика рыб. М.: УМК Психология, 1999.
- Васильев А.Г. Эпигенетическая изменчивость: неметрические пороговые признаки, фены и их композиции // Фенетика природных популяций. М.: Наука, 1988. С. 158–169.
- Kruskal J.B. Non-metric multidimensional scaling; a numerical method // Psychometrika. 1964. V. 29. P. 115–129.

СРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ ПОДРОСТА СОСНЫ, ЕЛИ И ЛИШАЙНИКОВ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА, СВЯЗАННОЕ С ПЫЛЕНИЕМ ЗОЛОТВАЛОВ ГРЭС

А.В. Байгальская

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Задача исследования — описать изменение подростка сосны и ели, а также эпифитных лишеносинузий под воздействием пыления золотвалов тепловых электростанций, отобрать наиболее показательные признаки, которые можно использовать для оценки уровня загрязнения.

Исследования проводились в зоне воздействия Рефтинской, Серовской и Верхне-Тагильской ГРЭС, где загрязнение имеет смешанный характер: щелочное — за счёт золы и кислое, связанное с выбросами ГРЭС. Различия в загрязнении воздуха между территориями состоит в том, что в окрестностях Рефтинской ГРЭС нет иных мощных источников загрязнения атмосферы, а территория, примыкающая к отвалам других ГРЭС, находится в зоне воздействия металлургических предприятий, выбрасывающих в атмосферу кислые газы.

На каждой пробной площади оценивали состояние подростка *Pinus sylvestris* на Рефтинской ГРЭС и *Picea obovata* на двух других ГРЭС по существующей методике. Состав и структуру лишеносинузий описывали по методике, предложенной И.Н. Михайловой. Пробные точки закладывали от подножия золотвалов по преобладающему направлению ветров через 100-150 м.

На всех обследованных точках подросток характеризуется как ослабленный. С удалением от отвалов количество подростка не увеличивается. Возрастает плотность охвоения (с 6 до 9 шт./см на Рефтинской ГРЭС, с 13 до 21 шт./см побега в окрестностях В.Тагильской и с 16 до 21 шт./см побега на Серовской ГРЭС). Снижается доля отмерших ветвей (с 39% до 13%, с 55% до 3% и с 56% до 20%, соответственно). Уменьшается количество игл с некрозом (с 2 до 0,5 шт./см на Рефтинской, с 6 до 0,6 шт./см в зоне В.Тагильской и с 1 до 0,6 шт./см на Серовской ГРЭС). В наибольшей степени это явление выражено в окрестностях отвала В.Тагильской ГРЭС, как и снижение класса некроза (с VI до II, с VI до I и с III до I, соответственно).

Эпифитные лишеносинузии характеризуются низким видовым разнообразием и низким проективным покрытием. С удалением от отвала увеличивается встречаемость *Hypogymnia physodes* на высоте 1,3 м (с 0 до 45%) в районе Рефтинской ГРЭС. Достоверных изменений высоты поднятия по стволам не выявлено. В зоне действия В.Тагильской и Серовской станций изменяется высота поднятия *H. physodes* по стволу с 0,15 до 0,8 и с 0,5 до 1,7 м, соответственно. Достоверных изменений покрытия и видового разнообразия не выявлено.

Отмечено, что на разных ГРЭС изменения реакции растительности происходят на разном расстоянии от отвалов, так как значительное влияние на распространение поллютантов оказывает рельеф местности. На профиле Рефтинской ГРЭС все показатели выходят на фоновый для окрестностей станции уровень на расстоянии 800 м, поскольку равнинность территории, примыкающей к отвалу, определяет равномерное распределение поллютантов. На Серовской ГРЭС это происходит через 500 м, так как воздушные потоки упираются в склон. Это препятствует разносу золы и приводит к более быстрому переходу к фоновым показателям. В окрестностях золоотвала В.Тагильской ГРЭС это расстояние превышает 1 км. Это связано с понижением рельефа по направлению господствующих ветров, что обеспечивает рассеивание поллютантов и пестроту их распределения, отражающееся и в распределении индицируемых нами показателей.

Таким образом, показано изменение следующих показателей: плотность охвоения, процент сухих ветвей, количество игл с некрозом для подроста; высота поднятия лишайников по стволам деревьев. Наиболее последовательно изменяется с удалением от источника загрязнения плотность охвоения, количество игл с некрозом, класс некроза, процент сухих ветвей у подроста; высота поднятия лишайников по стволам деревьев. Последовательное изменение состояния подроста сосны и ели, а также распространения эпифитных лишайников с увеличением расстояния от источников эмиссии свидетельствует о их чуткой реакции на концентрацию загрязнителя, что позволяет использовать их в качестве индикаторов уровня загрязнения.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРОДУКЦИОННЫХ И ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАСТЕНИЙ СТЕПЕЙ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

И.В. Белоусов, Л.А. Иванов

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

По оценкам специалистов (Wilson, 1992), на Земле насчитывается более 250 тыс. видов высших растений, которые не разбросаны случайным образом по поверхности суши, а заселяют вполне определенные местообитания. Изучение распределения видов в пространстве в зависимости от их функциональных свойств является одной из целей экологии растений.

Экспериментальное определение разнообразия продукционных и биохимических параметров успешно использовалось для выявления многообразия адаптивных возможностей растений разных ботанико-географических зон.

Большинство таких исследований было выполнено на растениях бореальной зоны, тундры и альпийских областей. Растения степей Северной Евразии и, в частности, Западного Забайкалья являются слабо изученными в этом отношении.

Материал для работы был собран в 1999–2001 гг. Районы исследований характеризуются большим разнообразием природных условий вследствие неоднородности рельефа, климатических и эдафических факторов. Современный степной комплекс Байкальской Сибири насчитывает 657 видов растений. Мы изучили 180 дикорастущих видов высших, преимущественно травянистых растений из 42 семейств. Мы выбирали растения-доминанты и эдификаторы растительного покрова. Сборы проводили в фазе цветения-плодоношения, а для биохимического анализа брали завершившие рост листья. Растения собирали в типичных для данного вида экологических условиях. Изучение структуры биомассы и химического состава листьев проводили на полностью сформированных растениях.

Структура биомассы отражает вклад массы отдельных органов в массу целого растения. Изучение структуры биомассы включало определение величины общей площади листьев (весовым методом) и массы целого растения, а также массы стеблей, листьев, подземных и генеративных органов. Эти данные были использованы для расчета интегральных морфологических индексов, выражающих относительный вклад органов в биомассу целого растения, соответственно: индекс подземных органов, индекс стеблей, индекс листьев, индекс генеративных органов, а также площадь единицы массы листьев (SLA — specific leaf area) и отношение площади листьев к массе целого растения (LAR — leaf area ratio). Для анализа групп использовали средние арифметические значения.

Анализ химического состава листьев включал определение содержания минеральных веществ, органических кислот, неструктурных углеводов (например, сахара, крахмал), нитратов и основных элементов-органогенов — углерода и азота.

На основании этих данных мы рассчитали конструкционную цену листьев. Конструкционная цена листьев отражает энергетические затраты на образование единицы массы листьев, которые выражаются количеством глюкозы, необходимой для образования единицы сухого вещества. Это важная функциональная характеристика растений, которая отражает эффективность ассимиляции углерода.

Изменчивость исследованных параметров мы оценивали с точки зрения их взаимоотношений с относительной скоростью роста (RGR — relative growth rate). RGR рассчитывают как скорость прироста сухой биомассы проростков в расчете на единицу массы.

Виды разных жизненных форм закономерно отличались друг от друга по изученным показателям. Травянистые однолетники — растения, жизненный

цикл которых ограничен одним вегетационным сезоном. Им свойственен высокофункциональный метаболизм, ориентированный на ускоренное формирование генеративных органов. Принципиально по другому пути пошли полукустарники и кустарники — в суровых климатических условиях криоаридных степей Бурятии они сделали ставку на усиление устойчивости метаболизма к действию факторов внешней среды. Эти направления адаптации отразились на значениях параметров: от однолетников к полукустарникам и кустарникам уменьшались значения индексов SLA, LAR, генеративных органов и стеблей, содержание азота, минеральных веществ и органических кислот, то есть параметров, положительно коррелирующих с RGR. В противоположную сторону изменялись индекс подземных органов, содержание углерода и углеводов, а также конструктивная стоимость листьев — показатели, отрицательно коррелирующие с RGR.

Экологические группы, выделенные по отношению к засолению, достоверно отличались друг от друга по химическим параметрам, в первую очередь, по содержанию минеральных компонентов и общего углерода. Кроме того, для нейтрализации токсического действия минеральных веществ растения засоленных местообитаний вынуждены накапливать значительное количество органических кислот.

Сложнее обстоит дело при разделении видов по отношению к условиям увлажнения. Отсутствие четких границ между группами гигрофитов, мезофитов и ксерофитов, а также наличие большого числа переходных видов размывает различия между видами этих групп по химическим показателям. Тем не менее, нами установлено, что параметры мезофитов отражают более благоприятные условия, в которых происходила их эволюция: они развивались в оптимальных для растений условиях увлажнения, не испытывая более менее регулярного затопления подземных органов, как гигрофиты, ни длительных периодов недостатка влаги, как ксерофиты.

На основании многомерного статистического анализа полученных данных мы предложили систему функциональных типов растений (ФТР) степей Бурятия. В ней мы нашли определенное отражение системы экологических стратегий Грайма-Раменского. Кратко охарактеризуем эту систему. В 30-х гг. XX в. Л.Г. Раменским (1935) было выдвинуто и эмпирически обосновано представление о трех группах, отражающих поведение растений при смене условий в пространстве или времени.

Спустя 40 лет британец Дж. Грайм выдвинул и опубликовал концепцию экологических стратегий растений, созданную независимо, но практически полностью повторяющую разработку выдающегося советского ученого. В этой системе базовыми различиями видов являются относительная скорость роста и общие размеры растения. Выделяются 3 идеальных типа стратегий: стресс-толерантов, конкурентов и рудералов. Можно сказать, что конкуренты основные

свои ресурсы направляют на формирование мощной биомассы, рудералы — на размножение, а стресс-толеранты — на устойчивость к неблагоприятным воздействиям. Естественно, что растения с выраженными первичными типами стратегий очень редки. На самом деле в природе существует множество видов с различными комбинациями первичных свойств (Grime, 1979).

В основу нашей системы ФТР степей в качестве типологических характеристик мы заложили тип фотосинтеза и жизненную форму растений. Таким образом мы выявили 11 ФТР, которые интерпретируем в свете концепции Грайма-Раменского и используем соответствующую терминологию. Обоснованность нашей схемы подтверждается сходными результатами, полученными на растениях бореальной зоны, для которых был точно известен тип стратегии. На наш взгляд, предложенная система функциональных групп растений степей естественна для восприятия, базируется на объективных параметрах и удобна в работе.

Представленная работа является частью многолетних комплексных исследований кафедры физиологии растений Уральского университета по изучению физиологических основ распределения растительности в разных природных зонах и базируется на идеях профессора В.И. Пьянкова по выделению ФТР на основании четких количественных признаков, полученных при изучении разных уровней организации живого вещества.

На основе полученных результатов мы сделали следующие выводы:

1. Изученные степные растения, в целом, характеризовались большим разнообразием значений продукционных и химических параметров.
2. Показана связь изученных функциональных показателей с принадлежностью видов к морфологической и экологической группе.
3. На основании полученных количественных данных и с использованием двух типологических параметров (тип фотосинтеза и жизненная форма) была построена система функциональных типов растений степей Западного Забайкалья, базирующаяся на системе экологических стратегий Грайма-Раменского.
4. Наличие закономерных и достоверных отличий между видами разных функциональных типов дает возможность использовать предложенную нами систему в качестве матрицы для выявления функциональных типов растений степей и других биомов, поскольку эта система открыта и предусматривает ячейки для новых групп.

ЛИТЕРАТУРА

- Раменский Л.Г. О принципиальных установках, основных понятиях и терминах производственной типологии земель, геоботаники и экологии // Советская ботаника. 1935. № 4. С.25-42.
- Grime J.P. Plant strategies and vegetation processes. Chichester: Wiley and Sons, 1979. 222 p.
- Wilson E.O. The diversity of life. Cambridge: Harvard University Press, 1992. 424 p.

ЭНДОМИКОРИЗЫ СЕГЕТАЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

А.А. Бетехтина, П.В. Кондратков

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Большая часть высших наземных растений осуществляет процессы минерального питания в симбиотической ассоциации с грибами. Механизмы поглощения воды и биогенных элементов микоризными растениями отличаются от соответствующих механизмов безмикоризных растений. В связи с этим вопрос о «поведении» микоризных симбиозов в условиях техногенного загрязнения окружающей среды достаточно актуален. Информация собственно о реакциях микоризных симбиозов на те или иные типы техногенного воздействия немногочисленна. Это не позволяет формулировать более или менее непротиворечивые представления по указанному вопросу. Одновременно накапливаются данные о большом функциональном и экологическом значении микориз в определении устойчивости растений при произрастании в техногенно видоизмененных сообществах.

Учитывая изложенное, целью работы было изучение особенностей микоризообразования у группы сегетальных растений при различных типах химического загрязнения окружающей среды. Сегетальные растения избраны в качестве объекта исследования по той причине, что именно они являются наиболее техногенно устойчивыми видами травянистых растений в окрестностях промышленных предприятий, где проводились наши исследования.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сбор материала осуществлен в июле 2002 г. в окрестностях двух крупных промышленных предприятий: Среднеуральского медеплавильного завода (СУМЗ), г. Ревда и Полевского криолитового завода (ПКЗ), г. Полевской. Контрольные сборы выполнены на биостанции УрГУ (г. Двуреченск). СУМЗ оказывает более масштабное влияние на прилегающие экосистемы, так как общий объем его выбросов, в которых присутствуют высокотоксичные металлы, на порядок превышает объем выбросов ПКЗ. В выбросах ПКЗ существенно выше доля СО и оксидов азота.

Выбор исследуемых видов растений осуществлен по принципу их представленности в сильно нарушенных растительных сообществах в окрестностях обоих промышленных предприятий. Исследованы эндомикоризы следующих видов: *Cirsium arvense* (L.) Scop. – бодяк полевой; *Tripleurospermum*

inodorum (L.) Sch. Bip. — трехреберник запахучий; *Tussilago farfara* L. — мать-и-мачеха обыкновенная; *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv. — щучка дернистая.

Загербаризированные корни обрабатывали по стандартной методике (Селиванов, 1981): мацерировали в 15%-ом КОН с последующей окраской анилиновой синью. Рассчитывали частоту встречаемости грибных структур в коре корня (F,%). Отдельно учитывали встречаемость арбускул (древовидных разветвлений мицелия внутри клеток корня, выполняющих трофическую функцию) и везикул (шаровидных вздутых гиф, являющихся, по всей видимости, предшественниками зигоспор — органов бесполого размножения). Определяли также средний балл (D — интенсивность микоризной инфекции по 5-балльной шкале).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У исследованных растений представлены везикулярно-арбускулярные эндомикоризы типичного строения, с внутриклеточными грибными гифами и с видоизмененными грибными структурами — везикулами и арбускулами. По встречаемости структурных элементов (везикул и арбускул) намечаются различия в строении эндомикориз разных видов. Так, у мать-и-мачехи арбускулы встречаются чаще везикул, у остальных видов выражена тенденция преобладания везикул (табл.).

В условиях техногенных воздействий микоризообразование у изученных растений в той или иной степени подавляется, о чем можно судить, прежде всего, по динамике показателя F — частоты встречаемости грибов в корнях растений. В нарушенных сообществах наименьшие изменения в развитии эндомикориз наблюдаются у бодяка, а наибольшие — у щучки. При загрязнении почвы тяжелыми металлами микоризообразование подавляется в большей степени, чем в условиях воздействия газообразных фторсодержащих выбросов. Исключением из этой закономерности является мать-и-мачеха, ярко выраженная деградация микориз которой фиксируется вблизи ПКЗ.

Снижение средней частоты встречаемости грибных структур в корнях растений на промышленно нарушенных территориях обусловлено в некоторых случаях возрастанием в этих условиях доли немикотрофных особей — у трехреберника и щучки. Но наряду с этим, при техногенном прессе снижаются и средние значения встречаемости грибов в корнях только микотрофных растений. Увеличивается также уровень варьирования частоты заселения грибами корней (как в пределах всей выборки, так и только среди микотрофных особей).

В условиях загрязнения, возможно, изменяется соотношение активности трофической и репродуктивной функций эндомикоризных грибов. Напри-

Таблица. Характеристики встречаемости грибов в корнях растений разных местообитаний

Вид	Местообитания		
	СУМЗ	ПКЗ	Биостанция
Доля микотрофных особей, %			
Бодяк	93,33	100,00	100,00
Трехреберник	62,50	100,00	100,00
Мать-и-мачеха	93,33	100,00	100,00
Щучка	26,67	90,91	100,00
Частота встречаемости грибов в корнях всей совокупности растений (F), %			
Бодяк	55,01*	88,00	90,67
Трехреберник	20,58***	63,23***	99,01
Мать-и-мачеха	58,03***	27,84***	88,71
Щучка	20,58***	63,23***	99,01
Частота встречаемости грибов в корнях микотрофных растений, %			
Бодяк	58,64**	80,00	90,67
Трехреберник	32,93***	63,23***	99,61
Мать-и-мачеха	62,17***	27,84***	88,71
Щучка	14,67*	35,90	53,04
Коэффициент вариации (%) частоты встречаемости грибов в корнях всей выборки (числитель) и микотрофных особей (знаменатель)			
Бодяк	62,44 / 54,22	22,73 / 22,73	8,23 / 8,23
Трехреберник	129,75 / 82,43	42,53 / 42,53	2,16 / 2,16
Мать-и-мачеха	49,05 / 39,23	99,62 / 99,62	12,06 / 12,06
Щучка	196,45 / 55,04	94,55 / 84,85	45,00 / 45,00
Частота встречаемости арбускул в корнях всей совокупности растений, %			
Бодяк	10,24**	27,29	32,06
Трехреберник	0,01***	1,63***	45,39
Мать-и-мачеха	17,79***	10,41***	48,27
Щучка	0,09*	2,4*	5,79
Частота встречаемости везикул в корнях всей совокупности растений, %			
Бодяк	2,6***	38,76	37,26
Трехреберник	6,95***	51,14	48,42
Мать-и-мачеха	1,78***	9,25***	34,67
Щучка	0	11,81	10,82
Интенсивность микоризной инфекции в корнях всей совокупности растений (I), баллы			
Бодяк	1,49**	2,73	2,61
Трехреберник	0,40***	1,70***	2,33
Мать-и-мачеха	1,25***	0,77***	2,13
Щучка	0,09***	0,87	1,16

Достоверность различий с фоновыми показателями по критерию Крускала-Уоллиса для множественных сравнений: * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$.

мер, формирование везикул (потенциально репродуктивных структур) в наибольшей степени подавляется на площадях, загрязняемых выбросами СУМЗа, в то время как минимальное количество арбускул может наблюдаться как в условиях загрязнения тяжелыми металлами, так и на полигоне с преимущественно газообразными воздействиями.

Следует отметить, что наряду со снижением частоты встречаемости гриба в техногенных местообитаниях уменьшается и интенсивность микоризной инфекции в корнях растений. В целом, динамика двух параметров (D и F) хорошо согласуется между собой. Исключением является щучка дернистая, у которой при снижении частоты встречаемости микоризной инфекции в окрестностях ПКЗ интенсивность микоризации не изменяется по сравнению с контрольной.

Подобное исследование ранее было предпринято М.Р. Трубиной (2002), которая получила результаты, близкие к изложенным в настоящем докладе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявленное снижение интенсивности микоризообразования в техногенных местообитаниях, на фоне которого выражены специфические реакции разных видов растений, может быть связано с несколькими причинами. Во-первых, допустимо предположение о прямом влиянии токсических техногенных веществ на растительный или грибной компонент эндомикоризных ассоциаций. Во-вторых, возможно, что наблюдаемая картина обусловлена косвенными, вторичными эффектами промышленного загрязнения — изменением на нарушенных территориях абиотических и биотических (ценотических ?) условий существования растений. Различия в строении эндомикориз, наблюдаемые в окрестностях двух исследованных предприятий, могут быть обусловлены обеими группами причин.

Наиболее существенный вывод из представленных данных, по нашему мнению, следующий: общим экологическим свойством изученных растений является способность к варьированию тесноты связей с микоризными грибами в широких пределах. Возможно, что именно это коррелирует с их способностью успешно адаптироваться к техногенно измененным условиям существования.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают признательность В.А. Мухину, С.А. Зимницкой за консультативную поддержку, Д.В. Веселкину — за деятельное участие в процессе сбора и обработки материалов. Исследование выполнено при поддержке РФФИ и Правительства Свердловской области (проекты 01–04–96407; 02–04–96422).

ФИЛЛОФАГИ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ В УЛИЧНЫХ ПОСАДКАХ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА

Е.В. Борисова

Красноярский госуниверситет

Традиционно исследования филофагов в городской среде проводятся на лиственных породах. Хвойные, и лиственница в том числе, также представлены в уличных посадках г. Красноярск. Изучение урбанистических энтомокомплексов, состоящих из местных пород в пределах ареала обитания, представляет научный интерес. Исследовались рядовые посадки лиственницы (массивы в 60–80 деревьев) вдоль автомагистралей в трех районах с различным уровнем техногенной нагрузки: зеленая зона (контроль), центр города и промышленная зона. Сбор насекомых проводился методом окашивания ветвей подекадно в течение всего вегетационного периода 2001 и 2002 гг. Изучено 5 тыс. особей.

В городских посадках лиственницы выявлено 45 видов филофагов, представителей 20 семейств и 6 отрядов. Наиболее разнообразны чешуекрылые (12 видов, 7 семейств), среди которых преобладает семейство Geometridae (4 вида). Отряд двукрылые представлен только одним видом из семейства Cecidomyiidae. Остальные виды относятся к отрядам: полужесткокрылые (10 видов; 3 семейства) — в основном семейство Miridae; перепончатокрылые (9 видов; 2 семейства) — основная масса относится к настоящим пилильщикам; равнокрылые хоботные (8 видов; 5 семейств) и жесткокрылые (5 видов; 2 семейства).

Видовое богатство энтомокомплексов в различных районах города неравнозначно. В зеленой зоне энтомокомплекс составляют 40 видов. В центре и промышленной зоне видовое разнообразие снижается до 29 и 30 видов соответственно. Фаунистическая структура энтомокомплексов в загрязненных районах изменяется, в первую очередь, за счет обеднения чешуекрылых и пилильщиков, большинство которых является монофагами лиственницы. Наименее подвержены трансформации двукрылые и жесткокрылые. Разнообразие клопов и цикад снижается за счет выпадения полифагов и, вероятно, связано с обеднением флоры прилегающих территорий.

Значительная удаленность от города природных лиственничников и лесопитомников обуславливает эндогенное развитие городской фауны. Занос насекомых-монофагов возможен лишь с посадочным материалом. Фаунистическое сходство группировок различных районов с контролем достаточно высокое (индекс Чекановского-Сьеренсена составляет 0,7). Наибольшее сходство фауны наблюдается в центре города и в промышленной зоне ($K=0,8$). Следовательно, основная масса чувствительных к техногенному воздействию видов выпадает из

энтомокомплекса уже в зоне умеренного загрязнения. Так, 7 из 11 видов, обнаруженных только в контроле, являются монофагами лиственницы. Своеобразие других районов определяется присутствием редко встречающихся олигофагов хвойных и широких полифагов, возможно заносных.

Ядро фауны лиственничных посадок Красноярска составляют 23 вида, встречающиеся во всех изученных массивах. Таким образом, 50% выявленных видов являются устойчивыми к воздействию городской среды. В эту группу входят как узкоспециализированные монофаги лиственницы, составляющие 60% видов (чешуекрылые, настоящие пилильщики, лиственничные клопы, почковая галлица, тли и хермес), так и эврибионтные полифаги, не требовательные в выборе пищевого объекта (листоблюшки, цикадки, клопы). Полифаги большей частью редки и не имеют хозяйственного значения. Среди монофагов представлены виды, повсеместно поддерживающие высокую численность (*Dasyneura rozhkovi* Mam. et Nic., *Parapsallus vittelinus* Scholtz., *Psallus (P.) vittatus* Fieb.) либо получающие развитие по мере увеличения техногенной нагрузки (*Cinara laricis* Walk., *Cholodkovskya viridula* Chol., *Coleophora sibiricella* Flkv., *Spilonota laricicana* Z., *Pilophorus cinnamopterus* Ktm.), способные значительно снижать эстетическую ценность посадок.

ОЦЕНКА ИММУННОГО ПРОФИЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ (КРЫС) В НОРМЕ И ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СИНТЕТИЧЕСКОГО ПИРЕТРОИДА (ДЕЦИСА)

М.А. Букей

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

В последние десятилетия во много раз увеличилась химическая нагрузка на биологические объекты. Основная причина — активное использование различных антропогенных ксенобиотиков. Влияние многих этих веществ изучены недостаточно. К таким химическим агентам относятся и синтетические пиретроиды.

Синтетические пиретроиды (СП) — пестициды, инсектициды, группа нейрорактивных агентов, подгруппа эффекторов ионной проводимости — синтетические аналоги пиретринов, активно применяются в Свердловской области и в России. Их неправильное применение вызвало отравление студентов, которые участвовали в сельскохозяйственных работах на полях Красноуфимского района (1989–1991 гг.).

Одной из важнейших регуляторных систем организма является иммунная система, которая чутко реагирует на контакт с внешними химическими агентами.

Целью данной работы является оценка иммунного профиля лабораторных животных (крыс) в условиях лабораторного содержания и после воздействия на них СП (дециса).

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Оценить изменения в поведении экспериментальных животных во время затравки и в течение первого часа после неё.
2. Определить состояние системы защиты лабораторных животных по ряду иммунологических параметров.
3. Оценить изменение иммунного профиля крыс при воздействии дециса на организм через 1 сутки после него.
4. Оценить изменение иммунного профиля крыс при воздействии дециса на организм и через 25 дней после него.
5. Сравнить действие различных доз СП на организм лабораторных животных.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В эксперимент было взято 30 лабораторных беспородных крыс, разделенных на три однородные группы (в каждой по 10 животных, средний вес в группах схож). Средний вес в контрольной группе — 144 г, в первой экспериментальной группе — 162 г, во второй экспериментальной группе — 157 г. Первая и вторая группа подвергались затравке децисом (синонимы бутокс, бутофлин, декаметрин, дельтаметрин), 3 группа — контрольная. Время затравки — 2 часа (два раза по 1 часу). Для затравки был использован ингаляционный способ потому, что по данным из литературы известно, что токсичность пиретроидов наиболее высока именно при этом способе введения по сравнению с другими. Кроме того, на Красноуфимских полях СП воздействовали на студентов ингаляционным и контактным путём.

Первая группа была затравлена концентрацией дециса в 2 раза больше ПДК (0,2 мг/м³), вторая — в 20 раз больше ПДК (2 мг/м³). Эти концентрации аналогичны тем, которые вызвали на полях под Красноуфимском массовые отравления студентов.

В качестве затравочных камер использовались эксикаторы объемом 8 и 10 л. Кровь у крыс в количестве 2 мл брали, отрезая кончик хвоста, после краткого наркоза диэтиловым эфиром.

Кровь брали три раза: сначала кровь была взята у всех крыс до затравки; затем через 7 дней была проведена затравка первой и второй групп лабораторных животных в течение двух часов в ингаляционных камерах, а на следующий день повторно взяли кровь у всех трех групп. Третий раз кровь брали для изучения отдалённого эффекта через 25 дней.

Состояние системы защиты организма оценивалось по следующим показателям: общее количество лейкоцитов, уровень ЦИК (циркулирующие иммунные комплексы), лейкоцитарная формула, исследование комплекса лабораторных тестов оценки спонтанной фагоцитарной активности нейтрофилов (ФАН) и индуцированной зимозаном ФАН.

Таблица. Результаты анализа

показатель	группа	1 этап	n=10	p1	2 этап	n=9	p2	3 этап	n=9	p3
лейкоциты	1 экспериментальная	6,605	± 1,883	*	11,033	± 2,665		11,17	± 1,44	*
	2 экспериментальная	6,515	± 1,415	**	9,761	± 2,302		8,411	± 4,302	
	3 контроль	6,33	± 2,229		7,283	± 1,798		6,383	± 1,73	
базофилы	1 экспериментальная	0	± 0		0,015	± 0,046	**	0,088	± 0,074	**
	2 экспериментальная	0	± 0		0	± 0	**	0,122	± 0,112	**
	3 контроль	0,004	± 0,014		0,008	± 0,023		0	± 0	
базофилы	1 экспериментальная	0	± 0		0,111	± 0,333	**	0,778	± 0,667	**
	2 экспериментальная	0	± 0		0	± 0	**	1,444	± 0,882	**
	3 контроль	0,1	± 0,316		0,111	± 0,333		0	± 0	
эозинофилы	1 экспериментальная	0,089	± 0,095		0,163	± 0,126	**	0,446	± 0,215	*
	2 экспериментальная	0,105	± 0,069	**	0,215	± 0,15	**	0,451	± 0,361	**
	3 контроль	0,077	± 0,106	***	0,136	± 0,095		0,196	± 0,128	***
эозинофилы	1 экспериментальная	1,4	± 1,265		1,444	± 1,13	**	4	± 2	**
	2 экспериментальная	1,7	± 1,16		2,111	± 0,928	**	5,333	± 2,5	*
	3 контроль	1,2	± 1,619		1,78	± 1,093	***	2,889	± 1,692	**
п. нейтрофилы	1 экспериментальная	0,215	± 0,125		0,18	± 0,156	**	0,565	± 0,25	**
	2 экспериментальная	0,273	± 0,218		0,227	± 0,216		0,405	± 0,263	
	3 контроль	0,293	± 0,228	***	0,126	± 0,11	**	0,315	± 0,12	
п. нейтрофилы	1 экспериментальная	3,5	± 2,173	**	1,889	± 1,692	**	5	± 1,871	
	2 экспериментальная	4,1	± 2,885		2,556	± 2,242	***	4,889	± 1,833	
	3 контроль	4,8	± 3,327	***	1,78	± 1,787	**	4,889	± 0,928	
с. нейтрофилы	1 экспериментальная	1,097	± 0,556	**	2,135	± 0,863		1,789	± 0,481	***
	2 экспериментальная	1,346	± 0,341	*	2,674	± 1,013	*	0,856	± 0,847	
	3 контроль	0,829	± 0,72	**	1,456	± 0,632	**	0,948	± 0,45	
с. нейтрофилы	1 экспериментальная	16,1	± 5,065		19	± 5,568		16	± 3,24	
	2 экспериментальная	21,5	± 7,012	**	27,333	± 8	*	8,778	± 4,868	*
	3 контроль	12,6	± 10,11	**	19,778	± 6,477	**	14,67	± 4,848	***
лимфоциты	1 экспериментальная	5,038	± 1,318	*	8,396	± 1,981		8,189	± 1,063	*
	2 экспериментальная	4,661	± 1,34	***	6,55	± 1,877		6,417	± 2,984	
	3 контроль	5,023	± 2,006		5,516	± 1,33		4,862	± 1,274	
лимфоциты	1 экспериментальная	76,9	± 5,666	**	76,333	± 6,062		73,44	± 4,362	
	2 экспериментальная	70,8	± 8,351		67,111	± 9,185	**	77,89	± 6,827	***
	3 контроль	79,4	± 12,42	**	75,889	± 6,092		76,56	± 5,812	**
моноциты	1 экспериментальная	0,166	± 0,216		0,145	± 0,117		0,09	± 0,119	
	2 экспериментальная	0,131	± 0,176		0,095	± 0,123		0,161	± 0,202	
	3 контроль	0,103	± 0,105		0,042	± 0,051		0,063	± 0,045	

Окончание таблицы

относительные показатели	1 экспериментальная	2,1 ± 2,378	1,222 ± 0,833	0,778 ± 0,972		p4
	2 экспериментальная	1,9 ± 2,378	0,889 ± 1,167	1,667 ± 1,658		p5
	3 контроль	1,9 ± 2,079	0,667 ± 0,866	1 ± 0,707		p6
% фагоцитоза спонтанный	1 экспериментальная	0,617 ± 0,028	0,601 ± 0,065 *	0,884 ± 0,03 *		p4
	2 экспериментальная	0,651 ± 0,037 **	0,614 ± 0,032 *	0,823 ± 0,055 *		p5
	3 контроль	0,623 ± 0,042	0,596 ± 0,08 **	0,807 ± 0,064 *		p6
фагоцит. число спонтанный	1 экспериментальная	7,128 ± 0,404 **	6,295 ± 0,507	6,132 ± 0,359 *		p4
	2 экспериментальная	6,301 ± 0,413 **	5,956 ± 0,306 **	6,674 ± 0,494		p5
	3 контроль	6,824 ± 0,521	7,011 ± 0,265 *	6,138 ± 0,275 **		p6
абс. кол-во нейтрофилов	1 экспериментальная	1,313 ± 0,525 **	2,314 ± 0,799	2,354 ± 0,668 **		p4
	2 экспериментальная	1,619 ± 0,479 *	2,901 ± 1,004 *	1,26 ± 1,083		p5
	3 контроль	1,122 ± 0,775	1,581 ± 0,628	1,263 ± 0,527		p6
абс. кол-во фагоцитирующих нейтрофилов	1 экспериментальная	0,81 ± 0,328 **	1,414 ± 0,573 ***	2,09 ± 0,646 *		p4
	2 экспериментальная	1,053 ± 0,311 *	1,774 ± 0,593 **	1,048 ± 0,907		p5
	3 контроль	0,711 ± 0,532	0,949 ± 0,413	1,024 ± 0,439 ***		p6
% фагоцитоза стимулированный	1 экспериментальная	0,591 ± 0,028	0,61 ± 0,043 *	0,743 ± 0,067 *		p4
	2 экспериментальная	0,612 ± 0,033	0,579 ± 0,059 **	0,83 ± 0,061 **		p5
	3 контроль	0,654 ± 0,044	0,622 ± 0,028 *	0,798 ± 0,075 *		p6
фагоцит. число стимулированный	1 экспериментальная	7,494 ± 0,301 **	6,841 ± 0,661 ***	6,271 ± 0,400 *		p4
	2 экспериментальная	6,271 ± 0,54	5,968 ± 0,755 ***	6,730 ± 0,430		p5
	3 контроль	6,569 ± 0,414	6,874 ± 0,390	6,561 ± 0,502		p6
абс. кол-во нейтрофилов	1 экспериментальная	1,313 ± 0,525 **	2,314 ± 0,799	2,354 ± 0,668 **		p4
	2 экспериментальная	1,619 ± 0,479 *	2,901 ± 1,004 **	1,033 ± 0,899		p5
	3 контроль	1,122 ± 0,775	1,581 ± 0,628	1,263 ± 0,527		p6
абс. кол-во фагоцитирующих нейтрофилов стимулированный	1 экспериментальная	0,777 ± 0,319 **	1,425 ± 0,523	1,767 ± 0,593 **		p4
	2 экспериментальная	0,99 ± 0,295 *	1,672 ± 0,568 **	0,858 ± 0,733		p5
	3 контроль	0,753 ± 0,554	0,979 ± 0,377	1,012 ± 0,433		p6
ЦИК	1 экспериментальная	0,055 ± 0,031 ***	0,075 ± 0,034	0,08 ± 0,044 ***		p4
	2 экспериментальная	0,058 ± 0,022	0,061 ± 0,019 **	0,084 ± 0,026 **		p5
	3 контроль	0,053 ± 0,031	0,071 ± 0,018	0,074 ± 0,008		p6

* - p = 0,01; ** - p = 0,05; *** - p = 0,1.

p2 - непараметрический анализ сравнение 2 и 3 этапа;
 p3 - непараметрический анализ сравнение 1 и 3 этапа;
 p4 - дисперсионный анализ различий 1 и 2 групп;
 p5 - дисперсионный анализ различий 2 и контрольной групп;
 p6 - дисперсионный анализ различий 1 и контрольной групп.

Для обработки данных применялись параметрический (дисперсионный анализ) и непараметрический (U-критерий Уилкоксона (Манна-Уитни)) методы анализа. Математическая обработка проводилась в программах MS Excel и Statistica. Результаты анализа представлены в таблице.

Проведённый анализ полученных данных позволил сделать следующие выводы.

Иммунологически все три группы лабораторных животных в начале исследования были однородны — не выявлено статистически значимых различий по большинству исследуемых параметров.

В поведении крыс во время и вскоре (через 1 час) после воздействия синтетического пиретроида (дециса) были заметны существенные изменения (повышенная жажда, вялость, сонливость, у некоторых наоборот, чрезмерная активность, бег по клетке) по сравнению с контрольной группой. После затравки у животных экспериментальных групп наблюдались неестественные движения конечностей. У животных контрольной группы изменений поведения отмечено не было.

При сравнении исходных значений параметров с литературными данными по нормативным значениям исследуемых параметров во всех группах отмечалось снижение в 1,86 раза общего количества лейкоцитов в периферической крови. Такая же тенденция отмечалась и у людей, проживающих в нашем регионе, что может свидетельствовать о неблагоприятном влиянии экологических факторов на системы защиты организма млекопитающих.

Воздействие синтетического пиретроида (дециса) негативно влияет на системы защиты организма, что выражается уже через 1 сутки после его воздействия:

- в достоверном увеличении уровня лейкоцитов в первой ($p \leq 0,01$) и второй ($p \leq 0,05$) экспериментальных группах, проявлялась тенденция к увеличению уровня ЦИК ($p \leq 0,1$) в первой экспериментальной группе;

- в достоверном увеличении количества эозинофилов ($p \leq 0,05$) во второй экспериментальной группе, сегментоядерных нейтрофилов ($p \leq 0,05$) и лимфоцитов ($p \leq 0,01$) в первой и второй экспериментальных группах;

- в достоверных изменениях абсолютного количества нейтрофилов и фагоцитирующих нейтрофилов в первой ($p \leq 0,05$) и второй ($p \leq 0,01$) экспериментальных группах в тестах спонтанного и стимулированного фагоцитоза.

Воздействие синтетического пиретроида дециса также приводит к негативным последствиям влияния на системы защиты организма в отдаленные после затравки сроки через 25 дней, что выражается:

- в достоверном увеличении уровня лейкоцитов ($p \leq 0,01$) в первой экспериментальной группе;

- в проявлении тенденции к увеличению уровня ЦИК ($p \leq 0,1$) в первой экспериментальной группе. Во второй экспериментальной группе достоверно возрос уровень ЦИК ($p \leq 0,05$);

- достоверно возрос уровень базофилов ($p \leq 0,05$) в обеих экспериментальных группах, эозинофилов в 1 ($p \leq 0,01$) и 2 ($p \leq 0,05$) группах, лимфоцитов в первой группе ($p \leq 0,01$). Отмечена тенденция к увеличению сегментоядерных нейтрофилов ($p \leq 0,1$) в первой экспериментальной группе;

- отмечены достоверные изменения абсолютных количеств нейтрофилов, в том числе фагоцитирующих нейтрофилов в первой ($p \leq 0,05$) экспериментальной группе в тестах спонтанного и стимулированного фагоцитоза.

Были отмечены достоверные различия между первой и второй группами по следующим показателям: % фагоцитоза, фагоцитарное число, абсолютное количество нейтрофилов, абсолютное количество фагоцитов при спонтанном и стимулированном нейтрофильном фагоцитозе на 3 этапе, абсолютные и относительные значения сегментоядерных нейтрофилов на 3 этапе, абсолютные и относительные значения лимфоцитов на 2 этапе, что, вероятно, свидетельствует о различиях в эффектах воздействия различных доз СП.

К ОБОСНОВАНИЮ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДЛЯ ТРАНСПЛАНТАЦИОННОГО ЛИХЕНОМОНИТОРИНГА В УДМУРТИИ

М.С. Булдаков

Удмуртский госуниверситет, г. Ижевск

Ввиду необходимости осуществления мониторинга за состоянием воздушного бассейна крупных городов Удмуртии (в частности, г. Глазова) с помощью биоиндикационных методов (в отсутствие инструментального контроля), было решено применить как традиционную описательную, так и более прогрессивную трансплантационную систему лишеномониторинга. Система трансплантационного лишеномониторинга включает в себя, помимо прочего, базовые ресурсные территории, с которых в течение ряда лет изымаются для перенесения в урбаносреду стандартные порции живого вещества без ущерба для эксплуатируемых экосистем, т.е. с учетом возможностей возобновления ресурсов.

Целью нашей работы явилось определение оптимального места отбора трансплантатов лишайников. В ходе выполнения работы решались следующие задачи: провести рекогносцировочное изучение лишенофлор особо охраняемых территорий [ООПТ] окрестностей г. Глазова; попытаться определить качества окружающей среды на изучаемых ООПТ по видовому богатству,

обилию доминантов, наличии видов-биоиндикаторов; оценить условно полезные ресурсы эпифитных лишайников в данных экотопах.

Летом 2002 г. проведены стандартные лихенофлористические маршруты в трех точках Удмуртской республики: 1 – памятник природы «Торфяное болото Перелом» (исток р. Вятка, Ярский район, 58°21' с.ш., 52°00' в.д.; S=128 га), 2 – памятник природы «Торфяное болото Весьякар» (пойма р. Чепца, Глазовский район, 58°07' с.ш., 52°30' в.д.; S= 447 га), 3 – семеноводческий заказник ели «Парзинский» (пшкар, Глазовский район, 58°06' с.ш., 52°46' в.д.; S=125 га).

Обилие видов на каждой ООПТ определяли на 30 деревьях и на 3 пробных площадках с помощью палетки 20×20 см. Биомассу рассчитывали по формуле Л.Г. Бязрова (1971).

Наиболее велико видовое богатство лишайников на торфяном болоте «Перелом» (71 вид), в семеноводческом заказнике ели найдено 56 видов, а на торфяном болоте «Весьякар» — 39 видов. Видов лишайников-индикаторов старовозрастных лесов оказалось больше на торфяном болоте «Перелом» (9 видов; 12,3%) и в семеноводческом заказнике ели (9 видов; 16,1%).

Наиболее высокое проективное покрытие доминантов наблюдается на торфяном болоте «Перелом» (93%), на болоте «Весьякар» — 77%, на заказнике ели — 87%. Запас массы доминантных эпифитных видов на стволах деревьев-форофитов до высоты 2 м максимален у *Bryoria* sp. на «Переломе» — 7,5±0,1 кг/га, у *Hypogymnia physodes* на «Весьякра» — 3,3±0,1 кг/га, у *Usnea* sp. в семеноводческом заказнике ели — 8,0±0,1 кг/га. Наши данные согласуются с данными Л.Г. Бязрова (1971).

Таким образом, оптимальным местом отбора трансплантатов для лихеномониторинга в Удмуртии следует считать семеноводческий заказник ели «Парзинский».

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИЙ *RUBUS IDAEUS* L.

А.Г. Быструшкин

Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург

Малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L. s.str.) — корнеотпрысковый корневищный кустарник. Расселяется по нарушенным местообитаниям семенами, а затем, при помощи вегетативного размножения корневыми отпрысками, образует плотно сомкнутые заросли, составляющие в итоге клональные колонии. Колонии способны сохраняться в течение нескольких поколений даже после восстановления естественного растительного покрова, что позволяет предположить

существование таких форм организации населения, которые обеспечивают непрерывный поток поколений. Устойчивость возрастной структуры и возрастного состава популяций может служить индикатором стабильного возобновления вида в конкретном местообитании.

Цель наших исследований — на примере модельного клонального вида растений выявить элементарные формы пространственной организации населения, обеспечивающие устойчивый оборот поколений.

В 2001 году в южно-таежной подзоне Среднего Урала в зарослях малины обыкновенной под пологом спелого сосняка разнотравного мы заложили пробную площадь (1 га). Через разные части заросли вдоль трансект были заложены прилегающие учетные площадки длиной 2 м и шириной 1 м. На площадках у всех кустов малины определяли возрастное состояние и абсолютный возраст. Общая площадь трансект составила 72 м², на них учтено 606 живых кустов. Распределение «молодых» (прегенеративных и молодых генеративных) и «старых» (зрелых и старых генеративных) особей вдоль трансект представлено на рис. 1.



Рис. 1. Распределение «молодых» и «старых» особей вдоль трансект.

Полученные данные свидетельствуют о том, что профиль заросли неоднороден. Можно выделить субценопопуляционные локусы с различной плотностью и возрастными спектрами. Эти особенности демографии на профилях синхронизированы в пространстве. К центральной части куртин, составляющих заросль, приурочены плотные старые локусы. На периферии куртин располагаются менее плотные и более молодые локусы. Отдельные куртины таким образом имеют концентрическую пространственную структуру и состоят из центральной и периферической областей, что характерно не только для куртин малины, но и для элементов населения других клональных видов.

В ценопопуляции доля прегенеративных особей составляет 12,5%, молодых генеративных — 8,1%, зрелых генеративных — 70,5%, старых генеративных — 8,9%. Согласно классификации по возрастному спектру, ценопопуляция являет-

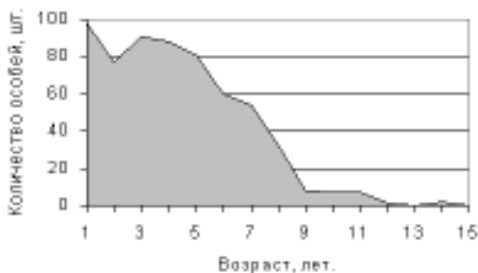


Рис. 2. Возрастной состав ценопопуляции малины обыкновенной.

ся нормальной, что свидетельствует о стабильной возрастной структуре населения. На рис. 2 представлена кривая возрастного состава ценопопуляции. До 5-ти летнего возраста численность населения поддерживается на почти постоянном уровне, затем плавно снижается, старше 9 лет обнаруживаются лишь единичные кусты. Плавное, закономерное изменение численности кустов с возрастом может служить доказательством стабильности возрастного состава населения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Куртины малины обыкновенной представляют собой элементарные демографические единицы населения. Они обладают концентрической пространственной структурой и содержат взаимодополнительные по демографическим показателям локусы, что позволяет осуществлять в отдельной куртине устойчивый поток поколений. Сохранение куртин на протяжении многих поколений возможно при их постоянном расширении или «переползании» с одного места на другое.

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУШЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ НА ПРИМЕРЕ АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО ПАМЯТНИКА «ПАВЛИНОВО ГОРОДИЩЕ»

В.В. Валдайских

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Внося немаловажный вклад в поддержание гомеостазиса планеты, почвы являются в то же время наиболее трудновозобновимым ресурсом. Нарушая и разрушая почвенный покров, необходимо помнить, что формирование

зрелых почвенных профилей — длительный процесс, продолжающийся в течение столетий и тысячелетий (Докучаев, 1938; Соколов, 1984; Геннадиев, 1990; Махонина, Коркина, 2001).

Исследования проводились на археологическом памятнике «Павлиново городище». Памятник расположен к северу от г. Кургана, на террасе поймы р. Исеть, датируется археологами ранним железным веком (примерно V в. до н.э.) и представляет собой замкнутый многоугольник, окруженный остатками оборонительных сооружений. Городище относят к поселению саргатской культуры. Объектами изучения являлись участки с различными нарушениями почвенного покрова, возникшие в период активного функционирования городища и претерпевшие в дальнейшем действие факторов-почвообразователей (рис. 1, 2).

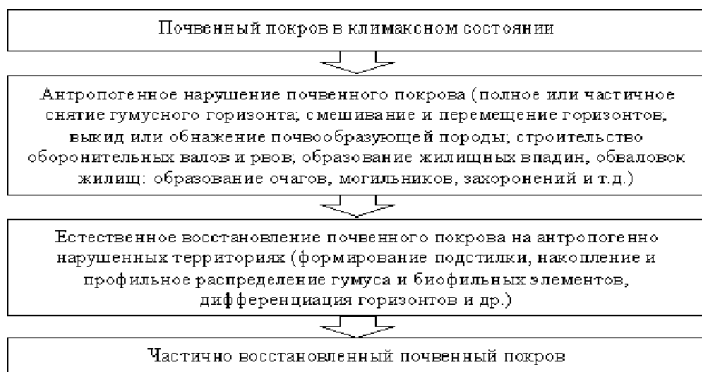


Рис. 1. Схема развития антропогенно нарушенных почв во времени.

Изучались степени изменения отдельных почвенных признаков на новообразованных почвах, формирующихся на обнаженных материнских почвообразующих породах, по сравнению с фоновыми показателями. Это необходимо для определения времени восстановления нарушенных почв как в целом, так и отдельных почвенных признаков.

Также исследовались распределения физико-химических свойств культурного слоя (КС) внутри поселения и вне его в зависимости от расположения функциональных зон (жилищ, оборонительных сооружений очагов, ям и др.) и, следовательно, в зависимости от степени антропогенной нагрузки. Являясь одновременно продуктом антропогенной деятельности и естественных почвообразовательных процессов, КС несет в себе информацию как об исторических процессах, так и о природной обстановке периода его образования (Сычева, 1994).

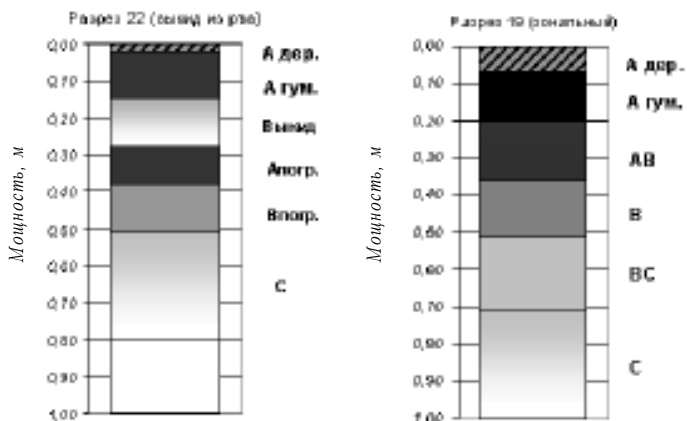


Рис. 2. Схематические изображения антропогенно измененного разреза (№ 22) и зонального разреза (№ 19). На разрезе 22 видны погребенные под выщелом почвообразующей породы горизонты А погр. и В погр., а также сформированный за 2,5 тыс. лет А гум. мощностью 13 см.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В условиях лесостепной зоны в районе расположения археологического памятника «Павлиново городище» сформированы выщелоченные, осолоделые черноземы. Почвообразование на антропогенно измененных почвах памятника протекает по зональному типу.

По морфологическим и физико-химическим признакам изучаемые почвы характеризуются большой пестротой, что связано как с простым механическим перемешиванием исходных почв, так и дополнительным внесением материала (хозяйственные постройки, бытовой мусор, хозяйственные отходы и др.).

За 2,5 тыс. лет антропогенно измененные почвы археологического памятника не достигли фоновых показателей как по морфологическим признакам, так и по ряду изучаемых физико-химических свойств. Профильное распределение подвижного фосфора, обменного калия и натрия, гумуса на нарушенных почвах не соответствует фоновому. Запасы гумуса в горизонте А в почвах, имеющих возраст 2,5 тыс. лет, в 1,4–1,9 раза меньше, чем в зональном черноземе (рис. 3).

Соединения подвижного фосфора и обменного калия могут считаться маркерными для определения степени антропогенного воздействия. На участках и в горизонтах, наиболее измененных человеком, их содержание в десятки раз превышает фоновые. Наиболее высокие значения P_2O_5 и K_2O наблюдаются на оборонительных валах (которые, по-видимому, укреплялись деревянными конструкциями), во рвах (которые, возможно, использо-

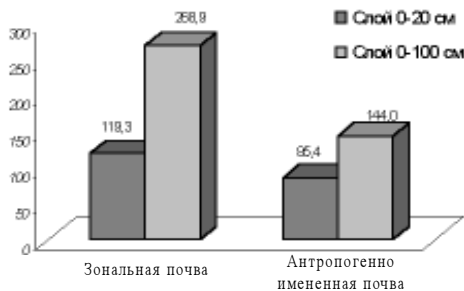


Рис. 3. Запасы гумуса, т/га (без учета погребенных гумусовых горизонтов).

валились как сточные ямы), в культурном слое жилищ, а также в непосредственной близости от артефактов.

Черноземные почвы, таким образом, являются одним из наиболее трудно возобновимых природных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

Геннадиев А.Н. Почвы и время: модели развития. М.: МГУ, 1990. 232 с.

Докучаев В.В. Русский чернозем. М.: Сельхозгиз, 1936. 480 с.

Махонина Г.И., Коркина И.Н. Скорость восстановления почвенного покрова на антропогенно нарушенных территориях (на примере археологических памятников Западной Сибири) // Экология. 2001. № 1. С. 14–19.

Соколов И.А. Почвообразование и время: поликлиматность и полигенетичность почв // Почвоведение. 1984. № 2. С. 102–112.

Сычева С.А. Почвенно-геоморфологические аспекты формирования культурного слоя древних поселений // Почвоведение. 1994. № 3. С. 28–33.

АЛЛОЗИМНЫЙ ПОЛИМОРФИЗМ СОЛОДКИ (*GLYCYRRHIZA* L.) В ПОЙМЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ УРАЛ

И.Б. Вержбицкий*, А.Ю. Беляев**

* Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

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

На Южном Урале и на прилегающих равнинных территориях встречаются три близкородственных вида солодки: солодка голая (*Glycyrrhiza glabra* L.),

с. Коржинского (*G. korshinskyi* Grig.) и с. уральская (*G. uralensis* Fisch.), причём ареалы этих видов в данном регионе частично налегают друг на друга. В связи с этим указанный район представляется нам весьма интересным в плане изучения формового разнообразия этих видов, выявления возможной интрогрессивной гибридизации видов солодки. Такие исследования важны для понимания популяционной истории и выявления генетических ресурсов видов рода *Glycyrrhiza*.

В 2001–2002 гг. в Оренбургской области нами проведены маршрутные обследования обширных левобережных участков поймы в среднем течении р. Урал — близ села Краснохолм и в нижнем течении левого притока — р. Донгуз. В этих пунктах соответственно были взяты с маркировкой клонов две выборки растений солодки (генеративные побеги с корневищами) для морфометрического и аллозимного анализа. Изучено 28 клонов по 12 ферментным системам.

Выявлен определённый уровень полиморфизма по следующим ферментным системам: 6-PGD, PGI, PGM, GOT, SOD, IDH, SkDH, FDH, LAP, C-Est. Показана высокая информативность ряда ферментных систем как в плане дифференциации отдельных клонов в выборках, так и для выявления межвыборочных различий по аллозимным локусам. Наличие одинакового диплоидного набора хромосом ($2n=16$) у исследуемых видов солодки позволяет применить методы генетического анализа полученных аллозимных данных и интерпретировать электрофореграммы в терминах «аллель-локус». Так, в локусе Got- В выявлены четыре аллеля, в обеих выборках преобладают гетерозиготные по этому локусу клоны. При этом в выборке близ Краснохолма большинство составляют гетерозиготы 2–3, а в выборке в низовье р. Донгуз — гетерозиготы 3–4. В системе IDH имеется один локус, по которому в выборке с р. Донгуз преобладают гомозиготные растения с аллелем 1, а в выборке близ Краснохолма половину составляют гомозиготные растения с аллелем 2, а остальную часть — гетерозиготы 1–2. Аналогичные различия между выборками по составу и частотам аллелей выявлены для систем 6-PGD, SOD, SkDH. То есть по данным системам можно констатировать качественные различия между исследованными выборками солодки. Эти различия хорошо согласуются с данными морфологического анализа, результаты которого свидетельствуют о вероятном формировании смешанных и (или) гибридогенных популяций солодки с тем или иным участием генетического материала рассматриваемых видов (Беляев, Васфилова, 2002).

Для получения окончательных выводов о природе наблюдаемого полиморфизма по аллозимным локусам и морфологическим признакам растений в исследуемом регионе требуются прямые доказательства существования в природе генетического взаимодействия исследуемых видов солодки. Результаты нашей работы позволяют надеяться, что такие доказательства могут быть получены с использованием аллозимного анализа.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 02–04–49161.

ЛИТЕРАТУРА

Беляев А.Ю., Васфилова Е.С. Предварительная оценка формового разнообразия солодки в левобережной пойме среднего течения р. Урал и в низовье р. Донгуз // Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий: Материалы II междунар. конф. Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2002. С. 51–52.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР У ХВОЙНЫХ ПОРОД В ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ СУБАРКТИКЕ

М.А. Гурская

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

В древесине хвойных деревьев, произрастающих на северном пределе своего распространения, образуются различные патологические структуры в ответ на суровые климатические условия. Изучение условий формирования повреждений у разных пород деревьев, произрастающих в субарктических экосистемах Западной Сибири, позволит выявить особенности частоты и интенсивности климатических экстремумов в исследуемом регионе.

Под влиянием температуры в течение вегетационного периода возможно образование следующих патологических структур у хвойных деревьев: морозобойные повреждения, светлые кольца и изменения плотности ксилемы. Морозобойные повреждения представляют собой искаженную структуру ксилемной ткани (каллюсная ткань), поврежденную заморозком в сезон роста, когда формируются клетки ксилемы. Светлые кольца характеризуются светлой окраской зоны поздней древесины. Светлая окраска связана с тем, что клетки поздней древесины имеют достаточно слабую лигнификацию из-за незаконченного развития клеточной стенки. Под изменением плотности понимают слой клеток в пределах годичного кольца, который выделяется из соседних слоев по форме, размеру, а также форме и толщине клеточной стенки (Kaennel, Schweingruber, 1996).

Основной целью работы было изучить патологические структуры в древесине четырех хвойных пород: лиственницы (*Larix sibirica* Ledeb), ели (*Picea obovata* Ledeb.), кедра (*Pinus sibirica* (Rupr.) Mayr.) и сосны (*Pinus sylvestris* L.), произрастающих в условиях поймы низовьев р. Надым.

Патологические структуры в древесине хвойных пород были изучены по следующей схеме: 1) выявление и сравнение частоты встречаемости разных типов патологических структур; 2) оценка тесноты связи между образованием патологических структур с температурой воздуха и осадками; 3) выявление наиболее перспективных видов хвойных деревьев и типов патологических структур для дендроклиматических реконструкций.

Отобранные для исследования модельные деревья произрастают в лиственнично-кедровом и елово-кедровом лесах, а также в сосняке бруснично-лишайниковом, расположенных в поймах рек Хейгияха и Левая Хетта, которые являются правыми притоками р. Надым. Со стволов модельных деревьев керны были собраны на высоте 1,3 м. В анализ были включены 25 деревьев лиственницы, имеющих от 50 до 200 слоев прироста; 21 дерево ели, имеющие от 100 до 290 слоев прироста; 20 деревьев кедра, имеющие от 80 до 420 слоев прироста; 26 деревьев сосны, имеющие от 70 до 360 слоев прироста. Патологические структуры в годичных кольцах выявляли визуально под микроскопом и определяли календарный год образования таких слоев прироста с помощью метода перекрестной датировки.

В работе использованы метеорологические данные по средней месячной температуре и осадкам станции Надым ($65^{\circ}36'$ с.ш., $72^{\circ}44'$ в.д.; высота над ур.м. — 10 м; длина ряда инструментальных наблюдений — 66 лет), расположенной в 30–50 км от района исследований. Оценка вклада исходных климатических переменных на образование патологических структур была проведена с помощью построения функций отклика на основе расчета коэффициентов множественной регрессии методом главных компонент. Расчет коэффициентов корреляции и регрессии между образованием патологических структур и климатическими параметрами проведен только для тех патологических структур, количество которых было достаточно для проведения анализа.

В результате микроскопического анализа древесины у изученных хвойных пород, произрастающих в пойме р. Надым, выявлены следующие типы патологических структур: морозобойные и светлые кольца, изменения плотности ксилемы. Кроме этого отмечено, что многие годичные кольца у всех хвойных пород имеют зону поздней древесины, равную или превосходящую по ширине зону ранней древесины. Такие кольца отличаются от годичных колец, имеющих кренивую древесину, нормальной формой клеток поздней древесины.

Наибольшее количество колец, содержащих патологические структуры, было выявлено у сосны и лиственницы (по 13,5% у каждого вида от общего числа просмотренных годичных колец), у ели их количество составило 5,3% и у кедра — 1,9%. Светлые кольца и изменения плотности выявлены у всех хвойных пород, тогда как морозобойные повреждения найдены только у ели и сосны, а кольца, у которых преобладает поздняя древесина, отмечаются у

сосны и лиственницы. Наиболее часто в древесине хвойных пород образуются светлые кольца. Особенно много светлых колец было выявлено у сосны и лиственницы (соответственно 7,5% и 7,8% от общего числа слоев прироста). У ели и кедра светлых колец образуется существенно меньше (соответственно 4,4% и 1,8% от общего количества просмотренных годовичных колец). Светлые кольца у всех пород образуются на протяжении всего временного периода, полученного в результате построения хронологий по ширине годовичного кольца. Изменения плотности выявлены у всех пород значительно реже. Морозобойные повреждения колец найдены только у ели. У сосны в 1937 и 1938 гг. также выявлены структуры, морфологически сходные с морозобойными повреждениями. Выявлены все четыре зоны, характерные для таких повреждений (Гурская, 2002). Возможно, эти повреждения также являются морозобойными. В литературе сведений о формировании подобных повреждений у сосны не найдено. Годичные слои, в которых преобладает поздняя древесина, выявлены только у лиственницы и в меньшей степени у сосны.

Выявлены связи между образованием светлых колец у изученных пород деревьев и температурой воздуха. У сосны выявлены отрицательные связи между образованием светлых колец и температурами июля, а также положительные связи с осадками марта и сентября в течение вегетационного сезона. Выявленные у лиственницы достоверные отрицательные связи между образованием светлых колец и температурами июля и сентября, а также положительные связи с количеством осадков марта и сентября позволяют использовать светлые кольца этой породы для дендроклиматических реконструкций температур и количества осадков этих месяцев. Кроме большого количества выявленных светлых колец, у лиственницы выборка годовичных слоев прироста, у которых преобладает поздняя древесина, оказалась достаточно репрезентативной для построения множественной регрессионной модели методом главных компонент для выявления тесноты связи с температурой воздуха. Были выявлены тесные отрицательные связи между образованием таких колец и температурой воздуха апреля и июня. С осадками связи не выявлены.

У ели значимые коэффициенты корреляции получены по многим месяцам, но реконструировать возможно только температуры августа и сентября, по которым получены значимые коэффициенты множественной регрессии. С осадками достоверных связей не выявлено.

Достоверных связей между образованием светлых колец и климатическими параметрами у кедра не выявлено.

На основе функций отклика, полученных по хронологиям светлых колец и метеорологических данных станции Надым, выявлено, что все четыре породы хвойных деревьев характеризуются разной теснотой связи с температурой воздуха, а с осадками полученные связи не достоверны. Но об-

разование светлых колец у всех хвойных пород под влиянием температуры объяснимо только на 30–40%. Влияние температуры июля на образование светлых колец в древесине хвойных было показано Л. Филион с соавторами (1986). Однако, исследования, проведенные на ели и лиственнице, произрастающих на Полярном Урале и Приобском Севере, показывают, что на образование светлых колец в тех природно-климатических условиях влияют температуры мая, июня и августа (Гурская, 2001).

Проведенные исследования четырех хвойных пород, произрастающих в пойме р. Надым, позволяют сделать следующие заключения.

Патологические структуры, образующиеся под влиянием низких температур в течение вегетационного сезона, широко распространены у хвойных деревьев, произрастающих в пойме р. Надым. Наиболее часто в древесине изученных деревьев образуются светлые кольца и кольца, у которых преобладает поздняя древесина. Морозобойные повреждения и изменения плотности в этих климатических условиях формируются значительно реже.

У сосны впервые выявлены структуры, морфологически похожие на морозобойные повреждения годичного кольца.

Согласно полученным данным, наиболее перспективными хвойными породами для дендроклиматических реконструкций оказались сосна и лиственница по сравнению с кедром и елью. Сосна оказалась единственным видом, имеющим все выявленные типы патологических структур. Светлые кольца сосны перспективны для количественной реконструкции температуры июля. Кроме этого, у сосны выявлены морозобойные повреждения, позволяющие реконструировать заморозки в течение вегетационного сезона. У лиственницы по сравнению с другими породами образуются в большом количестве светлые кольца и годичные слои, у которых преобладает поздняя, а не ранняя древесина. Выявленные связи позволяют реконструировать температуры июня (на основе колец, у которых преобладает поздняя древесина) и июля (на основе светлых колец). Ель и кедр являются наименее перспективными видами хвойных деревьев для проведения дендроклиматических реконструкций на основе патологических структур, образующихся в ксилеме деревьев, произрастающих в пойме р. Надым, так как на основе патологических структур у этих пород затруднительно проводить количественные реконструкции климатических экстремумов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 01–05–65218.

ЛИТЕРАТУРА

Гурская М.А. Реконструкция температур на основе использования светлых колец в древесине хвойных, произрастающих на верхней границе леса на Полярном Урале // Экология Сибири, Дальнего Востока и Арктики: Материалы междунар. симп. (5–8 сентября 2001). Томск, 2001. С. 393–399.

- Гурская М.А. Морозобойные повреждения ксилемы хвойных деревьев в лесотундре Западной Сибири и Полярного Урала: Автореферат дисс... канд. биол. наук. Екатеринбург, 2002. 24 с.
- Filion L., Payette S., Gautier L., Boutin Y. Light rings in subarctic conifers as a dendrochronological tool // Quaternary Res. 1986. V. 26. P. 230–279.
- Kaennel M. Sweingruber F.H. Multilingual glossary of dendrochronology: Terms and definition in English, German, French, Spanish, Italian, Portuguese and Russian. Bern-Stuttgart-Vienna: Haupt, 1995. 467 p.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ В СТРОЕНИИ РЕПРОДУКТИВНЫХ ОРГАНОВ МНОГОЛЕТНИХ МАКОВ ИЗ СЕКЦИИ ОХУТОНА, ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В ПРИКАМЬЕ

М.А. Данилова

Пермский госуниверситет

Объектом нашего исследования были два вида маков из секции *Oxytona*: мак восточный (*Papaver orientale*) и мак прицветниковый (*P. bracteatum*). Оба вида являются интродуцентами. Естественные ареалы этих видов охватывают Средний Кавказ и Ближний Восток. Маки данной секции интересны тем, что содержат ряд алкалоидов, используемых в современной медицине, в частности, тебаин. Оба вида обладают высокой декоративностью, а мак прицветниковый является, кроме того, исключительно редким растением, находящимся под угрозой исчезновения. Таким образом, интродукция этого вида может служить не только для его использования в качестве фармакопейного и декоративного растения, но и для сохранения.

P. bracteatum и *P. orientale* имеют крупные цветки, расположенные по одному на длинных цветоносах, цветки красные, с темным пятном у основания лепестков. Обычно цветок имеет 2–3 чашелистика и от 4 до 6 лепестков. У некоторых растений третий чашелистик недоразвит: он меньше или сужен и дугообразно искривлен. У *P. orientale* цветки с 2 чашелистиками встречаются с частотой 32,43%, а цветки с недоразвитым третьим чашелистиком — с частотой 1,35%. У *P. bracteatum* цветки с 2 чашелистиками встречаются с частотой 31,58%. По нашим наблюдениям, цветки, имеющие 2 чашелистика, как правило, имеют 4 лепестка. Но иногда цветки с 2 чашелистиками имеют 5 или 6 лепестков.

Чашелистики располагаются в один круг, лепестки — в два круга, по 2 или 3 лепестка в каждом круге. При пяти лепестках, по-видимому, не развивается один лепесток внутреннего круга. У мака прицветникового мы обнаружили цветок с семью лепестками, что позволяет надеяться на получение у этого вида махровых форм. У *P. bracteatum* лепестки имеют длину от 8 до 12 см,

у *P. orientale* длина лепестков колеблется от 7 до 10 см. При этом у лепестков *P. bracteatum* продольные размеры преобладали над поперечными, а у *P. orientale* — наоборот. У большинства растений лепестки имеют в основании темно-фиолетовое, почти черное пятно. Однако наблюдаются и переходные формы: от четкого, крупного и темного пятна до его следов (штрихов) на внешних лепестках и полного отсутствия пятна на лепестках. Не имели пятна у основания лепестков 10% цветков у *P. orientale* и 9% — у *P. bracteatum*. У некоторых цветков наблюдалось последовательное уменьшение размеров лепестков от внешних к внутренним. Доля таких цветков достаточно велика (16,67% для *P. orientale* и 15,38% для *P. bracteatum*).

Тычинки несут фиолетовые пыльники, тычиночная нить в верхней части, примыкающей к связнику, несколько утолщена. Нами обнаружены единичные растения *P. bracteatum*, имеющие желтые и голубые пыльники; большая часть пыльцы в таких пыльниках была стерильной (фертильность = $2,81 \pm 0,29$). Рыльце пестика в норме фиолетово-окрашенное, также имело голубой или желтый цвет.

Рыльце пестика имеет форму диска с ясными лучами, число которых соответствует числу плодолистиков. Число лучей изменялось от 11 до 18 у обоих видов. Форма рыльца варьирует от вогнутой до выпуклой, когда лучи сходятся в центре диска конусом.

Таким образом, исследуемые растения, в основном, морфологически соответствовали общепринятому описанию. По нашим наблюдениям надежных признаков отличия между цветками *P. bracteatum* от *P. orientale* не существует. Окраска лепестков сохраняет только общий тон: темно-красный или оранжевый при наличии большого количества разнообразных оттенков. Остальные признаки демонстрируют высокую изменчивость и в равной степени могут встречаться у обоих видов.

УРАЛЬСКИЕ ПОПУЛЯЦИИ КАМНЕЛОМКИ *SAXIFRAGA CERNUA*: ПЛЕЙСТОЦЕНОВАЯ МОЗАИКА

О.С. Дымшакова*, М.В. Капралов**

* Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

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

Камнеломка поникающая (*Saxifraga cernua* L.) — травянистое арктоальпийское растение с циркумполярным ареалом. Характерной особенностью репродуктивной биологии вида является гемморизогенная вивипария — образование в пазухах стеблевых листьев вегетативных выводковых почек (бульбочек), которые могут опадать и распространяться подобно семенам.

Целью нашей работы являлось исследование репродуктивных стратегий и кариологического полиморфизма в широтном градиенте на примере уральских популяций камнеломки поникающей.

Исследования проведены на материале из 9 популяций, собранном на Среднем, Северном и Полярном Урале (табл.). Выборка из каждой популяции составляла 10 растений. Фертильность пыльцы определяли по стандартной методике окрашивания ацетокармином. Для определения хромосомных чисел использовали проточную цитометрию, взяв в качестве стандарта растения с известными хромосомными числами, определенными с помощью световой микроскопии. Этот метод позволяет быстро и точно определить уровень плоидности, но недостаточно чувствителен для выявления анеуплоидии. Поэтому, возможно, среди исследованных нами растений есть невыявленные анеуплоиды.

Таблица. Характеристики уральских популяций камнеломки поникающей

Местонахождение	Хромосомные числа	Цветков на побеге, шт.	Бульбочек на побеге, шт.	Фертильность пыльцы, %
Полярный Урал	24, 48	1,00 ± 0,87	135,4 ± 54,3	83,6 ± 11,0
PU3 Сенька-Шор, 66° 55'N, 65°46'E	24	0,7 ± 0,48	165,0 ± 58,3	76,0 ± 7,7
PU4 Сосьва, 66°55'N, 65°44'E	24, 48	1,7 ± 1,0	112,3 ± 45,3	91,1 ± 7,9
PU5 Орех-Яган, 66°48'N, 65°25'E	24	0,6 ± 0,7	128,9 ± 49,4	80,2 ± 16,3
Северный Урал	24, 36, 48	0,55 ± 0,51	78,9 ± 68,2	14,7 ± 12,2
NU1 Денежкин камень, 60°26'N, 59°33'E	24, 36, 48	0,3 ± 0,5	78,9 ± 68,2	14,6 ± 15,0
NU3 Сосьва, 60°14'N, 60°23'E	36	0,8 ± 0,4	74,4 ± 41,5	45,0 ± 12,1
Средний Урал	24, 36	2,88 ± 2,30	57,4 ± 42,3	88,9 ± 22,2
MU1 Чусовая, камень Дыроватый, 57°40'N, 58°53'E	24	3,4 ± 1,8	51,3 ± 24,1	98,5 ± 1,2
MU2 Чусовая, окрестности села Чусовое, 57°20'N, 59°15'E	36	0,17 ± 0,39	112,1 ± 33,7	20,2 ± 19,6
MU3 Реж, 57°29'N, 61°32'E	24	3,0 ± 1,5	44,4 ± 21,9	98,4 ± 0,1
MU4 Сегра, 56°30'N, 59°17'E	24	4,9 ± 2,1	19,2 ± 10,4	93,4 ± 5,1

Растения камнеломки поникающей из уральских популяций характеризуются как минимум 3 хромосомными числами (24, 36, 48), однако ожидаемый широтный градиент увеличения плоидности при движении с юга на север теряется в мозаике популяций с разными хромосомными числами. Наиболее частым числом как для Среднего, так и для Полярного Урала является 24; для Северного Урала — 36. Число 48 является редким и для Северного, и для Полярного Урала.

Высокая фертильность пыльцы характерна для растений с хромосомным числом 24, низкая — с 36 и 48 независимо от места произрастания. Однако, если в благоприятных условиях Среднего Урала у растений с высо-

кой фертильностью пыльцы ежегодно образуется масса семян, то на Полярном Урале потенциал семенного размножения реализуется лишь в благоприятные годы с особенно теплым летом.

Среднеуральские растения популяций (MU1, MU3, MU4) характеризуются аномально большим для вида количеством цветков на генеративный побег, что вместе с обильным образованием фертильных семян и уменьшением числа бульбочек на побеге позволяет говорить о впервые показанной для данного вида тенденции возврата к семенному размножению.

Растения популяции MU2, произрастая в тех же условиях, что и другие среднеуральские популяции, характеризуются облигатным вегетативным размножением и отсутствием большого количества цветков. Это позволяет предположить, что главным фактором, обусловившим морфологические и репродуктивные изменения популяций MU1, MU3, MU4, являлся не климат, а интрогрессивная гибридизация с произрастающей на Южном Урале *S. sibirica*.

Ожидаемый тренд увеличения плоидности и роли вегетативного размножения при движении с юга на север на исследуемом материале не очевиден. Вероятно, одними из главных факторов, сформировавших современную мозаику уральских популяций камнеломки понижающей с разными хромосомными числами и репродуктивными стратегиями как на протяжении всей «трансекты», так и в отдельных регионах, являлись серия плейстоценовых оледенений и сложный рельеф Уральских гор.

АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ НА ПОЛЯРНОМ УРАЛЕ

Н.М. Дэви

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Одной из важнейших проблем экологии биосферы является оценка и прогноз возможных последствий в условиях глобальных и региональных изменений среды и климата. Особенно важным представляется изучение динамики продуктивности компонентов фитоценозов в лесных экосистемах на фоне климатических изменений.

В лесотундре древесный ярус формирует ежегодно до 2–4% от общей массы. До 20% от годичной продукции приходится на стволы деревьев. Масса стволовой древесины оценивается исходя из высоты и диаметра дерева. Для изучения изменения продуктивности стволовой древесины необходимо оценить изменчивость этих параметров.

Целью настоящей работы было изучение изменчивости радиального прироста лиственницы сибирской по высоте и диаметру в пределах ствола дерева.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ

1. Оценить динамику радиального прироста, обусловленную изменением камбиального возраста дерева.
2. Охарактеризовать динамику радиального прироста, связанную с изменением высоты ствола.
3. Установить наличие статистической связи между динамикой радиального прироста лиственницы сибирской и изменениями термического режима летних месяцев.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в экотоне верхней границы леса на восточном макросклоне Полярного Урала. Модельные деревья брались вблизи постоянных пробных площадей и профилей, заложенных в 60-е годы.

Для решения поставленных задач были использованы поперечные спилы трех деревьев лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb), сделанные на разных высотах: у корневой шейки; на высоте 1,3 и 1,8 м; далее через метр по всей высоте ствола. Для каждого модельного дерева проводилось описание основных морфометрических параметров таких как форма роста, жизненность, высота и диаметр ствола, форма и размер кроны и так далее — всего более 20 параметров.

Для анализа изменчивости радиального прироста использовалась методика анализа ствола дерева, предложенная Фритцем в 1976 году (Fritts, 1976).

Годичные кольца на всех дисках были сгруппированы по двадцатилетним сегментам и проанализированы по нескольким характеристикам: средняя ширина годичных колец; коэффициент чувствительности и процентное содержание выпадающих колец в зависимости от биологического возраста, высоты, а также в различные календарные периоды.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 01–04–49584.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1 (А) приведены кривые изменения средней ширины годичных колец у лиственницы сибирской, обусловленные изменением камбиального возраста. Из рисунка видно, что у изученных деревьев не наблюдается четко выраженного изменения ширины годичных колец с возрастом, то есть отсутствует выраженная возрастная кривая.

Для количественной характеристики погодичных колебаний прироста мы использовали коэффициент чувствительности. Коэффициент показывает

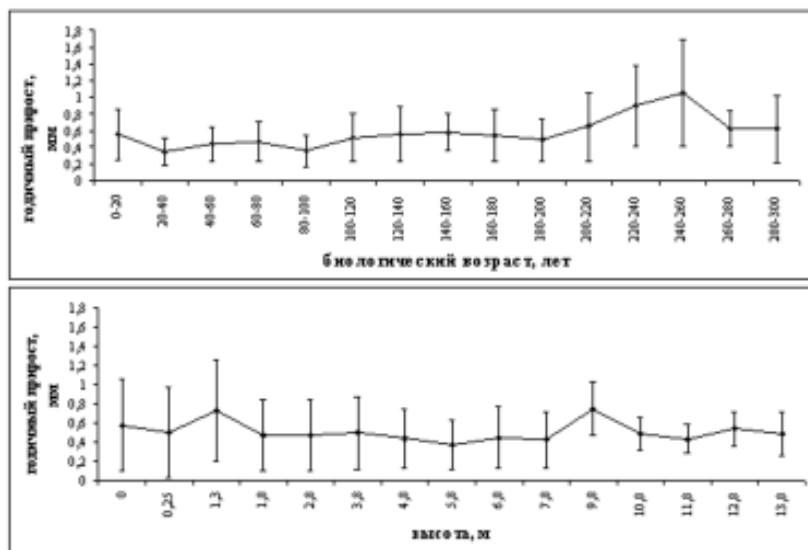


Рис. 1. Изменение средней ширины годичных колец в зависимости от камбиального возраста (А) и высоты (Б) ствола.

степень воздействия внешних условий на изменение прироста. Значение коэффициента чувствительности определяется путем нахождения абсолютной разности соседних значений ширины колец, деленной на их среднюю ширину (Шиятов, 1986). Все серии колец оказались чувствительными (средний коэффициент чувствительности больше 0,3), что говорит о высокой степени воздействия внешних факторов на изменение величины прироста. С изменением возраста (рис. 2 (А)) наблюдаются колебания коэффициента чувствительности, но какой-либо закономерности обнаружить не удалось.

Для изучения динамики прироста в зависимости от высоты рассчитывалось среднее значение прироста для каждой высоты ствола. Из рис. 1 (Б) видно, что изменение высоты не вызывает значительных изменений средней ширины годичных колец.

С увеличением высоты (рис. 2 (Б)) выявлено значительное снижение коэффициента чувствительности (с 0,5 до 0,3). Наибольшая чувствительность наблюдается у основания ствола, так как молодое дерево сильнее реагирует на изменение внешних факторов.

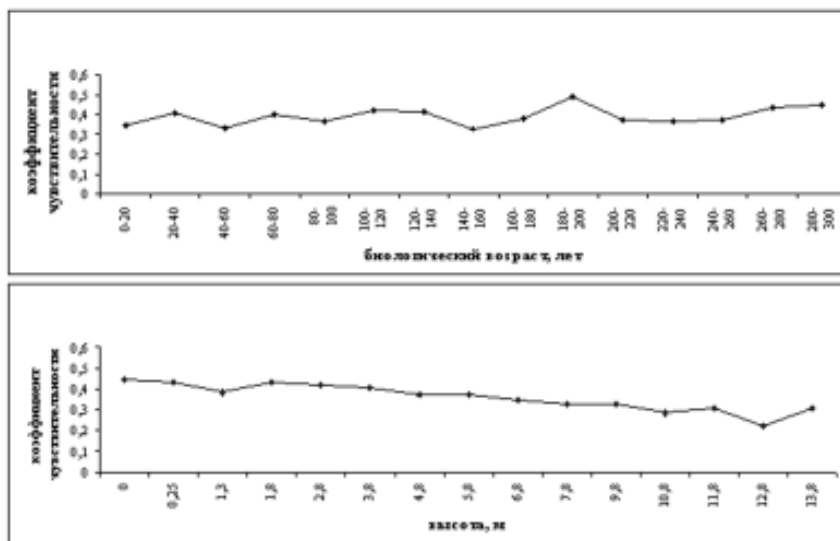


Рис. 2. Изменение коэффициента чувствительности в связи с изменением камбиального возраста (А) и высоты (Б) ствола.

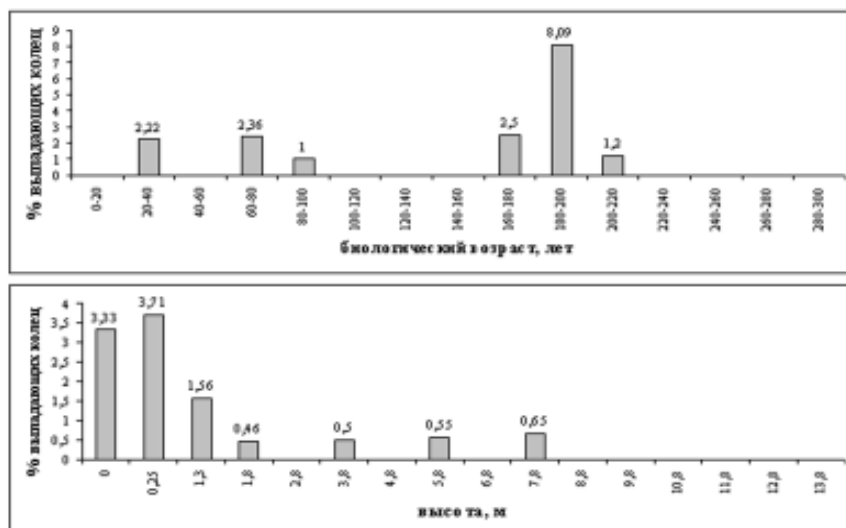


Рис. 3. Распределение выпадающих колец по диаметру (А) и высоте (Б) ствола.

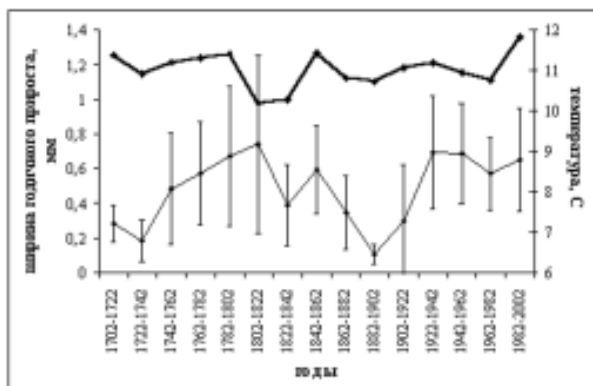


Рис. 4. Динамика радиального прироста в зависимости от изменений средних летних температур.

Оценка доли содержания выпадающих колец (рис. 3) показала наличие обратной корреляции с шириной колец. То есть, чем тоньше кольца, тем больше случаев выпадения. Максимальное количество выпадающих колец было выявлено у основания ствола (до 1,3 м) в возрасте от 150 до 200 лет.

Анализ динамики радиального прироста в зависимости от изменений термического режима летних месяцев показал наличие прямой статистической связи между этими показателями (рис. 4)

Полученные результаты можно объяснить тем, что ширина годичных колец у деревьев в данном регионе зависит в основном от колебаний внешних, (то есть климатических), а не внутренних (возрастных) факторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования проведен дендрохронологический анализ изменчивости годичного прироста лиственницы сибирской в зависимости от биологического возраста и высоты дерева.

В динамике абсолютных значений радиального прироста изучаемых деревьев можно отметить слабую выраженность типичной возрастной кривой, что характерно для деревьев, произрастающих в неблагоприятных условиях, а именно на верхней границе леса. Как следствие, можно отметить, что у исследованных деревьев не выявлено значительных изменений ширины годичных колец с увеличением возраста и высоты ствола.

Установлена прямая статистическая связь между термическим режимом летних месяцев и радиальным приростом.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что температура вегетационного сезона является основным фактором, обуславливающим и лимитирующим рост лиственницы в данном районе.

ЛИТЕРАТУРА

- Шиятов С.Г. Дендрохронология верхней границы леса на Урале. М.: Наука, 1986. 137 с.
Fritts H.C. Tree-rings and climate. London; New York; San Francisco: Acad. Press, 1976. 567 p.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПЕСЦА В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ НА УРАЛЕ

М.А. Елькина

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

В ископаемом состоянии остатки песка найдены во многих позднеплейстоценовых и голоценовых местонахождениях крупных млекопитающих на Южном, Среднем и Северном Урале. Цель данной работы — проследить распространение песка в позднем плейстоцене и голоцене Урала и выявить подвидовую принадлежность песка из местонахождений Среднего Урала.

В данной работе проводится сравнение распространения песка в позднем плейстоцене и голоцене на Урале с современным распространением вида; размеров песков из позднеплейстоценовых местонахождений Урала и Русской равнины (на примере верховьев Десны); сравнение размеров зубов и костей песка из разных местонахождений Среднего Урала.

Полевые исследования проводились в августе 2002 года в пещере Дыроватый камень. Эта пещера расположена на правом берегу реки Серга в 3 км от разъезда Бажуково Нижнесергинского района Свердловской области. Остальной материал для данной работы был получен во время экспедиций 1990–1992 годов из пещеры Дыроватый камень (р. Чусовая, Пригородный район Свердловской области) и грота Бобылек (Красноуфимский район).

Полученные радиоуглеродные датировки костных остатков песка из всех трех местонахождений соответствуют позднему плейстоцену: абсолютный возраст костных остатков песка из местонахождения пещера Дыроватый камень, р. Чусовая составил 13757 ± 250 лет, из местонахождений Дыроватый камень, р. Серга и грот Бобылек — 12000–14000 лет.

С целью определения подвидового статуса было произведено сравнение с костными остатками позднеплейстоценового песка *Alopex lagopus rossicus*

Kuzmina et Sablin, 1993 палеолитической стоянки р.Десны — Юдиново (раскопки З.А. Абрамовой, 1983–1991). Всего в анализе использовано более 83 костных остатков песка из местонахождений Среднего Урала.

Для более детального изучения были привлечены черепа и скелеты современных песцов номинативного подвида *Alopex lagopus lagopus* L., хранящиеся в коллекции ИЭРиЖ УрО РАН.

Полученные результаты показывают, что позднеплейстоценовый песец подвида *Alopex lagopus rossicus*, обитавший на Русской равнине, несколько меньше подвида позднеплейстоценового песца, обитавшего на Среднем Урале. Ареал распространения песца в позднем плейстоцене достигал значительно более низких широт, чем южная граница его современных зимних кочевков. В голоцене южнее 60° с.ш. (г. Североуральск) костных остатков песца не встречено.

При сравнении размеров позднеплейстоценовых песцов из различных местонахождений Среднего Урала достоверных различий не выявлено.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕЩЕРЫ ВЕРХНЯЯ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

А.А. Еремеев

Институт геологии Уфимского НЦ РАН, г. Уфа

Спорово-пыльцевой анализ — один из палеоботанических методов, «результаты которого служат для стратиграфических построений и используются в качестве критериев для суждения о характере флор и растительности прошлого» (Козьяр, 1985). Спорово-пыльцевой метод успешно применяют при изучении осадков, содержащих малое количество макрофоссилий, например, отложений последнего ледникового периода (поздний неоплейстоцен, осташковское время, 24–10 тыс. лет). В настоящее время нет достаточной информации для объективной реконструкции растительности западного склона Южного Урала данного временного интервала (Данукалова и др., 1997; Алимбекова и др., 1998; Алимбекова, Данукалова, 1999). Поэтому необходим поиск и комплексное изучение наиболее полных (информативных) местонахождений с отложениями, датированными поздним неоплейстоценом. Пещера Верхняя является одним из таких объектов.

Данная работа посвящена палинологическому изучению рыхлых отложений обсуждаемого местонахождения.

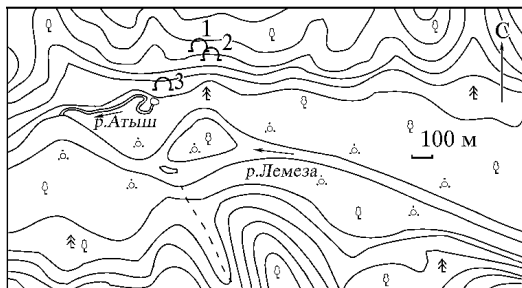


Рис. 1. Географическое положение карстового комплекса.

1 — пещера Верхняя, 2 — пещера Заповедная,
3 — водопад Атыш.

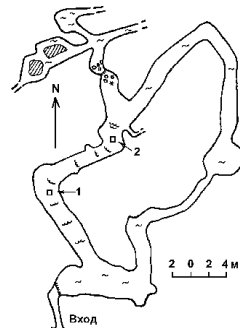


Рис 2. План пещеры Верхняя (Ю.В.Соколов, 1986 г.).

1 — шурф,
2 — любительский раскоп.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Пещера Верхняя расположена на западном склоне Южного Урала, на границе Архангельского и Белорецкого районов республики Башкортостан, на высоте 120 м от уровня воды в р. Лемеза (рис. 1). Она входит в состав так называемого «карстового комплекса водопада Атыш». В 2002 г. в левом ходе пещеры в 18 м от входа (рис. 2) был заложен шурф глубиной 1 м.

Пробы отбирались снизу вверх и упаковывались в полиэтилен. Лабораторная обработка образцов проведена по стандартной методике (Гричук, Заклинская, 1948; Пыльцевой анализ, 1950), весь мацерат просматривался полностью.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проанализированные спорово-пыльцевые спектры характеризуются преобладанием пыльцы травянистых растений, главным образом семейства Asteraceae. Исключение составляют обр. 1 и 2, в которых доминируют споры папоротников. На основании различий в соотношениях компонентов спектров на спорово-пыльцевой диаграмме (рис. 3) выделяется несколько палинологических зон (а, б, в, г, д):

а — обр. 1. В спектре преобладают споры папоротников семейства Polypodiaceae. Пыльца деревьев и трав находится примерно в равных соотношениях. Из древесных пород присутствует пыльца ели, сосны, липы, березы, единично ольхи. Среди травянистой растительности доминирует пыльца подсемейства Asteroideae, единично присутствует пыльца полыни, маревых.

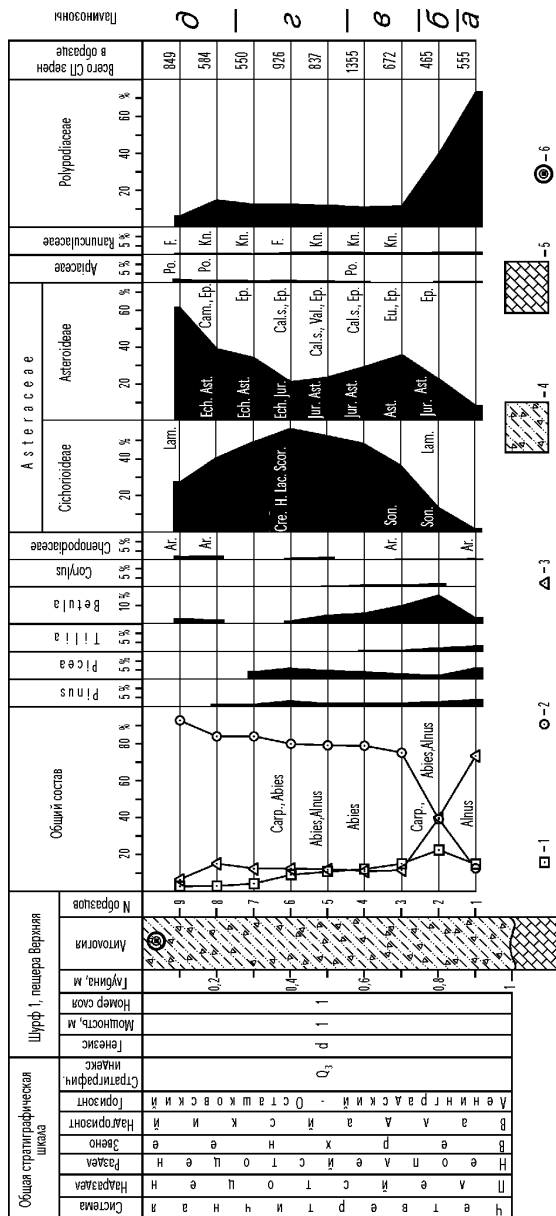


Рис. 3. Разрез верхнеплейстоценовых отложений пещеры Верхняя и спорово-пылевая диаграмма (по А.А.Еремееву). 1 — пыльца деревьев и кустарников, 2 — пыльца трав, 3 — споры, 4 — суглинок с известковым щебнем, 5 — скальное дно, 6 — радиуглеродная дата 22750 ± 1210 лет (JN-3714).

Ast. — *Aster* sp., *Ar.* — *Artemisia* sp., *Abies* — *Abies* sp., *Alnus* — *Alnus* sp., *Cal.s.* — *Calystegia sepium* R. Br., *Carp.* — *Carpinus* sp., *Cre.* — *Crepis* sp., *Ech.* — *Echinops* sp., *Ep.* — *Epilobium* sp., *Eup.* — *Euphorbiaceae*, *F.* — *Fabaceae*, *H.* — *Hieracium* sp., *Jur.* — *Jurinea* sp., *Kn.* — *Knaulia* sp., *Lac.* — *Lactuca* sp., *Lam.* — *Lamiaceae*, *Po.* — *Poaceae*, *Scor.* — *Scorzonera* sp., *Son.* — *Sonchus* sp., *Val.* — *Valeriana* sp.

б — обр. 2. Доля пыльцы в спектре увеличивается, в первую очередь за счет астровых, в то время как количество спор уменьшается. Среди древесных главная роль принадлежит пыльце берез.

в — обр. 3, 4. В спектрах данной палинологической зоны доминирует пыльца сложноцветных, количество пыльцы *Cichorioideae* преобладает над пыльцой *Asteroideae*. Древесная составляющая спектров уменьшается, в основном за счет берез; уменьшается количество пыльцы липы, лещины. Споры составляют около 10%.

г — обр. 5–7. Спектры сходны со спектрами предыдущей зоны по составу пыльцы трав, но отличаются еще более резким преобладанием пыльцы подсемейства *Cichorioideae* над *Asteroideae*. Из состава древесных пород исчезает пыльца липы, лещины, количество пыльцы берез уменьшается.

д — обр. 8, 9. В спектрах по-прежнему преобладает пыльца трав, но теперь уже главную роль играет пыльца *Asteroideae*. Количество древесных постепенно уменьшается: исчезает пыльца сосны и ели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основываясь на данных спорово-пыльцевого анализа, можно предположить, что во время формирования отложений на прилегающей территории преобладали фитоценозы степей и лесостепей. Спектры из нижней части шурфа (обр. 1–3) отражают растительность теплых лесостепей. С определенной долей условности можно соотнести эти отложения с переходным этапом от ленинградского к осташковскому времени. Вышележащие спектры (обр. 4–9) сформировались в осташковское время под влиянием более прохладного и сухого климата. Широкое распространение получили перигляциальные степи, состоящие в основном из сложноцветных как степных (*Echinops*), луговых (*Crepis*, *Hieracium*), так и рудеральных родов (*Sonhus*, *Cichorium*, *Lactuca*).

Для объективной реконструкции растительности необходимо использовать целый комплекс палеоботанических методов, включая и ареалогический. Поэтому вопрос о типах перигляциальной флоры западного склона Южного Урала остается открытым.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает огромную благодарность Л.И. Алимбековой за помощь при определении пыльцы, Н.С. Болиховской за консультации при интерпретации палинологических данных, Г.А. Данукаловой и А.Г. Яковлеву за общее руководство.

ЛИТЕРАТУРА

- Алимбекова Л.И., Данукалова Г.А., Епифанова М.С. Итоги изучения спорово-пыльцевых спектров по шурфам пещеры «Заповедная» // Ежегодник-1996: Инфор. материалы. Уфа, 1998. С. 8–12.
- Алимбекова Л.И., Данукалова Г.А. Спорово-пыльцевая характеристика верхнеплейстоценовых отложений пещеры «Сикияз-Тамак 7» // Ежегодник-1997: Инфор. материалы. Уфа, 1999. С. 53–57.
- Гричук В.П., Заклинская Е.Д. Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии. М.: Географиз, 1948. 222 с.
- Данукалова Г.А., Алимбекова Л.И., Сатаев Р.М., Яковлев А.Г., Епифанова М.С., Ефимовских И.А. Реконструкция палеоэкологических условий осадконакопления и формирования полезных ископаемых в позднем плейстоцене и голоцене Башкортостана // Недра Башкортостана. Уфа, 1997. С. 38–39.
- Козяр Л.А. Методические основы спорово-пыльцевого анализа кайнозойских отложений. М.: Наука, 1985. 144 с.
- Пыльцевой анализ. М.: Гостеоиздат, 1950. 570 с.

С ЧЕМ СВЯЗАНЫ РАЗЛИЧИЯ В УРОВНЯХ ОБИЛИЯ У РАЗНЫХ ВИДОВ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ HETEROCERA?

Г.А. Замшина

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Значительное место в экологии уделяется вопросу о том, чем определяется обилие организмов. Почему некоторые виды редки, а другие встречаются часто? Скорее всего, каждому виду насекомых, впрочем, как и любому организму, свойственен свой уровень численности. Подавляющее число видов насекомых постоянно редко, они встречаются лишь в очень ограниченных местах обитания и массовые размножения их неизвестны. Другие насекомые обычны и изредка дают увеличение численности популяции. Есть и такие, которые постоянно встречаются в большом количестве или дают резкие всплески размножения, увеличиваясь от 2–3 экз. до многих тысяч, возрастая в 10 и более тыс. раз (Baltensweiler, Fischlin, 1988). Следовательно, современный уровень численности видов — качество, исторически сложившееся. Его следует рассматривать как одно из свойств вида, как приспособление к условиям жизни (Андрианова, 1970).

Несмотря на довольно долгую историю вопроса, единой концепции пока не существует. Мы попытаемся рассмотреть некоторые причины разного обилия видов на примере группы разноусых чешуекрылых *Macrolepidoptera*, *Heterocera*.

Мы намереваемся обсудить связь между обилием видов чешуекрылых и такими показателями, как:

- таксономическая принадлежность вида;
- вид кормового ресурса;
- широта пищевых связей;
- таксономическая принадлежность кормовых растений.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для территории биологической станции УрГУ в период с 1997 по 2002 гг. было установлено 485 видов чешуекрылых Heterocera, принадлежащих к 18 семействам. Расположив виды в порядке убывания их численности (сумма отловленных особей за все годы исследований), мы отобрали 100 наиболее часто встречающихся видов и 100 видов, которые были наиболее редки — как на биостанции, так и по литературным данным.

Данные о жизненном цикле и кормовых растениях чешуекрылых были взяты из литературы (Гофман, 1897; Кожанчиков, 1950; Золотаренко, 1970; Мержеевская и др., 1976; Державец и др., 1986; Koch, 1984), данные по флоре биостанции — из литературы и личных описаний. При статистической обработке полученных данных был использован t-критерий Стьюдента.

Таксономический состав редких и многочисленных видов

Мы рассмотрели таксономический состав редких видов и видов с высокой численностью (рис. 1). Среди редких видов большую долю занимает семейство пядениц (Geometridae). В категории многочисленных видов относительно большую долю своих представителей имеют семейства с небольшим видовым разнообразием: Arctiidae, Notodontidae, Drepanidae, Sphingidae. Для семейств пядениц и медведиц эти различия достоверны ($p < 0,01$ и $p < 0,05$ соответственно).

Виды кормовых ресурсов

Все кормовые объекты мы разделили на 6 групп по их кормовой ценности: 1 — листья листопадных деревьев, кустарников и кустарничков; 2 — разнотравье (травянистые двудольные растения) и папоротники; 3 — «граминоиды» (злаки, осоки, ситники); 4 — вечнозеленые растения (хвойные, вересковые, брусника); 5 — мхи и лишайники; 6 — все прочее (опад, корни растений, древесина).

Уровень обилия чешуекрылых не связан с кормовой ценностью листьев растений разных групп. Как видно из рисунка 2, виды, поддерживающие свою численность на высоком уровне, предпочитают питаться листьями древесных и вечнозеленых растений ($p < 0,001$ и $p < 0,05$ соответ-

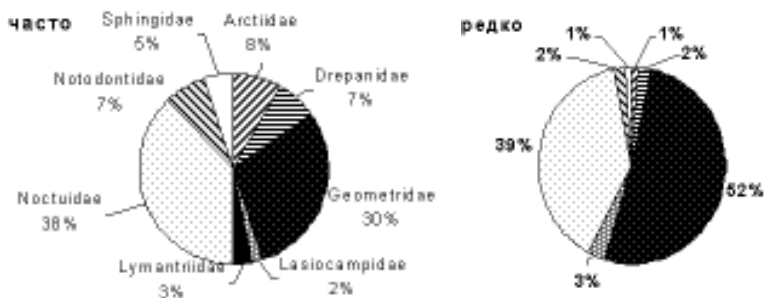


Рис. 1. Группы встречаемости в семействах разноусых чешуекрылых.

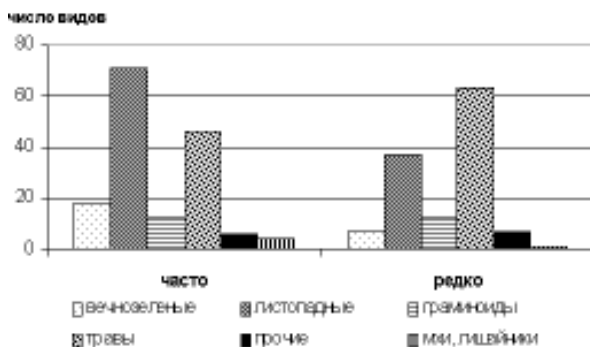


Рис. 2. Связь обилия гусениц чешуекрылых с видами кормовых ресурсов.

ственно), в то время как большая часть редких видов питается травами ($p < 0,01$). Некоторые авторы (Futuyma, 1976; Niemela et al., 1982) полагают, что листья травянистых растений являются менее постоянным кормовым ресурсом как во времени, так и в пространстве, чем листья листопадных и вечнозеленых растений, отчего поддерживать на нем высокий уровень численности становится сложнее.

Широта пищевых связей

Все чешуекрылые, личинки которых питаются листьями зеленых растений, были разделены в отношении их пищевой специализации на генералистов, или полифагов, и специалистов. Полифаги — виды, питаю-

щиеся растениями более чем 1 семейства, причем учитывался весь спектр кормовых растений, на которых когда-либо было отмечено питание гусениц в пределах ареала вида. Соответственно, специалисты — виды, питающиеся растениями одного семейства (Баранчиков, 1984; Scriber, 1973). Кроме того, злаки, осоки и ситники были выделены нами в одну группу, называемую обычно в зарубежной литературе злаковидными травами (graminoids), в силу сходства морфологии и химизма, и виды, питающиеся только «граминоидами», рассматривались как специалисты. Оказалось (рис. 3), что среди редко встречающихся видов специалистов значительно больше ($p < 0,001$). Это должно было следовать уже из большей доли редких видов, связанных с травами, среди консументов которых, как было показано ранее (Futuyma, 1976; Inkinen, 1994), полифагов заметно меньше. Это связано с большей общностью химизма древесных растений (защитные вещества — фенолы), в результате чего многие фитофаги осваивают таксономически различные древесные растения. В то же время химизм травянистых растений может быть очень различным внутри крупных семейств, так что их специалисты в отношении химических веществ вполне могут оказаться полифагами.

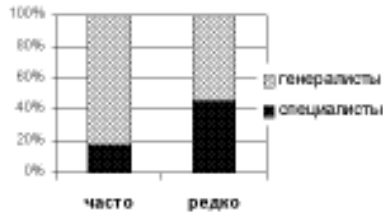


Рис.3. Связь степени специализации гусениц чешуекрылых с их встречаемостью.

Таксономическая принадлежность кормовых растений

Часто и редко встречающиеся виды имеются на растениях почти всех семейств. Мы уже показали, что среди видов с высоким обилием больше полифагов. Это выражается, в частности, и в том, что трофические связи этих видов шире, чем у редко встречающихся видов и среди категории генералистов. Поэтому число часто встречающихся видов, питающихся представителями того или иного семейства растений, будет больше, чем среди редких видов. В связи с этим с любым семейством растений связано больше обычных видов, чем редких. Исключение составляют гвоздичные, лютиковые и злаки. Для того, чтобы освободиться от влияния полифагов, мы

Таблица. Часто и редко встречающиеся виды-специалисты и семейства растений

семейство растений	часто	редко	число видов в семействе
бальзаминовые	0	1	1
березовые	4	2	5
бобовые	1	2	45
вязовые	1	2	1
гвоздичные	0	5	13
гречишные	1	1	11
зверобойные	0	1	3
злаки	2	4	81
зонтичные	0	1	27
ивовые	4	5	16
крыжовниковые	0	1	3
лютиковые	0	3	39
маревые	0	1	13
мареновые	0	1	9
норичниковые	1	2	31
розоцветные	0	4	58
осоковые	1	3	65
ситниковые	1	1	11
сосновые	3	2	4

рассмотрели специализированные виды чешуекрылых, связанные с растениями разных семейств. Из таблицы видно, что часто встречающиеся виды-специалисты питаются только представителями тех семейств растений, которые представляют собой легко доступный ресурс, т.е. семействами растений с большим видовым разнообразием и (или) высокой долей обилия в сообществах. У редких видов чешуекрылых такая связь не выявлена, а число семейств, с которыми они связаны, вдвое больше.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты заметно отличаются от того, что мы ожидали. Мы допускали, что редкие виды могут сосредоточиться в каких-то определенных таксонах. Мы думали, что редкие виды должны питаться редкими кормовыми растениями, особенно травами с их уникальным химизмом. В какой-то мере это так и есть: среди часто встречающихся видов преобладают полифаги на древесных, а среди редких видов — специалисты на травах. Но приходится констатировать, что несмотря на существенные различия между часто и редко встречающимися видами по каждому показателю, единого фактора, определяющего обилие вида, нет.

В частности, виды чешуекрылых могут иметь обширные пищевые связи с различными кормовыми растениями, в том числе имеющими высокое обилие, и при этом быть редкими. Видимо, факторы, определяющие их уровень численности, лежат вне их связей с кормовыми растениями.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает искреннюю признательность О. Телеговой и О. Харитоновой за помощь в определении видов растений и в описании растительных сообществ на территории биостанции УрГУ; сотрудникам биостанции, особенно П. Рудоискателю, и студентам за участие в сборе материала; В. Н. Ольшвангу за содействие в определении видов чешуекрылых; И.А. Богачевой за помощь в обсуждении материала.

ЛИТЕРАТУРА

- Андрианова Н.С. Экология насекомых. М.: Изд-во МГУ, 1970. 158 с.
- Баранчиков Ю.Н. Трофическая специализация чешуекрылых. Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1987. 171 с.
- Гофман Э. Атлас бабочек Европы. СПб: Изд-во А.Ф. Девриена, 1897. 632 с.
- Державец Ю.А., Иванов А.И., Миронов В.Г. и др. Список чешуекрылых (Macrolepidoptera) Ленинградской области // Фауна чешуекрылых (Lepidoptera) СССР. Л.: Наука, 1986. Т. 67. С.186–271.
- Золотаренко Г.С. Подгрызающие совки Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1970. 355 с.
- Кожанчиков И.В. Волнянки. Л.: Изд-во АН СССР, 1950. 583 с. (Фауна СССР: Насекомые чешуекрылые; Т. 12).
- Мержеевская О.И., Литвинова А.Н., Молчанова Р.В. Чешуекрылые (Lepidoptera) Белоруссии. Минск: «Наука и техника», 1976. 132 с.
- Baltensweiler W., Fischlin A. The larch budmoth in the Alps // Dynamics of forest insect populations. 1988. Ch. 17. P. 332–351.
- Futuyma D.J. Food plant specialization and environment unpredictability in Lepidoptera // Amer. Nat. 1976. V. 110. P. 285–292.
- Inkinen P. Distribution and abundance in British noctuid moths revisited // Ann.zool. fenn. 1994. V. 3. № 2. P. 235–243.
- Koch M. Wir bestimmen Schmetterlinge. Leipzig: Neuman Verlag, 1984. 792 S.
- Niemela P., Tahvanainen J., Sorjonen J., Hokkanen T., Neuvonen S. The influence of host plant growth form and phenology on the life strategies of Finnish macrolepidopterous larvae // Oikos. 1992. V. 39. P. 164–170.
- Scriber J.M. Latitudinal gradients in larval feeding specialization of the world Papilionidae (Lepidoptera) // Psyche. 1973. V. 80. P. 355–373.

ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ И МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОПУЛЯЦИИ РЫЖЕЙ ПОЛЕВКИ В РАЙОНЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ АНОМАЛИИ

Е.А. Зверева*, Е.В. Михеева**

*Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

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

В настоящее время мало изученной остается проблема воздействия на организмы растений и животных высоких доз тяжелых металлов в районах естественных геохимических аномалий. Целью нашей работы было изучение демографической структуры и морфофизиологических характеристик популяции рыжей полевки в районе естественной геохимической аномалии.

Исследования проводились в окрестностях п. Уралец Пригородного района Свердловской области на территории естественной геохимической аномалии с избыточным почвенным содержанием никеля, кобальта и хрома. В качестве фоновой территории использовался участок в юго-восточной части Висимского государственного заповедника. Отловы мелких млекопитающих проводились в июне–июле 2001 года. Для анализа демографической структуры населения рыжей полевки животных делили на группы по комплексу таких признаков, как масса и размеры тела, степень развития тимуса, состояние генеративной системы.

Согласно методу морфофизиологических индикаторов С.С. Шварца были рассчитаны индексы печени, сердца, почек, надпочечника, щитовидной железы по формуле: $m(\text{органа}), \text{мг} / m(\text{тела}), \text{г} = \text{‰}$ (Шварц и др., 1968).

Кроме того, для анализа состояния животных в популяциях анализировали отношение массы тела животного к его длине, выраженное в г/мм (беременные самки с эмбрионами длиннее 5 мм исключались из анализа) (Lidicer, 1973) и гепатосупраренальный коэффициент, равный отношению индекса печени к индексу надпочечника (Корнеев, Карпов, 1980).

В результате исследований установлено, что численность рыжей полевки (вида - доминанта) в районе естественной геохимической аномалии в 3,2 раза ниже, чем на фоновом участке. Демографическая структура популяции рыжей полевки на территории естественной геохимической аномалии практически не отличается от структуры популяции данного вида на фоновом участке.

Выявлены достоверные различия между животными аномального и фонового участков по индексам: а) печени в группе половозрелых самцов; б) сердца в группе неполовозрелых самок; в) почек в группе неполовозрелых самок; г) надпочечника в группах половозрелых и неполовозрелых самок ($p < 0,05$), что, вероятно,

свидетельствует о напряженности обменного баланса у животных аномального участка (Шварц и др., 1968). Установлено, что отношение веса к длине тела у самцов и неполовозрелых самок на аномальном участке достоверно ниже, чем на фоновом ($p < 0,05$), что свидетельствует о снижении упитанности особей в районе естественной геохимической аномалии (Lidicer, 1973). Установлено, что гепатосупраренальный коэффициент у самок и половозрелых самцов на аномальном участке достоверно ниже, чем на фоновом ($p < 0,05$), что демонстрирует снижение энергетического потенциала популяции рыжей полевки в районе естественной геохимической аномалии (Корнеев, Карпов, 1980).

Снижение упитанности и гепатосупраренального коэффициента у рыжей полевки аномального участка свидетельствует о сокращении резервных возможностей животных в районе естественной геохимической аномалии.

ЛИТЕРАТУРА

- Корнеев Г.А., Карпов А.А. Опыт изучения индексов печени и надпочечника как показателей энергетического потенциала популяции большой песчанки // Грызуны: Материалы 5 совещ. М.: Наука, 1980. С. 213–214.
- Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. Свердловск, 1968. 388 с.
- 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.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОРФОМЕТРИИ ДЛЯ АНАЛИЗА КРАНИАЛЬНОГО СКЕЛЕТА МЛЕКОПИТАЮЩИХ

С.В. Зыков

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

В настоящее время активно развивается новый аналитический подход к изучению формы морфологических структур — геометрическая морфометрия. При помощи этого метода можно решить проблему анализа разнообразия формы биологических объектов, исключая влияния «размерного фактора» (Павлинов, Микешина, 2002).

Для сравнения морфологических характеристик краниального скелета разных таксонов методом геометрической морфометрии были использованы оцифрованные изображения скелетов млекопитающих, принадлежащих к отрядам Rodentia и Lagomorpha, из эталонной коллекции лаборатории исторической экологии ИЭРЖ УрО РАН. Выбор данных отрядов был обусловлен тем,

что в многочисленном отряде грызунов хорошо представлены морфологические изменения, связанные с переходами на различные типы питания растительными кормами.

Оцифровка материала производилась камерой Nikon Coolpix 990 при унифицированном положении элементов скелета и одинаковых настройках камеры. Анализ оцифрованных изображений проводился при помощи компьютерных программ TPSpl, TPSrelw, TPSspln, NTSYS-pc.

Метки (ландмарки) расставлялись в программе TPSdig, в соответствии с морфологией изучаемых объектов (рис. 1).

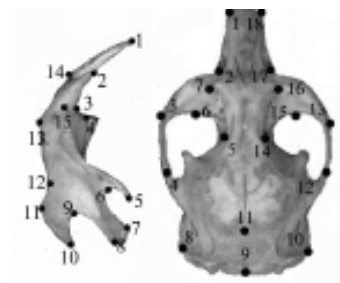


Рис. 1. Расположение меток на осевом черепе и нижней челюсти.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Программа TPSspln позволила наглядно представить деформации структуры в зависимости от силы выраженности каждой деформации. Расчет относительных деформаций в программе TPSrelw позволяет определить главные компоненты распределения форм в тангенциальном пространстве (Павлинов, 2000, 2001) и оценить вклад каждой метки (следовательно и структуры, с которой она связана) в данную деформацию. Из выделенных относительных деформаций рассматривать следует только первые две, так как их вклад в общее изменение формы наибольший и в сумме составляет около 50%. Вклад каждой метки в деформацию изучаемой структуры представлен в таблице.

Основные изменения нижней челюсти направлены на изменение высоты диастемы и размеров венечного и углового отростков. В черепе основные изменения связаны с размером передней части скуловой дуги и шириной межглазничного промежутка.

О том, насколько каждая деформация выражена у определенного вида, можно судить из распределения объектов в координатах первой и второй относительных деформаций (рис. 2).

Таблица. Вклад меток в первую (RW1) и вторую (RW2) относительные деформации (выделены метки, вносящие максимальные изменения)

Номер метки	Осевого черепа				Нижняя челюсть			
	RW1		RW2		RW1		RW2	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	3,2878	-1,6607	13,4902	-12,790	-6,5719	-0,1373	3,8293	-6,5853
2	16,0101	-12,727	9,8326	-2,0579	10,8262	0,3284	-5,5287	9,1822
3	-14,687	-15,643	-23,2253	1,9752	-121,533	9,4000	79,986	23,1796
4	3,9351	-2,6816	-24,3685	4,3942	8,1069	-3,2095	4,8311	1,4448
5	24,2036	49,0455	-4,8130	32,2261	2,8181	5,9047	-61,058	-62,765
6	35,4679	-40,044	147,9545	-85,230	9,7066	23,2169	53,3432	29,9098
7	-58,205	52,1647	-127,027	79,8547	1,6613	-43,746	34,3289	41,1864
8	7,0449	2,9343	20,4474	-2,8216	-4,7759	27,2493	-28,846	-1,3482
9	-1,1340	-0,8309	-3,9549	-0,9417	-18,9345	16,0049	2,9733	28,1009
10	10,5191	-4,7939	16,8848	5,8966	-9,8572	-17,889	40,0187	-23,079
11	-26,403	4,0261	-17,2911	-1,8531	46,7774	-4,6106	-43,952	-10,061
12	-6,2634	1,4624	-25,4521	-5,0721	-37,5313	-2,1600	-4,8104	-10,792
13	-0,8866	12,8812	-13,5983	3,4802	-33,4103	17,1403	39,2791	12,1337
14	21,7037	-55,318	-2,6869	-26,031	4,5966	-5,5389	-5,7182	-4,5693
15	23,7199	53,8237	140,4439	41,1310	148,1212	-21,952	-108,67	-25,935
16	-46,588	-57,908	-129,797	-28,917				
17	5,0301	13,7789	14,5396	-15,737				
18	3,2466	1,4912	8,6224	12,4953				

Из рис. 2 видно, что как для нижней челюсти (рис. 2а), так и для черепа (рис. 2б) довольно четко выделяется группа, куда входят практически все Arvicolinae. В других же таксонах нет четкой обособленности. Учитывая то, что наибольшее значение в деформациях имеют структуры, связанные с прикреплением жевательной мускулатуры, можно предположить, что распределение обусловлено экологическими особенностями видов и, в частности, их пищевой специализацией. Это подтверждается тем, что по оси первой относительной деформации наблюдается распределение видов в связи с гипсодонтичностью зубной системы и строением жевательной поверхности зубов. Наиболее четко это выражено для распределения видов в координатах относительных деформаций по нижней челюсти.

Распределение видов в координатах первой и второй относительных деформаций по осевому черепу (рис. 2б) более сложное, и можно предположить, что оно связано с более общими особенностями строения скелета. Сложность интерпретации полученных результатов может быть связана с тем, что в анализ включены отличающиеся по морфологии, систематически удаленные группы, в пределах которых наблюдаются сходные морфологические адаптации.

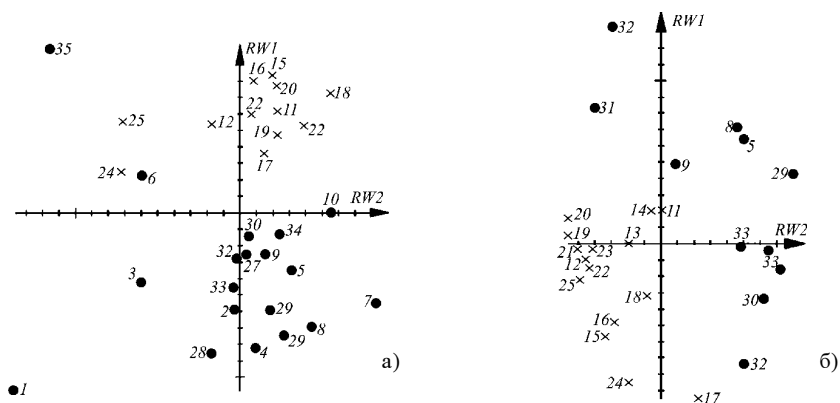


Рис. 2. Распределение видов в координатах первой (RW1) и второй (RW2) относительных деформаций по нижней челюсти (а) и по осевому черепу (б).

1. *Pteromys volans*, 2. *Eutamias sibiricus*, 3. *Spermophilus major*, 4. *Dryomys nitedula*, 5. *Sicista betulina*, 6. *Dipus sagitta*, 7. *Allocricetulus eversmanni*, 8. *Phodopus sungorus*, 9. *Ph. roborovskii*, 10. *Cricetus cricetus*, 11. *Alticola lemmings*, 12. *Clethrionomys rufocanus*, 13. *Cl. glareolus*, 14. *Cl. rutilus*, 15. *Dicrostonyx torquatus chionopaes*, 16. *D. t. vinogradovi*, 17. *Ondatra zibethicus*, 18. *Arvicola terrestris*, 19. *Microtus oeconomus*, 20. *M. agrestis*, 21. *M. middendorffi*, 22. *M. hyperboreus*, 23. *M. gregalis*, 24. *Lemmus lemmus*, 25. *Myopus schisticolor*, 26. *Ellobius talpinus*, 27. *Meriones tamariscinus*, 28. *Meriones meridianus*, 29. *Apodemus uralensis*, 30. *A. flavicollis*, 31. *Mus musculus*, 32. *Micromys minutus*, 33. *Rattus norvegicus*, 34. *Nesokia indica*, 35. *Ochotona alpina*.

Косым крестиком обозначены виды подсемейства Arvicolinae.

Использование программы TPSpls позволило выявить высокую корреляцию между изменениями формы черепа и нижней челюсти.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Трансформация нижней челюсти в рассмотренной нами выборке связана с изменениями строения жевательной мускулатуры и степени гипсодонтности зубной системы и строения жевательной поверхности. Трансформация осевого черепа также связана со строением и степенью развития жевательной мускулатуры. Кроме того на изменение формы черепа в большей степени могут влиять экологические особенности вида и морфологические характеристики, связанные с размерным классом животного.

Автор выражает искреннюю благодарность к.б.н. А. В. Бородину и к.б.н. Т. В. Струковой за ценные замечания, дополнения и помощь на всех этапах работы.

ЛИТЕРАТУРА

- Павлинов И. Я. Геометрическая морфометрия черепа мышевидных грызунов (Mammalia, Rodentia): связь формы черепа с пищевой специализацией // Журнал общей биологии. 2000. Т. 61. № 6. С. 583–600.
- Павлинов И. Я. Микешина Н. Г. Принципы и методы геометрической морфометрии // Журнал общей биологии. 2002. Т. 63. № 6. С. 473–493.
- Павлинов И. Я. Геометрическая морфометрия — новый аналитический подход к сравнению компьютерных образов // Информационные и телекоммуникационные ресурсы в зоологии и ботанике: Тез. 2-го Межд. симпозиума. СПб., 2001. С. 65–90.

ДАТИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ НАРУШЕНИЙ В ЛЕСНЫХ БИОЦЕНОЗАХ

С.В. Иванчиков, Ю.Н. Ходырева

Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург

В горных темнохвойных лесах регулярно происходят ветровалы различной интенсивности, которые приводят к резкому изменению экологических условий. Для исследования динамики развития лесных биоценозов необходимо как можно точнее знать дату прохождения ветровала. Наши исследования проводились на территории Вишерского государственного природного заповедника на восточном склоне Тулымского хребта. Объектом исследования являлись участки горных темнохвойных лесов, пройденных ветровалом.

Цель исследования заключалась в отработке комплексного методического подхода к определению даты ветровала, предложенного С.Г. Шиятовым (1990).

Определение даты ветровала по механическим повреждениям

Во время ветровала вершины некоторых деревьев повреждаются, и на их месте формируются новые. Возможная дата ветровала определяется по количеству годовичных колец у основания новой вершины. В основном формирование новых вершин произошло в 1975 г.

У ныне растущих деревьев на ветровальных площадях часто наблюдаются следы механических повреждений, полученные в результате падения соседних деревьев. Так же, как и в первом случае, дата ветровала определяется по количеству годовичных колец, сформированных после повреждения ствола. Датировка показала, что повреждения произошли в 1974 г.

Определение даты ветровала по возрасту подроста

На ветровальных площадях наблюдается характерный микрорельеф, который представляет собой сочетание ветровальных бугров, западин и упавших деревьев. С течением времени там появляется подрост, по возрасту которого можно судить о приблизительной дате ветровала. Для определения даты прохождения ветровала желательно брать подрост, произрастающий в западине или на ветровальном бугре, т.к. на валеже подрост появляется в последнюю очередь. Возраст подроста, взятого для исследования, находится в пределах от 2 до 19 лет.

Метод перекрестной датировки

Метод перекрестной датировки основан на сравнении дендрохронологических рядов ныне растущих и погибших деревьев. Для исследования с погибших деревьев были взяты образцы древесины ствола, наиболее крупных корней, а с растущих — керны. В результате была определена наиболее вероятная дата прохождения ветровала — 1974 год (рис.).

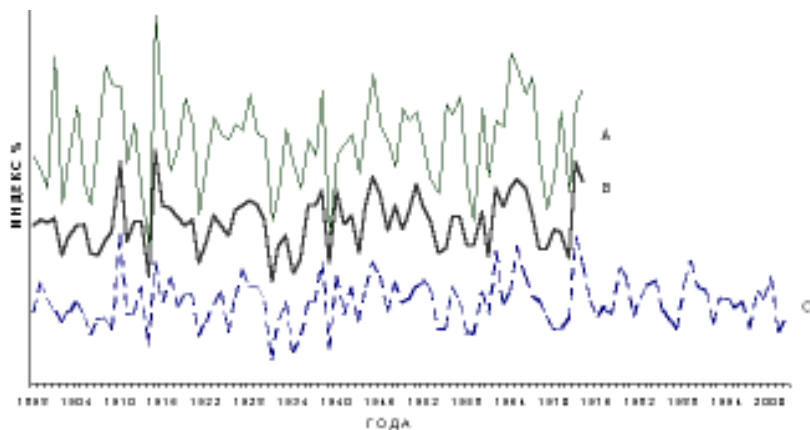


Рисунок. Пример определения даты ветровала: А - корень, В - ствол, С - растущее дерево.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, для установления точной даты прохождения ветровала желательно использовать несколько методов и способов датировки, но наилучшие результаты дает дендрохронологический метод. Точность датировки при использовании комплекса методов составляет один год.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ-Урал (грант № 01-04-96421).

ОСОБЕННОСТИ БОЛОТНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ИЛЬМЕНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАПОВЕДНИКА (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Т.Г. Ивченко

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Ильменский государственный заповедник расположен в подзоне сосново-березовых лесов бореально-лесной зоны. Болота и заболоченные леса данной территории довольно многочисленны и весьма разнообразны, хотя и незначительны по размерам, редко более 100 га. Уникальность данного объекта связана с южной границей распространения типично таежных моховых болот и, как следствие, произрастания здесь редких для территории Южного Урала видов растений.

Целью исследований было картографирование и изучение закономерностей территориального распределения болотных комплексов разного ранга. Нами были изучены особенности болотной растительности, дана характеристика наиболее распространенных растительных сообществ болот.

По вопросу о том, существует ли один или несколько типов болотной растительности, исследователи до сих пор не пришли к единому мнению. Опираясь на работы В.Н. Сукачева (1926) и Е.М. Брадис (1961), мы рассматриваем болотную растительность как один тип.

В результате проведенных классификационных построений на эколого-фитоценотической основе все описанные растительные сообщества были отнесены к трем подтипам: евтрофному, мезотрофному и олиготрофному (табл.). В этих подтипах выделено 6 групп формаций, 17 формаций и 30 ассоциаций. Все их разнообразие можно рассмотреть в виде эколого-динамического ряда, в котором происходит закономерная смена основных характеристик растительности.

Эдификаторная роль в болотных сообществах от деревьев и трав постепенно переходит к сфагновым мхам, а на завершающей стадии болотообразовательного процесса — к деревьям и сфагновым или зеленым мхам.

Общее количество видов в естественных границах фитоценозов также меняется, в евтрофных лесных группах формаций оно колеблется от 30 до 67, в травяных — 15–25 видов, в травяно-моховых в среднем составляет 20–40 видов, в олиготрофных — 9–15 видов.

В ценотических спектрах сосудистых растений выделенных ассоциаций (рис. 1) широко представлены болотные и лесоболотные виды. Доля лесоболотных видов в сложении выделенных ассоциаций в большинстве случаев составляет около 20%. Болотные виды представлены более неравномерно. Самое низкое их участие (8–15%) — в евтрофной травяной группе формаций, в евтрофных лесных

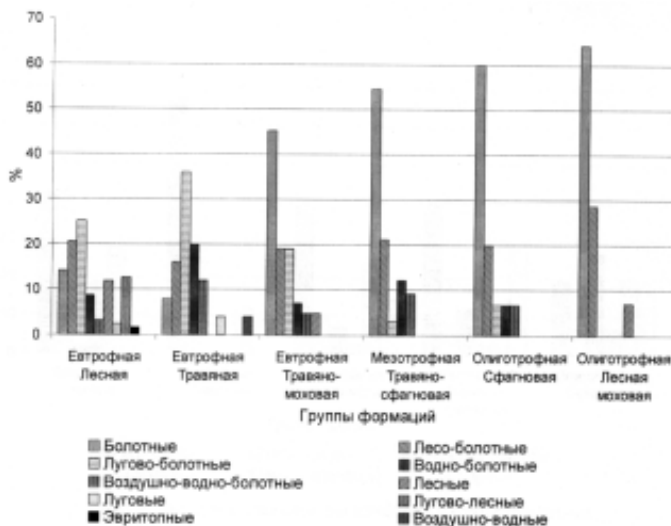


Рис. 1. Ценоотические спектры сосудистых растений наиболее характерных ассоциаций выделенных групп формаций.

Таблица. Классификационная схема болотной растительности Ильменского заповедника

Подтип	Группа формаций	Формация	Ассоциации (кол-во)
Евтрофный	Лесная	Ольховая	2
		Березовая	3
	Травяная	Корневищно-крупноосоковая	3
		Тростниковая	1
	Травяно-моховая	Корневищно-осоково-гипновая	3
		Тростниково-гипновая	1
		Корневищно-осоково-сфагновая	1
		Тростниково-сфагновая	1
Мезотрофный	Травяно-сфагновая	Осоково-сфагновая	5
Олиготрофный	Сфагновая	Обтузум-балтикум-сфагновая	1
		Балтикум-фалакс-сфагновая	1
		Варнсторфи-фимбриатум-сфагновая	1
		Ангустифолиум-сфагновая	1
		Магелланикум-сфагновая	1
		Фускум-сфагновая	2
		Березово-сосново-сфагновая	2
	Лесная моховая	Сосново-зеленомошная	1

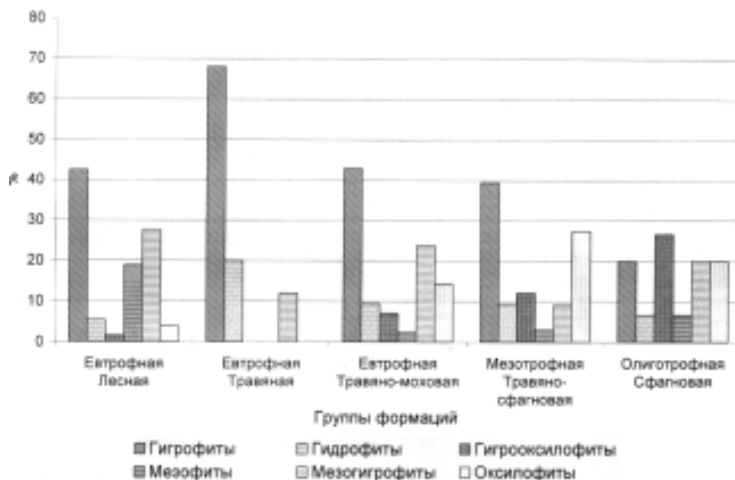


Рис. 2. Экологические спектры сосудистых растений наиболее характерных ассоциаций выделенных групп формаций.

фитоценозах эти показатели достигают 28%, с появлением более выраженного мохового покрова из гишновых или сфагновых мхов они составляют 40% и выше. Значительное участие видов, не характерных для болотных сообществ, отмечено в группах формаций евтрофной лесной и олиготрофной лесной сфагновой, что, вероятно, связано с эдификаторной ролью древесного яруса.

В экологических спектрах сосудистых растений болотных ассоциаций широко представлены все выделенные экологические группы. Наблюдаемые закономерности можно проследить на рис. 2. Отметим, что при переходе от евтрофных к олиготрофным сообществам доли участия гидрофитов и гидрофитов в их экологических спектрах снижаются, а доли гидрооксифитов и оксифитов, наоборот, увеличиваются. Значительный процент мезофитов отмечен в спектрах ассоциаций евтрофной лесной и олиготрофной лесной сфагновой групп формаций. В сообществах евтрофной травяной группы формаций отсутствуют мезофиты, гидрооксифиты и оксифиты, что, вероятно, связано с повышенным обводнением данных местообитаний.

В большинстве ценологических спектров мхов (рис. 3), входящих в выделенные ассоциации, преобладают болотные виды, виды, не характерные болотным местообитаниям, широко встречаются в евтрофных лесных сообществах. В экологических спектрах мхов выделенных ассоциаций (рис. 4) преобладают гидрогидрофиты и гидрофиты.



Рис. 3. Ценоотические спектры листостебельных мхов наиболее характерных ассоциаций выделенных групп формаций.

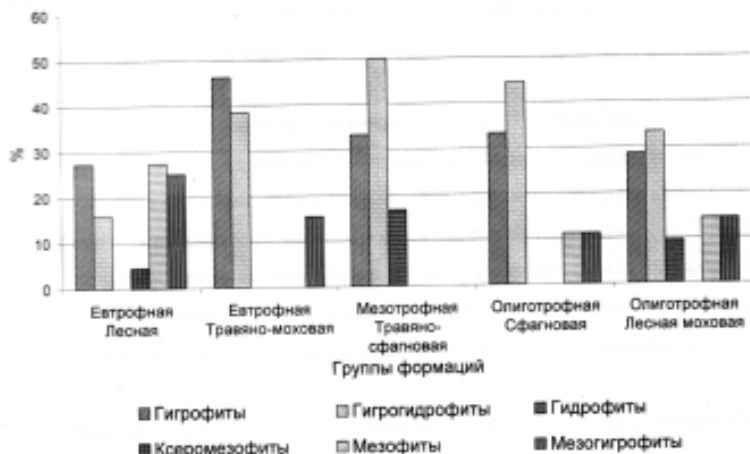


Рис. 4. Экологические спектры листостебельных мхов наиболее характерных ассоциаций выделенных групп формаций.

Таким образом, несмотря на малые размеры и небольшую площадь болот Ильменского заповедника, растительный покров болотных сообществ весьма

разнообразен. Для него характерны комплексная структура и пространственная динамичность. В дальнейшем, выделенные ассоциации болотной растительности послужат основой для типологии болотных комплексов разных рангов, а также будут использованы как картируемые единицы для геоботанических карт.

ЛИТЕРАТУРА

Брадис Е.М. Растительный покров болот Башкирской АССР // Тр. Ин-та биологии УФ АН СССР. 1961. Вып. 27. С. 127–132.

Сукачев В.Н. Болота, их образование, развитие и свойства. Л., 1926. 162 с.

ФАУНА МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ИЗ РАННЕГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕЩЕРЫ ДЫРОВАТЫЙ КАМЕНЬ НА РЕКЕ СЕРГЕ

Е.П. Изварин

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Цель работы — описание фауны мелких млекопитающих из 3 слоя отложений пещеры Дыроватый Камень на р. Серге и определение ее места в типологии позднелайсеновых и раннеголоценовых фаун Урала.

Пещера Дыроватый Камень расположена на правом берегу р. Серга в 3 км от разъезда Бажуково Нижнесергинского района Свердловской области. Вход пещеры, общая длина которой 18,5 м, расположен на высоте 15 м над уровнем реки, его ширина составляет 4 м, а высота — 12 м (Садыхова, 2002).

Общая глубина раскопа до скального дна пещеры составляет 3,1 м. Рыхлые отложения снимались отдельными горизонтами по 10 см с участков площадью 1 м² и промывались на ситах с размером ячеек 1 мм. Материал, представленный в данной работе, извлечен из 14 горизонта (глубина 140 – 150 см от поверхности) на участке Г8. Для описания фауны использовались только целые зубы мелких млекопитающих. Видовая принадлежность определена приблизительно для 2500 зубов.

Относительная доля вида определялась по максимальному количеству одноименных остатков. Результаты приведены в таблице.

Наиболее массовыми видами являются узкочерепная и пашенная полевки.

На основании сравнения данной фауны с таковыми из горизонтов 11 и 24 этого же раскопа, а также с ее близкими аналогами из других местонахождений на Среднем Урале (Камень Козий, горизонт 13 из грота Большой Глухой) был оп-

Таблица. Соотношение остатков мелких млекопитающих

№	Вид	max	Qmax
1	<i>Apodemus sylvaticus</i>	1	0,14
2	<i>Arvicola terrestris</i>	13	1,82
3	<i>Clethrionomys rufocanus</i>	1	0,14
4	<i>Cl. ex gr. rutilus-glareolus</i>	45	6,29
5	<i>Cricetulus migratorius</i>	9	1,26
6	<i>Cricetus cricetus</i>	2	0,28
7	<i>Dicrostonyx sp.</i>	4	0,56
8	<i>Lagurus lagurus</i>	15	2,10
9	<i>Lemmus sibiricus</i>	2	0,28
10	<i>Microtus agrestis</i>	128	17,90
11	<i>M. gregalis</i>	340	47,55
12	<i>M. oeconomus</i>	96	13,43
13	<i>Ochotona pusilla</i>	57	7,97
14	<i>Sciurus vulgaris</i>	1	0,14
15	<i>Sicista sp.</i>	1	0,14
16	Итого:	715	100,00

ределен ее наиболее вероятный возраст — 9–10 тыс. лет, что соответствует раннему голоцену (конец предбореального — начало бореального времени).

Фауна из 14 горизонта отнесена к Сергинской локальной фауне, описанной для 11 горизонта этого же местонахождения (Смирнов, 1993).

Все виды были разделены по биотопической приуроченности на следующие группы: лесные (красная, рыжая и красно-серая полевки, обыкновенная белка, мышовка, лесная мышь, пашенная полевка); луговые (обыкновенный хомяк); степные (серый хомячок, степная пеструшка, степная пищуха и, для данного местонахождения, узкочерепная полевка); околотовдные (водяная полевка и полевка-экономка); тундровые (копытный и сибирский лемминги).

В описанной фауне преобладают обитатели степных биотопов (59%). Доля околотовдных видов составляет 15%, лесных — 25%. Содержание остатков луговых и тундровых видов в данной фауне не превышает 1%.

КЛАССИФИКАЦИЯ ГЕОЭКОСОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

И.В. Илванова

Чувашский госуниверситет, г. Чебоксары

Существующая официальная система оценки уровня благоприятности окружающей среды, влияния среды на состояние здоровья человека, подходы к разработке проектов организации территории ориентируются на ограниченный комплекс

заданных стандартов (ПДК, ПДУ, ПДС, ПДВ), которые лишь в небольшой мере обеспечивают действительно благоприятную среду обитания человека.

Разработка региональной системы геоэкосоциальных исследований позволяет изучить жизнедеятельность и жизнеспособность человека в различных экосистемах. Геоэкосоциосистема (ГЭССи) — это территориальное сочетание, охватывающее системы разной степени сложности: природные, природно-антропогенные, демо- и этноэкологические, социокультурные и характеризующиеся определенной общностью: единством территории, тесным взаимодействием между собой и целостностью выполняемых функций (Кочуров, 1999).

Подобный тип исследования проводится на территории Чувашии в течение последних 2-х лет. Полученные предварительные результаты позволяют выделить 3 типа геоэкосоциальных систем:

1) сельский. Характерной особенностью сельского типа ГЭССи является жесткость их границ, большая номенклатура используемых видов природопользования. Площадь ареалов незначительна, занимает около 32 км². Расстояние выходов изменяется от 0,5 до 6 км в зависимости от принадлежности респондента к возрастной группе — наибольшая мобильность присуща группе до 30 лет. Наблюдается уменьшение информированности от стариков к молодежи. Наиболее полной информацией о возможности использования природных ресурсов обладает старшее поколение — пожилые (старше 60 лет). Им присуще наибольшее количество видов природопользования, включая патриархальные (например, сбор растений для окраски тканей, лыка, еловых лап и т.д.). Взрослое население (30 – 60 лет) предпочитает традиционные виды природопользования. Для молодежи свойственна малая информированность, нежелание получать информацию о патриархальных видах природопользования, более плохое знание топонимов.

Из-за характерной для Чувашии высокой плотности населения и близкого размещения населенных пунктов свойственно пересечение границ соседних ГЭССи в зонах скрытой рекреации — места гуляний, собирательства, рыболовства (повсеместно — в северной части республики, реже — в менее населенной южной). Наблюдается максимальное сокращение биомассы в местах контакта зон (опушки леса и лесные делянки) именно для данного типа населенных пунктов.

2) городской. Ареал ГЭССи города в целом и каждого микрорайона в отдельности имеет лишь условные границы. Из-за легкой транспортной доступности и высокой плотности населения характерно пересечение ГЭССи микрорайонов города в местах концентрации отдыхающего населения, в зонах явной рекреации. Здесь наблюдается наибольшая антропогенная нагрузка. Внутри каждого района города имеются незначительные по размерам ареалы очагового характера, приуроченные к месту жительства респондентов. При этом количе-

ство выходов для прогулок среди жителей г. Чебоксары стремиться к нулю. Сохраняются связи с сельской местностью, связанные, главным образом, с ведением подсобного хозяйства, дачных участков и сельскохозяйственными работами. Границы ГЭССи простираются за пределы административных районов города. Характерной особенностью является меньшая номенклатура видов природопользования. Градация по возрастному признаку слабо выражена.

3) переходный. Характеризуется большими размерами ареалов ГЭССи. Минимальное расстояние выхода жителей равно 1 км, максимальное — 5 км. Для данного типа ГЭССи характерна многообразное пользование (сбор грибов, ягод, пикники, массовые гуляния и т.д.) и популярность для всех возрастных групп. Часто посещаемые природные объекты удалены от населенного пункта на 3–6 км. Они включают в себя кроме лесных массивов и оторванные ареалы — пруды, плотины. Редко посещаемые природные объекты удалены от населенного пункта в среднем на расстояние 9 км. Оторванными природными комплексами данного ареала являются песчаные и торфяные карьеры, которые также рассматриваются как места отдыха.

Наблюдается перекрытие ареалов ОП прилежащих населенных пунктов. Происходит наложение границ ареалов ГЭССи по каждой возрастной группе, вне зависимости от места жительства респондентов.

На сегодняшний день постоянно увеличивается уровень урбанизации практически во всех субъектах РФ. Увеличение плотности населения характерно для центра европейской части России за счет положительного сальдо миграции. Изучение динамики интенсивности антропогенной нагрузки в зоне общественного природопользования, особенно при переходе от сельского типа к городскому, позволяет рассматривать его как один из показателей при оценке здоровья окружающей среды.

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ВИДА-ВСЕЛЕНЦА *RANA RIDIBUNDA* PALL. С АВТОХТОННЫМИ ВИДАМИ БУРЫХ ЛЯГУШЕК (*RANA ARVALIS* NILSS., *RANA TEMPORARIA* L.)

О.В. Ильина

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

В 60-е годы на Среднем Урале был обнаружен не свойственный данной географической местности вид зеленых лягушек — *Rana ridibunda*, который стал активно размножаться в водоемах на территории крупных городов и водоемах с тепловым загрязнением, т.е. там, где микроклимат теплее, и температурные колебания сглажены. В то же время численность аборигенных видов

бурых лягушек (*Rana arvalis*, *Rana temporaria*) на тех же территориях стала заметно снижаться. Существует предположение о том, что сокращение численности бурых лягушек напрямую связано с конкурентными взаимоотношениями с озерной лягушкой. Представленные исследования посвящены сопоставлению трофических ниш вышеупомянутых видов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

На первом этапе (2001 г.) изучалось перекрывание трофических ниш сеголеток *Rana ridibunda* и *Rana arvalis*. Используя коллекционные материалы (1980, 1986, 1988, 1989, 1990, 1991, 1994 гг.), собранные В.Л. Вершининым в различных точках г. Екатеринбурга, проводилось определение видов беспозвоночных, содержащихся в ЖКТ обоих видов, преимущественно до отрядов. На втором этапе (2002 г.) изучались особенности трофической ниши у взрослых *Rana ridibunda* и степень использования ими пищевых ресурсов околородных биотопов. Отлавливались взрослые особи озерной лягушки в различных водоемах г. Екатеринбурга (по ул. Белинского, р. Патрушиха, Калиновские разрезы), а также за пределами г. Екатеринбурга — на водоемах-охладителях Рефтинской ГРЭС, р. Тагил (Нижний Тагил). Также использовался фиксированный материал 2000 года (Рефтинская ГРЭС, Верхний Тагил), предоставленный Н.Л. Ивановой. Кроме того, в местах отлова амфибий производился сбор наземных беспозвоночных методом кошения.

В камеральных условиях определялся (до отрядов) состав беспозвоночных в содержимом ЖКТ взрослых особей и в укусах.

ВЫВОДЫ

Данными исследованиями выявлено, что конкуренция между *Rana ridibunda* и *Rana arvalis* на уровне трофических связей отсутствует по следующим причинам:

1) *Rana ridibunda* и *Rana arvalis* питаются, как правило, наиболее массовыми видами наземных беспозвоночных, ресурс которых практически неисчерпаем в естественных биотопах. Как правило, это представители отр. Trichoptera; сем. Tipulidae, сем. Chironomidae (отр. Diptera); сем. Gerridae (отр. Hemiptera).

2) *Rana ridibunda* способна потреблять водные корма, доля которых в ее рационе питания составляет 50%; 40% и 30,5% в исследованных выборках, что существенно отличает ее трофическую нишу от ниш аборигенных лягушек. Из водных кормов наиболее часто встречаются: Dytiscidae (имаго и личинки), Haliplidae (имаго), Odonata (личинки), Gerridae (имаго), Notonectidae (имаго). Взрослые особи *Rana ridibunda*, в отличие от *Rana arvalis* и *Rana temporaria*, способ-

ны в течение активного сезона (в водоемах с термальным загрязнением — круглый год) питаться исключительно водными формами.

3) Каннибализма и поедания молоди рыб озерной лягушкой в естественных биотопах не отмечено, в искусственных водоемах зафиксированы единичные случаи: в Рефтинской выборке 2000 года Н.Л. Ивановой отмечено поедание взрослой *Rana ridibunda* сеголетки (предположительно, *Rana ridibunda*) и малька рыбы (вид не определен).

4) Т.к. выход сеголеток *Rana ridibunda* и *Rana arvalis* на сушу разнесен во времени, конкуренции между ними нет.

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ДОННЫХ СООБЩЕСТВ ЗА ВРЕМЯ СУЩЕСТВОВАНИЯ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (1954–2001 ГГ.)

А.М. Каган

Пермское отделение ГосНИОРХ

Камское водохранилище — самое северное из всех водохранилищ, созданных на реке Каме. Оно образовано в 1954 г., наполнение до проектной отметки произошло в 1956 г. Водоем подвержен антропогенному воздействию. Здесь располагаются крупные промышленные города Березники и Соликамск. В Косовенский залив поступают шахтные воды и стоки химпредприятий, а в нижнем районе Камского плёса сказывается тепловое загрязнение (Пермская ГРЭС).

Многолетние исследования зообентоса р. Камы проводились сотрудниками Волжской и Камской биологических станций, Естественно-научного института и кафедры (ныне кабинета) гидробиологии Пермского университета.

Донная фауна р. Камы до регулирования стока отличалась богатым качественным составом и количественным развитием зообентоса. В монографии А.О. Таусон (1947), обобщающей исследования ряда авторов с 1924 по 1941 гг., отмечено 296 видов и форм беспозвоночных. Наибольшим видовым обилием отличалась группа хирономид — 84 формы, затем нематоды (67 видов), поденки (28 видов), олигохеты (25 видов), моллюски (20 видов) и ручейники (17 видов). Остальные же группы гидробионтов представлены гораздо беднее. Но наибольший интерес представляли ценные в кормовом отношении каспийские ракообразные, среди которых преобладали амфиподы (*Corophium curvispinum*, *Dikerogammarus haemobaphes*) и мизиды (*Metamysis strauchi*).

Развитие промышленности в Прикамье существенно сказалось на составе и распределении донной фауны (особенно ввод в строй крупных

ЦБК). Так, в результате негативного воздействия промышленных стоков в составе гидробиоценозов отмечается угнетение оксифильных форм поденок, моллюсков и олигохет. Под влиянием загрязнений исчезают *C. curvispinum* и *D. haemobaphes* (Громов, Губанова, 1975).

С образованием водохранилища бентофауна реки Камы изменилась. Уменьшение скорости течения (до 2 м/с), заиление ложа привело к угнетению и вытеснению речных сообществ. Из состава донной фауны после регулирования стока исчезают все ракообразные. Поденки, веснянки и ручейники отмечаются в единичных экземплярах и только в верхнем районе водохранилища, где более высокие скорости течения.

По данным М.Л. Грандильевской-Дексбах (1961), в первые годы после наполнения зафиксирована максимальная биомасса «мягкого» зообентоса (6,9 г/м²), причем 40% ее обеспечили своим развитием личинки хирономид (табл. 1), главным образом виды р. *Chironomus* (*Chironomus* f. 1. *plumosus* и *C. f. 1. semireductus*). Это был этап так называемого «временного биоценоза» — повышенной продуктивности донных сообществ, единственный период в жизни водохранилища, когда развитие хирономид обеспечивало большую часть биомассы.

В последующие годы (1958–1964 гг.) в Камском водохранилище средняя биомасса донных животных снижается в 4,3 раза. Это соответствует этапу обеднения донной фауны — олиготрофии. Начинает возрастать значение олигохет, главным образом тубифицид, которые составляют в среднем 47,4% биомассы всех организмов. Также достаточно высока и доля хирономид. Моллюски в это время составляют только 14%.

В период с 1965 г. до конца 70-х гг. формируются донные сообщества, в которых доминируют олигохеты, составляя 46,2% веса всех организмов (табл. 1). Массовое развитие получают представители сем. Tubificidae (*Limnodrilus hoffmeisteri* и *Tubifex tubifex*). В донной фауне начинает воз-

Таблица 1. Средняя динамика биомассы (г/м²) зообентоса за время существования Камского водохранилища (1954–2001 гг.)

Года	Олигохеты	Моллюски	Хирономиды	Прочие	Общая биомасса
1955-1957	2,1	1,3	2,7	0,8	6,9
1958-1964	0,76	0,23	0,52	0,1	1,61
1965-1978	1,7	1,3/1,09	0,6	0,08	3,68/3,28
1985-1987	0,48	10,1/0,2	0,63	0,26	11,47/1,57
1993	0,34	9,6/0,15	0,5	0,06	10,5/1,05
2001	1,0	4,75	0,85	0,16	6,76/2,3

Примечание: Через дробь(/) указана биомасса кормового зообентоса.

растать значение моллюсков, в основном, мелких кормовых форм, среди которых преобладает *Pisidium amnicum*. Средняя биомасса зообентоса несколько увеличивается (до 4,5 г/м²). Таким образом, в конце 70-х гг. по уровню количественного развития бентофауны Камское водохранилище можно отнести к водоему мезотрофного типа.

Исследования 1985–1987 гг. показали, что в бентофауне водохранилища происходят дальнейшие изменения. Начинает возрастать доля крупных не кормовых моллюсков, создающих 88% биомассы всех организмов, в основном это *Viviparus viviparus* и *Dreissena polymorpha* (Алексеевнина, 1988). Впервые дрейссена была обнаружена в Воткинском водохранилище (второе по величине в каскаде Камских водохранилищ) в 1964 г. В 1968 г. она становится постоянным компонентом Сыльвенского залива и приплотинного района, а с 80-х гг. получает широкое распространение по всему Камскому водохранилищу, благодаря тому, что у нее нет естественных врагов. Общая биомасса зообентоса в этот период увеличивается с 3,68 до 11,47 г/м² (табл. 1), но доля кормовых организмов составляет всего 10% от общей.

К 1993 г. доля кормовых организмов еще более уменьшилась (до 1,05 г/м²), доля олигохет и хирономид в общей биомассе невелика (соответственно 3,2 и 4,8%), 91% биомассы обеспечивают своим развитием моллюски.

С начала 90 гг. и до настоящего времени экспедиционных исследований водохранилища практически не проводилось, за исключением нижнего района, в котором в течение нескольких лет изучалось воздействие теплового загрязнения.

Исследования 2001 г. показали, что тенденции изменения бентоса, отмеченные с конца 80-х гг., сохраняются. Преобладающее развитие также получают крупные моллюски, составляя 70% биомассы всех гидробионтов. Количество кормовых организмов невелико (хирономиды — 12%, олигохеты — 15%). Средняя общая биомасса донных животных несколько уменьшилась и составила 6,76 г/м², а доля кормового зообентоса увеличилась до 30%.

По-прежнему низкие и практически одинаковые величины кормовой биомассы наблюдаются в центральном и приплотинном районах (табл. 2). В верхнем районе, наоборот, отмечено наибольшее видовое обилие бентофауны и максимальная биомасса (15,3 г/м²).

Кроме того, в течение 90-гг. в донных сообществах произошли структурные перестройки. Так, в составе олигохетофауны в 2001 г. преобладающее развитие получают наидиды (*Uncinaxis uncinata* и др.), которые раньше отмечались крайне редко. Также широко распространился *Propappus volki* (вид, характерный для р. Камы до зарегулирования стока). В составе тубифицид доминантом стал *Pothamothrix hammoniensis* вместо *T. tubifex* и *L. hoffmeisteri*, которые теперь встречаются в ограниченных количествах.

Таблица 2. Распределение биомассы (г/м²) основных групп зообентоса Камского плеса водохранилища в 2001 г.

Группы организмов	Районы		
	Верхний	Центральный	Приплотинный
Олигохеты	1,92	0,5	0,59
Моллюски	11,9 / 0,49	0,56 / 0,16	1,81 / 0,16
Хирономиды	1,3	0,74	0,48
Прочие	0,15	0,15	0,17
Всего:	15,3/3,86	2,0/1,6	3,0/1,4

Примечание: Через дробь (/) указана биомасса кормового зообентоса.

Также в 2001 г. в верхнем районе водохранилища был трижды обнаружен мохнаторукий китайский краб *Eriocheir sinensis*, зарегистрированный ранее в волжских водохранилищах (Алексеевнина, Каган, 2001).

Таким образом, период относительной стабилизации донных сообществ, наблюдавшийся в 70–80 гг., когда уровень развития бентофауны позволял отнести Камское водохранилище к водоему мезотрофного типа, сменился периодом увеличения в бентофауне количества крупных моллюсков (особенно дрейссены), биомасса кормовых организмов снижается до уровня олиготрофных водоемов, имеющих низкое рыбохозяйственное значение.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексеевнина М.С., Губанова И.Ф. Характер развития бентофауны в Камском водохранилище // Комплексные исследования рек и водохранилищ Урала. Пермь, 1983. С. 74–80.
- Алексеевнина М.С. Структура донных зооценозов Камского водохранилища // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1988. Вып. 281. С. 87–91.
- Алексеевнина М.С., Каган А.М. Многолетние изменения бентофауны Камского водохранилища // Актуальные проблемы водохранилищ. Ярославль, 2001. С. 6–7.
- Грандильевская-Дексбах Н.М. Основные черты донной фауны и питания рыб Камского водохранилища (1955–59 гг.) // Тр. Урал. отделения ГосНИОРХ. 1961. Т. 5. С. 131–175.
- Громов В.В., Губанова И.Ф. Состояние донной фауны Камского водохранилища в 1970–72 гг. // Биологические ресурсы камских водохранилищ. Пермь, 1975. №338. С. 137–142.
- Таусон А.О. Водные ресурсы Молотовской области. Молотов, 1947. 321 с.

ДИНАМИКА ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ЛЕСА В КОНЦЕ XX ВЕКА (ГОРА КОНЖАКОВСКИЙ КАМЕНЬ, СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)

Д.С. Капралов

Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург

Актуальность данной темы обусловлена необходимостью исследования влияния глобального потепления климата на наземные экосистемы. Работа выполнялась в рамках совместного российско-швейцарско-германского научно-исследовательского проекта INTAS-01-0052. Цель настоящей работы — изучение пространственно-временной динамики лесотундровых экосистем на верхнем пределе их произрастания.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Район исследования расположен на западном макросклоне Тылайско-Конжаковско-Серебрянского горного массива. Изучение пространственно-временной динамики верхней границы леса проводили при помощи географической информационной системы (ГИС) ARC/INFO (ESRI Inc., США) и пакета по обработке аэрокосмической информации ERDAS IMAGINE (ERDAS Inc., США).

При помощи программного обеспечения ERDAS Imagine было произведено визуальное контурное дешифрирование растительных сообществ по яркости изображения ортотрансформированных аэрофотоснимков (АФС). В работе были использованы цифровые копии черно-белых 18×18 см ФАС залетов 1981 (масштаб 1:40000) и 2000 гг. (масштаб 1:50000).

При проведении процедуры ортотрансформации использовали цифровую модель рельефа (ЦМР), созданную в ГИС ARC/INFO на основе векторных покрытий, содержащих изолинии и отметки высот, а также объектов гидрологии. Векторные слои создавали путем оцифровки с раstra топографической карты масштаба 1:100000 (Рундквист, 1993). Для расчета гидрологически корректной цифровой модели рельефа использовали алгоритм TOPOGRID.

После проведения ортотрансформации снимки были объединены по годам в единые растровые покрытия с применением специальной процедуры — мозаики изображений. Для создания мозаик использовали по 10 аэрофотоснимков 1981 и 2000 гг. (рис. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате дешифрирования АФС выделено четыре пояса растительности: сомкнутый лес, редколесье, стланиковая растительность, тундра (рис. 2).



Рис. 1. Трехмерное изображение мозаики ортотрансформированных снимков 2000 года, наложенной на цифровую модель рельефа района исследований.

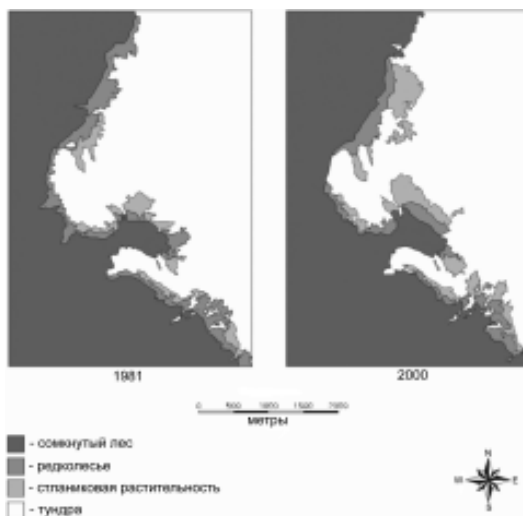


Рис. 2. Карто-схемы расположения поясов растительности западного макросклона горы Конжаковский камень в 1981 и 2000 гг.

Сравнительный анализ векторных покрытий растительности разных лет позволил установить среднее смещение верхней границы сомкнутого леса вверх по склону: на юго-западном, южном, северо-западном и западном мезасклонах на 50, 80, 70 и 60 м соответственно.

Установлено увеличение площади сомкнутого леса на 2,9%, стланиковой растительности — на 2,3% и уменьшение площади редколесий и тундры на 1,4 и 3,8% соответственно.

Для выявления общих закономерностей между движением границ сомкнутого леса и экологическими факторами — прямой солнечной радиацией и влажностью почв были рассчитаны растры распределения величин прямой солнечной радиации и топографического индекса влажности (ТИВ)

по территории района исследований. Для расчета первого слоя использовали модель SOLARFLUX (Rich et al., 1995), для второго — модель SINMAP (Pack et al., 1998). На рис. 3 приведено положение границы сомкнутого леса в 1981 и 2000 годах, наложенное на изображения растров уклона склона, прямой солнечной радиации и ТИВ.

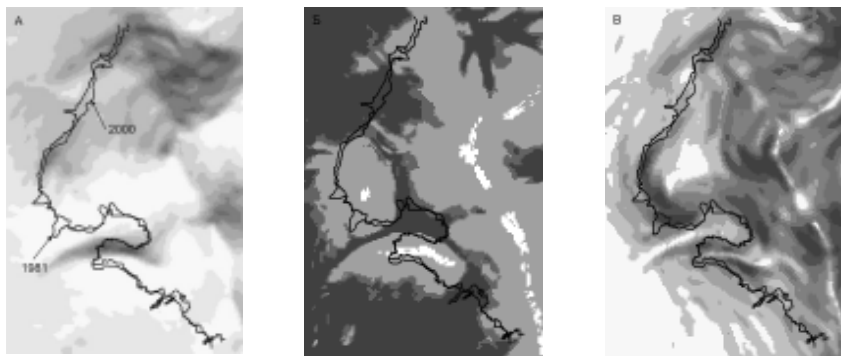


Рис. 3. Положение границы сомкнутого леса в 1981 и 2000 гг., наложенное на изображения растров распределения величин прямой солнечной радиации (А), топографического индекса влажности (Б) и величины уклона склона (В). Усиление интенсивности окраски означает увеличение значений показателей.

Проведение пространственного анализа смещения границы сомкнутого леса позволило установить, что на величину ее продвижения влияют все описанные выше факторы. Максимальное смещение (100–150 м) установлено при сочетании высокой или средней освещенности склона, среднем или высоком уровнях ТИВ и относительно небольших величинах уклона. Наиболее протяженный из всех участков территории, на которых практически отсутствует изменение местоположения границы леса, наблюдали при низком уровне освещенности, средней величине топографического индекса влажности и высоких значениях уклона.

Таким образом, проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

- за период с 1985 по 2000 гг. смещение границы сомкнутого леса вверх по западному макросклону горы Конжаковский камень составило в среднем 60 м;

- установлено увеличение площади сомкнутого леса на 2,9%, стланиковой растительности — на 2,3% и уменьшение площади редколесий и тундры на 1,4 и 3,8% соответственно;

– увеличение смещения границы сомкнутого леса происходит при возрастании освещенности и снижении уклона склона при среднем или высоком значениях топографического индекса влажности.

Работа выполнена благодаря финансовой поддержке фонда INTAS (грант 01–0052).

ЛИТЕРАТУРА

Рундквист Н.А. Сто дней на Урале. 1993. 102 с.

Pack R.T., Tarboton D.G., Goodwin C.N. SINMAP User's Manual. 1998.

Rich P.M., Hetrick W.A., Saving S.C. Modeling Topographic Influences on Solar Radiation: A Manual for the SOLARFLUX Model. Los Alamos, 1995.

ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ И ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МУХОЛОВКИ-ПЕСТРУШКИ (*FICEDULA HYPOLEUCA*) В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ МЕСТООБИТАНИЙ

А.А. Карфидова

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Одной из задач экотоксикологии является изучение ответных реакций биосистем разного уровня организации на токсическое воздействие. Гематологические показатели имеют особое значение, поскольку система крови играет ключевую роль в поддержании гомеостаза в организме и формировании адаптаций к воздействию внешних факторов.

При оценке загрязненности окружающей среды мутагенами особый интерес представляет использование микроядерного теста (Крысанов, Дмитриев, 1993). Помимо этого микроядерный тест позволяет судить об эффективности процессов, направленных на поддержание гомеостаза в организме животного, подвергнувшегося токсическому воздействию (Ильинских и др., 1991).

Работ по исследованию воздействий промышленного загрязнения на физиологию диких видов птиц и, в частности, на кровь, а также с использованием микроядерного теста применительно к птицам — незаслуженно мало. Ведь птицы по сравнению с другими группами животных имеют ряд преимуществ (Лебедева, 1999). Кроме того, нам не известны подобные работы, которые бы проводились в Уральском регионе.

Подобные данные могут быть использованы как при мониторинге состояния окружающей среды, так и в системе нормирования техногенно загрязненных наземных экосистем.

Цель работы — изучение воздействия техногенного загрязнения, главным образом, на гематологические и цитогенетические параметры мухоловки-пеструшки (*Ficedula hypoleuca*).

РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЙ

Сбор материала проводили в районе Среднеуральского медеплавильного завода (СУМЗ) в г. Ревда Свердловской области. В составе выбросов преобладают диоксид серы и тяжелые металлы, в основном медь, цинк, свинец, а также мышьяк (Воробейчик и др., 1994).

В градиенте нагрузки выделены три качественно различающиеся зоны: импактная (1–2 км от завода), буферная (3–15 км) и фоновая (свыше 15 км). Критерием для их выделения послужило содержание тяжелых металлов в почве и снеге (Воробейчик и др., 1994). В каждой зоне заложено по 2–4 площадки с искусственными гнездовьями.

Подробное описание зон загрязнения и площадок опубликовано ранее (Воробейчик и др., 1994; Бельский и др., 1995).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа проведена в июне – июле 2000–2001 гг. Объектом исследования стали птенцы в возрасте 14 дней (перед вылетом) и гнездящиеся особи мухоловки-пеструшки — наиболее многочисленного для этого района вида-дуплогнездника.

Кровь брали из локтевой вены (прижизненно). Из свежих образцов крови готовили мазки для дальнейшего изучения в условиях лаборатории и определяли количество гемоглобина по Сали. У птенцов отмечали наличие эктопаразитов (сем. Calliphoridae). Во время полевых работ были взяты мазки и анализы крови у 197 птиц из разных зон (43 взрослых особи и 154 птенца).

Мазки фиксировали раствором Май-Грюнвальда с последующим окрашиванием по Романовскому. На мазках крови подсчитывали количество эритроцитов с микроядрами (на 2000 эритроцитов), соотношение зрелых и юных эритроцитов (на 200 клеток), а также считали лейкоцитарную формулу (на 100 лейкоцитов). При ее подсчете учитывали следующие виды клеток: псевдоэозинофилы (юные, палочкоядерные, сегментоядерные), эозинофилы, базофилы, моноциты, лимфоциты (Кудрявцев, Кудрявцева, 1974).

Концентрации металлов в печени осуществляли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии на приборе ААС-3 (Германия).

Общую токсическую нагрузку рассчитывали по формуле: $TН_{общ} = (TН_{меди} + TН_{свинца} + TН_{кадмия}) / 3$, где $TН$ — отношение абсолютного содержания металла в печени конкретной особи к минимальному встреченному значению. Исследовано 37 птенцов (по одному из гнезда).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Содержание тяжелых металлов в печени птенцов из районов с различной токсической нагрузкой показано на рис. 1. Общая токсическая нагрузка у птенцов увеличивается по мере приближения их местообитаний к заводу. Уровни токсической нагрузки соотносились как 1 : 2,5 : 4,6.

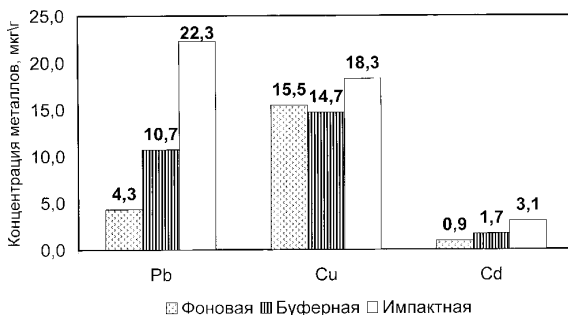


Рис. 1. Содержание тяжелых металлов в печени птенцов из зон с различной техногенной нагрузкой.

Результаты исследования системы красной крови мухоловки-пеструшки представлены в таблице. Отмечено достоверное изменение показателей красной крови птенцов по мере роста токсической нагрузки: снижение уровня гемоглобина и увеличение содержания функционально малоактивных эритроцитов в периферической крови.

При анализе распределения птенцов по содержанию гемоглобина было выявлено, что в контрольной выборке число птенцов, имеющих содержание гемоглобина менее 80 г/л, составляет 6,8% (рис. 2). Уровень гемоглобина в крови менее 80 г/л мы приняли в качестве нижней границы нормы, ниже которой выявляется анемия.

Птенцов, имеющих содержание гемоглобина менее 80 г/л, больше всего в импактной зоне — 16%, в буферной зоне таких птенцов чуть больше, чем на контроле — 7%. Птенцов с содержанием гемоглобина менее 60 г/л в зоне сильного загрязнения не наблюдали, в то время как в буферной зоне таких птенцов около 6%, а на контрольной территории — 2%.

Корреляционный анализ показал достаточно высокую степень отрицательной корреляции ($R = -0,6$) между содержанием гемоглобина и токсической нагрузкой у птенцов, не зараженных эктопаразитами. Птенцы, пораженные Calliphoridae, имеют более низкое содержание гемоглобина при одинаковой токсической нагрузке.

Таблица. Гематологические показатели мухоловки-пеструшки в зависимости от загрязненности местообитания

Показатели	Зоны токсической нагрузки		
	Фоновая	Буферная	Импактная
Общее количество псевдоэозинофилов	$8,1 \pm 1,2$ Б* 2,6±0,8	$5,3 \pm 0,8$ Ф 5,0±1,1	$8,1 \pm 1,4$ 5,2±1,2
Эозинофилы	$3,5 \pm 0,5$ 4,1±1,8	$5,7 \pm 0,9$ * 3,1±0,5	$5,3 \pm 1,3$ 2,2±1,2
Базофилы	$11,2 \pm 1,2$ Б* 4,6±0,8	$6,4 \pm 0,8$ Ф, И 6,4±1,6	$10,3 \pm 1,1$ Б* 5,0±1,2
Моноциты	$3,1 \pm 0,6$ * 1,0±0,4	$4,4 \pm 0,9$ * 1,8±0,5	$2,8 \pm 0,4$ * 1,2±0,6
Лимфоциты	$74,1 \pm 2,0$ * 87,6±2,6	$78,2 \pm 2,2$ * 84,4±1,7	$73,5 \pm 2,4$ * 86,3±2,6
Юные эритроциты, %	$90,8 \pm 0,8$ И, Б* 95,9±0,6	$87,8 \pm 0,9$ Ф, И* 96,4±0,5	$83,1 \pm 1,5$ Ф, Б* 95,4±0,5
Гемоглобин, г/л	$110,1 \pm 1,9$ И, Б* 121,8±1,7 Б	$101,1 \pm 2,6$ Ф* 115,9±2,1 Ф	$97,9 \pm 2,7$ Ф* 118,5±1,9

Над чертой – птенцы; под чертой – взрослые особи;

Ф – достоверные различия с контрольной территорией;

Б – достоверные различия с буферной зоной;

И – достоверные различия с зоной сильного загрязнения;

* - обнаружены достоверные различия между птенцами и родителями.

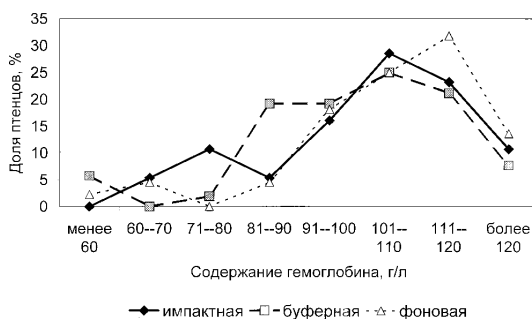


Рис. 2. Распределение птенцов по содержанию гемоглобина в периферической крови.

Отмечено повышенное содержание юных эритроцитов в периферической крови птенцов, подвергшихся воздействию токсикантов, по сравнению с контрольными птенцами. Так, в импактной зоне уровень молодых эритроци-

тов у птенцов оказался выше, чем в контрольной выборке в 1,6 раза, а в буферной зоне — в 1,1 раза (все различия достоверны) (рис. 3). У птенцов, пораженных паразитами, отмечены самые высокие показатели содержания незрелых эритроцитов, превышающих контрольные в 2,4 раза.

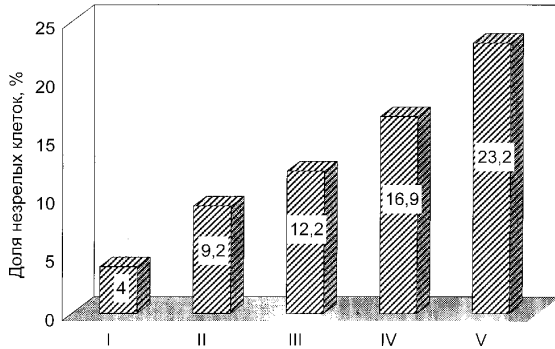


Рис. 3. Содержание молодых эритроцитов в крови птиц: I — взрослые особи из всех зон загрязнения, II — контрольная выборка птенцов, III — птенцы из буферной зоны, IV — птенцы из зоны сильного загрязнения, V — птенцы, зараженные паразитами (импактная и буферная зоны).

Аналогичные показатели у половозрелых особей достоверно отличаются от таковых у птенцов. Содержание гемоглобина у последних ниже, а доля функционально неактивных эритроцитов выше. Токсическая нагрузка слабо отразилась на показателях красной крови взрослых птиц. Отмечено достоверное снижение уровня гемоглобина у взрослых особей из буферной зоны по сравнению с контрольной выборкой. Отмечена тенденция к снижению концентрации гемоглобина и функционально активных эритроцитов в крови взрослых птиц с увеличением токсической нагрузки (табл.).

Соотношение разных форм лейкоцитов в крови птиц представлено в таблице. В крови птенцов из буферного и контрольного участков отмечены достоверные различия в содержании псевдоэозинофилов и базофилов. Достоверных отличий в лейкоцитарной формуле птенцов из зоны сильного загрязнения и контроля не обнаружено. В зоне умеренного загрязнения у птенцов отмечен сдвиг лейкоцитарной формулы влево по сравнению с контрольной выборкой, а в зоне сильного загрязнения показатели приближены к контрольным. Отмечено увеличение относительного числа лимфоцитов в крови птенцов из буферной зоны. У птенцов, пораженных эктопаразитами, отмечено снижение отно-

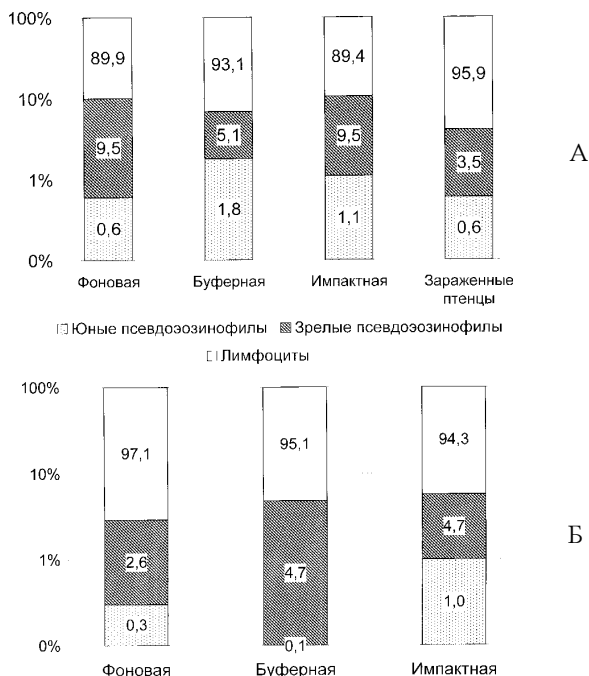


Рис. 4. Соотношение основных форм лейкоцитов у птиц в разных зонах загрязнения и у зараженных птенцов (А — птенцы, Б — взрослые особи).

сительного числа псевдоэозинофилов при одновременном увеличении доли лимфоцитов (рис. 4).

Изменение уровня содержания микроядер в эритроцитах периферической крови мухоловки-пеструшки по мере увеличения токсической нагрузки показано на рис. 5. Количество эритроцитов с микроядрами у птенцов значительно выше, чем у взрослых птиц. Наибольшее количество микроядер как у птенцов, так и у их родителей наблюдается в буферной зоне. В целом, содержание микроядер в эритроцитах птенцов из буферной и фоновой зон выше, чем у взрослых примерно в 2 раза, в то время, как в импактной зоне это различие составляет 6,1 раза.

Корреляционный анализ не выявил взаимосвязи между частотой встречаемости микроядер и содержанием тяжелых металлов в печени птенцов. Уровень микроядер также не зависит от пораженности птенцов эктопаразитами.

Число эритроцитов с микроядрами у взрослых птиц не превышало 2 на 2000 клеток, в то время как у птенцов их число достигало 12. В сред-

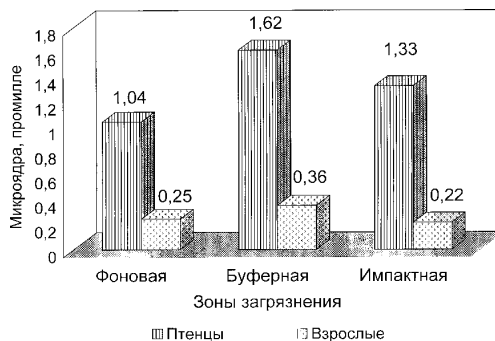


Рис. 5. Содержание микродрер в эритроцитах периферической крови птиц в разных зонах токсической нагрузки.

нем у большинства птенцов наблюдалось от 2 до 6 клеток с микродрами на 2000 эритроцитов. Максимальное количество птенцов с наибольшим числом цитогенетических нарушений (более 6) отмечено в буферной зоне (16,7%), в импактной зоне число таких птенцов даже ниже, чем в контрольной выборке (3,7% против 6,6%).

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты свидетельствуют о наибольшей чувствительности к антропогенному загрязнению показателей красной крови (количество гемоглобина, соотношение зрелых и незрелых форм эритроцитов).

С увеличением токсической нагрузки у птенцов происходит угнетение дыхательных процессов, а также общее ослабление организма, что выражается в снижении содержания гемоглобина и «экстренному выбросу» в периферическую кровь из костного мозга большого количества не успевших созреть эритроцитов. Нами показано, что дозы токсических веществ, которые получают птенцы на загрязненной территории, вызывают анемию. Так, в зоне умеренного загрязнения патологические процессы заметны еще не так сильно, а в импактной зоне количество анемичных птенцов достигает уже 16%. Снижение концентрации гемоглобина сопровождается сокращением доли зрелых эритроцитов. Доля юных форм эритроцитов в периферической крови птенцов увеличивается с приближением их местообитаний к источнику загрязнения.

Зараженность паразитами обуславливает более низкий уровень гемоглобина, и, соответственно, более высокое содержание незрелых эритроцитов. Можно предположить, что снижение уровня гемоглобина в группе пораженных птенцов в большей степени зависит именно от наличия эктопаразитов,

чем от общей токсической нагрузки. Зараженные птенцы отличаются также меньшей массой, неадекватным поведением, неровным и тусклым оперением, что свидетельствует об ослаблении организма и не может не сказаться на гематологических параметрах.

Реакция системы красной крови на загрязнение у взрослых особей, в отличие от птенцов, выражена слабее. Интенсификации эритропоэза не происходит, однако уровень гемоглобина снижается с увеличением токсической нагрузки. То есть угнетение дыхательных процессов наблюдается и у взрослых особей.

Лейкоциты тесно связаны с иммунной системой организма. Они осуществляют фагоцитоз, участвуют в нейтрализации токсинов. Разные виды лейкоцитов специализируются на различных функциях. Нарушения в организме вызывают изменения количества определенных видов лейкоцитов в зависимости от специфики действия фактора (Кудрявцев, Кудрявцева, 1974).

Реакция белого ростка крови на токсическое воздействие выражена в меньшей степени, чем у красной крови, и обуславливается ответом иммунной системы на воздействие токсических веществ. Псевдозоинофилы являются наиболее активными фагоцитами, и изменения в их качественном и количественном составе могут говорить об эффективности иммунных реакций в градиенте нагрузки. В зоне умеренного загрязнения ответ иммунной системы на токсическое воздействие проявляется в наибольшей степени. Это выражается не только в повышении активности лейкопоэза, но и в увеличении относительного числа лимфоцитов. В зоне сильного загрязнения ответа иммунной системы не отмечено, что может быть связано с процессами адаптации к токсическим факторам среды.

Заражение птенцов эктопаразитами оказывает существенное влияние на исследуемые показатели, поэтому при оценке токсических эффектов необходимо учитывать этот фактор.

Увеличение числа цитогенетических нарушений с приближением местобитаний птиц к источнику загрязнения не связано с влиянием тяжелых металлов, принимаемых во внимание в нашем исследовании. Мутагенными факторами могут являться другие компоненты выбросов завода.

Располагая полученными данными, можно заключить, что с возрастом происходит совершенствование механизмов поддержания гомеостаза в организме. Описание этого факта встречается и в литературе (Ильинских и др., 1991).

Поскольку образование микроядер напрямую связано с процессами поддержания гомеостаза в организме, то, по результатам наших исследований, можно заключить, что цитогенетическая стабильность неодинакова в зонах с различной техногенной нагрузкой.

Опираясь на результаты микроядерного теста и исследования лейкоцитарной формулы, можно заключить, что буферная зона является своеобразной

границей, на которой происходит перестройка и сбой в механизмах поддержания гомеостаза в организме.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Повышенные дозы токсических веществ угнетают дыхательную функцию крови, вызывая анемию. Отмечены изменения качественного состава лейкоцитов в крови птенцов, подвергшихся стрессовому фактору. Зараженность паразитами влияет на гематологические параметры птиц, поэтому при оценке влияния токсического воздействия необходимо учитывать этот фактор. Процессы, направленные на поддержание цитогенетического гомеостаза в организме, нарушены у птиц из градиента нагрузки. Реакция взрослых особей на антропогенное загрязнение в целом такая же, как и у птенцов, но выражена значительно слабее. Процессы, направленные на поддержание гомеостаза в организме птенцов, еще окончательно не сформированы. Буферная зона — зона, где происходит перестройка и сбой в механизмах поддержания гомеостаза в организме.

ЛИТЕРАТУРА

- Бельский Е. А., Безель В. С., Поленц Э. А. Ранние стадии гнездового периода птиц-дуплогнездящих в условиях техногенного загрязнения // Экология. 1995. № 1. С. 46–52.
- Болотников И.А., Соловьев Ю.В. Гематология птиц. Л.: Наука, 1980. 116 с.
- Воробейчик Е. Л., Садыков О. Ф., Фарафонов М. Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). Екатеринбург: УИФ «Наука», 1994. 280 с.
- Ильинских Н.Н., Новицкий В.В., Ванчугова Н.Н., Ильинских И.Н. Микроядерный анализ и цитогенетическая нестабильность. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1991. 270 с.
- Крысанов Е. Ю., Дмитриев С. Г. Генетический подход // Биотест: интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов. М., 1993.
- Кудрявцев А.А., Кудрявцева Л.А. Клиническая гематология животных. М.: Колос, 1974. 399 с.
- Лебедева Н. В. Экоотоксикология и биогеохимия географических популяций птиц. М.: Наука, 1999. 199 с.
- Averbeck Ch. Haematology and blood chemistry of healthy and clinically abnormal Great black-backed gulls (*Larus marinus*) and Herring gulls (*Larus argentatus*) // Avian Pathol. 1992. № 2. P. 215–223.
- Nyholm N. E. I. Influence of heavy metal exposure during different phases of the ontogeny on the development of Pied Flycatchers, *Ficedula hypoleuca*, in natural populations // Archives of Environmental contamination and toxicology. 1998. V. 35. P. 632–637.
- Nyholm N. E. I. Monitoring of terrestrial environmental metal pollution by means of free-living insectivorous birds // Annali di chimica. 1995. V. 85. P. 343–350.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ГПЗ «ПРИСУРСКИЙ»

А.А. Кириллов

Чувашский госуниверситет, г. Чебоксары

Исследования проводились в период с 1999 по 2002 годы с целью описания основных типов почв заповедника «Приурский» с последующим мониторингом и составлением подробной почвенной карты заповедника.

По пятибальной системе категорий сложности заповедник можно отнести к третьей категории: лесные районы с ясно расчлененным рельефом, наличием заболоченных площадей не более 20% и с неоднородным почвенным покровом (Мотузова, 1990).

В период исследований был заложен ландшафтный профиль (пересекает заповедник посередине, длина маршрута 20 км). Проведено морфологическое описание почвенных разрезов профиля.

Было выкопано 70 почвенных разрезов: 43 — серые лесные, 27 — подзолистые почвы. Преимущественное распространение получили слабоподзолистые почвы. По механическому составу — песчаные и супесчаные почвы.

К интенсивному оподзоливанию почв ведет преобладание хвойных лесов. Леса на территории заповедника вторичные. В 1999 г. был заложен стационарный разрез мощностью 220 см. Было сделано морфологическое описание светло-серой лесной легкосуглинистой почвы на делювиальном суглинке и начата работа по изучению физических свойств почв заповедника.

Подзолистые почвы распространены в северной, юго-восточной и восточной частях заповедника. Почвообразующими породами являются древне-аллювиальные, преимущественно песчаные и супесчаные отложения террас, эллювий и делювий коренных пород, карбонаты отсутствуют.

Растительность представлена лесной и болотной формациями. В состав преобладающей лесной входят хвойные леса. Лесообразующими породами являются *Picea excelsa* L. и *Pinus sylvestris* L. Преобладает мохово-лишайниковая растительность.

Дерново-подзолистые почвы распространены по всей территории заповедника в комплексе со скрытоподзолистыми и серыми лесными типами почв. Развиваются в лесостепных условиях под хвойно-лиственными лесами и формируются при сильном дренаже овражно-балочной сетью и довольно глубоким залеганием уровня грунтовых вод.

Тип серых лесных почв распространен в лиственно-лесной зоне и возник из дерново-слабоподзолистых почв. Часть зоны располагается в центральной

части заповедника под пологом мелколиственных и хвойных пород деревьев, среди которых *Betula pendula* Roth., *Populus tremula* L., *Corilus avellana* L., *Tilia cordata* Mill., *Sorbus aucuparia* L., *Acer platanoides* L., *Picea abies* (L.) Karst, *Pinus sylvestris*.

Почвообразующими породами серых лесных почв Чувашии являются элювиально-делювиальные или делювиальные глины и суглинки, которые сочетаются с покровными лессовидными суглинками.

Предложенные выше подтипы серых лесных почв наиболее часто встречаются на территории заповедника, особо можно выделить светло-серую лесную почву, залегающую под сосняком разнотравным ($C_{\text{лр}}$).

В результате проведенных исследований были изучено и дано морфологическое описание основных типов почв Алатырского участка заповедника «Присурский», выявлены основные закономерности распределения почв по территории в зависимости от типов растительности, построен схематический ландшафтный профиль по территории заповедника по направлению запад — восток. Выявлено, что наиболее распространенными почвами являются песчаные подзолистые, дерново-подзолистые в сочетании с песчаными светло-серыми лесными почвами.

Были выявлены следующие типы почв: скрытоподзолистая песчаная на аллювиальных отложениях, слабоподзолистая песчаная на аллювиальных отложениях, дерново-слабоподзолистые супесчаные на делювиальных суглинках и аллювиальных отложениях, дерново-среднеподзолистые песчаные и супесчаные на аллювиальных отложениях, дерново-сильноподзолистые суглинистые на делювиальных суглинках, светло-серые лесные суглинистые на делювиальных суглинках, светло-серые лесные супесчаные и песчаные на аллювиальных отложениях, типично серые лесные суглинистые на делювиальных суглинках, темно-серые лесные суглинистые на делювиальных суглинках.

В размещении типов почв наблюдаем следующую закономерность: точная часть возвышенна, для данной территории свойственны подзолистые песчаные и супесчаные на возвышенных участках и дерново-подзолистые в сочетании с серыми лесными в понижениях. Из подзолистых — среднеподзолистые, из дерново-подзолистых — дерново-сильноподзолистые почвы. В центральной части большую территорию занимают светло-серые лесные песчаные и суглинистые, слегка оподзоленные. Появляются лиственные породы деревьев, рельеф становится более пологим. Местами появляются темно-серые лесные суглинистые почвы на делювиальных суглинках, мощность гумусового горизонта которых превышает 25 см. В северной части можно наблюдать скрытоподзолистые почвы, где практически отсутствует гумусовый горизонт, но наблюдается посерение на желтоватом фоне.

АНАЛИЗ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ ЗЕМЛИ

Е.А. Кондратьева

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Важным аспектом структуры популяции является возрастное распределение, то есть соотношение численностей особей разных возрастных классов. В демографии человека используются многие методы оценки динамики численности популяций, например, демографические таблицы, а также кривые выживания. Для эколога основное значение демографических таблиц заключается в том, что они отражают стратегию, используемую популяцией для выживания.

Нашей задачей являлся анализ возрастной структуры населения людей с учетом закономерностей популяционной демографии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для анализа возрастной структуры населения людей с учетом закономерностей популяционной демографии использовали Международную базу данных U.S. Census Bureau, содержащую демографические данные для всех стран мира, в том числе сведения о возрастной структуре. Данные суммированы по пятилетним интервалам, причем есть информация как об общей численности населения, так и о численности населения отдельно мужчин и женщин.

На основании этих данных, оценили виртуальную ожидаемую продолжительность жизни для каждой возрастной группы для разных стран по формуле:

$$T(S_x) = \frac{\sum_{y=x}^n S_y}{S_x}, \text{ где } S_x = \frac{n_x}{n_0} \text{ (доля данного возрастного класса по отношению к нулевому классу).}$$

Если возрастное распределение стабильно (численность изменяется с постоянной скоростью), то $S_x = l_x * e^{-rx}$, где l_x — выживаемость, r — скорость роста, x — возрастной класс. Ясно, что при $r=0$ $S_x = l_x$.

Мы сопоставили величины продолжительности жизни T , вычисленные с учетом изменений численности за последние 10 лет, с величинами, вычисленными по приведенной формуле. Полученные величины мало отличались, и тенденция очевидно сохранялась. Поэтому мы отдали предпочтение методу, который не требует сложных математических действий, но позволяет увидеть состояние возрастной структуры популяции в конкретный момент времени (как «мгновенный срез»). Поэтому вычисленную таким образом ожидаемую продолжительность жизни мы называем «виртуальной».

Обработка данных велась с помощью компьютерных программ «Microsoft Excel» и «Statistica».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Двухфакторный дисперсионный анализ связи некоторых интегральных демографических характеристик с рядом факторов — таких как валовый национальный продукт, уровень образованности, климатическая зона по данным Population Reference Bureau, позволил выявить явно нелинейный характер этих связей, что проявляется в значимом влиянии взаимодействий факторов на демографические характеристики (табл.). При этом в странах второй климатической зоны («жаркие») увеличение образованности скорелировано с уменьшением смертности, чего не наблюдается в странах первой климатической зоны, присутствует даже тенденция к увеличению смертности в более «образованных» (и более богатых) странах (Кондратьева, 2002).

Таблица . Результаты двухфакторного дисперсионного анализа влияния уровня образованности и принадлежности стран к разным климатическим зонам на общую смертность

Факторы	1 – уровень образованности, 2 – климатическая зона					
	df	Средний квадрат	df	Ошибка среднего квадрата	F	p
1	1	137,9778	131	20,21941	6,82403	0,010044
2	1	4,8338	131	20,21941	0,23907	0,625698
12	1	265,9344	131	20,21941	13,15243	0,000410

Можно предположить, что такая нелинейность связана с напряженностью жизни в развитых странах, а также их расположением в относительно неблагоприятных климатических условиях, что не может не отражаться на демографической структуре населения.

Для «развивающихся» стран (расположенных в жарком климате) кривая ожидаемой виртуальной продолжительности жизни монотонно возрастает с увеличением возраста (рис. 1).

Для богатых стран (расположенных в холодных климатических зонах) кривая немонотонна, имеются локальные минимумы (рис. 2). Наиболее выраженный минимум приходится на возраст 20–40 лет — то есть возраст наибольшей активности (размножение, взаимодействие с ресурсами).

В России, странах СНГ и Восточной Европы отмечается та же тенденция (рис. 3).

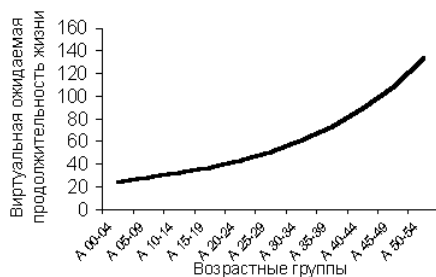


Рис. 1. Зависимость «виртуальной» ожидаемой продолжительности жизни от возраста в странах «третьего мира» на примере Афганистана.

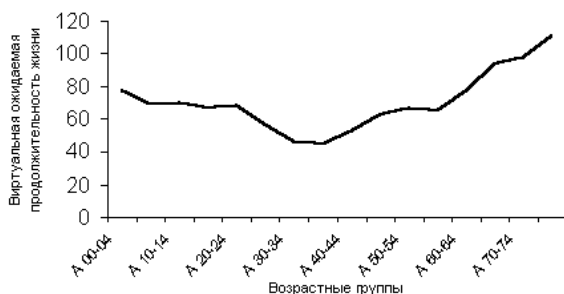


Рис. 2. Зависимость «виртуальной» ожидаемой продолжительности жизни от возраста в развитых странах на примере Австрии.



Рис. 3. Зависимость «виртуальной» ожидаемой продолжительности жизни от возраста в странах СНГ на примере России.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В изменении кривой виртуальной продолжительности жизни выявлены две тенденции — монотонное возрастание с увеличением возраста (в жарких странах с низким уровнем валового национального продукта) и наличие выраженных локальных минимумов (в странах с высоким уровнем валового продукта, расположенных в холодном климате).

Таким образом, несмотря на большую удельную ожидаемую продолжительность жизни, в развитых «холодных» странах наиболее активные («ценные» для популяции) группы населения относительно более уязвимы, чем в развивающихся «жарких» странах.

ЛИТЕРАТУРА

- Кондратьева Е.А. Экологический подход к демографической характеристике населения Земли // Биота горных территорий: история и современное состояние. Материалы конф. Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2002. С. 86–88.
- Population Reference Bureau (www.worldpop.org/prbdata.htm).
- U.S. Census Bureau International Data Base (www.census.gov).

НОВЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ СВЯЗЕЙ ЭКТОПАРАЗИТОВ СО СРЕДАМИ ОБИТАНИЯ ПЕРВОГО И ВТОРОГО ПОРЯДКОВ

Н.П. Кораллю, И.И. Богданов, В.В. Дмитриев, С.Б. Чачина

Омский государственный педагогический университет

Существенным компонентом природных экосистем являются эктопаразиты — кровососущие членистоногие, чье видовое разнообразие зачастую превышает разнообразие их хозяев. Для оценки обилия, разнообразия и степени связи эктопаразитов с хозяевами в природных очагах инфекций используется ряд общепринятых статистических методов.

Известно, что хозяин является для паразита средой обитания 1-го порядка, а среда обитания хозяина — средой обитания 2-го порядка для паразита. Причем, для эктопаразитов значение среды обитания 2-го порядка тем значительнее, чем больше времени он проводит вне тела хозяина. При этом связь с телом хозяина будет тем теснее, чем менее благоприятны для эктопаразита условия среды 2-го порядка. Для оценки связи эктопаразита со средами обитания 1-го и 2-го порядков предложен гостально-топический индекс — новый

зоолого-паразитологический показатель, оценивающий степень связи паразита с биотопом через связь с хозяином.

Гостально-топический показатель рассчитан методом кластерного анализа при обработке сборов эктопаразитов с мелких млекопитающих (грызунов и насекомых), отловленных в наиболее типичных биотопах (луга, колки, болота, ивняки, сплавины) северной лесостепи Омской области. Всего для проведения данного исследования было собрано 1474 экземпляра мелких млекопитающих (1075 грызунов и 399 насекомых) и 1544 экземпляра гамазовых клещей 8 видов: *Haemogamasus ambulans* (387 экз.), *Hg. nidi* (5 экз.), *Hg. nidiformes* (3 экз.), *Hirstionyssus isabellinus* (343 экз.), *Hi. eusoricis* (353 экз.), *Laelaps clethrionomydis* (20 экз.), *L. hilaris* (149 экз.), *L. pavlovskyi* (284 экз.).

Формула гостально-топического индекса:

$$HT_i = \frac{n}{N} - \frac{n_i}{N_i} \cdot \frac{n_h}{N_h}, \text{ где } HT_i — \text{гостально-топический индекс, } n — \text{количе-}$$

ство эктопаразитов данного вида на данном виде хозяина в данном биотопе, N — количество эктопаразитов всех видов на данном виде хозяина в данном биотопе, n_i — количество хозяев данного вида в данном биотопе, N_i — количество хозяев всех видов в данном биотопе, n_h — количество эктопаразитов данного вида в данном биотопе, N_h — количество эктопаразитов всех видов в данном биотопе.

Для интерпретации результатов вычисления предложено две гипотезы:

При значении $HT_i \approx 0$ связь с биотопом через хозяина не выражена (100% за 1-ю гипотезу — эктопаразит непосредственно связан с биотопом).

При значении $HT_i \neq 0$ (больше или меньше 0) связь с биотопом через хозяина выражена в той или иной степени — тем выше, чем больше отличие от 0 (n% за 2-ю гипотезу — эктопаразит связан с биотопом в той или иной мере через связь с этим биотопом хозяина) (табл. 1).

Для практических целей можно считать, что при значении $HT_i < 0,1$ — выраженная связь с биотопом помимо хозяина; при значении $0,1 < HT_i < 0,5$ — умеренная связь с биотопом через хозяина; при значении $HT_i > 0,5$ — выраженная связь с хозяином.

При оценке гостально-топических связей у гамазовых клещей трех исследуемых родов были получены следующие данные (табл. 2, 3).

В целом, в северной лесостепи паразитические гамазовые клещи наиболее многочисленных видов образуют следующий ряд по среднему взвешенному значению HT_i : *Hg. ambulans* (0,229); *L. hilaris* (0,302); *Hi. isabellinus* (0,372); *Hi. eusoricis* (0,633); *L. clethrionomydis* (0,729); *L. pavlovskyi* (0,745). Прослеживается четкая корреляция со степенью гостальности: первые три вида выражено полигостальные, последние три — олигостальные.

Таблица 1. Значения гостально-точечного индекса

Значение HT_i	за 1-ю гипотезу	за 2-ю гипотезу
$\pm 0,00016$	99 %	1 %
$\pm 0,0039$	95 %	5 %
$\pm 0,016$	90 %	10 %
$\pm 0,064$	80 %	20 %
$\pm 0,148$	70 %	30 %
$\pm 0,455$	50 %	50 %
$\pm 1,07$	30 %	70 %

Таблица 2. Гостально-точечные индексы фоновых видов гамазовых клещей родов *Hirstionyssus*, *Haemogamasus*, *Laelaps* в различных биотопах северной лесостепи Омской области

Биотопы	Колки	Луга	Болота	Ивняки	Сплавнины
Виды клещей					
<i>Hg. ambulans</i>	<u>0,034</u> * 0,996	<u>0,217</u> 0,400	<u>0,003</u> 0,312	<u>-0,005</u> 0,473	<u>-0,025</u> 0,299
<i>Hi. isabellinus</i>	<u>0,019</u> 0,414	<u>0,186</u> 0,273	<u>0,007</u> 0,725	<u>0,054</u> 0,504	0,060 **
<i>Hi. eusoricis</i>	<u>-0,026</u> 0,790	<u>0,017</u> 0,630	<u>-0,017</u> 0,709	<u>0,038</u> 0,872	<u>-0,206</u> 0,582
<i>L. clethrionomydis</i>	—	—	0,727	—	—
<i>L. hilaris</i>	0,208	<u>0,076</u> 0,232	0,257	0,164	0,412
<i>L. pavlovskyi</i>	<u>0,046</u> 0,853	0,582	<u>0,034</u> 0,792	0,396	—

* - числитель - минимальное значение, знаменатель - максимальное;

** - одна цифра - получен единственный результат.

Таблица 3 показывает, что нарастание связи с хозяином у *Hg. ambulans* проходит по следующему экологическому профилю: сплавины — болота — колки — луга — ивняки. Видно, что во влажных стациях эта связь слабее. У *Hi. isabellinus*, наоборот, прослеживается возрастание такой связи именно во влажных стациях: луга — колки — ивняки — болота. Сходное возрастание паразито-хозяинной связи наблюдается и у *L. hilaris*: ивняки — колки — луга — болота — сплавины.

Несколько другая картина наблюдается для олигогостальных видов. Так, для *Hi. eusoricis*: луга — сплавины — болота — ивняки — колки, а для *L. pavlovskyi*: ивняки — луга — болото — колки. Здесь не прослеживается сколько-нибудь заметной тенденции связи с влажностью биотопов, но в боль-

Таблица 3. Среднее взвешенное значение гостально-топического индекса некоторых фоновых видов гамазовых клещей родов *Hirstionyssus*, *Haemogamasus*, *Laelaps* в различных биотопах северной лесостепи Омской области (подсчитаны только для видов, собранных с двух и более хозяев в двух и более биотопах)

Биотопы	Колки	Луга	Болота	Ивняки	Сплавины
Виды клещей	—	—	—	—	—
<i>Hg. ambulans</i>	0, 297	0, 304	0, 266	0, 379	0, 230
<i>Hi. isabellinus</i>	0, 336	0, 253	0, 465	0, 397	—
<i>Hi. eusoricis</i>	0, 727	0, 533	0, 626	0, 696	0, 563
<i>L. hilaris</i>	0, 209	0, 214	0, 258	0, 164	0, 412
<i>L. pavlovskyi</i>	0, 837	0, 582	0, 728	0, 396	—

шинстве биотопов отмечается выраженная связь с хозяином. В то же время у эвригостальных видов отмечена умеренная связь с биотопом через хозяина, находящаяся в прямой или обратной зависимости от увлажненности биотопа.

Таким образом, предлагаемый нами новый зоолого-паразитологический индекс является достаточно информативным показателем, характеризующим степень связи паразитических гамазовых клещей с их хозяевами и с биотопами, и может достоверно характеризовать особенности их жизненных схем.

ПЕЩЕРНАЯ ГИЕНА НА УРАЛЕ

Ю.Э. Кропачева

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

В данной работе обобщены сведения о пещерной гиене (*Crocuta spelaea*, Goldfuss, 1823) из различных местонахождений на Урале. По литературным сведениям составлен список находок *Crocuta spelaea*, который был в значительной мере дополнен новыми данными, полученными в результате полевых работ 2002 г. Южным палеозоологическим отрядом ГУ ИЭРиЖ УрО РАН при раскопках пещеры Сыртинская (Кузьмина, 2002). В настоящее время это самая южная точка нахождения пещерной гиены на Урале.

Выявленные местонахождения с костными остатками *Crocuta spelaea* располагаются, в основном, на территории Южного Урала, за исключением единственной находки на Среднем Урале в гроте Большой Глухой (Пермская обл., западные предгорья Уральских гор). Это самая северная точка находок этого вида (Кузьмина и др., 1999). Остальные местонахождения располагаются

на территории Челябинской области: навес Устиново; Первая Серпиевская; вторая Серпиевская; Аша I; Игнatieвская пещеры (Историческая..., 1990); Стоянка Смеловская II (Кузьмина, 2000); Усть-Катавская; Ключевая (Барышников, Верещагин, 1996); Сказка (Смирнов, 1976).

Радиоуглеродные даты позволили определить примерное время исчезновения пещерной гиены с территории Урала. Имеются следующие радиоуглеродные данные: Сыртинская пещера, гор.15 — 23617 ± 267 лет назад (далее л.н.); Усть-Катавская (датировка по кости гиены) — 25650 ± 450 л.н.; грот Большой Глухой — 38200 ± 900 л.н.; Игнatieвская пещера — >40100 л.н. Верхняя дата позволяет предположить, что *Crocota spelaea* на Урале существовала до последнего периода позднелевостайского оледенения.

В пещере Сыртинская найдены следующие костные остатки пещерной гиены: P3/, P-M — фрагмент — горизонт 16, квадрат Б; M/1, I/3 — горизонт 18, квадрат А; P4/, II/ — горизонт 19, квадрат Б; P1/ (со следами кислотной эрозии), DC/1 — горизонт 20, квадрат Б; DP/4 — горизонт 23, квадрат А; P-M — фрагмент, DP/3, DP/3 — горизонт 24, квадрат А; P3/ (со следами кислотной эрозии), DP/4, P3/- горизонт 25, квадрат Б; I/3 — горизонт 26, квадрат А; I фаланга — горизонт 27, квадрат А.

Точные промеры можно сделать для следующих костных фрагментов пещерной гиены из местонахождения Сыртинская (система промеров взята из: Барышников, Верещагин, 1996): P4/: $L=42,8$; $Lm=20,7$; $Wa=24,0$; $Wb=13,5$. По показателям длины коронки и метастилия размеры найденных костей превышают средние показатели подвидов *Crocota spelaea spelaea* и *C. s. intermedia* из местонахождений Аси-сюр-Кюр, Лунель-Вьель (Франция), Бинагады (Закавказье), Пролом II (Крым), Голобец (Польша) и ближе к подвиду *C. s. ussurica* (P3/: $L=26,2$; $W=18,6$; $L=25,0$; $W=17$, по Барышникову, Верещагину, 1996). В сравнении с указанными местонахождениями P3/ из Сыртинской пещеры имеет среднее значение для подвида *C. s. spelaea*. Промеры молочных зубов следующие: DP/3: $L=14,8$; $W=7,4$; $Lp=7,7$; DP/3: $L=13,6$; $W=7,0$; $Lp=6,7$.

Таким образом, в позднем плейстоцене пещерная гиена на Урале занимала территорию от 58° с.ш. (грот Большой Глухой) до 52° с.ш. (пещера Сыртинская). Этот вид существовал на территории Урала, по крайней мере Южного, до позднелевостайского оледенения. Исследованные размерные характеристики зубов *Crocota spelaea* лежат в области средних значений между подвидами *C.s.spelaea* и *C.s.ussurica*.

ЛИТЕРАТУРА

- Барышников Г.Ф., Верещагин Н.К. Краткий обзор четвертичных гиен (сем. Hyaenidae) России и сопредельных территорий // Четвертичные и современные млекопитающие Евразии. СПб., 1996. С. 7–66. (Тр. ЗИНа. Т. 270).

- Историческая экология животных гор Южного Урала / Смирнов Н.Г., Большаков В.Н., Косинцев П.А., Панова Н.К., Коробейников Ю.И., Ольшванг В.Н., Ерохин Н.Г., Быкова Г.В. Свердловск, 1990. 244 с.
- Кузьмина Е.А. ископаемые мелкие млекопитающие из карстовых полостей Южного Зауралья // Биота горных территорий: история и современное состояние: Материалы конф. Екатеринбург: «Академкнига», 2002. С. 92–97.
- Кузьмина И.Е., Саблин М.В., Цыганова С.А.. Видовой состав и морфологические особенности млекопитающих из грота Большой Глухой на Среднем Урале // Охранные археологические исследования на Среднем Урале. Екатеринбург, 1999. Вып. №3. С. 4–14.
- Кузьмина С.А. Фаунистические данные по позднепалеолитической стоянке Смельовская II на Южном Урале // Плейстоценовые и голоценовые фауны Урала. Челябинск: Изд-во «Челябинск», 2000. Вып. 1. С. 137–153.
- Смирнов Н.Г. Некоторые особенности голоценового этапа развития териофауны Урала // История биогеоценозов СССР в голоцене. М.: Наука, 1976. С. 213–221.

СКОРОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ КАРБОНАТНЫХ ПОЧВ НА ОТВАЛАХ МРАМОРНЫХ КАРЬЕРОВ С. МРАМОРСКОЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Я. Кунгурцев

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Отрицательное воздействие человека, вооружённого техникой, на почвенный покров, как основу жизни и деятельности общества, приводит к трансформации естественных экологических систем в технические с последующим формированием техногенного неорельефа на поверхности вскрышных пород отвального комплекса.

Разновозрастные отвалы являются наиболее удобным объектом для оценки времени, скорости и изучения начальных стадий почвообразования. В основу методического подхода было заложено сравнение молодых разновозрастных экосистем с фоновыми, ненарушенными территориями. Мощность подстилки, сформировавшейся на молодых почвах, составляет 1–3 см, что не превышает мощность горизонта подстилки ненарушенных почв (4 см). Гумусовый горизонт эмбриозёмов 20–150-летнего возраста располагается на глубине от 1 до 3,5 см, в то время как в фоновых почвах он хорошо выделяется на глубине 10 см. За 150 лет гумусовый горизонт по сравнению с зональными почвами не достигает своего полного развития. По характеру величины pH

Таблица. Химические свойства молодых почв мраморных карьеров

Возр. отб-в, лет	N разреза	Гор.	Глуб., см.	pH		Гумус по Тюрину, в %	Углер., в %	P ₂ O ₅ , мг/100г	Na ₂ O, мг/100г	K ₂ O, мг/100г	Коэф. диф.	
				H ₂ O	KCl						H ₂ O	KCl
20 - 25	22	A ₀₋₁	0-1	5,47	5,22	—	40,91*	10,32	12,61	144,54	2,57	9,12
		A ₁	1-2	6,91	6,89	—	5,44*	5,42	9,64	63,88		
		AB	2-5	6,86	6,83	0,27	—	2,97	3,96	20,31		
		B ₁	5-20	6,37	5,8	0,12	—	2,98	0	6,96		
		B ₁	20-40	6,63	6,46	0,03	—	3,73	3,98	6,97		
		B ₂	40-60	6,81	6,73	0,02	—	2,98	0	4,48		
100 - 150	20	A ₀₋₁	0-1	5,98	5,87	—	34,68*	5,03	8,94	205,72	75,85	588,83
		A ₀₋₂	1-4	6,82	6,8	—	24,36*	3,27	28,40	104,89		
		A ₁	4-7,5	6,67	6,61	—	18,15*	5,09	14,70	80,31		
		AB	7,5-13	6,49	6,18	12,59	—	2,87	3,82	27,27		
		B ₁	13-20	5,59	4,62	3,67	—	3,59	2,39	14,36		
		B ₁	20-30	5,83	4,36	1,52	—	2,86	6,21	10,04		
Фон		B ₂	30-45	6,4	5,46	0,58	—	2,16	0	6,74		
		B ₂	45-55	6,5	5,7	1	—	2,89	1,44	10,12		
		B ₃	55-65	7,47	7,13	0,76	—	2,89	1,44	16,88		
	24	A ₀₋₁	0-1	5,66	5,56	—	38,33*	22,18	12,51,	248,02	616,60	2137,95
		A ₀₂	1-4	6,01	5,96	—	32,60*	11,75	21,27	128,77		
		A ₁	4-14	6,18	6,14	11,03	—	3,61	3,85	35,14		
		A ₂	14-34	5,5	4,5	1,06	—	3,67	1,46	19,09		
		A ₂ B ₁	34-43	5,28	4,15	1,26	—	2,16	1,44	25,45		
		B ₁	43-73	5,08	4,02	1,07	—	3,60	1,44	18,75		
		B ₂	73-85	4,98	3,95	0,26	—	2,16	1,44	17,76		

*Определение углерода по Анстету.

эмбриозёмы отвалного комплекса имеют как нейтральную, так и слабощелочную реакцию, вполне благоприятную для развития растений. Подвижные формы фосфора (P_2O_5), калия (K_2O) и натрия (Na_2O) входят в число элементов, необходимых для питания растений. С возрастом происходит увеличение содержания биогенных элементов в верхних горизонтах почвы, что свидетельствует о направлении почвообразовательного процесса. Процентное содержания гумуса в молодых 150-летних почвах несколько выше (в горизонте А — 12,60%), чем в зональных (в гумусовом горизонте А — 11,03%) (табл.).

Молодые почвы 150-летнего возраста не превосходят по механическим и химическим свойствам зональные почвы, отличаясь меньшим накоплением гумуса и меньшей степенью подкисленности почвенных горизонтов.

ПОЛИВАРИАНТНОСТЬ МОДЕЛИ КЛАССИЧЕСКОЙ ГИДРОСЕРИИ

Н.Б. Куянцева

Ильменский государственный заповедник, г. Миасс

Общие закономерности формирования видового состава, пространственной структуры водных и прибрежно-водных сообществ, а также вопросы их классификации неоднократно рассматривались в литературе (Раменский, 1909; Богдановская-Гиенев, 1974; Катанская, 1981; Белавская, 1982; Распопов, 1985). Смены растительности, происходящие при зарастании водоемов, стали одним из классических примеров сукцессий (Сукачев, 1973; Шенников, 1964; Папченков, 1999). Однако эти проблемы продолжают привлекать к себе внимание в связи со специфичностью данных ценозов и их слабой изученностью во многих регионах (Свириденко, 2000). Наибольший интерес представляют группировки, которые формируются на разных стадиях заболачивания озер. В самой общей форме характер гидросерий уже достаточно выяснен, однако исследователи обычно сосредотачивали свое внимание на равнинных ландшафтах. В связи с тем, что горные водоемы характеризуются рядом особенностей, можно предположить иной механизм их зарастания.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В работе излагаются результаты проведенного автором изучения прибрежно-водной растительности, воздействие которой на озера происходит путем участия органического опада в ило – и торфонакоплении, а также посредством сплавинообразования, означающего начало болотообразовательного

процесса. Водоемы Ильменской группы (Южный Урал) неоднократно служили объектом исследований (Жариков, 1951; Горновский, 1961; Вейсберг, 1999).

Рассматриваемые озера расположены в пределах южнотаежной низкогорной (Б.Ишкуль) и южнотаежной предгорной (Б. и М.Миассово, Б.Таткуль, Инышко, Аргаяш, Ильменское) зон и меридионально ориентированы вдоль горных хребтов (Сергеева, Шерман, 1978). По площади водного зеркала (Андреева, 1973) их можно ранжировать на средние (1–10 км²) и крупные (11–50 км²); по максимальной глубине — на весьма глубокие (20–40 м), глубокие (10–20 м), средние (5–10 м) и мелкие (2–5 м). Все водоемы являются тектоническими по происхождению, береговая линия их сильно изрезана, формирует заливы и курьи. Параболоидная форма озерных котловин отражает быстрое нарастание глубины по направлению к центру и приводит к уменьшению площади мелководной части, благоприятной для развития прибрежно-водных фитоценозов. В районе исследования в летний период преобладают южные и юго-западные ветра. Они формируют асимметрию литорали по румбу и осуществляют ее деление на два сектора: аллювиальный и седиментационный (Wetzel, 1975). Согласно «эффекту Клинге», максимальную площадь и толщину имеют сплавины с подветренной стороны. Анализ аэрофотоснимков и собственные наблюдения автора подтверждают это правило.

Для изучения процессов заболачивания было заложено 30 профилей. Они располагались от уреза воды в сторону коренного берега перпендикулярно границам сообществ, расчленялись на зоны с относительно однородной растительностью. В пределах каждого пояса зарастания закладывались учетные площадки размером 10х10 м, на которых производилось описание фитоценозов. Общее число таких учетных площадок — более 300. Стадии сукцессионных рядов первоначально фиксировались в поле. В дальнейшем, при группировании описаний, проводилась проверка (на основе флористического сходства) правильности их выделения. Для изучения структуры растительных группировок в пределах основных учетных площадок закладывалось метровые рамки (в десятикратной повторности), градуированные на квадраты площадью 10 дм² (всего 3400). Определялись ярусность, общее проективное покрытие, обилие по шкале Друде, встречаемость видов, длина зоны. Для характеристики местообитаний отмечались глубина, толщина сплавины, тип грунта, динамические факторы (волной и ветер).

Целью настоящего исследования являлось изучение ряда стадий формирования растительности в процессе зарастания водоемов Ильменской группы. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: 1) выявить и охарактеризовать стадии сукцессий; 2) проследить изменение флористического состава, соотношения биоморф, экологических и ценотических групп расте-

ний в ходе сукцессии; 3) изучить закономерности пространственного размещения сообществ прибрежно-водной растительности.

Классификация прибрежно-водной растительности

Прибрежно-водная флора разнородна в фитоценотическом отношении. Ее образуют виды, которые принадлежат к двум типам растительности: водному и болотному (табл. 1).

Таблица 1. Синтаксономическое разнообразие сообществ прибрежно-водной растительности ИГЗ

Тип растительности	Подтип	Класс формаций	Формация
Водная		Гелофитный, или надводный	1. Тростниковая 2. Узколистнорогозовая 3. Широколистнорогозовая 4. Камышевая 5. Тростяничная 6. Большеманиковая 7. Незамеченнойниковая 8. Топянохвощевая 9. Прямоколососоковая 10. Вздутноосиковоковая 11. Вздутосоковая
			1. Тростниковая (гигрофильная) 2. Топянохвощевая (гигр.) 3. Вздутосоковая (гигр.) 4. Телиптерисовая
Болотная	Евтрофный	Травяной	Ивовая
		Кустарниковый	Черноольховая
		Древесный	

Изучение прибрежно-сплавинных образований озер ИГЗ произведено с учетом принципов эколого-физиономической классификации (Экзерцев 1960; Брадис, 1961; Александрова, 1969; Папченков, 1999).

Тип растительности выделен на основании экоморфного состава эдификаторов сообществ; класс формаций — по морфолого-физиономическим характеристикам эдификаторов главных ярусов; формации — по доминирующему виду. В связи с тем, что прибрежные фитоценозы чаще всего полидоминантны, оценка принадлежности группировки к тому или иному синтаксону производилась на основании анализа «характерного ядра сопряженных видов» в понимании Г.И. Дохман (1960). В случае эвритопности вида-доминанта формации с его участием были отнесены к разным типам

растительности. Исследуемые группировки являются достаточно редкими для территории ИГЗ. При сравнении отдельных пробных площадей они не выделяются в четко очерченные ассоциации, так как образуют непрерывный ряд варьирования. Поэтому для них более подходит наименование сообществ.

Самым разнообразным в фитоценотическом отношении оказался тип водной растительности, представленный одним классом формаций: телофитная или надводная растительность, и 11 формациями. Наименьшее число ценозов встречено для камышовой (1), наибольшее — для тростниковой формаций (4); остальные представлены 2 или 3 группами сообществ. Флористический состав формаций водной растительности отличается незначительным богатством: от 3 (камышовая) до 26 (тростниковая) видов; флористическое разнообразие конкретных ценозов колеблется от 2 до 14 видов. В сообществах телофитов, как правило, 1–2, реже 3 доминирующих вида. Общее проективное покрытие — 60–80%. Группировки сложны по структуре, 2-х или 3-х ярусные. Поясное расположение фитоценозов выражено достаточно хорошо. При неустойчивом обводнении происходит быстрая смена сообществ: при одном наборе сопутствующих видов доминирует то один, то другой вид, иногда они играют одинаковую роль; появляются новые виды или увеличивается обилие сопутствующих растений, и они становятся субдоминантами. Толщина торфа составляет от 0,3 до 0,6 м.

В типе болотной растительности формаций (6) меньше, чем в водной, но лучше представлены синтаксоны высшего ранга. Для класса формаций травяная растительность выделены 4 формации, такие как: тростниковая, топяховщевая, вздутоосоковая (гигрофильные) и телиптерисовая. Они включают от 2 до 3 конкретных ценозов, например, таволгово-хвощево-тростниковые, сабельниково-вздутоосоковые, повойниково-тростниково-телиптерисовые. Толщина органо-минерального субстрата — 0,5–0,8 м. В эвтрофных водоемах (Б.Таткуль и Аргаяш) пояса зарастания формируют сообщества, относящиеся к разным типам растительности. Наиболее устойчивыми (погодичные колебания обилия видов выражены слабо) следует считать фитоценозы отвердевших сплавин с толщиной торфа 2,5–3,5 м. Они представлены белокрыльниково-тростниковым, осоково-белокрыльниковым, телиптерисовым и хвощевым черноольховниками. Флористическое разнообразие данных сообществ составляет от 23 до 37 видов. Общее проективное покрытие в ценозах болотного типа — от 70 до 100% (наличие в сообществах высокого проективного покрытия трав позволяет сохранять им большее количество видов в своем составе). Длина поясов зарастания достигает 40–200 м. В мезотрофных озерах (Б. и М.Миассово, Б.Ишкуль) сплавины при приближении к коренному берегу заканчиваются кустарниковыми группировками. Выделены осоковый, тростянково-осоковый и тростниковый ивняки. Общее

проективное покрытие колеблется от 70 до 90%. Флористическое разнообразие данных ценозов составляет от 13 до 24 видов.

Среди растений, имеющих высокую встречаемость в сообществах сплавин, общими для установленных типов растительности являются *Equisetum fluviatile* L., *Thelypteris palustris* Schott, *Carex rostrata* Stokos, *Carex pseudocyperus* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud и др.

Мы предполагаем, что синтаксономическое разнообразие типов растительности, участвующих в формировании прибрежно-сплавинных образований, может отражать направленность процессов болотообразования как для отдельного водоема, так и для территории в целом.

Надфитоценотические единицы прибрежно-водной растительности

Структура растительного покрова представляет закономерные сочетания или комбинации различных фитоценозов в пространстве. При исследовании неоднородности растительности используются многочисленные приемы выделения территориальных подразделений, такие как комплексы, эколого-динамические, эколого-генетические, микропоясные ряды, серии и т.д. Следует заметить, что отсутствует четкость и единообразие в трактовке основных понятий, а также плохо разработана номенклатура и типология иерархических единиц применительно к отдельным природным зонам.

На практике автором встречены самые разнообразные сукцессионные ряды с участием прибрежных группировок, именно это и заставило, с одной стороны, как-то систематизировать все сочетания стадий, а с другой стороны, формализовать их по типам. Изучение пространственной структуры прибрежно-водных сообществ легче всего поддается классификации при использовании надфитоценотических территориальных единиц в ранге мезокомбинаций (Свириденко, 2000). В основу выделения синтаксонов нами были положены теоретические работы В.В. Алехина (1924), Е.И. Рачковской (1963), С.А. Грибовой, Т.И. Исаченко (1972), В.Б. Сочавы (1979), Б.Н. Норина (1979) и др. Мезокомбинации представляют собой закономерно повторяющееся чередование взаимосвязанных (связь не только сукцессионная, но и различные взаимовлияния) однородных сообществ, имеющих значительную пространственную выраженность в горизонтальном направлении и сопряженных с простыми формами мезорельефа. В нашем случае мезокомбинации имеют полосчатую структуру, в которой компоненты (пояса или зоны) ориентированы параллельно береговой линии и последовательно сменяют друг друга вдоль изобатного градиента. Опираясь на мнение П.Д. Ярошенко (1958), предлагающего в типологии использовать единицы крупнее ассоциаций (если выделение их сопряжено с трудностью, основанной, например, на частом чередовании

сообществ на сравнительно небольшом протяжении), нами для описания состава и структуры мезокомбинаций были применены синтаксоны в ранге формаций. Более высокий уровень обобществления позволил уменьшить число описанных сочетаний этапов сукцессий и выявить ряд закономерностей.

Схема зарастания представляет собой последовательный перечень формаций–компонентов, сменяющихся по профилю (табл. 2). Градиент глубины (по убыванию) указывается одноконечными стрелками. Основными таксонами приняты тип, группа типов, класс типов.

Озера ИГЗ характеризуются высоким уровнем экологической емкости. Для них установлены 2 класса типов мезокомбинаций (аллювиальный и седиментационный). Каждый класс разбит на 2 подкласса (евтрофный и мезотрофный), которые выделены при группировке описаний, полученных с водоемов одного типа питания (количество подклассов может быть увеличено, например, за счет олиготрофных озер). Наибольшее число (10 из 11) групп типов, установленных «по родоначальнику», и типов мезокомбинаций (16 из 19) встречено в седиментационном секторе литорали (подветренная сторона водоема). Как видно из табл. 2, почти все сообщества (кроме телиптерисового) начальных стадий сукцессий в мезотрофных водоемах относятся к типу водной растительности. Для евтрофных озер — два «родоначальника» из трех являются болотными фитоценозами. В аллювиальном секторе литорали (наиболее подвержен волнобою) наблюдается аналогичная закономерность.

Ценотический состав доминантов начальных стадий зарастания (седиментационный класс типов) показывает, что при переходе от мезотрофных водоемов к евтрофным увеличивается доля болотно-лесной (30% от общего числа видов и 33,4% соответственно) и уменьшается доля прибрежно-болотной групп (70% и 66,6%). На последних стадиях сукцессий господствуют лугово-и лесоболотные ценотипы. Анализ экологической структуры прибрежно-водных сообществ выявил преобладание на начальных этапах зарастания гидрогигрофитов (70%) и гигрофитов (30%). К завершающим стадиям появляются гигромезофиты и мезофиты. Все «родоначальники» сукцессий являются длиннокорневищными травянистыми многолетниками, во всех типах мезокомбинаций наибольшую фитоценотическую роль играют эти же биоморфы (86% от общего числа видов). Отбор одинаковых жизненных форм инициальных группировок изученных гидросерий объясняется нивелирующим воздействием экологического фактора — возможностью прикрепления к подвижному субстрату. От первых стадий к последним происходит усложнение вертикальной структуры прибрежно-водных сообществ за счет увеличения числа биоморф (инициальные стадии — от 2 до 7, завершающие — от 5 до 10).

Таблица 2. Ценотический состав и структура мезокомбинаций

Класс типов		Группа типов	Тип
Седиментационный	Мезотрофный	1.Большеманниковая	Большеманниковая -> Тростниковая (гигроф.)
		2.Камышевая	Камышевая -> Большеманниковая -> Вздутосоковая
		3.Тростниковая	3.1. Тростниковая -> Большеманниковая -> Вздутосоковая 3.2. Тростниковая -> Вздутосоковая -> Телиптерисовая 3.3. Тростниковая (гигр.) -> Топянохвощевая (гигр.) 3.4. Тростниковая -> Вздутоносиковоосоковая -> Тростниковая (гигр.)
		4.Широколистно-рогозавая	Широколистнорогозавая -> Вздутоносиковоосоковая
		5.Узколистно-рогозавая	Узколистнорогозавая -> Телиптерисовая
		6.Топянохвощевая	Топянохвощевая -> Незамеченнойниковая -> Ивовая
		7.Телиптерисовая	Телиптерисовая -> Топянохвощевая
		8.Вздутосоковая	Вздутосоковая -> Черноольховая
		9.Вздутоносиково-осоковая	Вздутоносиковоосоковая -> Тростяниковая -> Тростниковая (гигр.)
		10.Тростяниковая	Тростяниковая -> Тростниковая -> Вздутосоковая
	Евтрофный	11.Телиптерисовая	Телиптерисовая -> Топянохвощевая (гигр.)
		12.Тростниковая (гигр.)	Тростниковая (гигр.) -> Черноольховая
		13.Узколистно-рогозавая	Узколистнорогозавая -> Черноольховая
Аллювиал.	Мезотрофный	Тростяниковая	Тростяниковая -> Вздутоносиковоосоковая -> Ивовая
		Тростниковая	Тростниковая -> Вздутосоковая
	Евтрофный	Телиптерисовая	Телиптерисовая -> Черноольховая

От общего количества описанных ценозов двуярусные составляют 11,3%, трехярусные — 88,7%, одноярусные отсутствуют. Следует отметить, что первые группировки встречены, в основном, в аллювиальном секторе.

В сложении типов мезокомбинаций участвуют 2–3 компонента. Большинство их монотипно. Наиболее разнообразны сочетания (включают фи-

тоценозы водного и болотных типов растительности) прибрежных сообществ в мезотрофных озерах. С увеличением трофического статуса водоема происходит упрощение горизонтальной структуры группировок, но усложнение вертикальной (3 сукцессионных ряда из 4 завершаются древесными сообществами). В озерах разного типа питания мезокомбинации отличаются по составу и структуре.

Самым активным ценообразователем является *Phragmites australis*. В 6 типах зарастания из 19 он возглавляет (в качестве доминанта) сукцессионные ряды, в 3-х — заканчивает гигрофильной формацией. Второе место по представленности (в 3-х типах мезокомбинаций из 19) среди «родоначальников» занимает *Thelypteris palustris* и в 2-х завершает. Это позволяет предположить, что наиболее вероятным способом зарастания озер Ильменской группы являются телиптерисово-тростниковые сплавины.

Направленность болотообразовательного процесса в динамике озерных дериватов может быть отражена в соотношении числа формаций водной и болотной растительности как на первых этапах сукцессий, так и на последних. Анализ типов мезокомбинаций показал, что на инициальных стадиях встречено 74% водных и 26% болотных фитоценозов, а на завершающих — 32% и 68% соответственно.

Полученные результаты свидетельствуют о многообразии типов сукцессий. Отклонения от классической модели поясного распределения водных фитоценозов формируются из-за вариаций: 1) глубин водоемов от неровностей дна; 2) характера грунта дна; 3) трофности водоемов; 4) прозрачности воды; 5) динамических процессов (волнения, разрушения берегов, перераспределения наносов); 6) температурных условий; 7) климатических циклов; 8) сингенеза и др.

ЛИТЕРАТУРА

- Александрова В.Д. Классификация растительности. Обзор принципов классификации и классификационных систем в разных геоботанических школах. Л., 1969. 275 с.
- Алехин В.В. Комплексы и построение экологических рядов ассоциаций // Бюлл. МОИП. 1924. Т. 32. Вып. 1–2. С. 99–111.
- Андреева М. А. Озера Среднего и Южного Урала. Челябинск: Южно-Уральское кн. изд-во, 1973. 269 с.
- Белавская А.П. Основные проблемы изучения водной растительности СССР // Бот. ж. 1982. Т. 67. № 10. С. 1313–1320.
- Богдановская-Гиенев И.Д. Водная растительность СССР // Бот. ж. 1974. Т. 59. № 12. С. 1728–1733.
- Брадис Е.М. Растительный покров болот Башкирской АССР // Вопросы классификации растительности. Свердловск, 1961. С. 127–132.

- Вейсберг Е.И. Структура и динамика сообществ макрофитов озер Ильменского заповедника. Миасс, 1999. 121 с.
- Горновский К.В. Водная растительность озер Б. Миассово и Б. Таткуль // Флора и растительность Ильменского гос. заповедника им. В.И. Ленина. Свердловск, 1961. С. 57–84. (Тр. Ильменского гос. заповедника им. В.И. Ленина. Вып. VIII).
- Грибова С.А., Исаченко Т.И. Картирование растительности в съемочных масштабах // Полевая геоботаника. Л., 1972. Т. 4. С. 137–331.
- Дохман Г.И. О системе диагностических признаков единиц растительности // Бот. ж. 1960. Т. 45. № 5. С. 640–644.
- Жариков С.С. Озера, реки и грунтовые воды Ильменского заповедника. Миасс, 1951. 206 с. Рукопись. Архив ИГЗ.
- Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Л., 1981. 187 с.
- Норин Б.Н. Структура растительных сообществ Восточно-Европейской лесотундры. Л., 1979. 200 с.
- Папченков В.Г. Закономерности зарастания водотоков и водоемов Среднего Поволжья. Автореферат дисс. д-ра. биол. наук. СПб., 1999. 30 с.
- Раменский Л.Г. Водная и береговая растительность // Программы для ботанико-географических исследований. СПб., 1909. Вып. 1. С. 1–34.
- Распопов И.М. Высшая водная растительность больших озер Северо-Запада СССР. Л., 1985. 198 с.
- Рачковская Е.И. Типы комплексов растительного покрова сухой степи Центрального Казахстана и их классификация // Стационарные исследования растительности. М.; Л., 1963. С. 159–173.
- Свириденко Б.Ф. Флора и растительность водоемов Северного Казахстана. Омск: ОмГПУ, 2000. 196 с.
- Сергеева Л.В., Шерман Э.Э. Гидрохимическая характеристика // Эколого-продукционные особенности озер различных ландшафтов Южного Урала. Л.: Наука, 1978. С.5–49.
- Сочава В.Б. Растительный покров на тематических картах. Новосибирск, 1979. 188 с.
- Сукачев В.Н. Избранные труды. Т.2. Проблемы болотоведения, палеоботаники и палеогеографии. Л., 1973. 352 с.
- Шенников А.П. Введение в геоботанику. Л., 1964. 447 с.
- Экзерцев В.А. Классификация растительных группировок зоны временного затопления Угличского водохранилища // Бюлл. Ин-та биологии водохранилищ АН СССР. 1960. № 6. С. 10–13.
- Ярошенко П.Д. К изучению горизонтального расчленения растительного покрова // Бот. ж. 1958. Т. 43. № 3. С. 381–387.
- Wetzel R. Limnology. Philadelphia ect. 1975. 743 p.

ПРЕСНОВОДНЫЕ ГРЕБНЕЖАБЕРНЫЕ МОЛЛЮСКИ (MOLLUSCA: GASTROPODA: PECTINIBRANCHIA) УРАЛА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ (ПО МАТЕРИАЛАМ КОЛЛЕКЦИИ ЗООМУЗЕЯ ИЭРИЖ УРО РАН)

Е.А. Лазуткина

Омский государственный педагогический университет

В водоемах Урала пресноводные моллюски подкласса Pectinibranchia (гребнежаберные) представлены 3 семействами: Viviparidae, Bithyniidae и Valvatidae. Исследователями прежних лет, как правило, изучались отдельные участки Урала. Наиболее полно изученной можно считать малакофауну Среднего и Южного Урала благодаря работам Л.А. Круликовского (1889), В.А. Линдгольма (1919), А.Л. Дулькина и И.М. Хохуткина (1965), И.М. Хохуткина (1969), Л.П. Никитиной, В.М. Кононовой, Е.Г. Мартыновой (1974), М.Н. Затравкина (1980), Д.Н. Пономарева, И.М. Хохуткина (1991), В.В. Пирогова с соавторами (1994), Ю.А. и Л.А. Малоземовых (1996), И.М. Хохуткина, Н.Г. Ерохина, М.Е. Гребенникова (2000). Моллюски из водоемов Полярного Урала (окр. п. Лабытнанги) изучены И.М. Хохуткиным (1966).

В результате ревизии моллюсков в водоемах Урала установлено, что на данной территории обитает 20 видов пресноводных гребнежаберных моллюсков, принадлежащих к 6 зоогеографическим группировкам (табл. 1, 2).

*Таблица 1. Зоогеографическая характеристика
пресноводных гребнежаберных моллюсков из водоемов Урала*

Зоогеографическая группировка	Виды
Европейско-сибирская	<i>Cincinna (Atropidina) klinensis</i> , <i>C. (A.) depressa</i> – 10 %
Европейско-западносибирская	<i>Bithynia tentaculata</i> , <i>Opisthorchophorus troscheli</i> , <i>O. baudonianus</i> , <i>Paraelona socialis</i> , <i>Valvata (Valvata) cristata</i> , <i>Cincinna (Cincinna) fluviatilis</i> , <i>C. (C.) dilatata</i> , <i>C. (Atropidina) pulchella</i> – 40%
Европейско-югозападносибирская	<i>Contectiana listeri</i> , <i>Bithynia decipiens</i> , <i>B. curta</i> , <i>Valvata (Microcincinna) trochoidea</i> , <i>Cincinna (Cincinna) piscinalis</i> , <i>C. (C.) antiqua</i> , <i>C. (C.) ambigua</i> – 35%
Сибирско-североевропейская	<i>Cincinna (Sibirovalvata) frigida</i> – 5,0%
Сибирская	<i>Cincinna (Sibirovalvata) sibirica</i> – 5,0%
Западносибирская	<i>Cincinna (Cincinna) antiquilina</i> – 5,0%

Таблица 2. Видовой состав пресноводных гребнежаберных моллюсков из водоемов Урала и прилегающих территорий

Вид	Ямал	Полярный Урал		Северный Урал		Средний Урал			Южный Урал	
		Зауралье	Горная страна	Зауралье	Горная страна	Приуралье	Зауралье	Горная страна		
Семейство Viviparidae										
1. <i>Contectiana listeri</i> (Forbes et Hanley, 1853)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Семейство Bithyniidae										
1. <i>Bithynia tentaculata</i> (L., 1758)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2. <i>B. curta</i> (Garnier in Picard, 1840)*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3. <i>B. decipiens</i> (Millet, 1843)*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4. <i>Opisthorchophorus troscheli</i> (Paasch, 1842)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5. <i>O. baudouinanus</i> (Gassiez, 1869)*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6. <i>Paraelona socialis</i> (West., 1886)*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Семейство Valvatidae										
1. <i>Valvata (Valvata) cristata</i> Müll., 1774	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2. <i>V. (Microcincinna) trochoidea</i> Menke, 1846*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3. <i>Cincinna (Cincinna) piscinalis</i> (Müll., 1774)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4. <i>C. (C.) fluviatilis</i> (Colbeau, 1859)*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5. <i>C. (C.) dilatata</i> (Eichwald, 1830)*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6. <i>C. (C.) antiqua</i> (Sowerby, 1838)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7. <i>C. (C.) ambigua</i> (West., 1873)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8. <i>C. (C.) antiquilina</i> (Mozley, 1934)*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9. <i>C. (Atropidina) klinensis</i> (Mil., 1881)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10. <i>C. (A.) depressa</i> (C. Pf., 1821)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11. <i>C. (A.) pulchella</i> (Studer, 1820)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12. <i>C. (Sibirovavata) sibirica</i> (Mid., 1851)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13. <i>C. (S.) frigida</i> (West., 1873)*	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—

*—виды, впервые указываемые для водоемов Урала.

В целом, малакофауна Урала имеет европейско-западносибирский облик, доля эндемичных сибирских видов составляет 10% (табл. 1). Впервые для данной территории указываются один род (*Paraelona*) и 4 вида семейства Bithyniidae (*Bithynia decipiens*, *B. curta*, *Opisthorchophorus baudonianus*, *Paraelona socialis*) и 5 видов семейства Valvatidae (*Valvata (Microcincinna) trochoidea*, *Cincinna (Cincinna) fluviatilis*, *C. (C.) dilatata*, *C.(C.) antiquilina* и *C. (Sibirovalvata) frigida*).

Автор выражает свою благодарность сотрудникам ИЭРиЖ д.б.н. И.М. Хохуткину, Н.Г. Ерохину и М.Е. Гребенникову, предоставившим возможность и создавшим все условия для работы с малакологической коллекцией Зоомузея.

ЛИТЕРАТУРА

- Дулькин А.Л., Хохуткин И.М. О распространении пресноводных моллюсков на Урале // Моллюски. 1965. Вып. 2. С. 93–95.
- Затравкин М.Н. Гидромалакофауна Ильменского заповедника (Южный Урал) // Зоол. ж. 1980. Т. 59. № 3. С. 452–455.
- Круликовский Л.А. К познанию фауны моллюсков России // Записки Акад. Наук. 1889. Т. 10, вып. 7. С. 1–35.
- Малоземов Ю.А., Малоземова Л.А. Краткий определитель беспозвоночных животных Среднего Урала. Екатеринбург, 1996. С. 90–93.
- Никитина Л.П., Кононова В.М., Мартынова Е.Г. Моллюски р. Урала и некоторых его притоков // Гидробиол. ж. 1974. № 2. С. 76–79.
- Пономарев Д.Н., Хохуткин И.М. Анализ популяционных структур битиниид в очагах описторхоза Свердловской области // Экология. 1991. № 5. С. 62–69.
- Хохуткин И.М. Новые данные о пресноводной малакофауне полуострова Ямал // Вопросы малакологии Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1969. С. 56–57.
- Хохуткин И.М. Некоторые данные о малакофауне Ямальского и Тазовского полуостровов // Труды ин-та биологии Уральского филиала АН СССР. Свердловск, 1966. Вып. 49. С. 65–66.
- Хохуткин И.М., Ерохин Н.Г., Гребенников М.Е. Моллюски Свердловской области. Екатеринбург, 2000. 176 с.
- Lindholm W. Über Binnenmollusken aus dem nördlichsten Nordwesten Sibiriens // Научные результаты экспедиции братьев Кузнецовых на Полярный Урал в 1909 г. под начальством О.О. Баклунда. Пг., 1919. Вып. 10. С. 1–10.
- Pirogov V.V., Tarasov A.G., Kazantseva S.Z. Malacofauna of typical waterbodies of the middle and lower Ural river // Ruthenica. 1994. V. 4. № 1. P. 61–65.

СООТНОШЕНИЕ СУБРЕЦЕНТНЫХ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВЫХ СПЕКТРОВ И СТЕПНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОТОПОВ ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ

Е.Г. Лаптева

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

При проведении ландшафтно-климатических реконструкций с использованием палинологических данных важно правильно установить широтно-зональный и региональный тип полученных палеоспектров. При этом на соответствие спорово-пыльцевых спектров (СПС) произрастающей растительности в том или ином районе будет влиять соотношение локальной и транзитной пыльцы в их составе.

В представленной работе мы попытались оценить степень адекватности субрецентных спорово-пыльцевых спектров степной растительности различных экотопов Южного Зауралья.

В основу работы легли материалы, собранные во время полевых сезонов 2001–2002 годов в долинах рек Большой Кизил и Худолаз. Согласно ботанико-географическому районированию район исследования располагается в зоне настоящих разнотравно-злаковых степей Причерноморско-Казахстанской подобласти степной зоны Евразии (Степи..., 1991).

Исследованная нами территория, несмотря на небольшую площадь, характеризуется значительным ландшафтным разнообразием. Для подробной палинологической характеристики растительности различных экотопов были отобраны поверхностные пробы почвы с пойменного, склонового, плакорного и надпойменно-террасового типов местности. Образцы обрабатывались сепарационным методом В.П. Гричука (Пыльцевой анализ, 1950). Расчет результатов спорово-пыльцевого анализа проводили суммарным способом, где доля каждого компонента рассчитывалась от общей суммы пыльцы и спор, встреченных в образце. Для сравнения субрецентных СПС с современной растительностью различных типов местности был вычислен средний спорово-пыльцевой спектр для каждого экотопа, а в растительности выделены таксоны, которые определены и в СПС. Степень адекватности СПС современной растительности оценивалась с использованием коэффициента корреляции Кэндела (τ).

Определение широтно-зонального типа растительности по спорово-пыльцевым спектрам основано на вычислении соотношения пыльцы трех основных групп: пыльцы деревьев и кустарников, трав и кустарничков и спор. Все изученные субрецентные СПС Южного Зауралья по преобладанию пыльцы трав и кустарничков характеризуют ландшафты открытого типа. По количеству спор

(1–5%), древесной (10–20%) и недревесной (65–85%) пыльцы эти спектры относятся к степному типу (Гричук, 1950). В современном растительном покрове долин рек Большой Кизил и Худолаз, по нашим геоботаническим данным, преобладают многолетние травянистые растения (86,5%), что характерно для зонально-степной растительности в целом. Следовательно, все изученные субрецентные СПС достаточно хорошо отражают зонально-степной тип растительного покрова Южного Зауралья. Степной тип субрецентных СПС подтверждается и присутствием в изученных образцах пыльцевых зерен *Scabiosa* и *Limoniaceae*. Эти растения по своей эколого-ценотической приуроченности являются своего рода индикаторами степных сообществ (Зеликсон, Исаева-Петрова, 1989).

Современный растительный покров долин рек Большой Кизил и Худолаз слогают разнотравно-скальноовсянищцево-тырсовоковыльные сообщества настоящих степей, в которых преобладают виды семейств *Asteraceae* (3–4,5%, причем доминирует род *Artemisia* — 1,9–3,8%), *Poaceae* (2,8–4,5%), *Rosaceae* (2–6%), *Fabaceae* (2,2–6%) и *Caryophyllaceae* (1,8%). Во всех изученных субрецентных СПС доминирует пыльца тех же таксонов: *Asteraceae* (6,5–11,7%), *Poaceae* (3,7–6,9%) и *Artemisia* (8,1–14,2%); в значительном количестве представлена пыльца *Rosaceae* (1,9–4,5%) и *Fabaceae* (1,2–4,8%). В спектрах, однако, обильна пыльца *Chenopodiaceae* (в среднем до 10%), а в растительном покрове района исследования на долю видов приходится около 1%. Большое количество пыльцы *Chenopodiaceae*, а также *Artemisia* можно объяснить высокой пыльцевой продуктивностью и ветроопыляемостью этих растений, следовательно, часть их пыльцы является заносной. При сравнении геоботанических и палинологических данных видно, что доля пыльцы *Poaceae*, *Rosaceae*, *Fabaceae* и *Asteraceae* практически совпадает с количественным участием этих семейств в растительности. Таким образом, несмотря на обилие пыльцы *Chenopodiaceae* и *Artemisia*, изученные субрецентные СПС отражают региональные характеристики растительности Южного Зауралья.

При сравнении состава СПС и локальной растительности различных экотопов было обнаружено, что спектры разнофациальных отложений отображают специфику произрастающих там растительных сообществ. На рис. 1 видно, что спектры пойм рек Большой Кизил и Худолаз характеризуются преобладанием пыльцы *Syringaceae*, мезофитного разнотравья (*Ranunculaceae* и *Sanguisorba*) и присутствием небольшого количества пыльцевых зерен гидрофитов (*Nuphar*) и спор *Sphagnum*. В пойме обильны заросли *Salix caprea* L., *Alnus incana* (L.) Moench. и *Lonicera tatarica* L., встречаются *Betula* sp. и *Pinus sylvestris* L., *Ulmus campestris* L. и *Populus nigra* L. В СПС отмечено повышенное содержание пыльцевых зерен практически всех древесных растений и кустарников (до 25%), за исключением *Populus*, так как его пыльца в отложениях не сохраняется. Между растительностью и субрецентными СПС пойм долин рек Большой Кизил и Худолаз существует значимая корреляция ($\tau=0,43$;

$p=0,0017$), что подтверждает адекватность изученных пойменных СПС составу разнотравно-злаковых заливных лугов.

При сравнении современной растительности и СПС надпойменных террас наблюдается картина, близкая предыдущей.

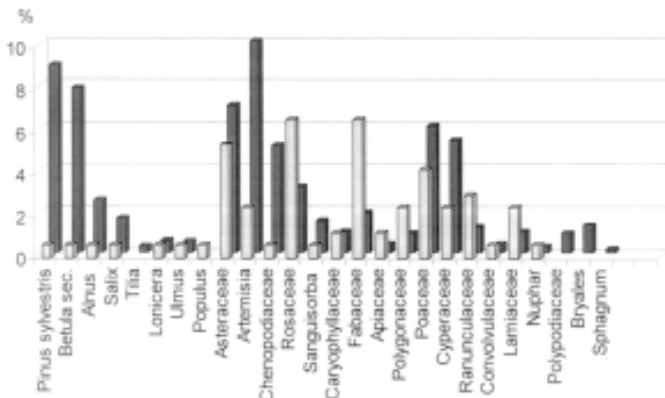


Рис. 1. Соотношение среднего субрецентного спорово-пыльцевого спектра с современной растительностью поймы реки Большой Кизил.

Соотношение таксонов растительности и среднего СПС разнотравно-холоднополюнно-скальноовсянничево-тырсовоковыльных сообществ настоящих степеней плакора отражено на рис. 2. Видно, что в составе травянистой компоненты и растительности и СПС преобладают Asteraceae, Poaceae, Fabaceae и *Artemisia*. В небольшом количестве в составе спектра определены пыльцевые зерна *Scabiosa* и Limoniaceae. Доля пыльцы деревьев в этих спектрах заметно ниже, чем в СПС поймы. В растительности плакора древесные растения представлены только *Ulmus laevis* Pall. и *Betula* sp., которые встречаются в лесополосах. По данным корреляционного анализа изученные СПС достоверно отражают современную растительность плакора ($\tau=0,47$; $p=0,0024$).

Подобная картина наблюдается и при сравнении растительности и субрецентных СПС прибрежных известняковых склонов в долинах рек Большой Кизил и Худолаз ($\tau=0,41$; $p=0,0030$).

Важно отметить, что во всех изученных субрецентных СПС в группе древесной пыльцы преобладают пыльцевые зерна *Pinus sylvestris* (6,5–14,4%) и *Betula* sec. *Betula* (6,3–10,8%). Вероятнее всего, большая часть этой пыльцы приносится воздушными потоками с предгорных сосновых лесов с участием лиственницы и вторичных березовых лесов хребта Ирландык Южноуральских гор, расположенных в 20–25 км от района исследования.

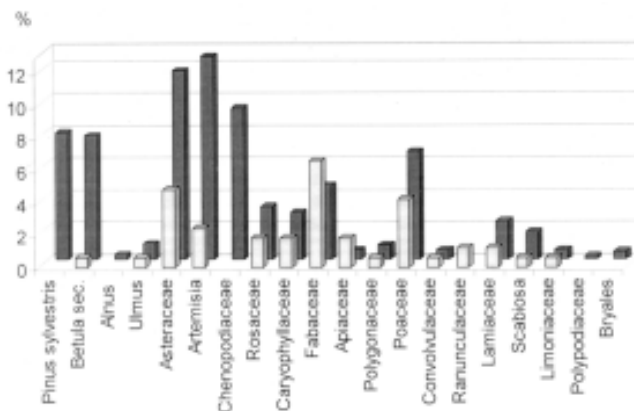


Рис. 2. Соотношение среднего субрецентного спорово-пыльцевого спектра с современной растительностью плакора реки Большой Кизил.

Таким образом, сравнение субрецентных СПС различных экотопов с составом современной растительности показало, что изученные спектры достаточно четко отражают степной зонально-широтный тип растительности и региональные особенности разнотравно-дерновиннозлаковых степей Южного Зауралья. Локальные различия растительных сообществ различных экотопов также находят отражение в спектрах. Наиболее адекватно характеризуют растительный покров района исследования субрецентные СПС плакора и известняковых склонов. Однако, при сопоставлении палинологических и геоботанических данных заметно различие между составом растительности и СПС, несмотря на то, что основные доминанты растительного покрова и индикаторы локальных условий определены в субрецентных спектрах в относительно большом количестве. Видимые расхождения, скорее всего, зависят от состава растительных сообществ, пыльцевой продуктивности самих растений, мобильности и сохранности пылцы.

ЛИТЕРАТУРА

- Гричук В.П. Растительность Русской равнины в нижне- и среднечетвертичное время // Тр. Ин-та геогр. АН СССР, 1950. Вып. 46. С. 5–202. (Материалы по геоморфологии и палеогеографии СССР, № 3).
- Зеликсон Э.М., Исаева-Петрова Л.С. Палинологические индикаторы степей (к палеофитоценологической интерпретации спорово-пыльцевых данных) // Палинологические таксоны в биостратиграфии. Саратов, 1989. С. 61–67.
- Пыльцевой анализ. М.: Гос. изд-во геол. лит-ры, 1950. 571 с.
- Степи Евразии / Лавренко Е.М., Карамышева З.В., Никулина Р.И. Л.: Наука, 1991. 146 с.

ИЗУЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ОСТРОВНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ЛИСТВЕННИЦ (ИТУРУП, САХАЛИН) С ПОМОЩЬЮ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАРКЁРОВ ДНК (RAPD-МЕТОД)

Е.А. Левина, И.Ю. Адрианова

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, г. Владивосток

Ареал видов рода *Larix* охватывает северную часть североамериканского континента и почти половину территории нашей страны, где по мере продвижения на восток лиственница становится основной лесообразующей породой (Абаимов, Коропачинский, 1984). Считается, что наибольшее видовое разнообразие лиственниц сосредоточено в сибирско-дальневосточном регионе Евразии (Гончаренко, Силин, 1997).

В результате пожаров, рубок и болезней происходит разрушение ареалов лесообразующих видов. При этом теряется запас генетической изменчивости, необходимый для экологической устойчивости вида. Поэтому необходимы точные сведения о внутривидовой генетической изменчивости, на основе которых можно будет планировать более рациональное использование видов и охранные мероприятия для отдельных более ценных популяций. Помимо этого изучение изменчивости позволяет проследить генетические взаимоотношения между популяциями и прогнозировать их дальнейшее эволюционное развитие (Потенко, Великов, 1999). Прямое изучение ДНК наиболее подходит для изучения генетической вариабельности популяций и установления степени генетической близости между ними.

В настоящее время генетическую структуру ДНК исследуют с помощью различных молекулярных маркеров. В качестве меры геномной вариабельности используются белки, так как они являются продуктами экспрессии генов и могут давать информацию о структуре и состоянии соответствующих участков ДНК. Среди различных белковых маркеров широко используются аллозимы. В последние годы в изучении структуры ДНК получил распространение метод, основанный на полимеразной цепной реакции ДНК с участием произвольных праймеров (RAPD-анализ). Этот метод исследует локусы ДНК с помощью одиночных праймеров, узнающих комплементарные участки на обеих цепях ДНК. В отличие от аллозимного, он позволяет анализировать не только уникальную, но также некодирующую часть ДНК. Благодаря этому RAPD-анализ используется в ряде лабораторий для целей таксономии и характеристики генетической структуры популяций (в том числе и редких видов). На основе данных, полученных этим методом, рассчитываются генетические параметры популяций.

Цель исследования заключалась в изучении генетической изменчивости двух популяций лиственниц, произрастающих на островах Сахалин и Итуруп, с помощью RAPD-анализа. Значения основных параметров генетической изменчивости островных популяций могут свидетельствовать о влиянии островной изоляции на степень экологической стабильности этих популяций.

Настоящая публикация представляет предварительные результаты этой работы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал для исследования был собран в 2002 г. в центральной части о. Сахалин (среднее течение р. Тымь, западный склон Восточного хребта) и на юго-восточном побережье о. Итуруп (Курильская гряда) в 1998 г. (рис. 1).

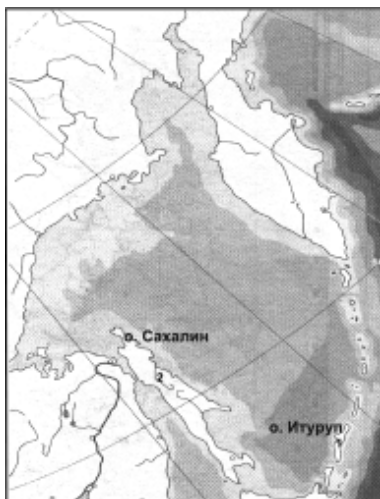


Рис. 1. Места сбора материала.

Проанализировано по 8–10 мегагаметофитов с шести деревьев итурупской и пяти деревьев сахалинской популяций.

Геномную ДНК выделяли по методике Изабель и др. (1993) с небольшими модификациями: использовали меньшие количества экстракционного буфера (310 мкл), увеличивали время инкубации до 60 минут, ацетат натрия не использовали в процедуре осаждения ДНК спиртом, но применяли при промывке ДНК 70% этанолом. Количественный анализ ДНК в пробе, а также разделение продуктов амплификации проводили методом электрофореза в 1,4%-ном агарозном геле. Амплификационную смесь готовили по Козыренко и др. (2001).

Полимеразную цепную реакцию (ПЦР) проводили в термоциклере UNO II 48 («Biometa», Germany) с десятинуклеотидными праймерами произвольной последовательности («Operon Technologies Inc.», США). Использовали температурный режим: нагрев — 94°C, 2 мин., далее 45 циклов, каждый из которых состоял из трёх шагов: денатурация — 94°C, 1 мин.; отжиг — 37°C, 1 мин.; синтез — 72°C, 2 мин., последние 25 циклов продолжительность третьего шага увеличивалась на пять секунд, затем — 10 минут при 72°C и далее при 4°C.

Для определения размеров фрагментов в качестве маркера использовали PstI-рестрикты ДНК фага λ .

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью сравнительного анализа полос в RAPD-спектрах исследуемых образцов с применением компьютерной программы RFLPscanPlus 3.12, при этом учитывали только воспроизводимые в повторных экспериментах фрагменты (полиморфизм по интенсивности не учитывался). По каждому из праймеров были составлены бинарные матрицы, в которых наличие продуктов амплификации обозначалось «1» и отсутствие «0». Матрицы анализировали с помощью компьютерных программ POPGENE и TFPGA. Для характеристики популяций использовали следующие генетические параметры: доля полиморфных локусов при 95%-ном критерии (P_{95}), число аллелей на locus (A), эффективное число аллелей на locus (A_e), средние ожидаемая (H_e) и наблюдаемая (H_o) гетерозиготности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для RAPD-анализа популяций использовали три праймера из числа эффективных в ПЦР с ДНК лиственниц: ОРА-01, ОРА-03, ОРА-09. Число амплифицируемых продуктов варьировало в зависимости от праймера. Всего учитывали 29 фрагментов, размеры которых находились в диапазоне от 451 до 1307 пн (табл. 1).

Таблица 1. Праймеры, используемые для изучения генетической изменчивости популяций лиственницы

Праймер	Нуклеотидная последовательность (5' 3')	Число учитываемых фрагментов
ОРА-01	CAGGCCCTTC	6
ОРА-03	AGTCAGCCAC	12
ОРА-09	GGGTAACGCC	11
Всего		29

Использование для RAPD-анализа гаплоидной ткани эндоспермов позволило наблюдать разделение аллелей полиморфных локусов, в этом состоит преимущество работы с мегагаметофитами. При работе с диплоидным материалом гетерозиготные особи неотличимы от гомозигот по доминантному аллелю, поэтому гетерозиготное состояние гена скрывается. На рис. 2 представлены амплифика-

ционные спектры ДНК 33 мегагаметофитов четырёх деревьев популяции с о. Сахалин, полученные с праймером ОРА-09. Показаны локусы, по которым дерево (I или III) является гетерозиготным.

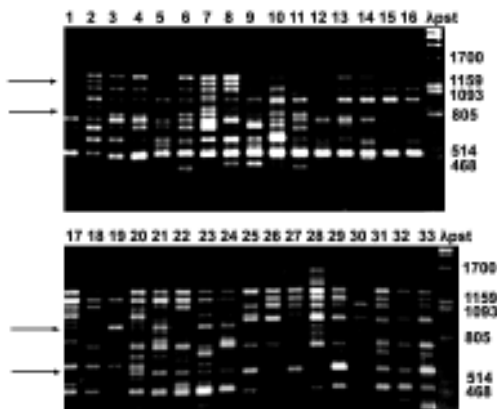


Рис. 2. RAPD-спектры мегагаметофитов четырёх деревьев лиственницы о. Сахалин, полученные с праймером ОРА-09 (стрелками указаны полиморфные локусы). Дерево I (1–8), дерево II (9–16), дерево III (17–24), дерево IV (25–33).

Таблица 2. Основные показатели генетической изменчивости популяций лиственницы островов Сахалин и Итуруп

Популяция	$P_{95}, \%$	A	A_e	H_o	H_e	Источники
RAPD-метод						
сахалинская	51,52	1,86	1,41	0,20	0,19	наши данные
итурупская	75,76	1,83	1,56	0,26	0,29	
аллозимный метод						
L.kamtschatica	50,0	1,70	--	0,16	0,17	Гончаренко Г.Г., Силин А.Ф., 1997
	73,3	1,80	--	0,16	0,16	Semerikov V.L. et al., 1999

$P_{95}, \%$ – доля полиморфных локусов, A – число аллелей на локус, A_e – эффективное число аллелей на локус, H_o – средняя наблюдаемая гетерозиготность, H_e – средняя ожидаемая гетерозиготность.

Сравнительный анализ параметров генетической изменчивости показал, что итурупская популяция более изменчива, так как значения полиморфизма и гетерозиготности выше, чем у сахалинской (табл. 2). По нашим данным обе популя-

ции характеризуются высокими значениями генетического полиморфизма, сопоставимыми с полученными RAPD-методом для материковых популяций других видов хвойных: для *Pinus attenuata* и *P. radiata* полиморфизм не превышает пятидесяти процентов (Wu et al., 1999), для *P. mariana* это значение значительно больше и составляет 78 – 89% (Isabel et al., 1995).

Таблица 3. Частоты RAPD-фрагментов в выборках лиственницы

Праймер	Размер фрагмента, пн	Частота фрагмента		Разница в частотах фрагментов
		сахалинская популяция	итурупская популяция	
ОРА-01	1307	0,2500	0,5185	0,27
	1070	0,9167	0,8889	0,03
	975	1,0000	0,8519	0,15
	901	1,0000	0,2593	0,74
	727	0,1389	1,0000	0,86
	628	0,8889	1,0000	0,11
ОРА-03	1091	0,9756	0,7368	0,25
	1022	0,7073	0,3158	0,39
	898	0,0244	0,7895	0,77
	840	0,8780	0,5789	0,30
	797	1,0000	1,0000	0,00
	726	0,4390	0,3947	0,05
	683	0,3415	0,2368	0,10
	642	0,4878	0,6579	0,17
	598	1,0000	0,7895	0,21
	549	0,0244	1,0000	0,98
	510	0,5854	0,5263	0,06
	451	0,9512	0,6842	0,27
ОРА-09	1271	0,9744	0,8919	0,08
	1167	0,4872	0,2162	0,27
	1085	0,8718	0,4595	0,41
	1004	0,7949	1,0000	0,21
	913	0,3077	0,4054	0,10
	811	0,2308	0,2432	0,01
	746	0,9231	0,4595	0,46
	680	0,6154	0,9459	0,33
	619	0,7179	0,5135	0,21
	571	0,4103	0,5676	0,16
	494	0,9744	0,8378	0,13

Близкие значения наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготностей для сахалинской популяции свидетельствуют о том, что эта популяция генетически стабильна и, по-видимому, не испытывает давление отбора.

Наши данные согласуются с данными аллозимного анализа, полученными для популяций *L.kamtschatica* с о. Сахалин. В табл. 2 приведены основные

показатели генетической изменчивости для вида *L.kamtschatica*, рассчитанные по аллозимным маркерам (Гончаренко, Силин — восточное побережье оз. Тунайча, юго-восток о. Сахалин; Семериков и др. — окрестности оз. Лебязье, что немного севернее оз. Тунайча). Известно, что вид *L.kamtschatica* произрастает на Южно-Курильских островах (Итуруп, Шикотан), а также на большей части о. Сахалин, не включая его северную территорию (Бобров, 1972). Поэтому, изучаемую нами выборку на о. Сахалин можно рассматривать как *L.kamtschatica*, но лишь предположительно.

В табл. 3 представлены частоты RAPD-фрагментов для представителей сахалинской и итурупской популяций.

По праймеру ОРА-09 различие в частотах аллелей в среднем составляет 0,38. По праймеру ОРА-01 разница в частотах трёх аллелей (1070, 975, 628 пн) незначительная, а по аллелям 901 и 727 пн она высокая — 0,74 и 0,86, соответственно. Частота фрагмента 1307 пн в итурупской популяции в два раза больше, чем в сахалинской. Для праймера ОРА-03 по большинству фрагментов различия в частотах варьируют от 0,05 до 0,3. Однако по двум фрагментам 898 и 549 пн различия большие — 0,77 и 0,98 соответственно. Локусы, для которых разница в частоте встречаемости достигает 95% и выше, А. Айла (1972) и З. Левонтин (1978) предлагают считать «диагностическими», по которым таксоны различаются качественно. По нашим данным, различие в частоте встречаемости локуса 549 пн составляет 98%, что может указывать на принадлежность анализируемых популяций к разным таксонам. Однако, для окончательных выводов о видовой принадлежности изученной нами сахалинской выборки лиственницы необходимы дополнительные исследования.

Таким образом, полученные нами значения полиморфизма и гетерозиготности свидетельствуют о высоком уровне генетической изменчивости исследованных популяций лиственницы с о. Сахалин и о. Итуруп, что говорит об их экологической стабильности.

ЛИТЕРАТУРА

- Абаимов А. П., Коропачинский И. П. Лиственницы Гмелина и Каяндера. Новосибирск: Наука, 1984. 120 с.
- Бобров Е.Г. История и систематика лиственниц // XXV Комаровские чтения. Л.: Наука, 1972. 96 с.
- Гончаренко Г.Г., Силин А.Ф. К вопросу о генетической изменчивости и дифференциации лиственницы курильской (*Larix kurilensis* Mayr) и лиственницы японской (*Larix kaempferi* Sarg.) // ДАН. 1997. Т. 354. № 6. С. 835–838.
- Козыренко М.М., Артюкова Е.В., Лауве Л.С., Журавлев Ю.Н., Реунова Г.Д. Генетическая изменчивость каллусных линий женьшеня *Panax ginseng* // Биотехнология. 2001. № 1. С. 19–26.

- Левонтин Р. Генетические основы эволюции. М.: Мир, 1978. 350 с.
- Потенко В. В., Великов А. В. Сохранение генетического разнообразия хвойных видов Дальнего Востока // Леса и лесообразовательный процесс на Дальнем Востоке: Материалы междунаrod. конф. Владивосток. 1999. С. 206.
- Ayala F. J., Powell J.R. // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 1972. V. 69. P. 1094–1096.
- Isabel N., Tremblay L., Michaud M., Tremblay F. M., Bousquet J. RAPDs as an aid to evaluate the genetic integrity of somatic embryogenesis-derived populations of *Picea mariana* (Mill.) B.S.P. // Theoretical and applied genetics. 1993. V. 86. P. 81–87.
- Isabel N., Beaulieu J., Bousquet J. Complete congruence between gene diversity estimates derived from genotypic data at enzyme and random amplified polymorphic DNA loci in black spruce // Evolution. 1995. V. 92. P. 6369–6373.
- Semerikov V.L., Semerikov L.F., Lascoux M. Intra- and Interspecific allozyme variability in Eurasian *Larix* Mill. species // Heredity. 1999. V. 82. P. 193–204.
- Wu. J., Krutovskii K.V., Strauss S.H. Nuclear DNA diversity, population differentiation and phylogenetic relationships in the California closed-cone pines based on RAPD and allozyme markers // Genome. 1999. V. 42. P. 893–908.

ПРОТАНДРИЯ И ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОПУЛЯЦИЙ ГОПЛИИ ЗОЛОТИСТОЙ *HOPLIA AUREOLA* PALL. (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE)

Н.Л. Лобанова, Е.Ю. Захарова

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Различный образ жизни внутрипопуляционных групп животных, разная скорость полового созревания самцов и самок, неодинаковое соотношение полов на разных стадиях жизненного цикла в числе прочих являются теми экологическими механизмами, которые обеспечивают поддержание генетической гетерогенности популяции — гарантию ее существования в меняющихся условиях среды (Шварц, 1969). Давление отбора, обусловленное влиянием физических факторов окружающей среды и биотическими взаимоотношениями, формирует определенный тип жизненного цикла так, что каждый вид приобретает уникальную адаптивную комбинацию популяционных особенностей (Одум, 1986). Для жизненных циклов многих видов, чей сезон размножения сильно ограничен во времени, характерно явление протандрии, понимаемое как более раннее появление самцов по сравнению с самками. У многих насекомых, в частности у большого числа видов Lepidoptera (Wiklund et al., 1991), Coleoptera (Yasuda, Dixon, 2002), лет самцов начинается и заканчива-

ется в среднем раньше лета самок. В одной из ряда (Morbey, Ydenberg, 2001) существующих гипотез предлагается рассматривать протандрию как отложенную репродуктивную стратегию самцов, выработанную в результате конкуренции за спаривание и свойственную в основном видам, поддерживающим монотамность самок (Wiklund, Fagerström, 1977). При этом с помощью математического моделирования показано, что более раннее появление самцов приводит к максимизации их успеха спаривания. Время развития особей очевидно взаимосвязано с их размерами. В этой связи Зонневельдом (Zonneveld, 1996) предложена модель, рассчитывающая выгоду (репродуктивный успех) в случаях либо более раннего появления при относительно меньшем размере, либо приобретения самцом более крупного размера при продлении времени своего развития. Вероятно, в каждом конкретном случае будет поддерживаться та система спаривания, которая является следствием существующих приоритетов (Wiklund, Forsberg, 1991). Тем не менее, целым рядом исследователей было показано существование фенотипической пластичности в темпах роста у недиапаузирующих поколений: у ряда видов Lepidoptera, например, самцы достигают больших размеров и без продления сроков развития, вероятно, за счет увеличения темпов роста (Wiklund et al., 1991).

В свете этих гипотез в настоящей работе мы исследовали зависимость размеров имаго гошпии золотистой *Hoplia aureola* Pall. (Coleoptera: Scarabaeidae) от времени вылета в течение одной генерации. В этой связи решали следующие задачи: 1) изучить динамику соотношения полов в поселениях *H. aureola* в течение одной генерации в связи с возможной протандрией; 2) оценить соотношение полиморфных по окраске групп жуков в разные фазы вылета; 3) изучить зависимость размеров и формы тела самцов, а также особей разных цветовых вариаций, от времени их вылета; 4) выяснить влияние фактора кормового растения на особенности жизненного цикла модельного вида.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Модельный вид — гошпия золотистая *Hoplia aureola* Pallas, 1781. Генерация у *H. aureola*, как и у всех видов трибы Hopliini в умеренных широтах, всегда одногодичная (Медведев, 1957). Личинка живет в почве и после однократной перезимовки окукливается. Имаго живут в среднем не более месяца, обычно держатся группами, редко удаляются от мест выхода из куколок, питаясь как вегетативными, так и генеративными органами травянистых растений и кустарников, зачастую теми же, корнями которых питались личинки (Корсун, 1994). По литературным данным имаго летают с конца мая до конца второй декады августа, а наибольший лет приходится на вторую половину июня и июль (Медведев, 1957). В Восточном Забайкалье, где был собран материал для данной работы, имаго появляются несколько позднее — во второй

или третьей декаде июня, а самые поздние экземпляры были отмечены в первой декаде августа (Корсун, 1994; собственные наблюдения Н.Л. Лобановой).

Материалом для работы послужили выборки *H. aureola*, собранные в 5 локалитетах в окрестностях г. Читы летом 2002 года. Четыре точки сбора расположены на северо-восточной окраине города вдоль левого берега реки Кайдаловка по линии общей протяженностью около 2 км, расстояние между соседними точками составило, таким образом, около 500 м. Ещё одно место сбора находится на юго-восточной окраине в пределах 10 км от вышеуказанных мест. В каждой точке жуков собирали дважды: в начале лета (12–15 июня) и на пике численности в середине лета (29–30 июня). Общий объём изученного материала составил 1710 особей. Размеры имаго определяли под бинокляром МБС-10 при увеличении 8×2 . Всего использовали 13 промеров головы, переднеспинки и надкрылий и 18 индексов, которые характеризуют линейные размеры и пропорции тела. Измерения проводили для правого и левого надкрылий отдельно. Цветовые морфы («цветоморфы») окраски переднеспинки и надкрылий выделяли визуалью по классификации, предложенной О. В. Корсуном (1994). При межгрупповых сравнениях по отдельным признакам применяли однофакторный и многофакторный многомерный дисперсионный анализ (MANOVA) и методы непараметрической статистики.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Динамика соотношения полов на разных фазах лета в популяции H. aureola

Для *H. aureola* отмечено явление разновременного выхода имаго из куколок в течение генерации (Медведев, 1957; Корсун, 1994), однако данных о соотношении полов на разных фазах лета до сих пор не приводилось. Типичная динамика соотношения самцов и самок в 4 локальных поселениях *H. aureola* представлена на диаграмме (рис.). Во всех изученных нами поселениях наблюдается численное преобладание самцов в половой структуре популяции в начале и середине лета. Численность самцов превышает численность самок в среднем в 10–40 раз в первой половине генерации. Другими словами, для модельного вида характерна тенденция более раннего вылета самцов по сравнению с самками. Также по собственным данным и данным к.б.н. О.В. Корсуна в различных географических точках Восточного Забайкалья во всех исследованных популяциях *H. aureola* доля самцов направленно снижается в течение генерации, варьируя в среднем от 95% в начале лета до 82% — на пике. На фазе «окончание лета» самки численно доминируют, и доля самцов в среднем составляет 43%. Соотношение «самцы / самки» равно соответственно на трех фазах лета в среднем 23,4; 5,7 и 0,8.

Таким образом, результаты последовательных отловов в модельных поселениях, а также «одномоментные срезы» во время сбора энтомологического материала в географически удаленных точках, свидетельствуют о существовании в

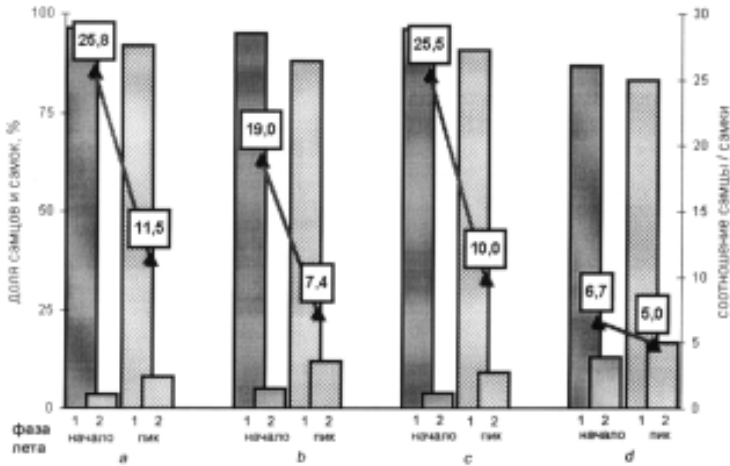


Рис. Динамика соотношения полов (1 — самцы; 2 — самки) на разных фазах лета в течение одной генерации в 4 локальных поселениях (а–д) *H. aureola* в окрестностях г. Читы. Соотношение полов на каждой фазе лета имаго указано в квадратах.

популяциях *H. aureola* явления протандрии и смещения соотношения полов на разных фазах лета в течение одной генерации.

Связь выхода имаго в течение генерации с фенофазами их кормовых растений

Очевидно, что сезонность в жизни фитофагов тесно связана с растениями и имеет приспособительное значение (Чернышев, 1996). Синхронность появления определенных фаз вегетации растений и стадий развития насекомых обусловлена целым рядом факторов, в том числе химическим составом и физическими свойствами органов растения, не остающимся неизменным в различные периоды вегетации, доступностью и количеством ресурсов в течение сезона и т.п. (Кожанчиков, 1949; Богачева, 1990). Для статистического анализа были использованы сборы с территории двух модельных участков (локалитетов). Первый участок (Кайдаловка-1, а на рис.) представляет собой опушку соснового леса и прибрежные ивовые заросли. Второй участок (Кайдаловка-3, с на рис.), расположенный на расстоянии 2 км вверх по течению р. Кайдаловка от первого, представляет собой пойменный луг. Объем выборок, взятых с кормовых растений, в пределах модельных локалитетов в начале и середине лета неодинаков (табл. 1).

Такая неоднородность выборок в разные фазы лета в разных локалитетах, вероятно, связана в первую очередь с фенологией кормовых растений, а также с микроклиматическими особенностями местообитаний.

Таблица 1. Объем выборок *H. aureola* с кормовых растений в модельных локалитетах на разных фазах лета имаго

Локалитет	Кормовое растение	Фаза лета имаго			
		начало		пик	
		№ экз.	фенофаза кормового растения	№ экз.	фенофаза кормового растения
Кайдаловка-1	<i>Salix Schweinii</i> E. Wolf	107	массовое развитие листьев	50	массовое развитие листьев
Кайдаловка-3	<i>Spiraea salicifolia</i> L.	10	бутонизация	73	цветение
	<i>Pentaphylloides fruticosa</i> L.	—	бутонизация	16	цветение
	<i>Populus nigra</i> L.	13	массовое развитие листьев	43	массовое развитие листьев

H. aureola — оседлый, малоподвижный вид, жизненный цикл которого тесно связан с ближайшими кормовыми растениями (Корсун, 1999). Несмотря на то, что возможность миграции полностью не исключается, мы предполагаем очень сильную привязанность вида к своему кормовому объекту (Лобанова, 2002). Полученные нами данные показывают существование корреляции между массовым выходом жуков из куколок и фенологией «своего» кормового растения: пик численности имаго на конкретном растении совпадает с наступлением наиболее предпочитаемой фазы для питания — молодые зеленые листья у ивы в начале периода вегетации и генеративные органы у растений семейства Rosaceae.

Роль протандрии в изменении фенооблика поселений гонимой золотистой

Зависимость размеров и формы тела самцов H. aureola от времени их вылета

В ряде работ, посвященных протандрии, уделяется большое внимание связи времени вылета имаго разных полов с их размерами или массой тела (Wiklund, Forsberg, 1991; Zonneveld, 1996). Особое значение придается в этой связи не столько размерному половому диморфизму, сколько предположениям об изменении морфометрических показателей в течение генерации у особей одного пола.

В целом, при многомерном дисперсионном анализе имаго самцов *H. aureola* по комплексу морфометрических признаков выявлены значимые различия в размерах и форме тела и отдельных его частей на разных фазах лета в течение одной генерации. Установлено, что самцы на пике лета характеризуются достоверно большими линейными размерами и иными пропорциями тела, чем появляющиеся в начале генерации ($F = 2,91$; $df = 34$; $p < 0,001$). Полученные нами данные согласуются с моделью Зонневельда (1996) о том, что при протандрии в

начале появляются более мелкие самцы. По мнению некоторых авторов (Gotthard et al., 1994; Fischer, Fiedler, 2001), подобные размерные отличия напрямую связаны с протандрией: за ускоренное развитие самцы «расплавляются» меньшими размерами. Считается, что таким образом мелкие самцы избегают конкуренции с более крупными за возможность спаривания (Morbey, Ydenberg, 2001). Однако, при независимом анализе самцов из модельных локалитетов обнаружено существование у них разных тенденций изменения линейных размеров тела в течение одной генерации (табл. 2). Если, в первом, «ивовом» поселении самцы на пике лета характеризуются достоверно большими общими размерами тела и отдельных его частей, то в локалитете Кайдаловка-3, где жуки были собраны на разных кормовых растениях, напротив, самцы оказываются крупнее в начале лета. Нужно отметить, что в этом поселении не обнаружено значимого взаимодействия между факторами «растение» и «фаза лета» ($F = 0,002$; $df = 1$; $p > 0,05$), т.е. общая длина тела изменяется синхронно на всех кормовых растениях в пределах поселения, что позволило объединить для анализа группы с кормовых растений в локалитете Кайдаловка-3. Мы предполагаем, что подобные противоречия во взаимосвязи фазы вылета и размеров самцов в разных локальных поселениях могут быть обусловлены тем, что имаго, вылетающие первыми в локалитете Кайдаловка-3, имеют более интенсивные темпы роста при сохранении того же периода развития, что у имаго в «ивовом» поселении Кайдаловка-1.

Таким образом, при анализе морфологической изменчивости самцов, отловленных на разных фазах лета, оказалось, что вылетающие в разное время особи неоднородны по размерам. В целом, для *H. aureola* появляющиеся в начале генерации самцы характеризуются более мелкими размерами, чем вылетающие позднее. Однако, при анализе имаго из поселений, различающихся составом основных кормовых растений, обнаружено наличие у них собственной, а в конкретных случаях прямо противоположной, динамики морфологических изменений, вероятно, обусловленной как прямым, так и опосредованным влиянием кормового растения и особенностями конкретного биотопа. Это ещё раз подтверждает высокую степень оседлости и сильной привязанности к своему кормовому растению у данного вида, что, вероятно, может иметь следствием специфику протекания морфогенеза. Это, вероятно, может косвенно влиять на способы осуществления репродуктивных стратегий.

Фенетическая специфика самцов на разных фазах вылета

Помимо размерных характеристик особей нами был проведен анализ частот встречаемости элементов рисунка — пятен и перевязей на переднеспинке и надкрыльях у самцов, отловленных на разных фазах лета. Всего для *H. aureola* выделено 8 элементов рисунка переднеспинки и 18 элементов рисунка надкрылий (Корсун, 1994; Лобанова, 2001). Оказалось, что помимо изменений размеров и формы тела, у самцов в модельных локалитетах в течение одной генерации существуют отличия

Таблица 2. Средние значения линейных признаков и их индексов и оценки достоверности различий между самцами *H. angela* на разных фазах вылета в модельных локалитетах по критерию Манна — Уитни (U). * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$

ПРИЗНАКИ	Кайдаловка-1 $\bar{x} \pm Sx$, мм			Кайдаловка-3 $\bar{x} \pm Sx$, мм		
	Начало лета	Пик лета	p	Начало лета	Пик лета	p
Длина тела	7,29±0,05	7,62±0,07	***	7,35±0,09	7,09±0,04	***
Длина головы	1,05±0,01	1,06±0,01	n.s.	1,04±0,01	1,02±0,01	n.s.
Ширина переднего края головы	1,62±0,01	1,67±0,02	**	1,63±0,02	1,59±0,01	n.s.
Ширина головы (максим.)	0,95±0,02	1,03±0,02	n.s.	1,06±0,03	0,92±0,01	***
Ширина (максим.) / длина головы	173,96±2,95	165,65±4,03	n.s.	155,81±4,94	174,67±2,06	***
Ширина переднего края / длина головы	112,99±1,98	105,68±2,70	n.s.	99,71±3,40	112,42±1,42	***
Ширина переднего края / ширина головы (максим.)	65,06±0,45	63,77±0,61	n.s.	64,40±0,33	64,40±0,33	n.s.
Относительная длина головы	13,04±0,20	13,48±0,27	n.s.	14,41±0,35	13,03±0,15	***
Длина переднеспинки	1,84±0,01	1,86±0,01	n.s.	1,81±0,02	1,80±0,01	n.s.
Ширина переднеспинки (максим.)	3,02±0,02	3,12±0,02	***	3,02±0,04	2,95±0,02	n.s.
Ширина переднего края переднеспинки	2,07±0,01	2,17±0,02	***	2,10±0,03	2,03±0,01	*
Ширина (максим.) / длина переднеспинки	145,86±0,81	144,37±1,11	n.s.	143,49±1,32	145,36±0,55	n.s.
Ширина переднего края / длина переднеспинки	88,72±0,47	86,16±0,64	**	86,18±0,89	88,74±0,37	***
Ширина переднего края / ширина (максим.) переднеспинки	60,87±0,22	59,71±0,31	**	60,09±0,47	61,07±0,20	n.s.
Длина левого надкрылья (диагональ, плечевой бутор – вершина надкрылья)	4,98±0,03	5,09±0,04	*	4,91±0,06	4,89±0,02	n.s.
Длина шва левого надкрылья	3,94±0,02	3,97±0,03	n.s.	3,74±0,05	3,92±0,02	**
Ширина левого надкрылья	2,02±0,01	2,08±0,02	**	2,00±0,03	2,01±0,01	n.s.
Длина шва / длина диагонали левого надкрылья	79,05±0,19	77,93±0,27	***	76,32±0,42	80,02±0,18	***
Ширина / длина диагонали левого надкрылья	51,36±0,24	52,60±0,33	n.s.	53,51±0,51	51,25±0,21	n.s.
Ширина / длина шва левого надкрылья	40,58±0,17	40,97±0,23	***	40,83±0,33	40,98±0,14	***
Относительная длина шва левого надкрылья	54,10±0,31	52,13±0,43	***	50,92±0,55	55,29±0,23	***
Относительная длина диагонали левого надкрылья	68,40±0,32	66,91±0,44	**	66,71±0,47	69,08±0,19	***
Длина правого надкрылья (диагональ)	4,99±0,03	5,09±0,04	n.s.	4,90±0,06	4,90±0,03	n.s.
Длина шва правого надкрылья	3,95±0,02	3,99±0,03	n.s.	3,76±0,05	3,92±0,02	**
Ширина правого надкрылья	2,01±0,01	2,08±0,02	***	2,02±0,02	2,00±0,01	n.s.
Длина шва / длина диагонали правого надкрылья	79,26±0,18	78,43±0,24	***	76,71±0,37	79,92±0,16	***
Ширина / длина шва правого надкрылья	40,32±0,17	40,91±0,23	*	41,30±0,32	40,81±0,13	n.s.
Ширина / длина диагонали правого надкрылья	50,88±0,23	52,17±0,32	***	53,87±0,48	51,08±0,20	***
Относительная длина шва правого надкрылья	54,35±0,30	52,41±0,41	***	51,10±0,52	55,31±0,22	***
Относительная длина диагонали правого надкрылья	68,55±0,33	66,84±0,45	**	66,61±0,48	69,19±0,20	***

в частоте встречаемости некоторых элементов рисунка покровов. Так, в локальном поселении Кайдаловка-1 для самцов характерно снижение частоты встречаемости двух элементов рисунка переднеспинки (двух боковых перемычек) на пике лета ($\chi^2 = 8,01$; $df = 1$; $p < 0,005$; $\chi^2 = 17,08$; $df = 1$; $p < 0,001$). В поселении Кайдаловка-3 отмечается незначительное, но статистически значимое повышение частоты встречаемости бокового пятна на переднеспинке в течение генерации ($\chi^2 = 3,88$; $df = 1$; $p < 0,05$). При проведении рангового корреляционного анализа Спирмена нами не выявлено наличие значимых корреляций частот встречаемости этих элементов с морфометрическими характеристиками имаго. Отсутствие связи фенотипа рисунка покровов с размерами жуков, вероятно, может косвенно свидетельствовать о влиянии на формирование структур рисунка, в первую очередь, внутренних причин развития и в меньшей степени внешних причин. Таким образом, жуки, вылетающие в разное время, характеризуются изменением частот неметрических признаков, которые, вероятно, маркируют внутрипопуляционные структурно-функциональные группировки (Васильев, 1996), различающиеся по времени вылета и имеющие свои варианты осуществления репродуктивных стратегий.

Синхронность изменения размеров имаго разной окраски в течение генерации

Для *H. aureola* выделено пять цветовых вариаций по окраске покровов: желтые, зеленые, голубые, серые, темно-коричневые (Корсун, 1994). Поэтому для выяснения роли протандрии в изменении фенооблика популяций *H. aureola* мы проанализировали соотношение полиморфных по окраске групп жуков в разные фазы лета и зависимость размеров особей разной окраски от времени вылета в течение одной генерации в модельных локалитетах.

Соотношение особей разной окраски переднеспинки в локальном поселении Кайдаловка-1 на разных фазах достоверно различается ($\chi^2 = 14,26605$; $df = 4$; $p < 0,01$). По цветовым вариациям надкрылий значимые различия между частотами встречаемости признака окраски у жуков на разных фазах лета обнаружены не были ($\chi^2 = 4,09$; $df = 4$; $p > 0,1$). В локальном поселении Кайдаловка-3, напротив, выявлены достоверные отличия по частотам окраски надкрылий ($\chi^2 = 14,18$; $df = 4$; $p < 0,01$), а по частотам встречаемости вариантов окраски переднеспинки фазы начала и середины лета не отличаются ($\chi^2 = 4,02$; $df = 3$; $p > 0,1$). Таким образом, можно предположить, что особи разных цветовых вариаций характеризуются неодинаковым периодом развития, что приводит к различиям в полиморфной структуре популяций на разных фазах вылета и имеющей свою специфику в локалитетах, различающихся по составу кормовых растений.

Результаты многомерного дисперсионного анализа для жуков из локалитета Кайдаловка-1 свидетельствуют об отсутствии значимого взаимодействия факторов «окраска покровов» и «фаза вылета» по размерам и форме тела (табл. 3). Другими словами, жуки разной окраски

переднеспинки и надкрылий в этом поселении изменяются в течение генерации относительно синхронно, а общее направление их изменений не противоречит обнаруженной нами общепопуляционной стратегии — тенденции к появлению в начале лета более мелких жуков. Для поселения Кайдаловка-3 в результате дисперсионного анализа особей разных цветовых вариаций переднеспинки и надкрылий по всему комплексу морфометрических признаков выявлено наличие значимого влияния факторов «фаза вылета имаго» и «окраска покровов» (табл. 3). Особи, маркированные разным цветом покровов, обнаруживают собственную морфометрическую специфику в данном локальном поселении. В случае для окраски переднеспинки значимым оказалось и взаимодействие факторов окраски и фазы вылета: особи различных цветовых вариаций переднеспинки имеют собственную динамику изменения размеров на разных фазах лета. Особи с желтой, зеленой и голубой окраской изменяются относительно синхронно в начале и середине лета. Жуки с серой переднеспинкой не обнаруживают значимых различий на разных фазах лета, оставаясь более или менее однородными по размерам в течение одной генерации. Вероятно, самцы, маркированные серой окраской, имеют более низкие темпы роста при продлении периода своего развития в сравнение с особями других цветовых вариаций.

*Таблица 3. Результаты дисперсионного анализа комплекса морфологических признаков *H. aureola* в двух модельных локалитетах в окрестностях г. Читы*

Фактор	Лямбда-критерий Уилкса	Rao's R	Степени свободы k1 / k2	p
Кайдаловка – 1				
Фаза вылета имаго	0,5368	2,2845	34/90	<0,001
Окраска переднеспинки	0,3633	1,0664	102/270	0,338
Фаза вылета имаго × окраска переднеспинки	0,3901	0,9793	102/270	0,541
Фаза вылета имаго	0,5819	1,9015	34/90	<0,001
Окраска надкрылий	0,4811	1,1692	68/180	0,208
Фаза вылета имаго × окраска надкрылий	0,4874	1,1447	68/180	0,240
Кайдаловка – 3				
Фаза вылета имаго	0,4352	3,3210	34/87	<0,001
Окраска переднеспинки	0,2140	1,7260	102/261	<0,001
Фаза вылета имаго × окраска переднеспинки	0,1923	1,8823	102/261	<0,001
Фаза вылета имаго	0,6014	1,6761	34/86	<0,01
Окраска надкрылий	0,2870	1,3102	102/258	<0,01
Фаза вылета имаго × окраска надкрылий	0,3295	1,1370	102/258	0,210

Таким образом, для гошпии золотистой доказано явление протандрии — более раннего вылета имаго самцов по сравнению с самками. Впервые установлено, что для *H. aureola* характерно появление на ранней фазе вылета мелких самцов, а на поздней — более крупных. Эти данные свидетельствуют в пользу гипотезы, рассматривающей протандрию как репродуктивную стратегию самцов (Wiklund, Fagerström, 1977; Zonneveld, 1996). Тем не менее, при анализе изменений метрических признаков самцов в локальных поселениях, отличающихся по составу основных кормовых растений и микроклиматическими особенностям местообитаний, оказалось, что направление изменений в течение сезонной генерации не всегда однозначно, а зачастую и прямо противоположно. Таким образом, несмотря на то, что во всех популяциях поддерживается стратегия самцов на более раннее появление, в локальных поселениях существует особенности морфогенеза, вероятно имеющие приспособительный характер. Установлено разнонаправленное изменение частот встречаемости фенотипов отдельных неметрических признаков рисунка покровов у самцов разных локалитетов в течение генерации. Самцы разных цветовых вариаций покровов проявляют неодинаковые темпы развития и имеют специфичную динамику изменения размеров в течение одной генерации, что также косвенно может указывать на существование у них различных вариантов «осуществления» репродуктивных стратегий.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают признательность заведующему лабораторией экологических основ изменчивости и биоразнообразия животных ИЭРиЖ УрО РАН д.б.н. А.Г. Васильеву за помощь в подготовке материалов и обсуждение результатов этой статьи, а также доценту кафедры зоологии ЗабГПУ к.б.н. О.В. Корсуну за предоставленные коллекции. Отдельная благодарность аспиранту этой кафедры Е.В. Бутыко, а также Л.Н. Лобанову за помощь в сборе массового энтомологического материала. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 01-04-49571.

ЛИТЕРАТУРА

- Богачева И.А. Взаимоотношения насекомых-фитофагов и растений в экосистемах Субарктики. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. 135 с.
- Васильев А.Г. Фенетический анализ биоразнообразия на популяционном уровне: Автореферат дис. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 1996. 40 с.
- Кожанчиков И.В. Значение сезонных изменений листьев кормовых растений в развитии непарного шелкопряда // Докл. АН СССР. 1949. Т. 66. № 6. С. 1203–1206.

- Корсун О.В. Изменчивость и популяционная структура *Hoplia aureola* Pall. (Coleoptera, Scarabaeidae) // Экология. 1994. Т. 25, № 5. С. 372–379.
- Корсун О.В. Эколого-географические особенности полиморфной структуры популяций (на примере жесткокрылых): Автореферат дис.... канд. биол. наук. Екатеринбург, 1999. 25 с.
- Лобанова Н.Л. Анализ особенностей структуры рисунка покровов у разных цветковых морф гоппии золотистой (*Hoplia aureola* Pall.) в Восточном Забайкалье // Современные проблемы популяционной, исторической и прикладной экологии: Материалы конф. Екатеринбург, 2001. С. 137–143.
- Лобанова Н.Л. Микробиотопическая изменчивость в природной популяции гоппии золотистой *Hoplia aureola* Pall. (Coleoptera: Scarabaeidae) // Биота горных территорий: история и современное состояние. Материалы конф. Екатеринбург: изд-во «Академкнига», 2002. С. 107–110.
- Медведев С.И. Фауна СССР // Жесткокрылые, пластинчатоусые. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1952. Т. 10, вып. 2. Ч. 2. 276 с.
- Одум Ю. Экология. М.: Мир, 1986. Т. 2. 376 с.
- Чернышев В.Б. Экология насекомых. М.: Изд-во МГУ, 1996. 304 с.
- Шварц С. С. Эволюционная экология животных. Свердловск: Уральский рабочий, 1969. 198 с.
- Fischer K., Fiedler K. Sexual differences in life-history traits in the butterfly *Lycaena tityrus*: a comparison between direct and diapause development // Entomologia Experimentalis et Applicata. 2001. V. 100. P. 325–330.
- Morbey Y., Ydenberg R. Protandrous arrival timing to breeding areas: a review // Ecology Letters. 2001. V. 4. P. 663–673.
- Wiklund C., Fagerström T. Why do males emerge before females? A Hypothesis to explain the incidence of protandry in butterflies // Oecologia. 1977. V. 31. P. 153–158.
- Wiklund C., Forsberg J. Sexual size dimorphism in relation to female polygamy and protandry in butterflies: a comparative study of swedish pieridae and satyridae // Oikos. 1991. V. 60. P. 373–381.
- Wiklund C., Nylin S., Forsberg J. Sex-related variation in growth rate as a result of selection for large size and protandry in a bivoltine butterfly, *Pieris napi* // Oikos. 1991. V. 60. P. 241–250.
- Yasuda H., Dixon A. F. G. Sexual size dimorphism in the two spot ladybird beetle *Adalia bipunctata*: developmental mechanism and its consequences for mating // Ecological Entomology. 2002. V. 27. P. 493–496.
- Zonneveld C. Being big or emerging early? Polyandry and the trade-off between size and emergence in male butterflies // American Naturalist. 1996. V. 147. № 6. P. 946–965.

МОЖНО ЛИ ПРИМЕНЯТЬ МЕТОДЫ СОПРЯЖЁННОСТИ И ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОРРЕЛЯЦИИ ПРИ АНАЛИЗЕ ДАННЫХ ТОЧЕЧНЫХ ПОИМОК МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ?

К.В. Маклаков

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Современная экология во всё большей мере переходит от методов прямого наблюдения за отдельными особями или их группировками к рассмотрению популяционных отношений, основанных на статистических методах анализа больших выборок. Данные регистрации пространственного положения особей являются самыми распространённым и доступным материалом полевых наблюдений. У мелких млекопитающих такие данные чаще всего представлены в виде координат поимок на площадке мечения, полученных методом мечения и повторного отлова. С помощью статистики принято определять распределение точек (животных или растений) в пространстве как случайное, регулярное или контагиозное (Василевич, 1969). Взаимное распределение по территории животных из разных выборок до сих пор редко описывалось статистическими методами, но очевидно, что оно может быть взаимозависимым или независимым друг от друга. Методы статистики, применённые к двумерным (пространственным) данным точечных поимок, призваны указывать не только на характер распределения животных из одной выборки, но и на характер взаимного распределения животных из разных выборок.

Благотворные или неблагоприятные (конкурентные, подавляющие) взаимодействия между особями разных видов или внутривидовых группировок должны отражаться на пространственной структуре популяций.

В настоящей работе методы пространственной корреляции и сопряжённости по точкам поимок применены к различным данным отловов животных на площадках мечения для выявления положительных или отрицательных меж- и внутривидовых взаимодействий среди мелких млекопитающих, проведено сравнение этих методов по получаемым результатам.

МЕТОДЫ

В качестве способов выявления пространственных взаимодействий между разными видами и внутривидовыми группировками были применены следующие методы:

оценка *сопряжённости* по χ^2 между двумя группами точек из общей совокупности расставленных ловушек путём сравнения двух тетраэрических распределений (*эмпирического* и *теоретического*) количеств ловушек совместного и раздельного попаданий;

метод *пространственной корреляции*, предлагаемый математическим аппаратом *геостатистики* (Matheron, 1963; Ripley, 1981; Cressie, 1991), в основе которого положен принцип вычисления корреляции между содержанием проб (количеством попаданий) для множества точек из двух (или одной) совокупностей, находящихся на одном расстоянии друг от друга (на языке оригинала называется lag — расстояние, обычно кратное некоторому единичному расстоянию h). Ряд вычисленных на каждом лаге коэффициентов откладывается на коррелограмме (рис. 1а). В обоснование этого метода положено утверждение, что по получаемым коррелограммам возможно определить относительную максимальную степень влияния (degree — коэффициент корреляции в точке 0 или r_0) и диапазон этого влияния (range) — расстояние, дальше которого влияние полностью затухает.

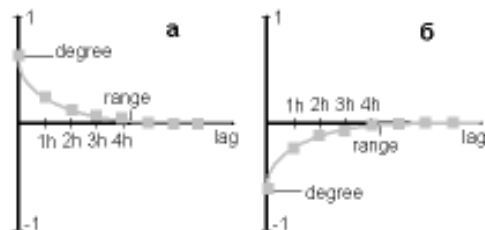


Рис. 1. Теоретическая форма условных коррелограмм: а — при положительной пространственной корреляционной зависимости, б — при отрицательной пространственной корреляционной зависимости.

На самом деле в геостатистике выводы делаются на основании вариограмм, которые составляются как ряд значений функции $\gamma(h)$ на каждом лаге. Функция $\gamma(h)$ от расстояния h (лаг в данном случае) вычисляется как сумма квадратов расстояний между точками, расположенными на расстоянии $h \pm \Delta$ друг от друга (где Δ — классификационный интервал, обычно половина единичного расстояния) разделённая на $2N$ (где N — количество пар точек):

$$\gamma(h) = \frac{\sum_{i=1}^N (h \pm \Delta)^2_i}{2N} \quad (\text{рис. 2}).$$

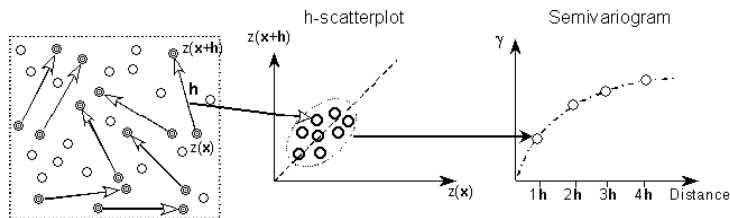


Рис. 2. Схема построения вариограммы.

Функция $\gamma(h)$ пропорциональна коэффициенту ковариации ($\gamma(h) = Co(0) - Co(h)$) и коэффициенту корреляции ($\gamma(h) = r(0) - r(h)$), поэтому в нашей работе на каждом лаге сразу вычислялись более удобные в интерпретации коэффициенты корреляции.

В случае с мелкими млекопитающими коэффициент корреляции вычисляется для количества попаданий в ловушки, расположенные на расстоянии h друг от друга. Если взаимодействие между точками (корреляция) зависит от расстояния, на котором они находятся, то ряд коэффициентов корреляции, отложенный на каждом лаге по оси расстояния, при бесконечно большой выборке должен располагаться на кривой логарифмического вида: рис. 1а — при положительном взаимодействии и рис. 1б — при отрицательном. Для площадок отлова в качестве единичного расстояния h бралось евклидово расстояние между двумя ближайшими ловушками, расположенными, как правило, квадратно-гнездовым образом (рис. 3).

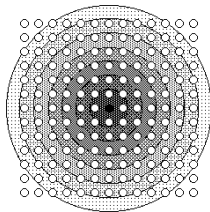


Рис. 3. Схема распределения ловушек по лагам от исходной ловушки.

МАТЕРИАЛ

Для обработки использовались данные, собранные в разные годы сотрудниками института из 4 разных районов:

— окрестности деревни Шигаево Шалинского района Свердловской области (Средний Урал) — собраны в 1982–1992 гг. и любезно предоставлены Л.Н. Добринским, Н.Л. Добринским, Ф.В. Кряжимским и Ю.И. Малофеевым;

— окрестности реки Хадьга-Яха (Южный Ямал) — собраны в 1977–1979 гг. и любезно предоставлены Ф.В. Кряжимским и Ю.И. Малофеевым;

— мыс на озере Ишкуль (Ильменский заповедник, Южный Урал) — собраны в 1975–1977 гг. и любезно предоставлены Г.В. Оленевым;

— остров Репный на озере Шитовском Верхнепышминского района Свердловской области (Средний Урал) — собраны автором в 2000–2001 гг.

С применением вышеуказанных методов обрабатывались данные по таким видам как рыжая полёвка (*Clethrionomys glareolus*) (д.Шитаево, оз.Ишкуль), красная полёвка (*Clethrionomys rutilus*) (р.Хадьга, оз.Шитовское), обыкновенная полёвка (*Microtus arvalis*) (оз.Ишкуль), полёвка-экономка (*Microtus oeconomus*) (р.Хадьга, оз.Шитовское), лесная мышь (*Apodemus uralensis*) (оз.Ишкуль, оз.Шитовское) и различным бурозубкам (*Sorex sp.*) (оз.Ишкуль, оз.Шитовское).

На основании сравнения полученных разными методами результатов делались выводы о применимости методов оценки взаимодействий по данным точечных отловов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Данные обрабатывались с помощью специально написанной компьютерной программы, результаты обчёта которой представлены на рисунках в виде схемы расположения поимок на площадке мечения (в левой части рисунка),

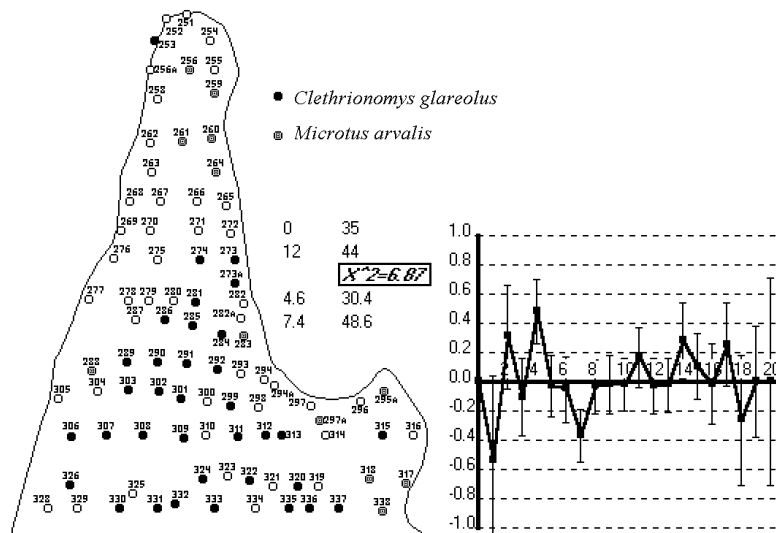


Рис. 4. Отрицательная сопряжённость на площадке мечения рыжих и обыкновенных полёвок в начале июня 1977 г. (Южный Урал).

двух тетраэдрических распределений сопряжённости поймок (эмпирического вверху и теоретического внизу), показателя χ^2 между ними (достоверные показатели выделены рамкой) и коррелограммы (в правой части рисунка) с расстоянием между ближайшими ловушками в качестве единичного и обозначенными диапазонами ошибки для каждого коэффициента корреляции.

Из множества получаемых коэффициентов сопряжённости и коррелограмм далеко не во всех случаях удавалось наблюдать какие-либо достоверно отличные от случайных взаимные распределения поймок, но в тех случаях, когда это удавалось, выявлялись следующие закономерности.

Отрицательные сопряжённости по поймкам (достоверная несопряжённость) оказывались характерными для видов полёвок, относящихся к разным родам (рис. 4), при этом положительные сопряжённости часто встречаются для разных групп особей одного вида (рис. 5). Это можно объяснить разной для видов биотопической приуроченностью, связанной с различиями в спектрах питания и другими экологическими особенностями, в то время как особи одного вида приурочены к общему биотопу в пределах площадки.

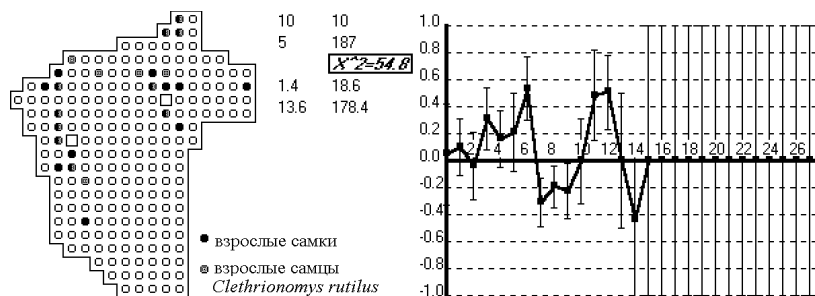


Рис. 5. Положительная сопряжённость на площадке мечения между взрослыми самками и самцами красной полёвки в июне 1977 г. (Южный Ямал).

Отрицательные значения пространственной корреляции характерны для конкурирующих видов одного рода, например, красной (*Clethrionomys rutilus*) и рыжей полёвок (*Clethrionomys glareolus*) (рис. 6), что противоречит другим данным о том, что эти виды занимают общую территорию, а конкуренция у них должна возникать с красно-серой полёвкой (*Clethrionomys rufocanus*) (Башенина, 1977). Другими примерами проявления отрицательных пространственных корреляций может служить активное территориальное поведение животных. Например, территориальное поведение взрослых особей одного пола как по отношению друг к другу, так и к особенно многочисленным в пик численности неполовозрелым молодым животным, которые, таким образом, оказываются вытесненными на «нейтральные тер-

ритории» и пространственно сопряжены между собой (как например, половозрелые самцы и самки).

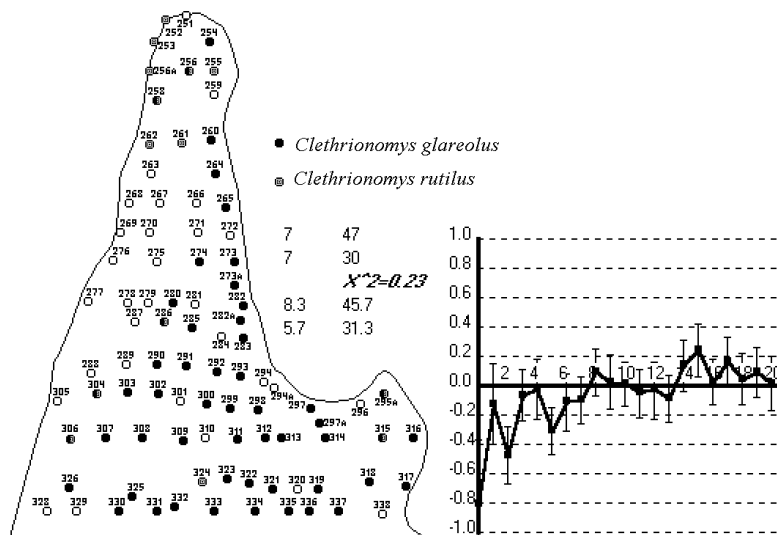


Рис. 6. Отрицательная пространственная корреляция на площадке мечения между рыжими и красными полёвками в конце августа 1977 г. (Южный Урал).

В то же время положительные значения пространственной корреляции оказывались характерными для групп особей одного вида, чьё поведение позитивно или нейтрально сказывается на особях другой группы как, например, расселение недавно бывших ювенильными, только вышедших из гнезда животных с территории взрослых родителей (рис. 7).

Часто коррелограммы имели несколько пиков и «провалов» (рис. 5, 8), что объясняется не только небольшими объёмами выборки, но и дискретной пространственной структурой популяций грызунов, состоящей из индивидуальных участков отдельных особей (определённое расстояние между соседями). Отсутствие положительного коэффициента корреляции в точке 0 частично компенсируется положительным коэффициентом на расстоянии нескольких ловушек, особенно между половозрелыми самками и самцами (рис. 5, 8), что говорит о тенденции «держаться поблизости» при наличии у каждого животного своей охраняемой территории. Отрицательные же корреляции между животными разных выборок на относительно близких расстояниях компенсируются положительными на отдалённых и наоборот, что говорит о «выталкивании» одних животных другими в первом случае (рис. 6) и о «притягивании» — во втором (рис. 7).

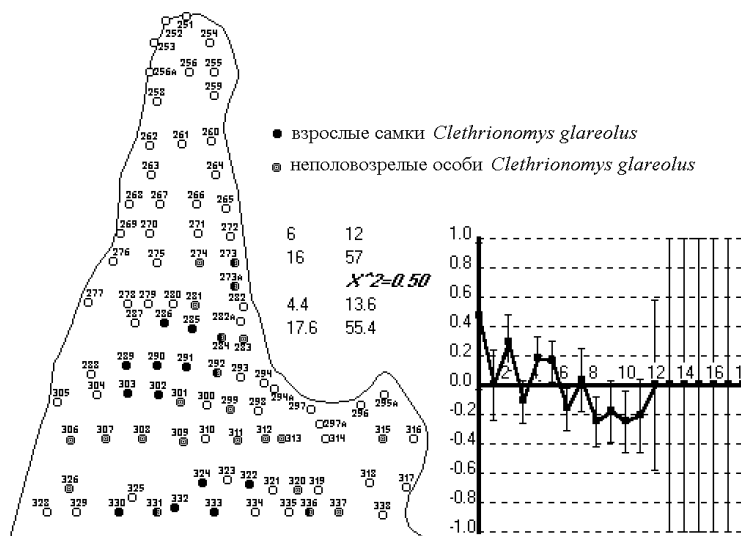


Рис. 7. Положительная пространственная корреляция на площадке мечения между взрослыми самками и неполовозрелыми особями рыжей полёвки в начале июня 1977 г. (Южный Урал).

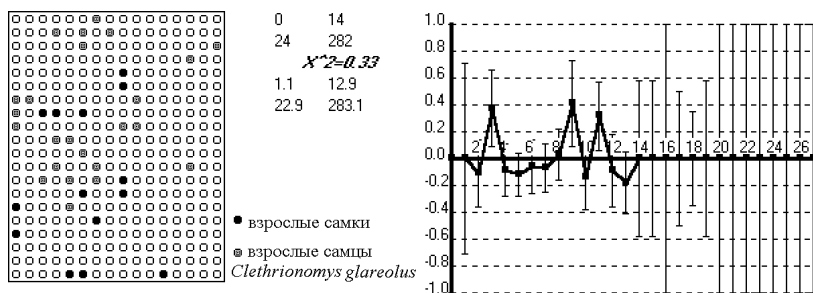


Рис. 8. Положительная пространственная корреляция на площадке мечения на расстоянии 3, 9, 11 ловушек между взрослыми самками и самцами рыжей полёвки в августе 1983 г. (Средний Урал).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методы сопряжённости и пространственной корреляции подтверждают прямые наблюдения межвидовых и внутривидовых взаимодействий, сильно варьирующие в зависимости от времени исследования.

Методы сопряжённости и пространственной корреляции взаимно дополняют друг друга:

— метод сопряжённости позволяет выявлять отличные от случайных пространственные распределения, вызванные воздействием внешних факторов (разная или общая биотопическая приуроченность);

— метод пространственной корреляции выявляет закономерности пространственного распределения, вызванные взаимодействиями между самими особями.

К недостаткам метода пространственной корреляции относятся следующие:

— отловы грызунов редко предоставляют достаточную выборку для существенного снижения ошибки коэффициента корреляции на каждом лаге;

— отсутствие постепенности убывания коэффициентов корреляции на оси расстояния (чередование пиков и спадов) связано с дискретной пространственной структурой грызунов, состоящей из индивидуальных участков;

— метод не позволяет достоверно оценивать характер и интенсивность воздействия других животных на каждую отдельную особь.

По результатам работы можно сделать такой обобщающий вывод: особенности пространственной структуры грызунов приводят к необходимости рассматривать индивидуальные участки отдельных особей для оценки интенсивности взаимодействия между ними.

ЛИТЕРАТУРА

- Башенина Н.В. Пути адаптации мышевидных грызунов. М.: Наука, 1977. 354 с.
Василевич В.И. Статистические методы в геоботанике. Л.: Наука, 1969. 232 с.
Cressie N. Statistics for spatial data. N.Y.: John Wiley & Sons, 1991. 900 p.
Matheron G. Principles of geostatistics // Econom. Geol. 1963. V. 58. P. 1246–1266.
Ripley B.D. Spatial statistics. N.Y.: John Wiley & Sons, 1981. 420 p.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗУБНЫХ СИСТЕМ ИСКОПАЕМЫХ ВИДОВ АКУЛ

Е.Г. Максимова

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Одной из самых распространенных групп среди ныне живущих морских рыб являются эласмобранхии (надкласс Pisces, класс Chondrichthyes, подкласс Elasmobranchii). К ним относятся акулы и скаты. Зубные системы эласмобранхий состоят из нескольких зубных рядов и, как правило, гетеродонтны: зубы

строго дифференцированы в челюсти. Фактор гетеродонтности важно учитывать при видовой диагностике, так как единичные зубы одной челюсти, но разного местоположения вследствие топологических различий могут быть отнесены к различным родам и видам.

Реконструкция зубных систем акул — это первый этап работы с палеонтологической коллекцией зубов, позволяющий определить местоположение зуба в челюсти, корректно диагностировать видовую принадлежность, выяснить характер питания этого вида.

Цель работы — составление и описание зубных рядов ископаемых близкородственных видов акул: *Striatolamia macrotia* (Agassiz, 1843), *Striatolamia striata* (Winkler, 1874), *Carcharias hopei* (Agassiz, 1843) (отр. Lamniformes, сем. Odontaspidae).

В соответствии с целью работы были поставлены следующие задачи:

- 1) изучить литературу по методам реконструкции зубных систем акул;
- 2) восстановить зубные ряды *Striatolamia macrotia*, *Striatolamia striata* и *Carcharias hopei*, основываясь на литературных и эмпирических данных;
- 3) сравнить зубные аппараты этих близкородственных видов акул.

Зуб акулы состоит из двух частей: корня и коронки. У зуба различают лабиальную (внешнюю) и лингвальную (внутреннюю) поверхности. Коронка покрыта эмалью, ограничена режущим краем — тонкой и узкой оторочкой эмали на крае коронки, имеет главную вершину, которая часто сопровождается одной или несколькими парами боковых зубцов. Корень не покрыт эмалью, состоит из лингвального бугорка с питательной бороздой и ветвей (рис. 1).

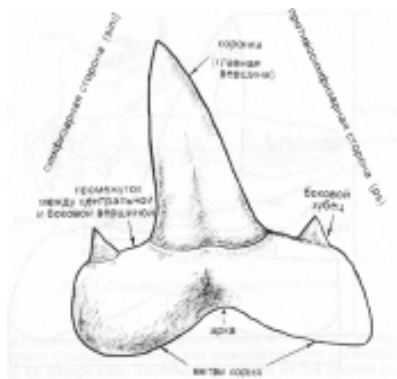


Рис. 1. Строение зуба ламноидной акулы.

Отличительный признак ламноидных акул от других отрядов — постоянная зубная формула, с помощью которой описывают последовательность и количество зубов в верхней и нижней челюстях. В каждой челюсти различают симфизные (S), передние (A), промежуточные или интермедиальные (I),

боковые (L) и задние (P) зубы. Для большинства ламноидных акул зубная формула выглядит следующим образом:

S0–1 A2–3 I0–4 L6–8 P3–много

S0–1 A2–3 L5–8 P3–много

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал для работы получен из местонахождения Дерней (Свердловская обл., Пышминский р-н, берег р. Дерней — правый приток р. Пышма); сборы сотрудников Тюменского областного краеведческого музея и Т.П. Малышкиной (ИГТ УрО РАН).

Местонахождение образовалось в результате перемиыва морской эоценовой ихтиофауны в континентальные четвертичные отложения.

Зубы акул разделяли на виды по комплексу признаков. В материале присутствовали зубы акул *Striatolamia macrora*, *Striatolamia striata* и *Carcharias hopei*. Для реконструкции их зубных систем изучено по 250–300 зубов каждого вида.

Реконструкцию зубного ряда проводили сначала у *Striatolamia macrora*, используя пример реконструкции зубной системы этого вида на основе целых челюстей близкородственного современного вида *Carcharias taurus* (Cunningham, 2000; рис. 2). При этом:

1. Зубы *Striatolamia macrora* разделяли на верхние и нижние.
2. Получившиеся группы в свою очередь сортировали на боковые и передние.
3. Далее зубы акул образовавшихся групп делили на левые и правые.
4. Затем составляли зубные ряды *Striatolamia macrora*.
5. Реконструкцию зубных рядов *Striatolamia striata* и *Carcharias hopei* проводили на основании реконструированного ряда *Striatolamia macrora* по аналогичной схеме.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Реконструкция зубных аппаратов ископаемых видов акул *Striatolamia macrora*, *Striatolamia striata* и *Carcharias hopei* позволила выявить признаки сходства и различия в морфологическом строении зубов у этих видов, а также провести сравнение их зубных систем.

Видовые различия отдельных зубов

К основным признакам, по которым определялась видовая принадлежность акул *C. hopei*, *S. striata* и *S. macrora*, относятся размер зубов, струйчатость лабиальной стороны коронки (выражена или отсутствует), форма боковых зубов (листовидная или треугольная) и степень лингвального изгиба коронки. У представителей акул р. *Striatolamia* эмаль струйчатая, у акул вида *Carcharias*

hopei — эмаль гладкая, без струек. Форма зубцов *S. macrota* листовидная, а *S. striata* — треугольная. Боковые зубцы необходимы для увеличения режущей поверхности зуба. Как *S. striata*, так и *S. macrota* — пелагические акулы, но зубная система последней могла нанести жертве более значительные повреждения, что способствовало более эффективному добыванию пищи.

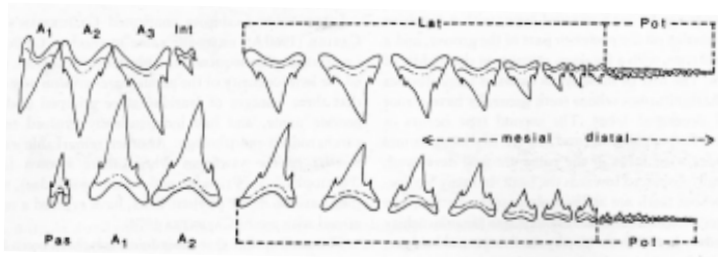


Рис. 2. Строение зубной системы ламноидной акулы *Synodontaspis taurus* (Cunningham, 2000).

Общие признаки зубных систем

У всех рассматриваемых видов акул рвущий тип зубной системы и сходная зубная формула:

S0 A3 I1 L6–8 P3-много

S1 A2 L5–8 P3-много

У всех изученных видов наблюдается расширение коронок зубов по мере удаления от симфиза челюсти в сторону угла пасти.

Передние зубы нижней челюсти выполняют функцию «заякоривания» добычи, и поэтому лингвальный изгиб коронки выражен сильнее. Коронки верхних зубов всегда шире, с меньшим S-образным изгибом и служат в большей мере для удержания добычи.

Функция боковых зубов — разрезание и разрывание добычи, поэтому их коронки более короткие и широкие; лингвальный изгиб выражен значительно меньше. Верхние боковые зубы сильнее загнуты к углу пасти и имеют серповидную форму.

Различия в зубных системах

Степень наклона коронки к углу пасти как верхних, так и нижних зубов у рода *Striatolamia* больше, чем у рода *Carcharias*. Кроме этого, зубные системы этих родов различаются по симфизному зубу, который у *Carcharias* значительно крупнее.

В роде *Striatolamia* у вида *S. macrota* зубы крупнее, чем у *S. striata*, а боковые зубцы имеют листовидную форму в отличие от треугольной у *S. striata*, что является прогрессивным признаком.

ЛИТЕРАТУРА

- Гликман Л.С. Акулы палеогена и их стратиграфическое значение. М.; Л., 1964.
- Гликман Л.С. Подкласс Elasmobranchii. Акуловые // Основы палеонтологии. Бесчелюстные рыбы. Л., 1964. С.195–208.
- Железко В.И., Козлов В.А. Эласмобранхии и биостратиграфия палеогена Зауралья и Средней Азии. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН. 1999.
- Малышкина Т.П. Результаты биометрического изучения зубного аппарата ископаемых акул рода *Isurolamna* // Биосфера и человечество: Материалы конф. Екатеринбург: изд-во «Екатеринбург», 2000. С. 152–158.
- Cunningham S.B. A comparison of isolated teeth of early Eocene *Striatolamia macrota* (Chondrichthyes, Lamniformes), with those of a Recent sand shark, *Carcharias taurus* // Tertiary Research. 2000. V. 20. № 1–4. P. 17–31.
- Shimada K. Dentition of the Late Cretaceous Lamniform shark, *Cretoxyrhina mantelli*, from the Niobara Chalk of Kansas // J. of Vertebrate Paleontology. 2000. V. 17 (2). P. 269–279.
- White E.I. The Vertebrate Faunas of the English Eocene. Vol. 1. From the Thanet Sands to the Basement Bed of the London Clay. London, 1931. 123 p.
- Welton B.J., Farish R.F. The Collector's Guide to Fossil Sharks and Rays from the Cretaceous of Texas. Texas, 1993. P. 11–19.

**ОТВЕТНЫЕ РЕАКЦИИ *CERATOPHYLLUM DEMERSUM* L.
НА ДЕЙСТВИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ (Cu^{2+} , Cd^{2+} И Ni^{2+})**

М.Г. Малева, И.Н. Семашко, О.А. Павлова, Г.Ф. Некрасова

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

В настоящее время серьезное беспокойство вызывает загрязнение гидроценозов тяжелыми металлами, среди которых особое место занимают ионы Cu^{2+} , Cd^{2+} и Ni^{2+} . Под действием избыточных уровней металлов могут нарушаться фотосинтез, дыхательный метаболизм, синтез вторичных соединений — процессов, определяющих продуктивность гидроценозов (Fernandes et al., 1991). Одним из известных способов защиты растений является биосинтез фитохелатинов — белков, обогащенных SH-группами. Эти белки, обладая высоким сродством к тяжелым металлам, связывают их и снижают токсичность для растений (Hagemeyer, 1999). Физиологический подход к изучению природных систем предполагает использование показателей более низких уровней — тканевого, клеточного, биохимического, что позволяет на более ранних этапах выявлять повреждающее действие токсиканта.

Целью работы было изучение воздействия Cu^{2+} , Cd^{2+} и Ni^{2+} на накопительную способность, содержание растворимых белков, количество SH-групп в белке, состояние пигментного комплекса и интенсивность фотосинтеза погруженного гидрофита *Ceratophyllum demersum* L.

В модельном эксперименте роголистник темно-зеленый (*Ceratophyllum demersum* L.) выращивали в течение 7 дней на 5% среде Хогланда-Арнона I с добавлением низкой (0,025 мг/л) и высокой (0,25 мг/л) концентраций Cu^{2+} , Cd^{2+} или Ni^{2+} . Контролем служили варианты, выращенные на питательной среде без добавления тяжелых металлов.

Содержание металлов в листьях гидрофита определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе Perkin Elmer после мокрого озоления 70% HNO_3 . Растворимый белок определяли по Shakterle (1973). Количество SH-групп определяли с помощью реактива Элмана (5,5-дитиобис-(2-нитробензойная) кислота) по методике Rice-Evans (1991). Содержание пигментов измеряли по Гавриленко (1975). Интенсивность потенциального фотосинтеза определяли по Мокроносову (1973).

Опыты поставлены в трех биологических повторностях. Сравнение показателей проводили с использованием критерия Стьюдента, достоверность различий справедлива для уровня значимости 0,05.

Исследования показали, что аккумуляция Cu^{2+} , Cd^{2+} и Ni^{2+} у *C. demersum* зависела от концентрации металлов в питательной среде. При высокой концентрации металлов (0,25 мг/л) растения накапливали до 269,3 мкг/г сух.веса Cu^{2+} , 317,2 мкг/г сух.веса Cd^{2+} и 173,8 мкг/г сух.веса Ni^{2+} . Рост содержания металлов в среде приводил к уменьшению коэффициента биологического накопления (КБН). Наибольшие значения КБН наблюдались при низкой (0,025 мг/л) концентрации ионов: 2620 для Cu^{2+} , 1686 для Cd^{2+} и 1690 для Ni^{2+} .

Накопление металлов сопровождалось нарушением ряда физиологических функций в растениях. Было обнаружено, что по своему токсическому воздействию на содержание белков, пигментов, интенсивность фотосинтеза тяжелые металлы выстроились в последовательность $\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cd}^{2+} \rightarrow \text{Ni}^{2+}$, что соответствует ряду общей фитотоксичности (Кабата-Пендиас и др., 1989).

Повышенные концентрации Cu^{2+} вызывали у *C. demersum* уменьшение содержания растворимых белков в 1,7 раза при параллельном увеличении в них количества SH-групп в 2,2 раза от контроля (рис. а, б). Ионы Cd^{2+} не оказывали заметного воздействия на содержание белков, вызывая рост количества SH-групп в 1,3 раза от контроля. Увеличение концентрации Ni^{2+} в среде стимулировало образование растворимых белков (в 1,4 раза), снижая содержание SH (в 1,4 раза от контроля).

Ионы меди и кадмия оказывали наибольшее токсическое действие на сумму хлорофиллов (А+В) при концентрации 0,25 мг/л (рис. в). Ионы

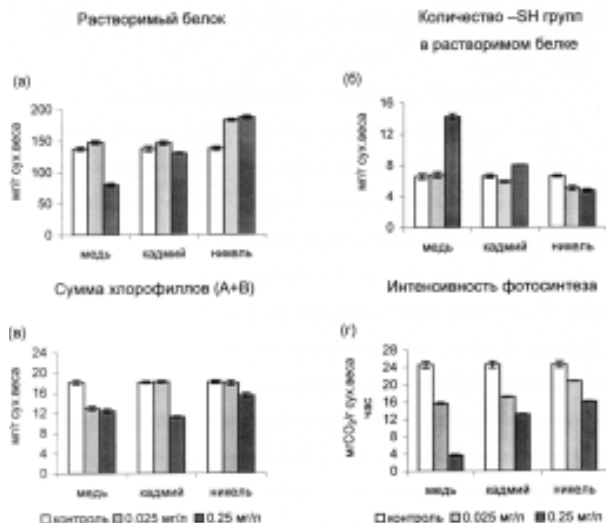


Рисунок. Влияние Cu^{2+} , Cd^{2+} и Ni^{2+} на содержание растворимого белка (а), количество SH-групп в белке (б), сумму хлорофиллов (А+В) (в) и интенсивность фотосинтеза (г) в листьях *Ceratophyllum demersum* L.

никеля вызывали наименьшее влияние. Интенсивность потенциального фотосинтеза у роголистника напрямую зависела от вида металла и его концентрации в среде (рис. г).

Наибольшее подавление фотосинтеза наблюдалось под влиянием меди (в 6,6 раза), наименьшее — никеля (в 1,5 раза от контроля). По своему отрицательному действию ионы кадмия занимали промежуточное положение, снижая интенсивность фотосинтеза в 1,9 раз от контроля.

Таким образом, погруженный гидрофит *C. demersum* обладал разной накопительной способностью в отношении ионов Cu^{2+} , Cd^{2+} и Ni^{2+} . Вероятно, это связано с наличием у него особых механизмов поглощения тяжелых металлов. Известно, что в транспорте меди могут принимать участие как неспецифические механизмы (ионные каналы, редуктазные системы), так и специфические (Юрин и др., 1991). Для кадмия и никеля специфические механизмы поглощения пока не выявлены. Предполагают, что в большинстве случаев Cd^{2+} и Ni^{2+} проникают в клетку в результате ионно-обменных процессов (Salt et al., 1995).

Первичной реакцией гидрофита на рост концентрации металлов в среде было увеличение количества SH-групп в растворимых белках, выполняющих защитную функцию в растениях.

ЛИТЕРАТУРА

- Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. М.: Высшая школа, 1975. 392 с.
- Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
- Мокроносов А.Т., Добров А.В. Камера для изучения фотосинтетического метаболизма. Определение потенциального фотосинтеза на изолированных листьях // Вопросы регуляции фотосинтеза / Под ред. Мокроносова А.Т. и др. Свердловск: Изд-во УрГУ, 1973. С. 149–152.
- Юрин В.М., Соколик А.И., Кудряшов А.П. Регуляция ионного транспорта через мембраны растительных клеток. Минск: Наука и техника, 1991. 272 с.
- Fernandes J.C., Henriques F.S. Biochemical, physiological, and structural effects of excess copper in plants // Bot. Rev. 1991. № 57. P. 246–273.
- Hagemeyer J. Ecophysiology of plant growth under heavy metal stress // Heavy metal stress in plants. From molecules to Ecosystems / Ed. Prasad M.N.V., Hagemeyer J Germany: Springer, 1999. P. 170–172.
- Rice-Evans C.A., Diplock A.T., Symons M.C.R. Techniques in free radical research. Elsevier, Amsterdam, 1991.
- Salt D.E., Blaylock M., Kumar N.P.B.A., Dushenkov V., Ensley B.D., Chet I., Raskin I. Phytoremediation: a novel strategy for the removal of toxic metals from the environment. Using plants // Biotechnology. 1995. V. 13. P. 468–474.
- Shakterle T.R., Pollack R.L. A simplified method for the quantities assay of small amounts of protein in biological material // Analytical Bioch. 1973. V. 51. № 2. P. 654–655.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕПТИЛИЙ ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА

В.В. Малимонов

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

К настоящему времени назрела насущная необходимость в обновлении и уточнении герпетогеографических сведений по Среднему Уралу, т.к. систематических исследований в этой области не велось более 20 лет. Последняя подобная информация относится к 70-м годам (Топоркова, 1973; Пярых, Щупак, 1977). Изучение видового состава и биологических особенностей рептилий естественных и антропогенных ландшафтов Свердловской области начато в 2000 г. (Малимонов, Вершинин, 2000). Представленный материал посвящен изучению экологических особенностей двух фоновых видов рептилий Среднего Урала: *Zootoca vivipara*, Jacq., 1787 и *Vipera berus*, Laurenti, 1758 из при-

городных и значительно дистанцированных (50–70 км) от городской агломерации популяций.

Для каждой популяции исследовались биотоп, численность, половая структура, оценивался репродуктивный потенциал, морфофизиологические показатели. Учёты численности и плотности проводились по общепринятым методикам (Баранов и др., 1976; Тертышников и др., 1976; Даревский, 1987). Змеи метились путём подрезания вентральных щитков (Broun, Parker, 1976), ящерицы — отсечением фаланг пальцев. Анализ собранного материала проводился общепринятыми методами (Ивантер, 1979; Плохинский, 1980).

Анализ морфофизиологических показателей обыкновенной гадюки выявил снижение индекса легких у животных из лесопарковой зоны ($F=5,118$; $p=0,035$). У живородящей ящерицы установлено значимое ($F=5,7$; $p=0,0229$) увеличение индекса легких и сердца ($F=4,77$; $p=0,0365$) в популяции лесопарковой зоны города. Учеты абсолютной численности животных показали, что количество особей в пригородных популяциях ниже как у живородящей ящерицы (78 экз. против 180), так и у гадюки (89 экз. против 811). Несмотря на меньшую площадь пригородных биотопов, плотность животных здесь также ниже: 0,11 ос./м² в лесопарковой популяции и 0,26 ос./м² в загородной популяции у *Zootoca vivipara* и 0,01 ос./м² в лесопарковой популяции и 0,08 ос./м² в загородной популяции *Vipera berus*.

Доля меланистических особей в пригородных популяциях гадюки в целом ниже, чем в дистанцированных популяциях ($\chi^2=3,97$), у живородящей ящерицы также меньше, хотя различия не значимы ($\chi^2=0,0025$).

Отмеченные различия по индексу лёгких у живородящей ящерицы — более эвритопного вида, осваивающего разнородные антропогенные ландшафты, вероятно, следует связывать с усилением обменных процессов у животных, населяющих загрязнённые, антропогенно трансформированные территории. Аналогичная реакция отмечается для прыткой ящерицы, населяющей территории с техногенным загрязнением (Гассо, 1998), что является одной из характерных адаптивных реакций животных на загрязнение. У обыкновенной гадюки в популяции лесопарковой зоны отмечается явление гипоксигении (Тестов, 1991), что, по-видимому, представляет собой видоспецифическую реакцию данного вида на антропогенную трансформацию среды. Можно говорить о значимом снижении встречаемости меланистов в пригородных популяциях у гадюки. Это явление, вероятно, может сопутствовать локальному повышению температуры, характерному для урбанизированных территорий (Двинский и др., 1998).

Таким образом, на фоне снижения численности и плотности изученных видов рептилий на пригородных территориях отмечается тенденция к увеличению энергозатрат на индивидуальную адаптацию у живородящей ящерицы. У *Vipera*

berus (только для самок) отмечается обратная реакция — минимизация энерготрат на адаптивные процессы, что, возможно, связано с дистанцированием данного вида от существенно преобразованных территорий.

МОРФОТИПИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ М³ ВИДОВ-ДВОЙНИКОВ ОБЫКНОВЕННЫХ ПОЛЕВОК УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Е.А. Маркова

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Анализ морфотипической изменчивости зубов полевок подразумевает оценку встречаемости и соотношения условно дискретных вариаций строения жевательной поверхности — морфотипов и может использоваться при изучении дифференциации зубных параметров на внутри- и межвидовом уровне. Таксономическая оценка морфотипических характеристик зубов видов-двойников из группы *Microtus arvalis* показала, что для них характерен один и тот же набор морфотипов щечных зубов, однако в долевым соотношении могут наблюдаться межвидовые различия (Малыгин, 1983; Песков, Цудикова, 1997).

Цель настоящей работы — сопоставить уровни и характер морфотипического разнообразия М³ в популяциях видов-двойников обыкновенных полевок Уральского региона.

Изучено 790 М³ от 395 особей обыкновенной (*M. arvalis* s.str.) и восточно-европейской (*M. rossiaemeridionalis*) полевок, видовая принадлежность которых была заранее определена кариологическим методом. Все *M. arvalis* s.str. относятся к форме *obscurus*. Для описания изменчивости М³ использованы четыре морфотипа: simplex, typica, duplicata и variabilis, выделенные Реригом и Бернером (Rüdig, Bittner, 1905) с учетом степени усложнения жевательной поверхности. В ходе морфотипического анализа использованы показатели популяционной изменчивости, предложенные Л.А. Животовским (1982).

Долевое соотношение морфотипов М³ в выборках видов-двойников обыкновенных полевок из 11 локалитетов в пределах Уральского региона представлено в таблице. У обоих видов встречены все рассматриваемые вариации, преобладает форма typica. К категории основных морфотипов относится и форма duplicata, тогда как наиболее простой (simplex) и сложный (variabilis) морфотипы могут рассматриваться как резервные. Зубы, отнесенные к типичному морфотипу, имели четвертый внутренний входящий угол (без образования пятого выступающего угла) в 41% случаев у обыкновенной и в 40% — у восточноевропейской полевок.

Таблица. Долевое соотношение морфотипов M^3 и показатели фенотипического разнообразия в популяциях видов-двойников обыкновенных полевков Уральского региона

№	Выборка	Количество M ³	Частоты морфотипов				Индекс внутри- популяционного разнообразия (<i>u</i>)	Доля редких морфотипов (<i>h</i>)
			<i>simplex</i>	<i>typica</i>	<i>duplicata</i>	<i>variabilis</i>		
<i>M. arvalis obscurus</i>								
1	Заповедник "Аркаим", Челябинская обл.	40	0,00	0,65	0,33	0,03	2,35 ± 0,195	0,22 ± 0,065
2	п. Байны, Свердловская обл.	176	0,01	0,80	0,19	0,00	2,07 ± 0,105	0,31 ± 0,035
3	п. Двуреченск, Свердловская обл.	34	0,00	0,76	0,21	0,03	2,25 ± 0,223	0,25 ± 0,074
4	д. Кристалка, Оренбургская обл.	10	0,00	0,20	0,50	0,30	2,90 ± 0,173	0,03 ± 0,058
5	Заказник "Предуралье", Пермская обл.	299	0,003	0,77	0,21	0,02	2,38 ± 0,114	0,41 ± 0,028
6	с. Шигаево, Свердловская обл.	76	0,00	0,74	0,21	0,05	2,38 ± 0,140	0,21 ± 0,047
7	п. Талица, Свердловская обл.	18	0,00	0,67	0,33	0,00	1,94 ± 0,079	0,03 ± 0,039
<i>M. rossiaemeridionalis</i>								
8	п. Байны, Свердловская обл.	34	0,09	0,59	0,29	0,03	3,16 ± 0,279	0,21 ± 0,070
9	г. Екатеринбург	61	0,07	0,75	0,13	0,05	2,93 ± 0,227	0,27 ± 0,057
10	д. Кристалка, Оренбургская обл.	26	0,08	0,50	0,38	0,04	3,24 ± 0,308	0,19 ± 0,077
11	д. Старобогдановка, Оренбургская обл.	18	0,00	0,56	0,44	0,00	1,99 ± 0,031	0,004 ± 0,016

При оценке популяционных аспектов изменчивости видов-двойников обыкновенных полевок существенную трудность представляет получение репрезентативных выборок, что связано с необходимостью применения сложных методов диагностики, а для территории Урала также и с относительно более редкой встречаемостью восточноевропейской полевки (Гилева и др., 2000). Как видно из таблицы, в выборках наименьшего объема (4, 7 и 11) существенно снижена доля редких морфотипов (h). Тем не менее, в среднем фенотипическое разнообразие (μ) в выборках восточноевропейской полевки выше, чем у обыкновенной, в основном за счет увеличения доли резервных морфотипов. Межвидовые различия в соотношении морфотипов M^3 , оцениваемые на совокупных выборках, достоверны ($I=18,33$; $p<0,001$), в связи с чем встает вопрос о природе наблюдаемых различий.

Поскольку для рассматриваемых выборок характерна неоднородность по половому и возрастному составу, мы провели оценку полового диморфизма и возрастной изменчивости зубных параметров. Соотношение морфотипов M^3 и показатели фенотипического разнообразия для самцов и самок оказались сходным как у обыкновенной ($I=2,55$; $p=0,466$), так и у восточноевропейской ($I=1,15$; $p=0,764$) полевки, что свидетельствует об отсутствии полового диморфизма в строении M^3 .

При оценке возрастной изменчивости были выделены две группы животных — молодые и зрелые, различающиеся по степени зрелости черепа (Ларина, Лапшов, 1974). Отношение числа молодых животных (до 60% зрелости черепа) к зрелым в выборках восточноевропейских полевки варьировало от 0,12 до 0,63, а в выборках обыкновенной — от 0 до 1,79. По соотношению морфотипов молодые и зрелые особи *M. arvalis* достоверно различаются ($I=9,16$; $p=0,027$). Для первых характерно большее разнообразие M^3 за счет увеличения долей морфотипов *simplex* и *variabilis*, тогда как у зрелых животных доля резервных морфотипов ниже. В выборках восточноевропейской полевки возрастные различия морфотипической структуры не достоверны ($I=2,07$; $p=0,559$), хотя для взрослых животных характерно несколько более высокое разнообразие морфотипов по сравнению с молодыми.

Среди факторов, оказывающих влияние на степень и структуру фенотипического разнообразия, большое значение может иметь фаза популяционной волны (Ларина, Еремина, 1982). Влияние динамики численности на показатели морфотипической изменчивости рассматривали на примере выборки обыкновенных полевки из заказника «Предуралье» Пермской области. Животных отлавливали на правом и левом берегах р.Сылва в течение 2000–2001 гг. (см. статью Л.Э. Ялковской в настоящем сборнике). Динамика численности обыкновенных полевки на правом и левом берегах была различной. Численность обыкновенных полевки на левом берегу в рассматри-

ваемый период была относительно высокой, тогда как на правом берегу в 2000 г. отмечалось снижение, а в 2001 г. — подъем численности. Рассчитав показатели попарного сходства (r) выборок с разных берегов за разные годы, мы выяснили, что наименее сходными по соотношению морфотипов M^3 являются разновременные выборки с правого берега, хотя различия между ними статистически недостоверны ($r=0,96$; $I=4,97$; $p=0,174$). Для обыкновенных полевков с правого берега характерен также и наибольший разброс значений внутривидового разнообразия: в 2000 г. отмечено наименьшее разнообразие ($\mu=1,76$; $N=58$), в 2001 г. — наибольшее ($\mu=2,57$; $N=72$), тогда как на левом берегу индексы разнообразия в разные годы практически одинаковы (в 2000 г. — $\mu=2,26$; $N=51$; в 2001 г. — $\mu=2,20$; $N=118$). На наш взгляд, различия в характере морфотипической изменчивости M^3 обыкновенных полевков, проявляющиеся на разных фазах динамики численности, могут быть связаны с изменениями возрастного состава популяций. Так, в выборке с правого берега, полученной при низкой численности в 2000 г., отношение числа молодых животных к зрелым составило лишь 0,53, а в 2001 г. — 2,6, то есть молодые резко преобладали, что и обусловило повышение уровня внутривидового фенотипического разнообразия в 2001 г.

Однако, как уже было отмечено, повышение доли резервных морфотипов у молодых животных по сравнению со зрелыми, характерное для *M. arvalis*, не выражено у *M. rossiaemeridionalis*. Наоборот, в выборках зрелых особей восточноевропейской полевки доля резервных морфотипов M^3 относительно высока, причем наблюдаемые тенденции к повышению морфотипического разнообразия у восточноевропейской полевки наблюдаются также и на M_1 (Маркова, Бородин, Гилева, в печати). Учитывая данные о наследственном характере рассматриваемых морфотипических характеристик обыкновенных полевков (Stohl, 1984), можно предположить, что различия фенотипического разнообразия видов-двойников связаны с неодинаковым действием отбора: у обыкновенной полевки он направлен на снижение доли животных с резервными морфотипами, тогда как у восточноевропейской эта тенденция не выражена.

С другой стороны, нельзя полностью исключить вероятность онтогенетической изменчивости морфотипических характеристик. Возрастные изменения формы жевательной поверхности зубов серых полевков не изучены, однако тот факт, что морфотипы M^3 не абсолютно дискретны (между ними возможны переходные конфигурации) позволяет предполагать некоторые изменения по мере роста и стирания коронки зуба в сторону большей или меньшей выраженности выступающих углов. В этом случае межвидовые различия морфотипического разнообразия моляров видов-двойников могут быть связаны со спецификой процессов морфогенеза зубов.

Автор выражает признательность сотрудникам группы популяционной цитогенетики ИЭРиЖ УрО РАН, предоставившим генетически датированный материал для анализа. Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты № 01–04–96408 и № 03–04–49776).

ЛИТЕРАТУРА

- Гилева Э.А., Большаков В.Н., Полявина О.В., Чепраков М.И. Обыкновенная и восточноевропейская полевки на Урале: гибридизация в природе // Докл. АН. 2000. Т. 370. № 1. С. 134–137.
- Животовский Л.А. Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам // Фенетика популяций. М.: Наука, 1982. С. 38–44.
- Ларина Н.И., Еремина И.В. Некоторые аспекты изучения фено- и генофонда вида и внутривидовых группировок // Фенетика популяций. М.: Наука, 1982. С. 56–69.
- Ларина Н.И., Лапшов В.А. К методике выделения возрастных групп у некорнезубых полевок // Физиологическая и популяционная экология животных. Межвуз. науч. сборник. Вып.2 (4). Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1974. С. 92–97.
- Малыгин В.М. Систематика обыкновенных полевок. М.: Наука, 1983. 207 с.
- Песков В.Н., Цудикова А.Ф. Изменчивость рисунка жевательной поверхности М³ в некоторых популяциях обыкновенных полевок (надвид *Microtus «arvalis»*) // Вестн. зоологии. 1997. №31 (4). С. 85–88.
- Rüfig G., Bünner C. Studien über das Gebiss mitteleuropäischer rezenter Mäuse // Arb. Kais. Biol. Inst. Hand. und Forstwirtschaft. 1905. Bd. 5, H. 2. S. 37–89.
- Stohl G. über einige Besonderheiten «Käpnstlöcher» Feldmaus-Populationen (*Microtus arvalis* [Pall.]) (Mammalia, Rodentia) // Vertebrata hungarica. 1984. 22. P. 51–63.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЭКОЛОГИЯ ПЕРЛОВИЦЕВЫХ (MOLLUSCA: BIVALVIA: UNIONIDAE) ФАУНЫ УКРАИНЫ

Р.К. Мельниченко, Л.М. Янович, Г.Е. Киричук

Житомирский государственный педагогический университет

Моллюски семейства перловицевых (Unionidae) играют большую роль в пресноводных экосистемах, где они составляют значительную часть биомассы бентоса. Большое значение перловицевых и как фильтраторов природных вод, и как индикаторов их загрязнения различными поллютантами и радионуклидами. Кроме того, униониды — промежуточные хозяева многих видов трематод. Несмотря на интерес исследователей к этой группе, на сегодняшний день не существует единого взгляда на ее систематику. Изменчивость конхиологических признаков и сравнительно однотипное внутрен-

нее строение этих моллюсков привели к противоречиям между различными таксономическими системами Unionidae.

Так, согласно традиционной систематике Unionidae В.И. Жадина (1952) на территории Украины обитает 10 видов перловицевых: три из рода *Unio*, шесть видов рода *Anodonta*, включая два из подрода *Pseudanodonta*. Более подробная система семейства была предложена Я.И. Старобогатовым (1977). Помимо традиционных конхиологических признаков, она базировалась на особенностях кривизны фронтального сечения створок — компараторном методе (Логвиненко, Старобогатов, 1971). Именно эта система была принята за основу при составлении региональной малакофауны Украины (Стадниченко, 1984). По данным А.П. Стадниченко в составе фауны Украины насчитывают 22 вида, принадлежащий к 5 родам трех подсемейств (Unioninae, Anodontinae, Pseudanodontinae). Зарубежные малакологи (Piechocki, 1993; Nadel et al., 1998; Aldridge, 1999) для региона Восточной Европы (в т.ч. Украины) указывают 6 видов. Противоречия между отдельными взглядами на систематику двустворок рассмотрено в обзоре А.В. Корнюшина (2002). Автор выделяет среди перловицевых род *Unio* с двумя традиционными видами — *U. tumidus* и *U. pictorum*; в род *Anodonta* включает *A. cygnea* и *A. piscinalis*; родовой статус имеют *Pseudanodonta* и *Batavusiana* с видами *P. complanata* и *B. crassa* соответственно. А.В. Корнюшин отмечает также недавно вселенный в Украину по течению Дуная новый вид *Sinanodonta woodiana*.

Таким образом, большинство традиционных видов (в широком значении) принимаются всеми малакологами, хотя в качестве таксонов различного ранга. В тоже время видовой статус форм, выделенных на основе компараторного метода, зачастую остается спорным. Поэтому при проведении экологических и гидробиологических исследований, следует исходить из традиционной системы двустворок, указывая при необходимости о какой форме, подвиде и т.п. (в узком значении) идет речь. В настоящем сообщении мы хотели рассмотреть вопросы распространения и экологии перловицевых на Украине, необходимости охраны некоторых видов и родов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом послужили собственные сборы авторов за период 1996–2000 гг. Всего собрано и исследовано около 5,5 тыс. экз. перловицевых из 78 пунктов сбора на территории семи областей Украины (рис.). Животных собирали вручную на глубинах до 1,5 м. В местах сбора материала определяли плотность поселения методом площадок, характер донных отложений, температуру воды, скорость течения, делали пробы воды. Градацию абиотических факторов принимали согласно В.И. Жадину (1952).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Видовой состав малакоценозов и их количественное развитие обусловлены влиянием различных абиотических, биотических и антропогенного факторов окружающей среды (Мельниченко, Янович, 2000).

Род *Batavusiana* спорадически распространен по территории Украины (рис.). Батавузианы встречаются преимущественно на севере и востоке региона, а форма *U.stevenianus* Krynicki, 1837 — в реках Крыма. Моллюски приурочены к небольшим чистым рекам со средним и сильным течением с песчаным и песчано-каменистым дном. Отдают предпочтение нейтрально-щелочным водам, хотя хорошо выдерживают снижение pH, характерное для кислых вод мелких рек Северного Полесья с болотным типом питания (Мельниченко, Янович, 2000). Некоторые «формы» батавузиан — *B.nana*, *B.fuscula*, *B.musiva*, *B.irenjensis* (виды согласно А.П. Стадниченко, 1984) встречаются преимущественно на севере Украины в бассейне Припяти. На востоке в бассейне Северского Донца и в Крыму. *B.irenjensis* — очень редкая форма для региона (два пункта сбора), встречаемость остальных — 5–12%. Имеющиеся данные свидетельствуют о наличии на территории Украины нескольких форм батавузиан, но вопрос об их таксономическом статусе требует дальнейшего уточнения.

Род *Unio* равномерно распространен по всей территории Украины. В европейских сводках он представлен двумя валидными видами *U.tumidus* и *U.pictorum*. Среди «форм» *U.pictorum*, выделяемых для фауны Украины (Стадниченко, 1984), очень редкими являются *U.muelleri* (не выявлено в последние 20 лет), *U.limosus* и *U.rostratus gentilis* (встречаемость 2 и 7% соответственно). Все остальные *Unio* обычны для прибрежной зоны равнинных рек, иногда они заселяют стоячие водоемы. Это фоновые виды (встречаемость 12–59%). Они эвриоксибионты, но наибольшая плотность популяций и видовое разнообразие наблюдается в реках с 77,6–155%-ным насыщением и абсолютным содержанием кислорода 6–9 мг/л (Мельниченко, Янович, 2000).

Род *Anodonta* в европейских сводках представлен видами *A.cygnea* и *A.piscinalis* (последний объединяет все формы рода *Colletopterum*). *A.cygnea* (с подвидами *A.c.zellensis*, *A.c.cygnea*) наиболее стагнофилен среди перловицевых. Распространен по всей территории Украины, хотя в последние годы сравнительно редок (встречаемость разных подвигов 7–9%) (рис.). Моллюски населяют литораль и сублитораль прудов, пойменных озер, иногда прибрежную зону рек с небольшим течением. Эвриоксибионты, с уклоном оксифильности, обитают в водоемах с олиготипом окисляемости и мезотипом pH (Мельниченко, Янович, 2000). Группа *Colletopterum* (или форма *A.piscinalis*) (Piechocki, Dyduch-Falniowska, 1993; Nadel et al., 1998) равномерно распространена по всей территории Украины. Эти моллюски эвритопны, живут в самых разнообразных водо-

емах. Наиболее обычны фоновые «формы» (виды по А.П. Стадниченко, 1984) — *C. piscinale* и *C. ponderosum*, встречаемость их 46 и 26%.

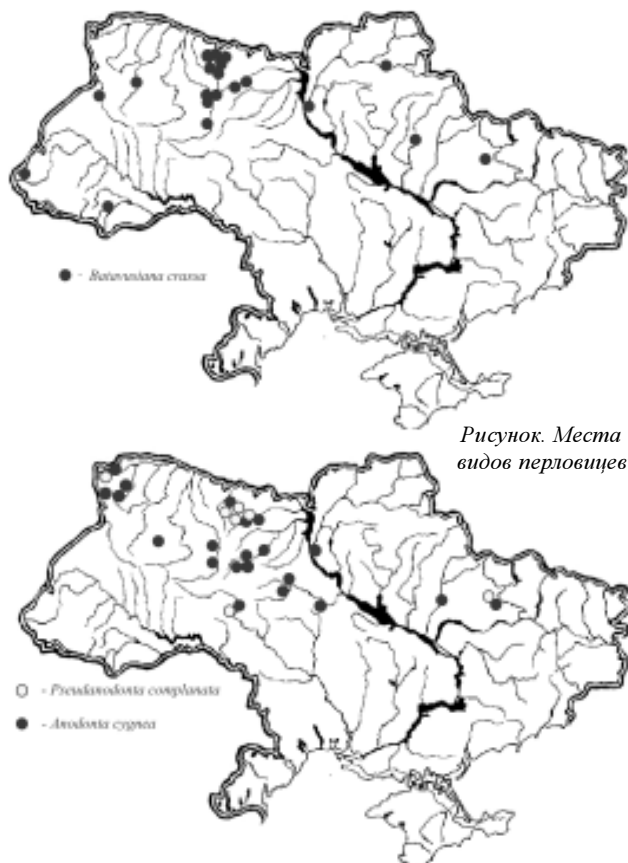


Рисунок. Места нахождения редких видов перловицевых фауны Украины.

Род *Pseudanodonta* — самый редкий и малочисленный среди перловицевых на Украине (встречаемость 2–5%). Имеет мозаичное распространение (рис.). Недавние фаунистические исследования (Korniushin et al., 2002) подтвердили наличие в Украине двух форм псевданоодонт, указанных в монографии А.П. Стадниченко (1984) как *P.complanata* и *P.kletti*, хотя их таксономический статус остается спорным. Представители *Pseudanodonta* — реофилы, отдают предпочтение рекам с чистой водой и высоким содержанием кислорода. Выявлены псевданоодонты на мелководьях рек с песчано-илистым, илистым и песчано-каменистым дном, часто совместно с *Batavusiana*.

Таким образом, среди перловицевых самыми уязвимыми и редкими видами в Украине (встречаются спорадически, чувствительны к чистоте воды и количеству кислорода в ней, популяции немногочисленны) являются все формы родов *Batavusiana* и *Pseudanodonta*. Несколько большей встречаемостью характеризуется *Anodonta cygnea*, хотя в последние годы этот вид тоже заслуживает статуса редкого (Корнюшин, 2002; Korniuszin et al., 2002). Остальные виды перловицевых в Украине весьма обычны и многочисленны, без угрозы исчезновения.

Следует отметить, что международный охранный статус среди перловицевых имеет *Margaritifera margaritifera* и *U. crassus* (= *Batavusiana crassa*) (Bouchet et al., 1999). В Польше и Германии под угрозой исчезновения еще *Pseudanodonta complanata*, *Anodonta cygnea*, *U. tumidus*, *U. pictorum* (Bouchet et al., 1999; Piechocki, Dyduch-Falniowska, 1993).

ЛИТЕРАТУРА

- Жадин В. И. Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1952. 376 с.
- Корнюшин А.В. О видовом составе пресноводных двустворчатых моллюсков Украины и стратегии их охраны // Вестник зоологии. 2002. Т. 36. С. 9–23.
- Логвиненко Б. М., Старобогатов Я. И. Кривизна фронтального сечения створки как систематический признак у двустворчатых моллюсков // Научн. докл. высш. шк. биол. науки. 1971. № 5. С. 7–10.
- Мельниченко Р. К., Янович Л. М. Вплив чинників середовища на формування малакоценозів // Вісник ДААУ. 2000. № 1. С. 234–239.
- Стадниченко А.П. Фауна України. Перлівницеві. Кулькові (Unionidae, Cycladidae). К.: Наук. думка, 1984. Т. 29. Вип. 9. 384 с.
- Старобогатов Я.И. Класс двустворчатые моллюски // Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1977. С. 123–152.
- Aldridge D. C. The morphology, growth and reproduction of Unionidae (Bivalvia) in Fenland waterway // J. Moll. Stud. 1999. V. 65. P. 47–60.
- Bouchet P., Falkner G., Seddon M.V. List of protected land and freshwater molluscs in the Bern Convention and European Habitats Directive: are they relevant to conservation? // Biological Conservation. 1999. V. 90. P. 21–31.
- Korniuszin A. V., Janovich L.N., Melnichenko R.K.. Artenliste der Süßwassermuscheln der Ukraine. Mit Bemerkungen über taxonomischen Status, Verbreitung und Gefährdungskategorien einiger Arten und Formen. ConchBooks: Friedrich-Held-Gesellschaft, 2002. S. 463–478.
- Nagel K. O., Badino G., Celebrano G. Systematics of European naiades (Batavusiana: Margaritiferidae and Unionidae): a review and some new aspects // Malacological Review. 1998. Suppl. 7. P. 84–104.
- Piechocki A., Dyduch-Falniowska A. Mikszaki. Mai•e. Warszawa, 1993. 204 s.

ХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ СРЕДЫ: УЧАСТИЕ ТРАВЯНИСТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В БИОГЕННЫХ ЦИКЛАХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Е.С. Мордвина*, Т.В. Жуйкова**

*Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

**Нижнетагильская социально-педагогическая академия

Исследования, посвященные изучению закономерностей трансформации травянистой растительности на фоновых и загрязненных территориях и оценке участия растительности в биогенных циклах химических элементов, проводились на территории одного из промышленных центров Свердловской области в г. Н. Тагиле в 2001–2003 гг. Изучены фитоценозы, различные по степени химического загрязнения, и доминантные виды: *Leontodon autumnalis*, *Taraxacum officinalis*, *Pimpinella saxifraga*, *Arthemisia vulgaris*, *Alchimilla* sp.

Геоботанические описания и аналитические работы проведены по общепринятым методикам (Глазовская, 1964; Василевич, 1969; Алексеев, 1987; Алексеев, 1990; Ильин, 1991; Миркин, 2000). Для изучения растительности было заложено три пробных участка. Суммарная токсическая нагрузка (Безель и др., 1989), оцененная по содержанию тяжелых металлов (Zn, Cu, Pb, Cd, Mn, Cr, Ni, Fe, Co) в почве, на исследуемых участках составила 1,0; 2,38; 4,17 отн. ед. В соответствии с уровнем токсической нагрузки участки были отнесены к трем зонам: фоновой, буферной и импактной.

Проведен фитоценотический анализ. Установлено, что в градиенте токсической нагрузки уменьшается число семейств, число видов изменяется незначительно. Наиболее многовидовые семейства — Asteraceae, Fabiaceae, Rosaceae, Poaceae. Видовое богатство и обилие представителей семейства Asteraceae уменьшается, а представителей семейства Poaceae увеличивается в градиенте токсической нагрузки.

Определено содержание тяжелых металлов в надземной части доминантных видов. Установлено, что с возрастанием концентрации металлов в почве увеличивается их концентрация в надземных органах. В условиях максимального загрязнения почв анализируемая выборка растений по содержанию в ней металлов в целом более однородна, т.е. имеет сходные накопительные особенности. Большая дифференцировка рассмотренных видов имела место в фоновой и буферной зоне. Проведен кластерный анализ для растений из всех выборок. В результате выделено две формации видов. Виды, входящие в первую формацию (*Taraxacum officinalis*, *Pimpinella saxifraga*, *Arthemisia vulgaris*, *Alchimilla* sp.), имеют сходные накопительные особенности на всех участках.

Вторая формация включает *Leontodon autumnalis*. Показано, что этот вид имеет более высокие накопительные свойства.

Количество металлов, включаемых в круговорот, определяется двумя факторами: биомассой растительности и концентрацией в ней металлов.

Отмечено, что с увеличением химического загрязнения снижается величина общей фитомассы растений, при этом наблюдается возрастание биомассы злаков и снижение биомассы разнотравья и бобовых. Причем, максимальная фитомасса разнотравья зафиксирована в буферной зоне.

Исходя из анализа фитомассы и уровней накопления микроэлементов, можно оценить поток тяжелых металлов, вовлекаемых в биогеохимические циклы разнотравьем в условиях минимального и максимального загрязнения. Снижение фитомассы в условиях максимального загрязнения приводит к увеличению концентрации в ней металлов. Так, рассмотренные нами виды ежегодно вовлекают в оборот на фоновой территории 1500 мкг/г меди, а на буферной территории выносятся ее максимальное количество (4325 мкг/г). В импактных условиях количество включаемого в оборот металла вновь снижается. Подобная зависимость отмечена и для других элементов и объясняется деградацией растительного сообщества, сопровождаемого резким снижением общей биомассы. Следовательно, количество металлов, извлекаемых растительностью, не монотонно зависит от их концентрации в почвах.

Таким образом, химическое загрязнение территории тяжелыми металлами имеет следствием не только токсическое действие, проявляемое на уровне различных видов растительности, но и модифицирует общий биогенный обмен металлов на уровне продуцентов. Степень таких изменений определяется как уровнем металлов, накапливаемых растительностью, так и мерой деградации сообщества.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987. 158 с.
- Алексеев В.А. Геохимия ландшафта и окружающая среда. М.: Наука, 1990, 142 с.
- Безель В.С., Жуйкова Т.В., Позолотина В.Н. Структура ценопопуляций одуванчика и специфика накопления тяжелых металлов // Экология. 1998. № 5. С. 376–382.
- Василевич А.И. Статистические методы в геоботанике. М.: Наука, 1969. 232 с.
- Глазовская М.А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов. М.: Издательство МГУ, 1964. 230 с.
- Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва — растение. Новосибирск: Наука, 1991. 151 с.
- Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломец А.И. Современная наука о растительности. М.: «Логос», 2000. 264 с.

ЧЕТВЕРТИЧНАЯ И СОВРЕМЕННАЯ МАЛАКОФАУНА ШИРОТНОГО ТЕЧЕНИЯ Р. БЕЛОЙ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Е.М. Морозова, Г.А. Данукалова

Институт геологии Уфимского НЦ РАН, г. Уфа

Работа посвящена изучению видового состава позднелайстоценовой и современной малакофауны (наземной и пресноводной) широтного течения р. Белой от д. Иргизлы до д. Юмагузино (Южный Урал, республика Башкирия). Опубликованные сведения о современной малакофауне данной территории единичны, об ископаемых моллюсках — отсутствуют (Данукалова и др., 2002).

Современные моллюски собраны из 22 местонахождений (12 — с поверхности почвы, 10 — с поверхности аллювиальных отложений). Собрано и определено 3839 экз. раковин.

Наземные моллюски относятся к классу *Gastropoda* (25 видов) и родам *Succinea*, *Cochlicopa*, *Vertigo*, *Columella*, *Pupilla*, *Vallonia*, *Chondrula*, *Ena*, *Discus*, *Nisovitreia* (подрод *Perpolita*), *Euconulus*, *Zonitoides*, *Vitrina*, *Bradybaena*, *Euomphalia*, *Zenobiella*. Пресноводные моллюски (15 видов) относятся к двум классам: *Gastropoda* (8 видов) и *Bivalvia* (7 видов): *Valvata* (подрод *Valvata*), *Bithynia* (подрод *Bithynia*), *Lymanea* (подрод *Radix*), *Ancylus*, *Anisus* (подрод *Gyraulus*), *Unio* (подрод *Unio*), *Anodonta*, *Pisidium*, *Sphaerium* (подрод *Sphaerium*). Всего определено 40 видов, принадлежащих 26 родам, 16 семействам, 6 отрядам.

Позднечетвертичные моллюски найдены в 8 местонахождениях из 20 обследованных. Из них 6 являются карстовыми полостями: пещ. Байслан-Таш, грот Археологов, пещ. Азанташ-1, пещ. Юрмаш-3, пещ. Юрмаш-4, грот Ташмурун; и 2 — аллювиальными террасами: II надпойменные террасы у дд. Нижнебиккузино и Акбута). Собрано и определено 5932 экз. раковин.

Найдены как наземные, так и пресноводные ископаемые моллюски. Наземные моллюски (17 видов) принадлежат к родам *Succinea*, *Cochlicopa*, *Vertigo*, *Columella*, *Pupilla*, *Vallonia*, *Chondrula*, *Discus*, *Nisovitreia* (подроды *Perpolita*, *Retinella*), *Euconulus*, *Bradybaena*, *Zenobiella*, *Euomphalia*, пресноводные (15 видов) — к родам *Valvata* (подрод *Valvata*), *Bithynia* (подрод *Bithynia*), *Lymanea* (подроды *Galba*, *Radix*), *Ancylus*, *Planorbis*, *Anisus* (подроды *Anisus*, *Gyraulus*), *Armiger*, *Segmentina* (подрод *Segmentina*), *Unio* (подрод *Unio*), *Pisidium*, *Dreissena* (подрод *Dreissena*). Определен 31 вид, принадлежащий 22 родам, 16 семействам, 6 отрядам и 2 классам.

Нахождение пресноводных моллюсков в делювиальных пещерных отложениях объясняется их переносом с пищей птицами, животными или челове-

ком. В результате стратиграфических исследований выделены несколько комплексов моллюсков. Наиболее древним является комплекс моллюсков ленинградского времени позднего неоплейстоцена (кровля озерных отложений находится под суглинками с радиоуглеродной датой 30700 ± 800 лет). Выделены также следующие комплексы: неразделенный позднелеплейстоценовый (ленинградское — ошастковское время), приуроченный к аллювиальным отложениям; ранне-среднеголоценовый (приурочен к элювиально-делювиальным отложениям с радиоуглеродной датой 7140 ± 170 лет); среднеголоценовый (приурочен к элювиально-делювиальным отложениям); позднеголоценовый (приурочен к элювиально-делювиальным отложениям с радиоуглеродной датой 1600 ± 50 лет)

В результате исследования широтного течения р. Белой обнаружено 46 видов моллюсков (24 вида наземных и 22 вида пресноводных), относящихся к 29 родам (15 родов наземных и 14 родов пресноводных) и 17 семействам (10 наземных и 7 пресноводных) двух классов *Gastropoda* и *Bivalvia*. Большинство видов для этой территории определены впервые. Сравнение состава ископаемой и современной малакофаун свидетельствует о том, что на исследованной территории на протяжении последних 30 тыс. лет обитали современные виды моллюсков.

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ЧИСЛЕННОСТЬ ПЕРНАТЫХ ХИЩНИКОВ СЫЛВИНСКОГО СТАЦИОНАРА

А.Э. Мусихин

Пермский госуниверситет

Наши исследования проведены на Сылвинском стационаре (15 км восточнее г. Кунгура) в период 1995–2002 гг., также использовался материал, собранный А.И. Шепелем в 1977–1995 гг. За это время зарегистрировано на гнездовании 11 видов соколообразных и 9 совообразных. Самыми многочисленными видами соколообразных являются канюк (средняя плотность 7,3 пар/100 км²; доля в населении — 21,7%), полевой лунь (4,7 пар/100 км²; 14%) пустельга (4,1 пар/100 км²; 12,2%). Среди совообразных самые многочисленные виды — ушастая сова (3,0 пар/100 км²; 8,9%) и мохноногий сыч (1,7 пар/100 км²; 5%).

Практически у всех миофагов выявлена довольно значительная корреляция с численностью мышевидных грызунов. Так, у полевого луны она достигала 0,75, у ушастой совы — 0,89, а у миофагов в целом — 0,79. Корреляции между численностью пернатых хищников и мышевидных грызунов со сдвигом на год практически отсутствует.

Репродуктивные показатели пернатых хищников также оказались тесно связаны с численностью их кормовых объектов. У полевого луня корреляция количества слетков с численностью мышевидных грызунов составила 0,80; канюка — 0,64; пустельги — 0,76; ушастой совы — 0,64.

Практически у всех видов была выявлена корреляция с различными климатическими факторами. У ряда хищников (осоед, черный коршун, полевой лунь, перепелятник, сапсан, чеплок, филин, мохноногий сыч, воробьиный сыч) обнаружена связь численности с температурой и количеством осадков в феврале-марте ($r=0,6$ в среднем). Возможное объяснение этого — благоприятное влияние теплых и снежных февраля и марта на численность грызунов, птиц и насекомых. Однако, численность мышевидных грызунов имела некоторую связь лишь с количеством осадков в феврале ($r=0,3$). Численность коршуна, полевого луня, перепелятника, сапсана и длиннохвостой неясыти коррелирует с абсолютной максимальной температурой или количеством осадков в ноябре предшествующего года ($r=0,55$ в среднем). Вероятно, это связано с тем, что погодные условия в этот период во многом определяют выживаемость мышевидных грызунов и птиц (в случае с перепелятником). Численность грызунов также зависела от средней и средней максимальной температуры ноября предшествующего года ($r=0,35$ и $0,32$ соответственно). На численность полевого луня благоприятно влияет количество осадков в предыдущий год ($r=0,54$). Весны, в которые на стационаре отмечался степной лунь (1992 и 1998 гг.), были самыми теплыми за последнее десятилетие. Есть и необъяснимые зависимости. Например, корреляция многих видов пернатых хищников с температурой и количеством осадков ноября того же года ($r=0,65$ в среднем) и солнечной активности с численностью перепелятника ($r=-0,52$).

Также выявлена связь климатических факторов с репродуктивными показателями.

Общая численность пернатых хищников оказалась слабо связана с климатическими факторами. Связь найдена лишь со среднегодовым количеством осадков ($r=0,39$). Среднегодовая температура за весь период исследований повысилась с $1,6^{\circ}\text{C}$ до $2,6^{\circ}\text{C}$, среднегодовое количество осадков возросло с 470 мм до 610 мм. Эти изменения пока не настолько велики, для того, чтобы вызвать трансформацию биотопов. Вероятно, они влияют на продолжительность вегетационного периода растений, их биомассу, повышают репродуктивный успех и численность кормовых объектов пернатых хищников — мышевидных грызунов, птиц, насекомых. Кроме того, некоторое увеличение продолжительности теплого периода, а также менее суровые климатические условия, возможно, повышают выживаемость самих хищников и их успех размножения.

ДЕМОГРАФИЯ ГРЫЗУНОВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

А.В. Мухлынин

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Задачей нашей работы было сравнение демографических параметров сообществ грызунов урбанизированных и естественных территорий. Исследования проводили в дендрарии Ботанического сада внутри города Екатеринбурга, окраинных лесопарках, а также в окрестностях биостанции УрГУ, которая являлась контролем.

Грызунов отлавливали в течении 2000–2002 годов в период с июня по июль. Всего за три года нами было отработано 5800 ловушко-суток по стандартной зоологической методике и отловлено 1324 мелких млекопитающих; из них 826 грызунов. Данные по отловам в лесопарках города объединены для анализа в одну группу.

Обследованные местообитания отличались по динамике численности грызунов (рис.).

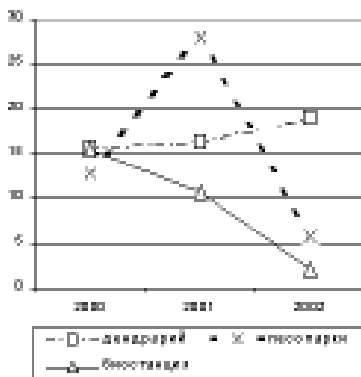


Рисунок. Динамика численности в сравниваемых локалитетах.

Так, в лесопарках пик численности наблюдался в 2000 году, а в 2002 году численность резко снизилась. В контрольной точке максимум отмечен в 2000 году, а последующие два года численность постепенно снижалась. На территории дендрария динамика численности грызунов была не выражена.

Для сравнения демографических показателей сообществ грызунов исследованных локалитетов мы выбрали виды, численно преобладавшие в наших отловах: полевая мышь (*Apodemus agrarius*), малая лесная мышь (*A. uralensis*), рыжая полевка (*Clethrionomys glareolus*), обыкновенная полевка (*Microtus arvalis*).

Во все годы исследований во всех локалитетах у большинства массовых видов грызунов в той или иной степени обнаружен сдвиг соотношения полов в сторону самцов.

У полевой мыши этот сдвиг был особенно выражен в дендрарии в 2001 году и лесопарках в течении 2000–2001 гг. Среди возрастных групп доминировали половозрелые сеголетки и перезимовавшие звери.

У малой лесной мыши в обследованных местообитаниях менее выражено численное преимущество самцов. В возрастной структуре, как и у полевой мыши, преобладают перезимовавшие звери и половозрелые сеголетки.

У рыжей полевки наибольший сдвиг соотношения полов был отмечен в 2000 году на территории лесопарков и биостанции. Также выявлено преобладание половозрелых сеголеток, которое наиболее выражено в лесопарках города.

Обыкновенная полевка, в отличие от других массовых видов, присутствовала на всех обследованных территориях. Соотношение полов в отловах всех локалитетов примерно одинаково. Среди возрастных групп доминировали половозрелые сеголетки.

По методике Л. А. Животовского (1980) для каждого сообщества подсчитаны коэффициенты видового разнообразия (табл).

Таблица. Коэффициент видового разнообразия и доля редких видов в сравниваемых локалитетах

местообитание	коэффициент видового разнообразия	доля редких видов
ботсад	$2,69 \pm 0,023$	$0,33 \pm 0,001$
лесопарки	$7,23 \pm 0,023$	$0,2 \pm 0,0003$
биостанция	$6,15 \pm 0,138$	$0,32 \pm 0,001$

Коэффициенты видового разнообразия значимо различались между всеми сравниваемыми локалитетами. Самый высокий коэффициент видового разнообразия оказался в лесопарках, что, по-видимому, является следствием большего биотопического разнообразия лесопарков, а доля редких видов в дендрарии и контроле выше, что говорит о менее равномерном распределении видового состава в этих локалитетах.

Влияние местообитания и года исследования на видовое разнообразие оценивали двухфакторным дисперсионным анализом. Действие каждого фактора на признак оказалось достоверным с высоким уровнем значимости.

ВЫВОДЫ

В отличие от дендрария, в лесопарках и контроле была отмечена выраженная динамика численности.

У всех массовых видов грызунов в год, предшествующий пику, в лесопарках города заметно преобладала возрастная группа половозрелых сеголеток.

У большинства массовых видов грызунов, за исключением обыкновенной полевки, в той или иной степени преобладают самцы.

Для лесопарков характерно большее видовое разнообразие и более равномерное распределение численности по видам, не только по сравнению с дендрарием, но и контролем, что по-видимому, является следствием большего биотопического разнообразия лесопарков.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЗДНЕГОЛОЦЕНОВЫХ ЭНТОМОКОМПЛЕКСОВ ИЗ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ДОЛИН РЕК ЧУСОВАЯ (СРЕДНИЙ УРАЛ) И ГЛУБОКИЙ САБУН (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ, ЗПП «СИБИРСКИЕ УВАЛЫ»)

А.В. Нестерков

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Общеизвестно, что широтная зональность, обуславливая смену растительных сообществ, коренным образом сказывается на характере энтомофаун. Таким образом, отличить тундровый энтомокомплекс от типичного лесного или степного не составляет особого труда. Вопросы и затруднения возникают, как правило, при определении подзональной (и вообще региональной) принадлежности того или иного энтомокомплекса; различия на этом уровне оказываются подчас весьма невелики. Дело значительно усложняется при работе в поймах рек: здесь часто встречаются характерные для других природных зон виды насекомых, далеко распространяющиеся благодаря относительно стабильным условиям интразонального биотопа. Последний фактор особенно актуален в случае палеоэнтомологического анализа, материалом для которого служат, как правило, именно аллювиальные отложения, а целью является как можно более точная реконструкция палеоэкологических условий. Таким образом, разработка объективных критериев оценки различий региональных энтомофаун является достаточно актуальной задачей. В данной работе, носящей методологический характер, на основе анализа соотношений широтно-зональных групп сделана попытка определить, насколько региональные особенности энтомофаун отображены в структуре тафоценозов насекомых из позднеголоценовых аллювиальных отложений.

Всего исследовано четыре местонахождения: два из долины реки Чусовая (точки Чусовая-1 и Чусовая-3) на Среднем Урале и два из долины реки

Глубокий Сабун (точки Черничный Ручей и Эльеганский пережат) в центральной части Западной Сибири. Несмотря на то, что радиоуглеродного датирования не производилось, на основании принадлежности всех точек к геоморфологическому уровню I-ой надпойменной террасы время их формирования ориентировочно определено поздним голоценом (ориентировочно суббореальный — субатлантический периоды), что делает их сравнение вполне обоснованным.

Все местонахождения расположены в таежной зоне, но разных ее подзонах: точки со Среднего Урала — в южной тайге, точки из Западной Сибири — на границе северной и средней тайги.

Переходя непосредственно к теме работы, первым делом необходимо дать характеристику современным энтомокомплексам, представленным на указанных выше территориях. На Среднем Урале сборы насекомых (ручные и баночные отловы) осуществлялись в 1994, 2000 и 2001 годах, в парке «Сибирские Увалы» — в 2000 и 2002 годах. Собранные виды насекомых на основе приуроченности к конкретным климатическим условиям относились к той или иной широтно-зональной группе (Городков, 1984; Зиновьев, 2002), после чего определялась степень ее представленности. Особо рассматривалось семейство Carabidae (жужелицы), поскольку в сборах оно было одним из наиболее многочисленных, и, соответственно, обработанным наиболее полно.

За три года сбора материала в верховьях реки Чусовая собран 81 вид жужелиц, распределенные по 4 широтно-зональным группам в следующих соотношениях: бореальная — 53,08%, суббореальная — 2,47%, бореально-суббореальная — 24,70% и полизональная — 19,75%. При рассмотрении общего числа видов оказалось, что из 200 обнаруженных 47% являлись представителями бореальной группы, 2% — суббореальной, 27% — бореально-суббореальной и 24% — полизональной группы.

Собранные в течение двух лет в парке «Сибирские Увалы» жужелицы (44 вида) отнесены к трем широтно-зональным группам: 43,18% — к бореальной, 22,73% — к аркто-бореальной и 34,09% — к полизональной. Всего же было собрано 130 видов жесткокрылых, из которых представителей бореальной группы было 58%, аркто-бореальной — 12%, полизональной — 30%.

Таким образом, представляя одну природную зону, рассматриваемые региональные энтомофауны обнаруживают достаточно явные различия, связанные, по-видимому, в основном с подзональным положением.

Анализ материалов из голоценовых местонахождений производился по следующим параметрам: видовое разнообразие жужелиц, общее число их особей, видовое разнообразие и общее число особей всех обнаруженных и определенных видов насекомых.

Для всех образцов точки Чусовая-1 (всего 182 особи и 62 вида насекомых) выделено лишь две широтно-зональные группы — бореальная и полизональная (табл. 1).

Таблица 1. Соотношение широтно-зональных групп в образцах местонахождения Чусовая-1

	Чс1-1		Чс1-2		Чс1-3	
	бор.	полиз.	бор.	полиз.	бор.	полиз.
число видов жужелиц, %	72,73	27,27	75	25	87,5	12,5
число особей жужелиц, %	61,11	38,89	71,43	28,57	81,82	18,18
число всех видов, %	58,33	41,66	52,63	47,37	47,37	52,63
число особей всех видов, %	32,14	67,86	38,46	61,54	43,24	56,76

По числу видов жужелиц во всех пробах преобладает бореальная группа; сходная ситуация наблюдается и при анализе общего числа особей жужелиц. Однако при рассмотрении общего числа видов всех насекомых наблюдается не очень выраженное преобладание полизональных видов. При учете же общего числа особей всех видов доминирующее положение полизональных насекомых упрочняется и становится подавляющим.

Для единственной точки местонахождения Чусовая-3 (81 особь и 28 видов) установлено три широтно-зональных группы: к двум, указанным для точки Чусовая-1, добавилась находка аркто-бореального вида *Patrobis septentrionis* (не найденного в современных сборах). Однако по соотношению бореальных и полизональных насекомых наблюдается та же тенденция, что и в точке Чусовая-1 (табл. 2).

Таблица 2. Соотношение широтно-зональных групп в местонахождении Чусовая-3

	Чс3-1		
	бор.	полиз.	аркт.-бор.
число видов жужелиц, %	53,85	38,46	7,69
число особей жужелиц, %	50	46,43	3,57
число всех видов, %	50	46,43	3,57
число особей всех видов, %	44,45	54,32	1,23

В трех пробах местонахождения Черничный Ручей (всего 101 особь и 57 видов насекомых) представлены бореальные, аркто-бореальные и полизональные насекомые. Однако, в образце Чр-2 представлена бореально-суббореальная жужелица *Pterostichus niger*, также не обнаруженная в современных сборах на территории парка «Сибирские Увалы» (табл. 3).

Местонахождение Эльеганский пережат представлено, как и Чусовая-3, единственным образцом Эп-3 (24 особи, 18 видов). Характеризуется наличием тех же,

что и в точке Черничный Ручей, трех основных широтно-зональных групп и отражает в целом общую для всех рассмотренных точек тенденцию (табл. 4).

Таблица 3. Соотношение широтно-зональных групп в образцах местонахождения Черничный Ручей

	Чр-1			Чр-2				Чр-4		
	бор.	полиз.	аркт.-бор.	бор.	полиз.	аркт.-бор.	бор-сбор.	бор.	полиз.	аркт.-бор.
число видов жужелиц, %	40	26,67	33,33	42,86	28,57	14,285	14,285	40	20	40
число особей жужелиц, %	25	57,14	17,86	30	30	30	10	33,33	33,33	33,33
число всех видов, %	26,09	52,17	21,74	35,30	52,94	5,88	5,88	35,30	52,94	11,76
число особей всех видов, %	13,73	76,47	9,80	20	66,67	10	3,33	30	60	10

Таблица 4. Соотношение широтно-зональных групп в местонахождении Эльеганский перекал

	Эп-3		
	бор.	полиз.	аркт.-бор.
число видов жужелиц, %	25	50	25
число особей жужелиц, %	22,22	55,56	22,22
число всех видов, %	33,33	55,56	11,11
число особей всех видов, %	29,17	62,50	8,33

Проведенный анализ показал, что структуру современной фауны в большей степени отражают представители семейства Carabidae; при анализе всего комплекса жесткокрылых увеличивается доля полизональных видов. Кроме того, очевидно, что тафоценозы отдельных местонахождений отражают, в первую очередь, особенности энтомокомплексов тех местообитаний, которые примыкали к местам захоронения энтомологического материала, и в ряде случаев не в полной мере специфику региональных фаун насекомых.

Работа выполнена при финансовой поддержке заповедно-природного парка «Сибирские Увалы» и Российского Фонда Фундаментальных исследований, номер проекта 03-04-49135.

ЛИТЕРАТУРА

Городков К.Б. Типы ареалов насекомых тундры и лесных зон европейской части СССР // Ареалы насекомых европейской части СССР. Л., 1984. Карты 179–221. [Вып. 5]. С. 3–20.

Зиновьев Е.В. Классификация четвертичных энтомофаун (на примере Урала и Западно-Сибирской равнины) // Плейстоценовые и голоценовые фауны Урала. Вып. 2. Челябинск: Рифей. 2002. С. 24–35.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ПТЕНЦОВ МУХОЛОВКИ-ПЕСТРУШКИ И ГОРИХВОСТКИ-ЛЫСУШКИ НА ЮГЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.А. Нефедов

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Питание гнездовых птенцов мухоловки-пеструшки и горихвостки-лысушки изучали на территории Свердловской области в районе биологической станции УрГУ. Исследования проводили в 2002 году с 16 июня по 15 июля. Пробы корма получали методом шейных лигатур, разработанного Мальчевским и Кадочниковым, но с некоторыми изменениями.

При анализе пищевых проб в трофическом спектре птенцов мухоловки-пеструшки обнаружены представители 5 классов, включающих 17 отрядов.

В рационе птенцов мухоловки-пеструшки доминировали две группы членистоногих: чешуекрылые (35% от общей массы всех экземпляров) и двукрылые (около 24%). В меньшем количестве встречались перепончатокрылые (13,2%). Чешуекрылые представлены преимущественно гусеницами, из которых преобладали представители семейств Noctuidae, Lymanthridae, Tortricidae и Geometridae. Бабочки встречались в корме в 10 раз реже. Имаго двукрылых представлены в рационе птенцов 6 семействами. Наиболее значимое место занимали представители семейства Calliphoridae (около 80% от массы всех двукрылых). Перепончатокрылые представлены как имаго (7%), так и личинками (6%). Встречаемость пауков и жесткокрылых в корме птенцов по массе приблизительно одинаково и составило около 9%. Из пауков основную часть составили семейства Lycosidae, Dictinidae, Linyphiidae. Жесткокрылые представлены 9 семействами, ведущее место среди которых занимает семейство Cantharidae (около 70% от массы всех жуков). Все остальные беспозвоночные играли незначительную роль в питании птенцов.

Кормовой рацион птенцов горихвостки-лысушки включает 14 отрядов беспозвоночных. Но доминирующими были две группы членистоногих: пауки (около 25% от общей массы всех собранных экземпляров) и чешуекрылые (22%). Как видно, по своему значению в питании птенцов горихвостки чешуекрылые лишь немного уступали паукам. Родители носили птенцам главным образом гусениц. Доля имаго была незначительна. Около 50% от массы всех чешуекрылых приходится на семейство Noctuidae, в меньшем количестве (от 4 до 15%)

встречались представители семейств Lymanthridae, Torthricidae, Geometridae и Tetheidae. На долю двукрылых и жесткокрылых приходится по 16% всей биомассы пищевых объектов. Среди двукрылых основную долю составляют представители семейства Calliphoridae (85% от массы всех пищевых объектов). Жесткокрылые, встречающиеся в корме птенцов, относятся к 8 семействам, среди которых доминировали представители семейства Cantharidae (75% от массы всех жесткокрылых). Роль прочих беспозвоночных в питании птенцов невелика.

Особую роль в питании птенцов обоих видов играют мелкие камушки, песок, земля и раковины моллюсков, выполняющих роль минерального корма и гастролитов.

В течение суток соотношение основных групп беспозвоночных в корме птенцов мухоловки-пеструшки изменяется, и часто эти изменения носят волнообразный характер. Так, в утренние часы доминирующее место занимают гусеницы, ручейники и личинки перепончатокрылых. В дневное время преобладают двукрылые, жесткокрылые и имаго перепончатокрылых, а в вечерние часы — двукрылые и гусеницы. Пауки встречаются в течение всех суток почти в одном и том же количестве.

Для птенцов горихвостки выявлены возрастные изменения состава корма. С ростом птенцов снижается доля пауков (от 44% до 8%) и личинок перепончатокрылых (от 22 до 7%) и увеличивается доля двукрылых (от 11 до 21%), имаго жуков (от 1 до 27%) и перепончатокрылых (от 1 до 7%). Гусеницы бабочек встречаются на протяжении всего гнездового периода в одинаковом количестве. У птенцов мухоловки-пеструшки таких значимых изменений состава корма с ростом птенцов не наблюдается.

Исходя из анализа экологии беспозвоночных, приносимых птенцам, и наблюдений за собирающими корм птицами, сделаны предположения об основных ярусах сбора пищи родителями. Для мухоловки и горихвостки такими являются травянистый и древесный ярусы.

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ПТЕНЦОВ МУХОЛОВКИ-ПЕСТРУШКИ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

А.Г. Никитина

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Проблема роста животных — одна из центральных проблем в современной биологии. Период формирования особи характеризуется особой уязвимостью и чувствительностью к воздействию внешних факторов. Одним из мощных факторов, влияющих на рост и развитие особей, является антропогенное

воздействие. И так как в настоящее время экосистемы испытывают сильный антропогенный пресс, основную роль в котором играет загрязнение окружающей среды выбросами с промышленных предприятий, то изучение постэмбрионального периода приобретает особое значение.

Исследования проводили в районе влияния выбросов Среднеуральского медешплавильного завода.

Было изучено влияние техногенного загрязнения на следующие параметры: репродуктивные показатели мухоловки-пеструшки (*Ficedula hypoleuca*); возрастная динамика массы; линейных размеров и степени развития оперения; морфологические характеристики слетков; стабильность развития.

В градиенте загрязнения отмечается ухудшение таких репродуктивных показателей, как размер кладки, количество птенцов в выводке при вылуплении и вылете. Так, в импактной зоне размер кладки равен $4,4 \pm 0,3$, количество птенцов при вылуплении — $2,3 \pm 0,4$, при вылете — $2,4 \pm 0,3$, а на фоновой территории соответственно $6,3 \pm 0,2$; $5,6 \pm 0,2$ и $5,6 \pm 0,2$.

Существенного влияния техногенного загрязнения на динамику роста и развития не обнаружено. Например, среднее значение массы тела птенцов в возрасте восьми дней в импактной зоне равно $11,3 \pm 0,2$ г, а на контрольной территории $10,8 \pm 0,3$ г, а в возрасте одиннадцати дней — $13,6 \pm 0,3$ г и $14,1 \pm 0,2$ г соответственно. Значительного влияния техногенного загрязнения на динамику роста линейных размеров тела птенцов мухоловки-пеструшки также не выявлено, хотя можно отметить некоторое снижение размеров длины крыла, цевки, хвоста в градиенте загрязнения. В возрасте девять дней обнаружены достоверные различия по степени развития оперения между зоной максимального загрязнения ($7,7 \pm 1,7$) и контрольной территориями ($14,7 \pm 1,5$). Кроме того, в зоне максимального загрязнения наблюдалась задержка начала раскрытия трубочек.

Масса, линейные размеры и степень развития оперения слетков мухоловки-пеструшки существенно не различаются в разных зонах загрязнения. Биомасса выводка уменьшается в зоне максимальной нагрузки.

Стабильность развития, показателем которой служит флуктуирующая асимметрия, снижается в градиенте загрязнения. Асимметрия крайних рулевых перьев в импактной зоне равна $0,12 \pm 0,07$, а в контрольной — $0,07 \pm 0,03$.

Таким образом, техногенное загрязнение вызывает снижение всех репродуктивных показателей, и стабильность развития в градиенте загрязнения. Существенного влияния загрязнения на динамику роста и развития, а также на морфологические характеристики слетков не было отмечено. Отсутствие четкой зависимости этих показателей от уровня загрязнения можно объяснить уменьшением размера выводка вблизи завода. В результате на одного птенца здесь приходится большее количество корма, что, по-видимому, компенсирует токсическое воздействие.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ САДОВО-ДАЧНЫХ УЧАСТКОВ

Д.В. Нуртдинова

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Изучению фауны садов практически мало кто уделял внимание. Имеется совсем немного работ, в которых они упоминаются. В некоторых из них лишь попутно приводится видовой состав животных, как в работах В.А. Пономарева с соавторами (1994), И.А. Тихонова и др. (1992) или рассматривается влияние на фауну естественных биотопов, как в работах А.А. Иноземцева (1997, 1998). Н.А. Полушиной (1987) прослежено формирование териофауны на территории двух садово-огородных кооперативов в пределах двух областей. Хотя, возникнув в послевоенные годы, к 80-м годам индивидуальные сады образовали сплошные зоны вокруг всех городов. К настоящему времени в каждом городе существуют десятки садов, занимающие огромные пространства, сравнимые по площади с лесопарками города. Так, в г. Челябинске все зелёные насаждения (без учета кладбищ и коллективных садов) занимают 5800 га. В то же время 89 садов, находящихся в черте Челябинска, располагаются на территории 4370 га, что немного превышает площадь лесопарков. Деятельность человека на территории коллективных садов приводит не только к разрушению естественных экосистем, но и к созданию новых типов местообитаний и убежищ для животных и появлению видов, ранее здесь не встречавшихся. Поэтому в задачу настоящей работы входило определение особенностей видового состава мелких млекопитающих на выбранных для исследования территориях коллективных садов и изучение динамики численности в различные сезоны года.

Исследования проводились в г. Челябинске и его окрестностях. Исходя из особенностей окружающей растительности и расположения относительно города, мы выбрали 4 сада в черте г. Челябинска и 1 сад в 50 км от города.

Сад Любитель находится в центре города и со всех сторон окружен домами.

Тракторосад № 1 входит в огромный массив садов, прилегает одной стороной непосредственно к озеру и другим садам, другой — к городу. Около этих двух садов отсутствуют зелёные зоны.

Сад Металлург находится на окраине города, почти полностью окружен лесопарком, примыкает к Металлургическому комбинату и поселку.

Перечисленные три сада находятся в сухих местообитаниях и созданы более 50 лет назад.

Тракторосад № 4 расположен на восточной окраине города около озера, со всех сторон окружен железнодорожными путями и лесополосами вдоль

них. Вокруг сада лежат небольшие пастбища. Около половины береговой линии озера поросло тростником.

Сад Машиностроитель располагается в 50 км от г. Челябинска. Рядом лежит озеро с прилегающей к нему заболоченной территорией, поросшей тростником и кустами тальника. Находится сад в обычной лесостепной местности с берёзовыми колками, полями и сенокосами. Последние два сада самые молодые, и частично затопляются. В качестве контроля проведены учеты животных в типичных местообитаниях около этих двух садов.

Тракторосад №4 был выбран в качестве стационарного участка исследования, в котором велись круглогодичные наблюдения. В остальных садах отловы проводились в мае, июле и сентябре 2002 года. Использовался метод ловушко-линий. Всего отработано 10625 ловушко-суток. Поймано 1028 животных 9 видов, из них 8 видов обитают на территории обследованных садов: малая лесная мышь *Apodemus uralensis* (50,6%), бурозубки рода *Sorex* (20,5%), домовая мышь *Mus musculus* (9,5%), обыкновенная полевка *Microtus arvalis* (8,2%), красная полевка *Clethrionomys rutilus* (6,9%), полевая мышь *Apodemus agrarius* (2,9%), полевка-экономка *Microtus oeconomus* (0,8%) и хомяк обыкновенный *Cricetus cricetus* (0,6%). Вне садов обитают эти же виды, кроме хомяка обыкновенного и домовой мыши, а также узкочерепная полёвка (*Microtus gregalis*), встречающаяся только на пастбище.

Общими видами для всех садов были малая лесная и домовая мыши, обыкновенная полевка. Доминирующим видом является малая лесная мышь. Доля её в составе населения садов составляет в среднем 51%, остальной видовой состав зависит от окружающих биотопов, откуда животные, возможно, проникают на территорию садов.

Для анализа разнообразия населения садов были взяты суммированные данные за июль и сентябрь 2002 года. Окрестности, рассматриваемые здесь, взяты в совокупности, т.е. включают в себя все типичные биотопы, располагающиеся около садов. По результатам кластерного анализа сады разделились на две группы: группа старых городских садов, расположенных в сухих биотопах (Металлург, Любитель и Тракторосад № 1), и группа относительно молодых садов, расположенных в увлажненных биотопах (Тракторосад № 4 и Машиностроитель). Эти группы различаются по ряду показателей: число видов и видовое разнообразие выше во второй группе. Численность во второй группе в 2 раза также выше, чем в первой. Различаются эти группы и по соотношению видов. Как уже упоминалось, во всех садах доминирует малая лесная мышь. В первой группе садов вторым доминирующим видом является домовая мышь, за которой следует обыкновенная полёвка, во второй группе — бурозубки. Наличие большего числа домовых мышей в 1 группе можно объяснить тем, что этим садам уже больше 50 лет, они находятся вблизи

жилых кварталов города, а на некоторых участках люди живут и зимой. Сады же второй группы находятся на окраине города (Тракторосад № 4) или далеко от населённых пунктов (Машиностроитель), располагаются возле озёр с обширными зарослями вокруг и в полноводные годы частично затопляются водой, что является благоприятным фактором для обитания там бурозубок.

Соотношение видов в непосредственной близости от садов совсем иное: доминирующий вид — бурозубки, вторым доминантом является красная полёвка или малая лесная мышь. Если же рассматривать каждый биотоп около садов по отдельности, то видовое разнообразие и число видов в них меньше, чем в саду.

2002 год был годом низкой численности мелких млекопитающих, что отмечено и другими исследователями. Зима 2001–2002 года была с необычными погодными условиями. Среднесуточные температуры воздуха в январе, феврале и марте были на 6–10° выше нормы, и даже в январе случались положительные температуры (до +2°С), высота снежного покрова — меньше прошлого года и ниже нормы. Несмотря на это численность млекопитающих в январе–феврале была очень низка (2,5–4,9 жив./100 лов-сут.), а в ловушки попадались представители 5 видов. В марте произошло исчезновение млекопитающих в лесополосах и на пастбище из-за затяжной холодной весны, образования многослойного наста, неоднократного схода снега в этих биотопах и, вследствие этого, затопление нор водой и отсутствие убежищ. В отличие от них в садах снег полностью во время недолгих оттепелей не сходил, и снижения численности здесь не произошло.

Повышение общей относительной численности в садах протекало по-разному. В первой группе нарастание численности происходило медленно, и только к сентябрю она увеличилась в 4 раза. Во второй группе численность повышалась быстро, в июле она увеличилась уже в 4 раза, к сентябрю — в 5,6 раза.

В части окружающих биотопов, таких как заросли около озера и лесополосы, численность животных была почти также высока, как в садах, и только в ноябре стала выше около озера из-за резкого увеличения обилия бурозубок. На открытых пространствах же летом животные практически не встречались. Все отдельные окружающие биотопы невелики по площади по сравнению с садами, и если рассматривать их в совокупности, то обилие животных в них ниже.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить следующее.

Выявлен видовой состав мелких млекопитающих на садово-дачных участках и окружающих биотопах.

Соотношение видов в садах и ближайших биотопах не совпадает, доминантами оказываются разные виды.

По соотношению видов, видовому разнообразию и динамике сезонной численности сады делятся на 2 группы и находятся в зависимости от характера биотопов.

Территория садово-дачных участков используется мелкими млекопитающими в качестве стадий переживания, о чем свидетельствуют сезонные колебания численности.

ЛИТЕРАТУРА

- Иноземцев А.А. Влияние новых условий природопользования на население наземных позвоночных // Экология. 1998. № 3. С. 201–205.
- Иноземцев А.А. Изменение сообществ наземных позвоночных в новых условиях природопользования // ДАН. 1997. Т. 357. № 6. С. 844–846.
- Полушина Н.А. Терионаселение агробиоценозов и его формирование // Влияние антропогенной трансформации ландшафта на население наземных позвоночных животных: Тез. докл. Всесоюз. совещ. М., 1987. Ч. 2. С. 71–73.
- Пономарёв В.А., Сахаров Л.В., Рохлицкая Т.А. Мелкие млекопитающие населённых пунктов Ивановской области // Синантропия грызунов: Материалы 2-го совещ. Иваново, 1993. С. 54–59.
- Тихонов И.А., Тихонова Г.Н., Карасёва Г.Е. Мелкие млекопитающие сельских населённых пунктов средней полосы России // Синантропия грызунов и ограничение их численности: Материалы совещ. М., 1992. С. 333–354.

БИОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТКАНЕЙ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ, ОБИТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ ВУРСА

Н.А. Орехова

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Ранее установлена существенная роль изучения процессов окислительного метаболизма тканей для оценки степени внутривидовой дифференциации и энергетической стоимости адаптации в микроэволюционном преобразовании вида при субэкстремальных и длительных воздействиях биотических факторов среды (Большаков и др., 1972; Рункова, 1989). Целью работы является исследование механизмов радиоадаптации животных путем оценки окислительного метаболизма тканей, поскольку радиация, являясь мутагенным фактором, может влиять на ход микроэволюционных процессов (Шевченко, Абрамов, 1993). В задачи исследований входило сравнительное изучение биохимических и морфофизиологических изменений в организме двух видов грызунов, обитающих на территории ВУРСа: обыкновенной слепушонки (*Ellobius talpinus* Pall, 1770) и малой лесной мыши (*Apodemus Sylvaemus uralensis* Pall, 1811). Обыкновенная слепушонка, в отличие от лесной мыши, является малоподвижным видом, специализированным к подземному, роющему образу жиз-

ни (Евдокимов, 2001). Ее способность к передвижению за пределы участка радионуклидного загрязнения ограничена, вследствие чего она лишена дополнительного экологического фактора, способствующего пополнению организмом энергетических резервов и усилению радиорезистентности популяций (Маслова, 1988). Можно предположить, что ответная реакция слепушонок на обитание в радиационной среде будет выражена сильнее, чем реакция более подвижной лесной мыши.

Слепушонки и лесные мыши отловлены в головной части ВУРСа с уровнями загрязнения почвы по ^{90}Sr 950–1050 Ки/км² и 400–540 Ки/км² соответственно. Контролем служили животные «чистых» территорий, не входящих в зону ВУРСа, с уровнем 0,2 Ки/км².

Определяли следующие показатели, характеризующие:

- энергетический резерв организма — масса общих липидов печени на единицу массы тела, степень ненасыщенности общих липидов печени (Кейтс, 1975);
- интенсивность и эффективность окислительного метаболизма тканей — активность фермента каталазы и уровень накопления карбонильных соединений (ТБК-АП) в эритроцитах, селезенке, печени, головном мозге, сердце (Барабой, 1991);

- морфофизиологические перестройки в организме – индекс массы селезенки, печени, сердца, почек, надпочечников, тимуса (Шварц и др., 1968).

Сравнение животных загрязненных и контрольных участков по отдельным показателям проведены по критерию Стьюдента, по комплексу морфофизиологических и биохимических показателей — с помощью дискриминантного анализа.

Установлено, что обитание обоих видов животных в радиационной среде не оказывает существенного влияния на липидный запас организма (табл. 1), что косвенно свидетельствует о благополучии популяций (Шварц и др., 1968).

Таблица 1. Характеристика энергетического резерва организма обыкновенной слепушонки и малой лесной мыши

Показатели	Обыкновенная слепушонка		Малая лесная мышь	
	Контроль	ВУРС	Контроль	ВУРС
Масса общих липидов печени на единицу массы тела, мг/г	0,750 ± 0,20	0,725 ± 0,34	0,847 ± 0,21	0,800 ± 0,14
Степень ненасыщенности липидов печени, усл.ед.	1,780±0,14	2,670± 0,25*	0,470±0,19	0,660±0,21

*-различия с контролем достоверны при $p < 0,05$.

Увеличение у слепушонок, отловленных на загрязненном участке, степени ненасыщенности липидов печени характеризует большую мобилизованность энергетического резерва их организма в радиационных условиях, по сравнению с лесными мышами, следовательно, и выраженную энергонапряженность обменных процессов, которая может быть обусловлена либо меньшей приспособленностью к радиационной среде либо более высокой лучевой нагрузкой на организм по сравнению с лесными мышами.

С помощью дискриминантного анализа найдены существенные различия по комплексу биохимических и морфофизиологических показателей у слепушонок из головной части ВУРСа и контрольного участка отлова. У лесных мышей различия выявлены только по комплексу биохимических показателей (табл. 2).

Таблица 2. Параметры дискриминантного анализа морфофизиологических и биохимических показателей животных загрязненных и контрольных участков

Статистические параметры	Морфофизиологические показатели		Биохимические показатели	
	Обыкновенная слепушонка	Малая лесная мышь	Обыкновенная слепушонка	Малая лесная мышь
% правильной классификации	100	87,33	100	100
Квадрат расстояния Махаланобиса	13,88	3,248	131,832	91,031
F(9,40)	14,404	1,470	14,323	10,115
P<	0,0000	0,2740	0,0046	0,0199

Эти результаты говорят о развитии у животных к моменту исследования разных стадий адаптационных реакций (Меерсон, 1986). У слепушонок приспособление к радиационной среде происходит за счет усиления окислительного метаболизма эритроцитов, селезенки, головного мозга и сердца в сочетании с морфофизиологическими перестройками во всем организме: гипертрофией сердца и почек, инволюцией тимуса, селезенки; у лесных мышей, главным образом, за счет усиления окислительного метаболизма тканей селезенки, печени и сердца (рис.) без выраженных морфофизиологических изменений органов (табл. 3).

Видимо, у слепушонок биохимических изменений в тканях (Расина, Орехова, 2003) недостаточно для того, чтобы полностью компенсировать функциональные сдвиги в организме и препятствовать развитию морфофизиологических перестроек, ведущих к снижению резервных возможностей организма и развитию (по Меерсону, 1986) стадии декомпенсации. Недостаточность биохимических механизмов компенсации функциональных

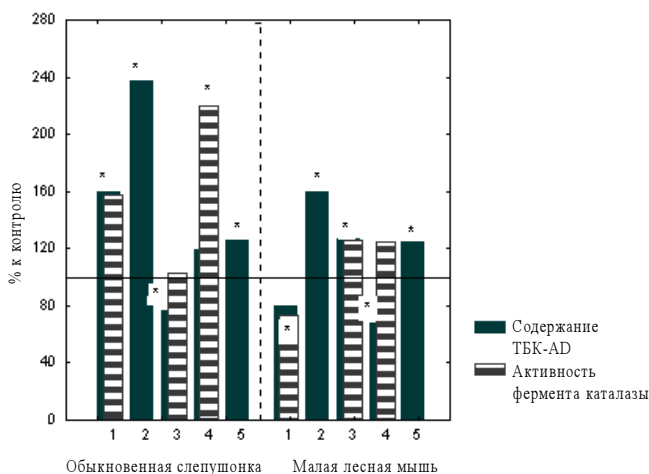


Рисунок. Показатели окислительного метаболизма тканей обыкновенной слепушонки и малой лесной мыши, % к контролю (*— достоверно при $p < 0,05$). 1-эритроциты, 2-селезенка, 3-печень, 4-головной мозг, 5-сердце.

Таблица 3. Морфофизиологические показатели обыкновенной слепушонки и малой лесной мыши.

Индекс массы органа, $\frac{0}{100}$	Обыкновенная слепушонка		Малая лесная мышь	
	Контроль	ВУРС	Контроль	ВУРС
Селезенка	$1,98 \pm 0,083$	$1,34 \pm 0,064^*$	$3,09 \pm 0,610$	$2,49 \pm 0,750$
Печень	$44,55 \pm 17,09$	$49,74 \pm 21,80$	$45,77 \pm 3,160$	$41,68 \pm 2,750$
Сердце	$3,74 \pm 0,010$	$4,17 \pm 0,020^*$	$6,05 \pm 0,220$	$6,22 \pm 0,070$
Почка	$4,11 \pm 0,032$	$4,52 \pm 0,024^*$	$5,35 \pm 0,210$	$5,12 \pm 0,060$
Надпочечник	$0,19 \pm 0,005$	$0,19 \pm 0,002$	$0,28 \pm 0,015$	$0,32 \pm 0,049$
Тимус	$1,26 \pm 0,100$	$0,74 \pm 0,022^*$	$0,64 \pm 0,041$	$0,80 \pm 0,180$

*— различия с контролем достоверны при $p < 0,05$.

сдвигов в организме может быть обусловлена повышенной лучевой нагрузкой, вызванной как более высоким уровнем радионуклидного загрязнения среды обитания слепушонок, так и постоянством пребывания в ней вследствие подземного образа жизни и меньшей подвижности. Это, в отличие от лесных мышей, может привести к формированию долгосрочного этапа адаптационной реакции посредством гипертрофии компенсирующих систем и изменений в координации функциональной взаимосвязи систем и органов.

Автор выражает признательность научному руководителю работы Л.Н. Расиной за постановку задачи и обсуждение результатов.

ЛИТЕРАТУРА

- Барабой Б. А., Орел В. Э., Карнаух И. М. Перекисное окисление и радиация. Киев: Наукова думка, 1991. С. 54–56.
- Большаков В.Н., Ковальчук Л. А., Ястребов А. П. Энергетический обмен у полевок и его изменения в экстремальных условиях Свердловск, 1984. 114 с.
- Евдокимов Н.Г. Популяционная экология обыкновенной слепушонки. Екатеринбург: 2001. 142 с.
- Кейтс М. Техника липидологии. М.: Мир, 1975. С. 74, 78–80, 83.
- Маслова К.И. О радиочувствительности и радиорезистентности природных популяций мелких млекопитающих // Радиочувствительность растений и животных биогеоценозов с повышенным естественным фоном радиации. Сыктывкар, 1988. С. 5–15.
- Меерсон Ф. З. Физиология адаптационных процессов. М.: Наука, 1986. 638 с.
- Расина Л.Н., Орехова Н. А. // Радиационная биология. Радиоэкология. 2003. Т. 43. Вып 2.
- Рункова Г. Г. О специфике биохимической адаптации на некоторых высших уровнях биологической интеграции. Свердловск, 1989. 261 с.
- Шварц С. С., Смирнов В. С., Добринский Л. Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. Свердловск, 1968. 386 с.
- Шевченко В. А., Абрамов В.И. и др. Генетические исследования на Восточно-Уральском радиоактивном следе // Экологические последствия радиоактивного загрязнения на Южном Урале. М.: Наука, 1993. С. 258–302.

**ЛЕТНЕЕ НАСЕЛЕНИЕ РУКОКРЫЛЫХ
(CHIROPTERA: VESPERTILIONIDAE)
В РАЙОНЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ
УРАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Е.М. Первушина*, А.А. Первушин**

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

** *Свердловский областной краеведческий музей, г. Екатеринбург*

Составляющей многих природных сообществ является группа рукокрылых, которые в силу скрытного образа жизни недостаточно изучены. И, тем не менее, заслуживают особого внимания экологов, так как они единственные из млекопитающих занимают воздушно-наземное пространство в экосистемах, что определяет специфику их населения и функции. К настоящему времени сведения о структуре летнего населения и особен-

ностях пространственного размещения рукокрылых вне пещер на территории Свердловской области отсутствуют. Для проведения таких исследований подходят условия в районе биологической станции Уральского государственного университета. Здесь проходит граница южной тайги и сосново-березовых предлесостепных лесов Среднего Зауралья, что определяет разнообразие лесных и антропогенных ландшафтов и создаст благоприятные условия для существования многих видов рукокрылых. Цель настоящей работы — изучить структуру летнего населения летучих мышей в условиях разнообразных ландшафтов пограничной зоны, установить видовой состав, проследить закономерности пространственно-биотопического распределения, а также определить половозрастную структуру для уточнения области выведения потомства в районе исследований у перелетных и оседлых видов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в летний период 2001, 2002 гг. Наблюдения и отлов летучих мышей осуществляли на территории площадью приблизительно 3,4 км². Под биотопами мы рассматриваем кормовые станции животных и территорию, на которой находятся их убежища. Животные были отловлены в 7 точках, расположенных друг от друга на расстоянии 100–1000 м. Летучих мышей отлавливали с помощью мобильной ловушки (Борисенко, 1999), паутинных сетей и ультразвукового детектора Magenta Bat МК II, а также метили птичьими кольцами серии XD и XT.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В районе биостанции обитает 8 видов рукокрылых (табл. 1) из 9, встречающихся на территории Свердловской области. Ранее в районе биостанции

Таблица 1. Список видов, относительное обилие и встречаемость рукокрылых в районе биостанции

Экологическая группа	№	Название вида	Относительное обилие		Встречаемость
Оседлые виды	1	Усатая ночница (<i>Myotis mystacinus</i>)	14	20,6%	2
	2	Северный кожанок (<i>Eptesicus nilssoni</i>)	12	17,6%	2
	3	Ночница Брандта (<i>Myotis brandtii</i>)	7	10,3%	4
	4	Прудовая ночница (<i>Myotis dasycneme</i>)	4	5,9%	2
	5	Водяная ночница (<i>Myotis daubentonii</i>)	2	2,9%	1
	6	Бурый ушан (<i>Plecotus auritus</i>)	1	1,5%	1
Перелетные виды	7	Нетонырь Натусиуса (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	15	22,1%	3
	8	Двуцветный кожан (<i>Vespertilio murinus</i>)	13	19,1%	2

были зарегистрированы находки прудовой ночницы, северного кожанка, бурого ушана (Фауна биостанции..., 1977).

Фауна рукокрылых в районе биостанции сходна с фауной хвойно-широколиственных лесов Среднего Предуралья, превосходит по числу оседлых видов фауну северных лесостепей Среднего Зауралья за счет присутствия северного кожанка, который не обнаружен на крупной зимовке в Смолинской пещере (Каменский район), расположенной в подзоне северных лесостепей Среднего Зауралья на расстоянии от биостанции приблизительно 36 км (Орлов, 2000). В наших отловах оседлые виды представлены типичными северными лесными формами. Из них, как исключение, усатая ночница хорошо осваивает открытые пространства лесостепи и степи (Стрелков, Ильин, 1990). Современные границы распространения усатой ночницы и близкородственной ей ночницы Брандта в Свердловской области практически не установлены. Обе эти ночницы в районе биостанции обычны (табл. 1). Перелетные виды представлены двцветным кожаном, расселение которого тесно связано с антропогенным ландшафтом (Стрелков, Ильин, 1990), и мезофильным видом нетопырем Натузиуса. Из-за недостатка сведений о распространении оба вида относят к редким в Свердловской области (Большаков и др., 2000; Орлов, 2000). В наших отловах они многочисленны. Таким образом, в условиях разнообразных ландшафтов района биостанции обитают как рукокрылые открытых пространств, так и типично лесные виды. Размещение рукокрылых на данной территории приурочено, главным образом, к поймам рек и припойменным участкам леса. В глубине леса, на склонах от водораздела летучие мыши малочисленны. Наибольшее разнообразие видов и их высокое относительное обилие отмечено нами в следующих биотопах: сосново-березовый разнотравный лес, антропогенный ландшафт, пойменные заросли ольхи и ивы (табл. 2).

На основании полученных данных о половозрастной структуре рукокрылых, нами установлено, что район биостанции входит в область выведения потомства перелетных видов, у которых летом здесь обитают только самки и детеныши. По-видимому, самцы этих видов остаются на летний период в южных частях ареала (Стрелков, 1999). Для нетопыря Натузиуса находка взрослых самок и детенышей — первое доказательство размножения вида на территории Свердловской области.

Также в районе биостанции выводят потомство усатая ночница, ночница Брандта, северный кожанок. Взрослые самцы этих видов в течение лета обитают рядом с самками и детенышами. У других оседлых рукокрылых нам попадались только взрослые самцы. Исключением является прудовая ночница. В наших отловах были половозрелые самцы и самки этого вида.

Таблица 2. Биотопическое распределение рукокрылых в районе биостанции УрГУ

	Биотоп	Виды	Число особей	Число мест отловов
I	Ольхово-ивовые пойменные заросли	Усатая ночница Северный кожанок Ночница Брандта	13 4 1	1
II	Сосново-березовый разнотравный лес, расположенный в нижней части берегового склона и примыкающий к пойме реки Сысерть	Нетопырь Натюзиуса Ночница Брандта Водяная ночница Прудовая ночница Усатая ночница	14 5 2 1 1	2
III	Антропогенный ландшафт биостанции, граничащий с сосновым лесом	Двуцветный кожанок Северный кожанок Прудовая ночница	12 8 3	1
IV	Разнотравный луг, граничащий с сосновым лесом (здесь проходит ЛЭП)	Двуцветный кожанок	1	1
V	Сосновый чернично-разнотравный лес (опушка, примыкающая к пойме ручья)	Бурый ушан	1	1
VI	Пойменный разнотравный луг с одиночно стоящими березой, ольхой, ивой	Ночница Брандта Нетопырь Натюзиуса	1 1	1
	Итого:	8	68	7

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы признательны ст.н.с. ИЭРиЖ УрО РАН, к.б.н. К.И. Бердюгину за конструктивные замечания при подготовке работы, а также сотруднику Ильменского заповедника В.П. Снитко за обучение навыкам отлова рукокрылых.

ЛИТЕРАТУРА

- Большаков В.Н., Бердюгин К.И., Васильева И.А., Кузнецова И.А. Млекопитающие Свердловской области: Справочник-определитель. Екатеринбург, 2000. 240 с.
- Борисенко А.В. Мобильная ловушка для отлова рукокрылых // *Plecotus et al.* 1999. № 2. С.10–19.
- Орлов О.Л. Фауна и экология рукокрылых (Mammalia, Chiroptera) Среднего Урала. Автореферат дисс...канд. биол. наук. Екатеринбург, 2000. 22 с.
- Стрелков П.П., Ильин В.Ю. Рукокрылые (Chiroptera, Vespertilionidae) юга Среднего и Нижнего Поволжья // *Тр. Зоол. ин-та АН СССР*. 1990. Т. 225. С. 42–167.

Стрелков П.П. Соотношение полов в сезон вывода потомства у взрослых особей перелетных видов летучих мышей (Chiroptera, Vespertilionidae) Восточной Европы и смежных территорий // Зоол. ж. 1999. Т. 78. Вып. 12. С. 1441–1454.

Фауна биостанции Уральского государственного университета: Учеб. пособие. Свердловск, 1977. 58 с.

ОСТАТКИ КРУПНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ИЗ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ СЕРНЫЙ КЛЮЧ

А.Н. Петров

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Серный Ключ находится в Нязепетровском районе Челябинской области на правом берегу реки Уфа (56°02' с.ш., 59°34' в.д.). Раскопки проводились в 1981 и 1990–1993 гг. экспедицией под руководством археолога В.А. Борзунова.

Кости всех животных имеют одинаковый цвет и степень фоссилизации, что свидетельствует об их одном времени накопления. По археологическим находкам возраст палеозоологического материала датируется первой половиной позднего голоцена. Накопление всех остатков связано с жизнедеятельностью человека, так как кости всех животных имеют высокую степень раздробленности (целых всего 4,5%) и около 8% остеологического материала имеет следы воздействия человека (следы рубки, строгания и др.) или являются артефактами.

Накопление остатков разных групп позвоночных было неравномерно. Так, в общей массе доминируют кости диких видов копытных — 73,5%. Доля домашних копытных составляет — 25%. На костные остатки «пушных» видов приходится — 1,1%. Меньше всего доля птиц — 0,4%.

Таким образом, в данном местонахождении человек уделял большое внимание охоте на копытных животных. Основными промысловыми видами была косуля (66%) и лось (30%). Охота велась на них круглый год. Разделку убитого животного производили на месте стоянки. То есть тушу, как правило, приносили целиком.

Животноводческая деятельность была связана с разведением лошади, крупного и мелкого рогатого скота. Среди костных остатков домашних животных доминируют кости лошади — 86,4%. Многочисленные остатки крупного рогатого скота — 11,5%. Меньше всего костных остатков овец и коз — 2,1%.

Видовой состав крупных млекопитающих типичен для позднего голоцена Среднего Урала (табл.). По соотношению остатков копытных животных данная локальная фауна близка к позднеголоценовым фаунам южной части Среднего Урала. В изучаемой фауне, помимо ныне живущих видов, присутствовали соболь, северный олень и бобр. Их аборигенные формы исчезли в историческое время с данной территории под влиянием антропогенного воздействия (Кириков, 1966; Марвин, 1969). Бобр был позже реакклиматизирован.

Таблица. Видовой состав костных остатков из голоценовых местонахождений Среднего Урала

Вид	Серный ключ		Северная часть Среднего Урала		Южная часть Среднего Урала		Современность
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	
<i>Lepus timidus</i> -Заяц беляк	5/1	0,04	47/6	0,84	7/5	0,1	+
<i>Castor fiber</i> - Бобр	49/5	0,6	37/4	0,66	38/11	0,6	
<i>Canis lupus</i> -Волк	8/1	0,2	7/3	0,12	10/5	0,15	+
<i>Vulpes vulpes</i> -Лисица	2/1	0,03	14/2	0,24	2/2	0,05	+
<i>Ursus arctos</i> -Бурый медведь	17/1	0,23	6/2	0,11	21/7	0,32	+
<i>Martes</i> sp.	8/3	0,1	37/4	0,66	4/3	0,06	
<i>Martes zibellina</i> -Соболь	2/2	0,03	2/2	0,03			-
<i>Lutra lutra</i> -Выдра	1/1	0,01	3/3	0,05			+
<i>Capreolus pygargus</i> -Косуля	3493/87	49	101/15	1,85	1685/163	25,7	+
<i>Alces alces</i> -Лось	1587/15	22	3781/71	67,84	281/30	4,3	+
<i>Rangifer tarandus</i> -Северный олень	197/6	2,5	1350/21	24,22	30/8	0,45	-
<i>Canis familiaris</i> -Собака	13/1	0,3	2/2	0,03	17/5	0,27	+
<i>Equus caballus</i> - Лошадь	1460/22	22,2	109/18	1,95	2715/116	41,4	
<i>Bos taurus</i> -Корова	194/15	2,5	50/9	0,89	1208/62	18,4	
<i>Capra et Ovis</i>	36/3	0,3	29/7	0,52	537/42	8,2	
<i>Aves</i> indet.	27	0,4					
<i>Mammalia</i> indet.	4573						
Всего (определимых)	7072/164	100	5575/169	100	6555/459	100	

*в числителе — количество костей, а в знаменателе — минимальное количество особей.

Возрастной состав популяции косули свидетельствует, что в ней преобладали взрослые животные (76,2%), доли старых и молодых были равны (11,9%). Согласно этим данным, изучаемая популяция не испытывала сильной нагрузки со стороны человека и хищников, в отличие от популяций того же периода, обитавших на Южном Урале (взрослых — 39%; молодых — 61%) (Косинцев, 1992).

В целом, локальная фауна из местонахождения Серный Ключ характеризует териофауну островной Красноуфимской лесостепи первой половины позднего голоцена.

Работа выполнена по проекту РФФИ № 02-04-49431.

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МИКСОМИЦЕТОВ ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА

Б.С. Плотников*, К.А. Фефелов**

* Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

** Институт экологии растений и животных, г. Екатеринбург

Для проведения исследований таксономического состава миксомицетов Екатеринбурга в полевые сезоны 2000–2002 гг. нами были собраны образцы с 7 видов деревьев: три из них, сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.) и осина (*Populus tremula* L.) характерны для Среднего Урала. А остальные виды — дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), клен ясенелистный (*Acer negundo* L.), тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.), боярышник (*Crataegus* sp.) являются интродуцированными в городе.

Методом влажных камер было исследованы образцы коры сосны, березы, тополя, дуба и клена, собранные на улицах и в парках г. Екатеринбурга.

Проведенная работа позволяет сделать вывод о разнообразии видового состава миксомицетов города Екатеринбурга. Обнаружено 80 видов на 360 образцах в сравнении со 115 видами на 1048 образцах в области. Дальнейшее исследование, по нашему мнению, может привести к тому, что город приблизится по видовому разнообразию к области за счет антропогенно привнесенных видов с интродуцированными деревьями и кустарниками, лесопильными материалами, комнатными и оранжерейными растениями.

Сравнительная характеристика спектров порядков по числу видов показывает, что в городе, как и в области среди всех порядков лидируют Trichiales и Physarales (рис.).

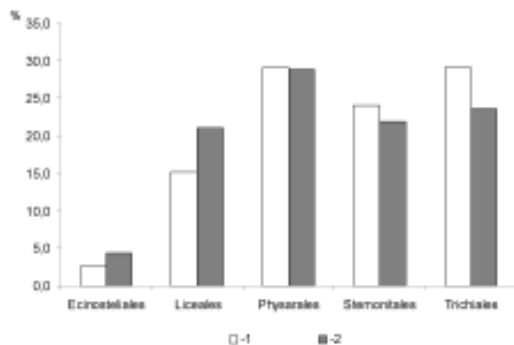


Рисунок. Спектр порядков миксомицетов в городе (1) и области (2).

Сравнительная характеристика спектра порядков по количеству найденных образцов показала, что наиболее распространенными порядками, как в области, так и в городе являются Trichiales и Stemonitales, но в городе лидирует Trichiales (36,4% и 25,8%), тогда как в области — Stemonitales (23,3% и 32,1%). Это может быть связано с тем, что представители порядка Trichiales в целом более распространены на лиственных породах деревьев, чем на хвойных видах, доминирующих в области.

Имеются различия и в обилие отдельных видов. Достаточно равномерно распределен только вид *Comatricha nigra*, встречающийся повсеместно. Для остальных видов обильность разнится более чем в полтора раза, вплоть до полного отсутствия в области вида, как например, у *Licea kleistobolus* весьма обильного (6,39%) в городе. Это можно объяснить наличием в городе интродуцированных пород деревьев, с которыми, по-видимому, этот вид и был занесен из более южных регионов. По нашим данным, этот вид встречается в Башкирии, Челябинской области, республике Марий Эл.

Кроме того, в городе было обнаружено еще 14 видов миксомицетов, не встречающихся в Свердловской области, причем из них 6 видов рода *Physarum*. Это можно объяснить также распространенностью в городе интродуцированных лиственных пород, к которым виды рода *Physarum* более привержены, чем к хвойным. Среди этих видов *Physarum bethelii* — новый для России.

В целом, коэффициент видового сходства между городом и областью составил 0,67. Это достаточно высокий коэффициент, что говорит о том, что ядро биоты города составляют местные виды.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант РФФИ-Урал № 02–04–96420).

СОДЕРЖАНИЕ МАКРО– И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРОДА СУРГУТА

М.В. Подкуркова*, Е.В. Нохрина*, Л.А. Ковальчук**, Л.В. Черная**

* Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

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

Возрастающие процессы загрязнения окружающей среды Сибири, обусловленные высокой техногенной нагрузкой, неизбежно сказываются на здоровье, генеративной функции и качестве генофонда населения. В настоящее

время делаются попытки создания системы «раннего предупреждения» для наиболее опасных химических соединений, загрязняющих природную среду.

По материалам муниципального предприятия «Природа», техногенное загрязнение среды обитания жителей г. Сургута связано с 25-ю химическими соединениями, имеет сезонный характер и определяется направлением переноса воздушных масс. Все территории города входят в основной список с наиболее высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, что обуславливает многофакторное, комплексное воздействие на население. Известно, что экологически обусловленные нарушения состояния здоровья могут развиваться под воздействием как высоких, так и низких концентраций экотоксикантов. С учётом изложенного, задача настоящих исследований — изучить содержание макро- и микроэлементов в биосубстратах (сыворотке крови) детского организма и взрослого населения города с учётом степени загрязнения территории их проживания высокотоксичными тяжёлыми металлами (ТМ). Основную группу обследуемых составили 30 человек, постоянно проживающих в городе, из них 10 детей, в группу взрослых входили 10 женщин и 10 мужчин. Анализ сыворотки крови на содержание микро- и макроэлементов (Cu, Zn, Fe, Ca, Mg, Pb, Cd) проводился методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на приборе фирмы Perkin Elmer (США). Для обработки материалов исследования использованы стандартные статистические методы с применением прикладной программы STATISTICA.

По фоновому невысокому содержанию эссенциального микроэлемента Са в сыворотке крови дети дошкольного возраста не отличаются от женщин и молодых мужчин ($T < T_{st} = 2,1$). Но кальция у них достоверно больше, чем у мужчин возрастной группы 45–60 лет, у которых, как показывают материалы исследований, кальций активно вымывается из организма ($T_{1-5} = 14,9 > T_{st} = 2,1$). Содержание Mg в сыворотке крови снижается у старших возрастных групп женщин и мужчин и достоверно отличается от уровня накопления этого микроэлемента у детей ($T_{1-3} = 2,52 > T_{st} = 2,16$; $T_{1-5} = 17,9 > T_{st} = 2,16$). Элементный состав сыворотки крови мужчин старшей возрастной группы связан с глубоким и сочетанным дефицитом эссенциальных, жизненно необходимых элементов (Cu, Zn, Ca, Mg, Fe) с незначительным превышением содержания высокотоксичных Pb и Cd. Кадмий — ксенобиотик, обладающий высокой способностью аккумулироваться в тканях организма, оказывая на человека хроническое токсическое и мутагенное воздействие. Наименьшие концентрации кадмия содержатся в сыворотке крови детей ($T_{1-5} = 7,05 > T_{st} = 2,1$). При наличии кадмия происходит обеднение организма медью и цинком: у обследованных женщин и мужчин отмечено снижение содержания цинка в сыворотке крови в старшей возрастной группы ($T_{2-3} = 3,39 > T_{st} = 2,31$; $T_{4-5} = 3,13 > T_{st} = 2,1$

соответственно). Содержание меди в крови также снижается и достоверно отличаются по количественному содержанию от детей ($T_{1-5} = 11,43 > T_{st} = 2,16$; $T_{1-2} = 2,2 > T_{st} = 2,1$ соответственно).

Дефицит железа и меди — самая частая причина анемии. У взрослого населения города снижена концентрация железа в сыворотке крови. Отмечены достоверные различия по накоплению этого эндогенного микроэлемента у детей и взрослых ($T_{1-7} > T_{st} = 2,1$). Меняется не только количественный состав, но и качественное соотношение Fe/Cu и Zn/Cu в крови. Эти изменения свидетельствуют о нарушении биологической роли цинка и железа и проявлении токсических свойств кадмия и свинца, которые, как известно, реализуются посредством блокады физиологического действия Cu, Zn, Fe, Ca.

Данные материалы могут явиться основанием для дальнейших исследований биосубстратов взрослого населения и детей в системе биологического мониторинга г. Сургута.

ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВЫЕ ФАУНЫ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ИЗ КАРСТОВОГО КОМПЛЕКСА СУРЬЯ 1–7

И.Н. Подопригора

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Карстовые полости — гроты, пещеры, ниши нередко функционируют на протяжении длительного периода времени, проходя последовательные стадии развития от активной проработки до стадии стабильного состояния. За время существования полость формирует слои рыхлых отложений как следствие деструкции известняков внутренней поверхности карста. Активное использование гротов и пещер хищными млекопитающими на протяжении десятков тысяч лет приводит к аккумуляции сложных остеологических комплексов в последовательно расположенных слоях пещерных отложений. Зафиксированные таким образом ископаемые фауны отражают, до определенной степени, структуру и функциональные особенности биоты определенной территории, существовавшей в момент формирования того или иного слоя.

Фауны, анализируемые в данной работе, происходят из рыхлых отложений семи карстовых полостей — Сурья 1–7, расположенных в Пермской области, в двух километрах западнее города Александровска и представляющих собой ниши различной степени проработки. Все ниши располагаются в скальной стенке на расстоянии 100–200 метров друг от друга. Раскопки в пещерах были проведены в 70-е годы Е.П. Блиźnieвым. В каждой полости был заложен шурф, площадь вскрытых отложений в шурфах составила от 2 м² до 50 м².

Стратиграфия разрезов представлена в таблице 1. Глубина шурфов менялась в диапазоне 1,4 – 2 м. Большинство шурфов было заложено под навесами в области предвходового вала полости. Исключения составляют пещеры Сурья 2 и 3, представляющие собой двухуровневые галереи; в них шурфы были заложены на втором этаже.

Таблица 1. Мощность и характер отложений в полостях Сурья 1-7

№ полости \ описание слоя	1	2	3	4	5	6	7
1. Щебнистый слой с пылеватым заполнением	0,8 м	0,8 м	0,4 м	0,6 м	0,5 м	0,6 м	1 м
2. Слой светло-оранжевого или красноватого суглинка	0,3 м	0,4 м	0,5 м	0,4 м	0,7 м	0,4 м	0,3 м
3. Слой бурого суглинка	0,4 м	0,3 м	0,4 м	0,4 м	0,4 м	-	0,5 м

Таким образом, сводная таблица показывает отсутствие существенных различий в характере залегания рыхлых отложений в нишах. Следует отметить наличие выраженной границы между голоценовыми и плейстоценовыми слоями и существование в некоторых случаях прослоя стерильной глины, обычно красного цвета, между вторым и третьим слоями. Анализ разрезов позволяет высказать предположение о синхронном формировании рыхлых отложений в семи полостях. На основании вышеизложенного, остеологические комплексы плейстоценовых отложений всех полостей были объединены послойно в фауны слоя 2 и слоя 3. Для этих фаун была получена серия радиоуглеродных дат (табл. 2), которые показали, что фауна слоя 3 и вмещающие ее отложения формировались на протяжении каргинского интерстадиала, а фауна слоя 2 — в период полярноуральского похолодания.

Таблица 2. Радиоуглеродные даты отдельных остеологических комплексов из местонахождений Сурья 1–7

Название	Дата C ¹⁴	Ошибка	Индекс
Сурья 3	14500	240	СОАН-5146
Сурья 3	45700	900	ОхА ?
Сурья 4	14815	75	ОхА11299
Сурья 5	34470	350	ОхА10914
Сурья 7	14845	75	ОхА11350

Всего было определено 13 видов млекопитающих (табл. 3, 4). Большинство костных остатков принадлежит копытным животным. Особенностью фауны слоя 2 является присутствие типичного лесного обитателя — рыси. Ее остатки были обнаружены в раскопе, заложенном в нише Сурья 6. Плейсто-

Таблица 3. Видовой состав остатков млекопитающих из слоя 2
местонахождений Сурья 1–7

Виды \ местонахождения	1	2	3	4	5	6	7	Всего
<i>Lepus tanaiticus</i>	17				25	5	3	50
<i>Canis lupus</i>	2				1			3
<i>Alopex lagopus</i>	3		1		1			5
<i>Ursus spelaeus</i>					2			2
<i>Felis lynx</i>						2		2
<i>Mammuthus primigenius</i>	2				12			14
<i>Equus uralensis</i>	74		15	3	308	9	18	427
<i>Coelodonta antiquitatis</i>	8	2	6	4	74	3	7	104
<i>Rangifer tarandus</i>	140		6	6	273	22	28	475
<i>Bison priscus</i>	4	1	1		24	3	4	37
<i>Saiga tatarica</i>	1				1	1		3
<i>Ovibos pallantis</i>					4			4
<i>Mammalia indet.</i>	415				472	15	17	919

Таблица 4. Видовой состав остатков млекопитающих из слоя 3
местонахождений Сурья 1–7

Виды \ местонахождения	1	2	3	4	5	6	7	Всего
<i>Lepus tanaiticus</i>	8		2		9			19
<i>Canis lupus</i>					1			1
<i>Alopex lagopus</i>	1				2			3
<i>Ursus spelaeus</i>					5			5
<i>Mammuthus primigenius</i>					11			11
<i>Equus uralensis</i>	28	7	5		190	4		234
<i>Coelodonta antiquitatis</i>	3		11		41	1		56
<i>Alces alces</i>	2				1			3
<i>Rangifer tarandus</i>	25		2		127	5		159
<i>Bison priscus</i>	2		8		36			46
<i>Saiga tatarica</i>			1					1
<i>Mammalia indet.</i>	90				299			389

ценовые отложения здесь представлены только слоем желтых суглинков и, вероятно, формировались в период последнего стадиала. В этих слоях содержались правая и левая половины нижней челюсти рыси, принадлежавшие взрослому животному. Показательно, что в раскопе грота Расик, который находится в 60 км от комплекса Сурья 1–7, также была обнаружена челюсть рыси в слоях с датой по C^{14} в диапазоне 12680–13330 лет.

Несмотря на небольшое количество определимых костей, в фауне зафиксированы такие немногочисленные виды, как сайга и овцебык, которых обычно рассматривают как обитателей открытых ландшафтов. Все остальные виды

являются типичными представителями верхнепалеолитического комплекса млекопитающих.

В фауне слоя 3 найдено меньшее количество остатков. Радиоуглеродное датирование образцов из слоя бурого суглинка пещер Сурья 3 и 5 показало время их формирования около 35–45 тысяч лет назад, то есть время последнего интерстадиала. Характерным для этой фауны является наличие остатков лося.

Таким образом, рассмотренные фаунистические комплексы показывают отсутствие существенных различий в своем составе в диапазоне 45700–14500 лет. Особенностью более ранних фаун является наличие остатков лося, более поздних — рыси.

Работа выполнена по проекту № 02–04–49431.

ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ НА МИКРОЭКОТОПАХ, ОБРАЗОВАВШИХСЯ ПРИ ВЕТРОВАЛЕ

М.Е. Поздеев*, С.Е. Зырянов**

**Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург*

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

Крупные лесные ветровалы вносят значительную неоднородность в экологические условия возобновления древесных видов, что и определяет весь дальнейший ход развития постветровальных лесных сообществ. В данной публикации приведены результаты полевых и лабораторных опытов по экспериментальной проверке пригодности для возобновления различных микроэкотопов, образовавшихся после воздействия на почвенный покров ветровальных нарушений. Мы предположили, что в основе неоднородности распределения всходов лежат: 1) разное представительство типов микроэкотопов на площади ветровальников; 2) специфические особенности субстратов, составляющие эти экотопы.

Наши исследования были выполнены в Висимском государственном природном биосферном заповеднике, где в июне 1995 г. произошел крупномасштабный ветровал. Опытные объекты расположены в нижнем подпоясе умеренно-бореальных горных лесов заповедника и представлены зеленомошной группой типов леса. Полевые экспериментальные работы по изучению естественного возобновления проведены по общепринятой методике (Побединский, 1966). На ГПП имеются трансекты для детального учета напочвенного покрова, подроста и самосева древесных пород. Здесь же был произведен учет категорий микроэкотопов и типов субстратов, образовавшихся после вывала деревьев. Для закладки полевого опыта было отобрано 25 ветровальных вывалов. В западине и на бугре каждого

из вывалов, а также в непосредственной близости от них на ненарушенной почве размечались площадки размером 50х50 см, где производился высев по 100 штук семян ели на поверхность субстратов без заделки. Посев выполнен в 1-й декаде июня 2000 г., а окончательный учет — в 3-й декаде сентября. Лабораторный эксперимент по изучению всхожести семян на различных типах субстратов предусматривал 6 вариантов опыта: травянистый опад (лесная подстилка), древесный опад (лесная подстилка), перегнившая древесина, почва из ветровального бугра, почва из ветровальной западины и контроль. Условия проращивания семян и методы определения их всхожести осуществлялись согласно типовой методике (Методы..., 1975). Используемые для опыта семена местного происхождения имели II класс качества.

Поставленные опыты позволили получить следующие результаты.

Сравнение количественного распределения всходов древесных видов (ели, пихты, березы) по типам микроэкотопов ветровальников может привести к неверным выводам об их лесорастительных свойствах. Так, на микроэкотопах (западине и бугре вывала), образовавшихся после воздействия на почвенный покров ветровальных нарушений и занимающих 7–12% площади, учтено лишь от 4 до 9% всех всходов. Однако, если пересчитать это количество всходов на единицу площади, то этот показатель будет в 3–5 раз больше, чем для микроместообитаний с неповрежденной поверхностью почвы. Статистически доказанным по результатам полевого опыта можно считать положительное влияние минерализации поверхности почвы при вывале деревьев на появление всходов.

Таблица. Результаты лабораторного опыта по проращиванию семян на различных субстратах

Варианты опыта (субстрат)	Энергия прорастания семян, % (НСР ₀₅ = 6,54)	Всхожесть семян, % (НСР ₀₅ = 6,47)
1. Травянистый опад (лесная подстилка)	57,7	68,7
2. Древесный опад (лесная подстилка)	67,7	77,0
3. Перегнившая древесина	72,7	80,3
4. Почва из ветровального бугра	66,7	76,3
5. Почва из ветровальной западины	70,0	78,0
6. Контроль	70,3	84,7

Оказалось, что наилучшими лесорастительными свойствами обладает полуразложившийся и разложившийся валеж, занимающий 13–20% поверхности площади, на котором высока всхожесть семян древесных пород (табл.). Субстрат почвенных горизонтов из ветровального бугра и западины, лесная подстилка из древесного опада также обладают неплохими возможностями для возобновления, но всхожесть семян несколько ниже. Пониженными

показателями всхожести и энергии прорастания семян характеризуется лесная подстилка из травянистого опада.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ - Урал (грант № 01-04-96421).

ОСОБЕННОСТИ МЕЗОСТРУКТУРЫ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА РАСТЕНИЙ СЕВЕРОБАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА РАЗНЫХ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП

П.К. Порожская, О.А. Пучкова, Л.А. Иванова

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

В экологической физиологии растений изучение мезоструктуры фотосинтетического аппарата растений связано с исследованием адаптации фотосинтетической функции растений к условиям среды на тканево-клеточном уровне. Хорошо известной характеристикой адаптации фотосинтетических тканей листа к экологическим факторам является тип строения мезофилла. Виды с гомогенным типом мезофилла встречаются в затененных и хорошо увлажненных местах обитания, виды с изопалисадным типом приурочены к засушливым условиям. В то же время тип строения мезофилла листа часто связан с систематическим положением вида. Так, представители семейства злаковых (Poaceae) с C_3 -типом фотосинтеза, как правило, имеют гомогенный тип строения мезофилла вне зависимости от экологических особенностей вида. Влияние экологических факторов на структуру мезофилла листа уже показано во многих работах (Мокроносов, 1978, 1981; Горышина, 1989; Пьянков, 1993, 1998, 2000 и др.), в то время как зависимость мезоструктуры листа от систематического положения вида до сих пор не изучена. Целью работы было выявить, зависят ли количественные показатели мезоструктуры листа растений Северного Прибайкалья от систематического положения вида.

Исследования проводили в июле-августе 2001 года в районе северного побережья оз. Байкал, где наблюдается значительное разнообразие условий произрастания, а также большое количество экологических и систематических групп. Количественные исследования структуры мезофилла листа проводили в соответствии с методикой мезоструктуры (Мокроносов, 1978; Ryankov et. al., 1998) с дополнениями (Иванова, Пьянков, 2002). Для исследования брали 10–15 растений, находящихся в фазе бутонизации-цветения. Отбирали листья, закончившие рост, из среднего листового яруса. Для определения количества и размеров клеток и хлоропластов использовали диски или отрезки листьев,

зафиксированные в плутаровом альдегиде (3,5% в фосфатном буфере pH 7,0). Подсчет числа клеток производили в счетной камере Горяева с известным объемом под световым микроскопом с предварительной тщательной мацерацией тканей в 20%-ном растворе КОН. Число хлоропластов подсчитывали после мацерации в 5%-ном растворе CrO_3 в 1N HCl под световым микроскопом. Анализ поперечных срезов листа и расчет объема и поверхности клеток и хлоропластов проводили с помощью системы анализа изображений SIAMS Mesoplant (кафедра физиологии растений УрГУ, ООО «Сиамс», Россия).

Изучена структура фотосинтетических тканей листа у 76 видов растений Северного Прибайкалья. Выявлена взаимосвязь типов мезофилла листа с основными экологическими и систематическими группами растений. Среди растений класса двудольных встречались все три основных типа строения мезофилла. Однодольные растения имели, как правило, гомогенный тип строения мезофилла листа.

Растения с гомогенным, дорзовентральным и изопалисадным типами мезофилла не отличались друг от друга по основным показателям мезоструктуры листа (табл.). В то же время растения бореальной зоны Среднего Урала с разными типами строения мезофилла достоверно отличались по структуре фотосинтетических тканей (Иванова, 2001). Возможно, отсутствие различий у байкальских видов связано с сильной разнородностью групп растений с гомогенным и дорзовентральным типами строения мезофилла.

Таблица. Основные показатели структуры фотосинтетического аппарата растений Северного Прибайкалья с разными типами строения мезофилла

Показатель	Гомогенный n = 24	Дорзовентральный n = 44	Изопалисадный n = 3
Толщина листа, мкм	300 ± 31	271 ± 18	286 ± 109
Число клеток, тыс./см ²	695 ± 139	711 ± 81	1077 ± 462
Объем клетки, тыс. мкм ³	51 ± 19	20 ± 3	10 ± 7
Число хлоропластов, млн/см ²	16 ± 2	16 ± 2	22 ± 5
Объем хлоропласта, мкм ³	58 ± 8	43 ± 3	46 ± 29
Индекс мембран хлоропластов	175 ± 48	84 ± 19	120 ± 105
Индекс мембран клеток	489 ± 143	364 ± 77	859 ± 683

Внутри группы с гомогенным типом строения мезофилла показаны четкие различия между растениями разных систематических групп: двудольные, злаки и осоки. Эти группы отличались по размерам клеток и по их количеству в единице площади листа. Напротив, по интегральным показателям мезоструктуры, таким как индекс мембран клеток и хлоропластов, отличий не выявлено (рис. 1). Интегральные показатели напрямую связаны с интенсивностью газообмена и адаптацией растений к условиям среды. Формирование внутренней ассимиляционной поверхности листа у разных групп растений происходит за счет изменения числа клеток либо их размеров. В результате суммарная внутрилистовая поверхность у всех видов с гомогенным типом строения остается одинаковой, а растения таким образом адаптируются к сходным условиям среды.

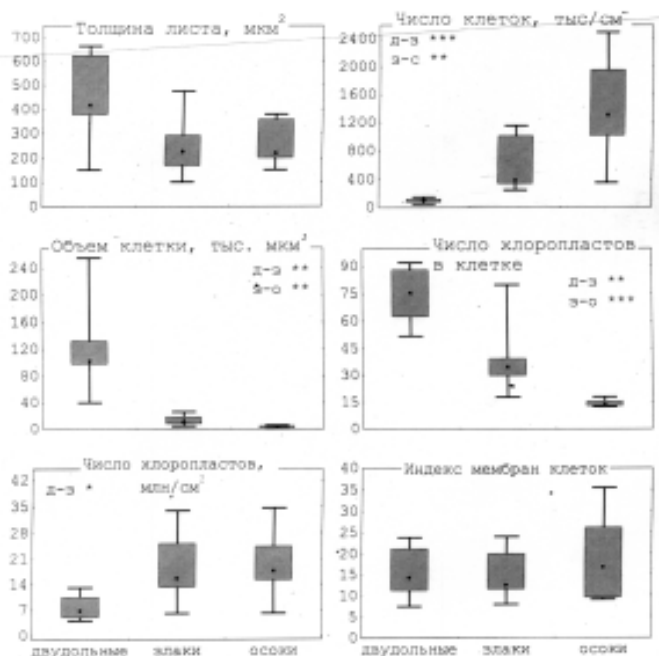


Рис. 1. Диаграммы варьирования количественных показателей структуры фотосинтетического аппарата различных групп растений с гомогенным типом строения мезофилла (достоверность отличий: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$).

Растения с дорзовентральным типом мезофилла, относящиеся исключительно к классу двудольных, не обнаружили никакой зависимости мезоструктуры от систематического положения вида. Анализ растений из разных семейств

(Asteraceae, Fabaceae, Rosaceae, Gentianaceae и др.) не показал никаких различий между систематическими группами. В то же время для этих растений показаны различия, связанные с экологической принадлежностью вида (рис. 2).

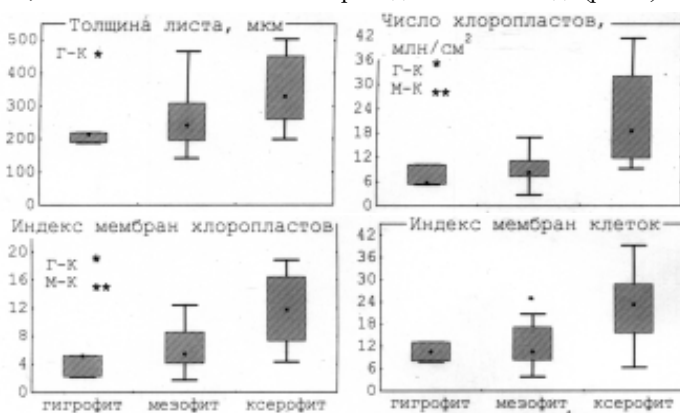


Рис. 2 Диаграммы варьирования количественных показателей структуры фотосинтетического аппарата растений разных экологических групп с дорзовентральным типом строения мезофилла (достоверность отличий: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$).

Таким образом, строение фотосинтетического аппарата зависит от систематического положения вида только у однодольных растений, в то время как у двудольных растений такой связи не обнаружено. Такие интегральные характеристики мезоструктуры, как ИМК, ИМХ, число хлоропластов в единице площади показывают тесную связь растений с дорзовентральным типом мезофилла с адаптацией к экологическим условиям. Это позволяет использовать параметры мезоструктуры листа для индикации экологических свойств видов.

ЛИТЕРАТУРА

- Горышина Т. К. Фотосинтетический аппарат растений и условия среды. Л.: изд-во ЛГУ, 1989. 202 с.
- Иванова Л. А. Количественная характеристика мезофилла листа растений Среднего Урала: Автореферат дисс... канд. биол. наук. Екатеринбург, 2001. 22 с.
- Иванова Л. А., Пьянков В. И. Структурная адаптация мезофилла листа к затенению // Физиология растений. 2002. Т. 49. № 3. С. 467–480.
- Мезоструктура и функциональная активность фотосинтетического аппарата. Свердловск: УрГУ, 1978. 146 с.
- Цельникер Ю. Л. Физиологические основы теневыносливости древесных растений. М.: Наука, 1978. 211 с.

УРОВЕНЬ ХРОСОМНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ НА РАЗНЫХ ФАЗАХ ПОПУЛЯЦИОННОГО ЦИКЛА У РЫЖЕЙ ПОЛЕВКИ

С.Б. Ракитин

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Сравнительно недавно стали появляться работы, свидетельствующие о том, что у диких грызунов популяционная динамика и связанные с ней стрессирующие нагрузки могут оказывать определенное влияние на частоту хромосомных нарушений. Например, С.Г. Дмитриев с соавторами (1996) наблюдали значительные различия в уровне цитогенетической нестабильности между материковыми и островными популяциями красной (*Clethrionomys rutilus*) и рыжей (*C. glareolus*) полевков, находящихся на разных фазах цикла численности в одно и то же время.

В данной работе изложены результаты изучения хромосомной нестабильности на разных фазах популяционного цикла в одной и той же популяции грызунов с учетом ряда других популяционно-демографических факторов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В течение четырех лет (с 1999 по 2002 гг.) исследовалась природная популяция рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus* Schreb.) из окрестностей с. Шигаево Шалинского района Свердловской области. Для этого локалитета документировано лишь глобальное техногенное загрязнение. Изученная популяция, по данным Н.Л. Добринского, в течение первых трех лет наблюдений находилась на стадии высокой численности (120–200 особей/га). В 2002 г. численность заметно снизилась — до 10–50 особей/га в разных биотопах, при этом погодные условия в 2001–2002 годах оставались в пределах региональной нормы. Сбор материала проводился живоловками. Препараты метафазных хромосом готовились стандартным способом из клеток костного мозга. От каждой особи анализировалось от 25 до 100 метафазных клеток. В общей сложности было проанализировано 11350 клеток от 442 животных. У животных определялись стандартные экстернальные промеры, масса тела, надпочечника, семенника и состояние генеративной системы самок. Возраст определялся по степени возрастных изменений зубов. По этому показателю полевки были разделены на 2 класса: сеголетки и перезимовавшие.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты цитогенетического анализа представлены в таблицах 1 и 2. Как видно из таблиц, все 4 года изучения цитогенетической нестабильности в данной

популяции рыжей полевки у размножающихся животных, как у самцов так и у самок, отмечался достоверно повышенный уровень аберрантных клеток по сравнению с неразмножающимися животными ($F=5,17$; $df=1/426$; $P=0,023$).

Таблица 1. Частота хромосомных нарушений и индекс надпочечника у рыжих полевок, различающихся по полу, возрасту и репродуктивному статусу (1999–2000 гг.)

1999 год								
Пол	Репродуктивный статус особи	Возраст	Число животных	Число клеток	Средняя частота клеток, %			Индекс надпочечника $\times 10^{-3}$
					с аберрациями хромосом	анеу- и полиплоидных	с пробелами	
Самцы	размн.	перезимовавшие	19	625	0,96	1,60	3,20	0,252
	неразмн.	сеголетки	50	1250	0,32	0,96	1,30	0,223
Самки	размн.	перезимовавшие	23	900	2,11	1,56	2,45	0,444
		сеголетки	2	200	1,50	1,00	1,50	0,349
	неразмн.	сеголетки	50	1250	0,56	0,88	2,00	0,218
2000 год								
Самцы	размн.	перезимовавшие	23	625	1,44	2,40	4,32	0,248
		сеголетки	20	550	1,45	0,91	2,18	0,232
	неразмн.	сеголетки	50	1250	0,72	0,64	3,44	0,213
Самки	размн.	перезимовавшие	13	400	2,50	1,38	3,25	0,491
		сеголетки	26	650	1,54	0,77	2,62	0,424
	неразмн.	сеголетки	28	775	1,03	1,29	4,13	0,225

Изменения демографической ситуации сопровождалась сдвигами в темпах мутационного процесса. Если в 1999–2000 гг. частоты всех типов хромосомных нарушений достоверно не различались, то в 2001 году (год перед снижением численности) во всех внутрипопуляционных группировках значительно вырос наиболее информативный показатель генетической нестабильности — доля

клеток с хромосомными aberrациями (табл. 2). При этом в 2001 году, по нашим данным, интенсивность размножения у сеголеток упала до 0,75%, в то время как в предшествующие годы она колебалась от 1,96% до 37,50% (в 1999 году — 1,96%; в 2000 — 37,10%; в 2002 — 37,50%). Повышенная частота aberrантных клеток сохранялась и в 2002 году. На рис. 1а проиллюстрированы межгодовые различия по усредненной для всех группировок доле клеток с хромосомными aberrациями. Эти различия оказались высоко значимыми ($F=11,47$; $df=3/388$; $P<0,0001$). В случае геномных мутаций (анеу- и полиплоидия) также

Таблица 2. Частота хромосомных нарушений и индекс надпочечника у рыжых полевок, различающихся по полу, возрасту и репродуктивному статусу (2001-2002 гг.)

2001 год								
Пол	Репродуктивный статус особи	Возраст	Число животных	Число клеток	Средняя частота клеток, %			Индекс надпочечника $\times 10^3$
					с aberrациями хромосом	анеу- и полиплоидных	с пробелами	
Самцы	размн.	перезимовавшие	16	425	3,06	0,71	3,06	0,181
	неразмн.	сеголетки	39	975	2,26	0,82	3,59	0,200
Самки	размн.	перезимовавшие	8	200	3,50	3,50	3,00	0,332
		сеголетки	1	100	3,00	2,00	3,00	0,505
	неразмн.	сеголетки	35	875	2,29	1,14	2,63	0,217
2002 год								
Самцы	размн.	перезимовавшие	2	200	3,50	1,50	3,00	0,175
		сеголетки	6	150	3,33	1,33	2,66	0,228
	неразмн.	сеголетки	11	275	2,18	0,00	2,91	0,232
Самки	размн.	перезимовавшие	5	250	2,40	1,60	3,60	0,360
		сеголетки	6	150	2,67	0,00	0,67	0,379
	неразмн.	сеголетки	9	225	1,77	0,00	2,22	0,236

обнаружены статистически значимые межгодовые отличия с помощью трехфакторного дисперсионного анализа при включении в дисперсионный комплекс «года отлова», «пола» и «репродуктивного статуса» ($F=90,85$; $df=1/426$; $P<0,00001$). Достоверность взаимодействия факторов «год отлова» и «пол» ($F=3,51$; $df=3/426$; $P=0,015$) свидетельствует о том, что в одни годы (1999 и 2002 гг.) уровень геномных мутаций был выше у самцов, а в другие (2000 и 2001 гг.) — у самок. В 1999–2001 гг. средний уровень анеу- и полиплоидии колебался в пределах 1,09–1,11%, в 2002 году он снизился до 0,49% (рис. 16). Следует отметить, что механизмы возникновения структурных (хромосомные aberrации) и числовых (анеу- и полиплоидия) хромосомных нарушений различны, и, по всей видимости, влияние популяционно-демографических факторов по отношению к ним может быть разнонаправленным.

Изучение частоты клеток с проблемами не выявило какой-либо связи с популяционно-демографическими факторами.

Нельзя не учитывать тот факт, что нередко с возрастом происходит увеличение частоты хромосомных aberrаций (Tucker et al., 1999) и анеуплоидии (Бочаров, Вилкина, 1966; Xiao et al., 1998). Однако у грызунов из природных популяций он высоко скоррелирован с репродуктивным статусом. Выявить возможное влияние возраста на частоту клеток с aberrациями хромосом и уровень геномных мутаций позволяет сравнение размножающихся полевок разного возраста (перезимовавшие и сеголетки). При этом грызуны одного репродуктивного статуса, но разного возраста значимо не различались по уровню aberrантных клеток ($U=2934,00$; $P=0,163$) (рис. 2а), однако перезимовавшие грызуны имели достоверно повышенный уровень анеу- и полиплоидии ($U=2549,50$; $P=0,003$). Судя по литературным данным и нашим исследованиям на лабораторной колонии обыкновенной полевки (*Microtus arvalis*), повышенный уровень клеток с aberrациями хромосом обнаруживается у очень старых (в природных популяциях такие животные встречаются редко) и новорожденных грызунов. Кроме того, при сравнении близких по возрасту сеголеток разного репродуктивного статуса размножающиеся грызуны имели достоверно повышенную частоту хромосомных aberrаций ($U=6954,00$; $P=0,012$) в отличие от неразмножающихся (рис. 2б), в случае анеу- и полиплоидии различия незначимы ($U=8296,00$; $P=1,000$).

В литературе имеется ряд сообщений о возможности участия гормонов надпочечников, обладающих мутагенной активностью, в регуляции численности популяции. При этом большинство исследователей склонны считать, что переуплотнение популяции ведет к возрастанию веса надпочечника. При проведении трехфакторного дисперсионного анализа (факторы: «год отлова», «пол» и «репродуктивный статус») значимым оказалось влияние на относительный вес надпочечника всех трех факторов ($F=6,51$; $df=3/426$; $P=0,0003$; $F=115,91$; $df=1/426$; $P<0,0001$; $F=99,79$; $df=1/426$; $P<0,0001$). Достоверность

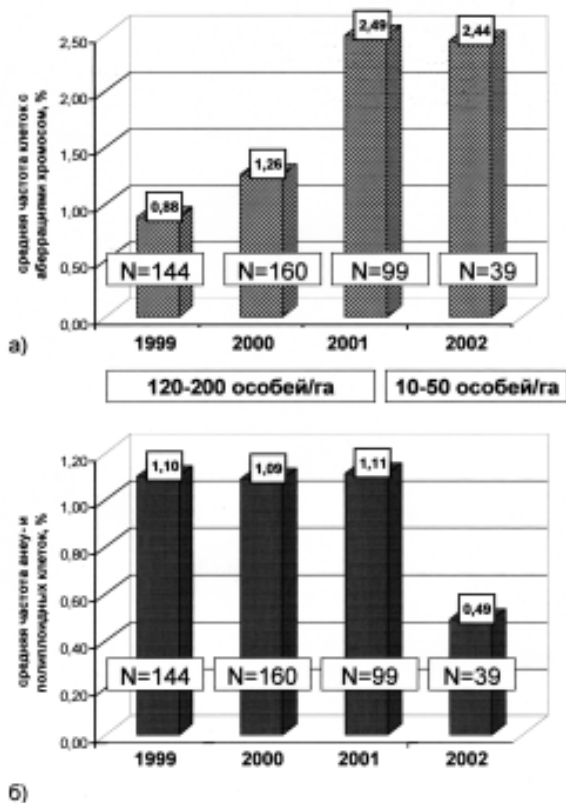


Рис. 1. Средний уровень клеток с абберациями хромосом (а) и анеу- и полиплоидных клеток (б) у рыжих полевок в 1999–2002 гг.

взаимодействия факторов «пол» и «репродуктивный статус» свидетельствует о том, что относительный вес надпочечника самок сильнее реагирует на участие в размножении ($F=90,85$; $df=1/426$; $P<0,0001$). Из таблиц 1 и 2 хорошо видно, что наибольший относительный вес надпочечника наблюдается у размножающихся самок как перезимовавших, так и сеголеток. Значимым оказалось взаимодействие факторов «год отлова» и «репродуктивный статус» ($F=4,66$; $df=3/426$; $P=0,003$). В 1999–2000 гг. (годы высокой численности популяции) размножающиеся самцы имели больший относительный вес надпочечника по сравнению с неразмножающимися. В 2001–2002 гг. (год перед снижением численности и год низкой численности) картина изменилась на обратную

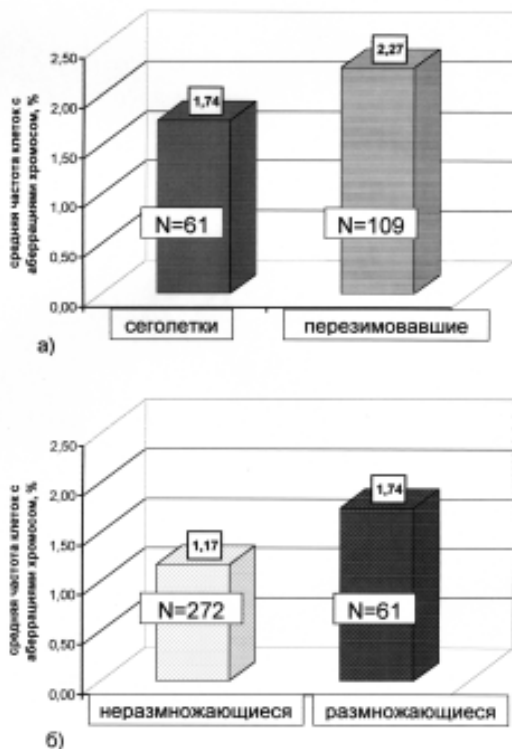


Рис. 2. Уровень хромосомных aberrаций у рыжих полевок в 1999–2002 гг.:

- а) размножающиеся зверьки разного возраста;
б) сеголетки разного репродуктивного статуса.

— индекс надпочечника оказался несколько меньше у размножающихся самцов, но эти отличия статистически незначимы. У самок различного репродуктивного статуса в разные годы соотношение между индексами надпочечника выражено в разной степени, но всегда его относительный вес был выше у размножающихся полевок. При этом в 2001–2002 гг. размножающиеся самки имели несколько меньший относительный вес надпочечника по сравнению с 1999–2000 гг. Индекс надпочечника оказался отрицательно скоррелирован с частотой aberrантных клеток у самцов, как у размножающихся ($R_s = -0,219$; $P = 0,042$), так и у неразмножающихся ($R_s = -0,177$; $P = 0,029$). В выборках самок разного репродуктивного статуса корреляционной связи уровня хромосомных aberrаций с индексом надпочечника не обнаружено. Одна-

ко отождествление веса эндокринного органа с его функциональной активностью, по мнению Ф.Б. Чернявского и А.В. Ткачева (1982), далеко не всегда оправдано. В работах по определению функциональной активности надпочечника было показано, что уровень гормонов существенно меняется в зависимости от численности популяции. Так, М.П. Мошкин (1989) отмечает статистически значимые подъемы концентрации кортикостероидов и прогестерона в крови водяной полевки в фазу спада численности и при переходе от пика к спаду. Именно в эти фазы цикла численности мы наблюдали возрастание уровня клеток с аберрациями хромосом в популяции рыжей полевки.

Таким образом, рост хромосомной нестабильности при смене популяционной стратегии, скорее всего, связан с происходящими при этом значительными изменениями эндокринных и метаболических показателей. Однако, надо иметь в виду, что возможен и противоположный характер связи между популяционной численностью и уровнем хромосомной нестабильности — именно такая ситуация наблюдалась С.Г. Дмитриевым с соавторами (1996) в островной экосистеме после «бутылочного горлышка». При этом следует с большой осторожностью относиться к экстраполяции данных, полученных на лабораторных животных, и однократным наблюдениям над природными популяциями.

У размножающихся животных, скорее всего, одним из факторов повышения цитогенетической нестабильности является возрастание продукции половых гормонов. По литературным данным, половые гормоны, например, такие как прогестерон и эстрадиол, могут проявлять существенную мутагенную активность, вызывая структурные и числовые мутации хромосом (Roy, Liehr, 1999). В то же время период размножения влечет за собой повышение активности гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы, что приводит к интенсификации выделения кортикостероидов, также обладающих мутагенной активностью. Так, В.И. Евсиков с соавторами (1999) обнаружили, что у водяной полевки концентрация глюкокортикоидов в плазме крови на всех стадиях беременности была достоверно выше по сравнению с непокрытыми особями. Кроме того, прогестерон, достигающий во время беременности высоких концентраций в организме самок грызунов, обладает иммуносупрессивным эффектом (Мошкин и др., 2003), также как и тестостерон (Лохмиллер, Мошкин, 1999). Поскольку иммунная система призвана контролировать генетический гомеостаз организма, то её угнетение может приводить к увеличению в организме числа клеток с цитогенетическими нарушениями (Ильинских и др., 1986).

Резюмируя вышесказанное, логично заключить, что популяционно-демографические факторы могут оказывать существенное влияние на уровень хромосомной нестабильности, что увеличивает генетическое разнообразие потомства, физиологический и иммунный гомеостаз. Несомненно, что их

необходимо принимать во внимание при изучении цитогенетической нестабильности у грызунов из природных популяций.

Автор выражает искреннюю благодарность всем сотрудникам группы популяционной цитогенетики ИЭРиЖ УрО РАН за всестороннюю помощь и содействие при проведении исследования.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ (№ 02–04–49071 и № 03–04–48776).

ЛИТЕРАТУРА

- Бочаров Ю.С., Вилкина Г.А. Мутации кариотипа и старение // Генетика. 1966. № 4. С. 45–50.
- Дмитриев С.Г., Захаров В.М., Шефтель Б.И. Цитогенетический гомеостаз и популяционная плотность у двух видов лесных полевок (*Clethrionomys rutilus* и *C. glareolus*) в Центральной Сибири // Состояние териофауны в России и ближнем Зарубежье: Труды междунар. совещ. Москва, 1995. С. 118–126.
- Евсиков В.И., Мошкин М.П., Герлинская Л.А. Популяционная экология водяной полевки (*Arvicola terrestris* L.) в Западной Сибири. III. Стресс и воспроизводство в популяционном цикле // Сибирский экологический журнал. 1999. № 1. С. 79–88.
- Ильинских Н.Н., Ильинских И.Н., Бочаров Е.Ф. Цитогенетический гомеостаз и иммунитет. Новосибирск: Наука, 1986. 199 с.
- Лохмиллер Р.Л., Мошкин М.П. Экологические факторы и адаптивная значимость изменчивости иммунитета мелких млекопитающих // Сибирский экологический журнал. 1999. № 1. С. 37–58.
- Мошкин М.П. Роль стресса в поддержании популяционного гомеостаза млекопитающих (на примере грызунов): Автореферат дис... д-ра биол. наук. Свердловск, 1989. 32 с.
- Мошкин М.П., Герлинская Л.А., Евсиков В.И. Иммунная система и реализация поведенческих стратегий размножения при паразитарных прессах // ЖОБ. 2003. Т. 64. № 1. С. 23–44.
- Чернявский Ф.Б., Ткачев А.В. Популяционные циклы леммингов в Арктике. М.: Наука, 1982. 164 с.
- Roy D., Liehr J.G. Estrogen, DNA damage and mutations // Mutat. Res. 1999. V. 424. P. 107–115.
- Tucker J.D., Spruill M.D., Ramsey M.J., Director A.D., Nath J. 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.

АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ ФЕНЕТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ЧЕРЕПА СОБОЛЯ В РАЗНЫХ ПОЛОВОЗРАСТНЫХ ГРУППАХ

М.Н. Ранюк

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Согласно современному эволюционному учению популяция — элементарная единица эволюции. Именно внутри популяции начинаются микроэволюционные процессы, которые, в конечном счете, приводят к видообразованию (Яблоков, Юсуфов, 1998). Сравнительный анализ изменчивости морфологических признаков во внутрипопуляционных группировках позволяет отметить направление данных процессов.

Соболь — ценный пушной промысловый вид, изменчивость окраски его меха изучена достаточно полно (Тимофеев, Надеев, 1955; Бакеев, 1976; Монахов, 1976; Монахов, 1995). Исследования фенетических признаков черепа соболя начались совсем недавно (Монахов, Трушин, 2000; Монахов, 2001; Дубинин, 2003).

Цель данного исследования — анализ половой и возрастной изменчивости фенетических признаков черепа соболя.

Половая изменчивость рассматривается как наличие полового диморфизма по исследуемым признакам.

Возрастная изменчивость выражается или изменчивостью проявления признака в процессе онтогенеза или является результатом действия естественного отбора, когда особи носители определенного фена элиминируют в популяции.

Исследованы 5 географических выборок с бассейнов рек Вах, Демьянка, Юган, Лозьва и Черная (1720 черепов соболей). Каждая географическая выборка делилась по полу (самцы и самки) и по возрасту (сеголетки и взрослые особи старше 1 года). Определение возраста проводилось В.Г. Монаховым методом подсчета годовых колец в цементе клыка (Клевезаль, Клейненберг, 1967).

Рассматривались 11 фенетических признаков черепа соболя (по: Монахов, Трушин, 2000):

- подбородочные отверстия (foramina mentale);
- резцовые подбородочные отверстия (foramina mentale incisivorum);
- отверстия в нижнечелюстной кости у внутреннего края альвеолы PM1 (foramina pseudomentale ad PM1);
- отверстия в передней части ямки жевательной мышцы около M2 (foramina in fossa masseterica ad M2);
- решетчатое отверстие (foramina ethmoidale);

отросток небной вырезки (processus excisurae palatinae posterior);
отверстие в затылочном предбугорье (foramina partis squamosae ossis occipitalis);

отверстия на внутренней поверхности подглазничного отверстия (foramina in foramine infraorbitale interior);

отверстия в верхней части мыщелковой ямки (foramina in fossa condyloidei (superior));

дополнительное отверстие лицевого канала (foramina stylomastoideum accessorium);

отверстия в нижней части мыщелковой ямки (foramina in fossa condiloidei (inferior)).

На первом этапе исследования был проведен дискриминантный анализ абсолютных частот встречаемости фенотипических признаков. Результаты представлены в таблице 1. Жирным курсивом выделены значения, демонстрирующие достоверные различия при 95%-ом доверительном интервале.

В первых двух строках таблицы приведены данные по оценке возрастной изменчивости, в следующих двух — по половой изменчивости проявления фенетических признаков черепа соболя. У самцов различия в частотах встречаемости фенотипических признаков между сеголетками и взрослыми особями статистически значимы у всех 5 исследуемых географических выборок. У самок значимые различия проявляются в 4 выборках из 5.

Таблица 1. Значения квадрата расстояния Махаланобиса для парных сравнений половозрастных групп

	Вах (n=288)	Демьянка (n=686)	Юган (n=471)	Лозьва (n=166)	Черная (n=109)
самцы <i>ad.</i> – самцы <i>juv.</i>	3,90	1,46	1,74	2,77	5,10
самки <i>ad.</i> – самки <i>juv.</i>	3,66	1,49	1,94	2,88	2,74
самцы <i>juv.</i> – самки <i>juv.</i>	0,69	0,19	0,21	0,40	1,59
самцы <i>ad.</i> – самки <i>ad.</i>	1,73	0,60	0,85	4,15	3,96

У сеголеток между самцами и самками по результатам дискриминантного анализа статистически достоверных различий не обнаружено. У взрослых особей половая изменчивость по частотам встречаемости фенотипических признаков черепа выявлена в 2-х выборках из 5: выборки бассейнов рр. Демьянка и Лозьва.

На следующем этапе исследования при помощи пакета программ «Фен», разработанного А.Г. Васильевым, были рассчитаны фенетические дистанции и значения χ^2 между половозрастными группами для пяти исследуемых выборок по каждому из 11 исследованных неметрических признаков черепа. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. Фенетические дистанции между половозрастными группами

Признаки черепа	Вах (n=288)	Демьянка (n=686)	Юган (n=471)	Лозьва (n=166)	Черная (n=109)
Возрастная изменчивость					
Самцы <i>ad.</i> – самцы <i>juv.</i>					
1	-0,009	-0,01	-0,01	-0,03	0,02
2	-0,01	-0,01	-0,01	-0,03	-0,04
3	0,08	0,00	0,05	0,01	-0,04
4	0,05	0,06	0,24	-0,03	-0,03
5	0,07	-0,01	-0,01	-0,01	-0,03
6	-0,02	0,03	0,00	0,02	-0,02
7	0,03	0,02	-0,02	-0,05	-0,01
8	0,07	0,07	0,04	0,16	-0,04
9	-0,01	0,00	0,03	-0,03	0,00
10	-0,01	0,00	-0,01	-0,03	-0,02
11	-0,01	0,00	0,00	-0,01	-0,03
Самки <i>ad.</i> – самки <i>juv.</i>					
1	-0,02	-0,01	-0,01	-0,02	0,02
2	-0,02	0,00	-0,01	-0,03	-0,03
3	0,08	0,02	0,15	0,01	0,05
4	-0,02	0,02	-0,01	-0,02	-0,05
5	-0,02	-0,01	-0,01	0,02	0,01
6	0,07	0,10	-0,02	-0,02	0,04
7	0,14	0,01	-0,02	-0,05	-0,08
8	0,23	0,05	0,07	0,28	0,04
9	0,00	-0,01	0,04	-0,03	-0,04
10	-0,01	0,00	0,22	-0,01	-0,03
11	0,03	0,00	0,03	0,04	0,01
Половая изменчивость					
Самцы <i>juv.</i> – самки <i>juv.</i>					
1	-0,01	0,00	0,00	-0,02	-0,02
2	-0,01	0,01	0,00	-0,01	-0,03
3	0,00	0,00	-0,01	-0,02	-0,03
4	-0,01	0,02	-0,01	-0,02	-0,02
5	0,02	0,00	0,00	-0,02	-0,03
6	6,59	0,00	-0,01	-0,01	-0,06
7	-0,02	-0,01	-0,01	-0,04	-0,05
8	0,01	0,00	-0,01	0,00	0,02
9	-0,01	0,00	0,07	-0,01	-0,03
10	0,02	0,00	0,08	-0,02	-0,01
11	0,03	0,02	0,01	-0,01	0,01
Самцы <i>ad.</i> – самки <i>ad.</i>					
1	-0,02	-0,01	-0,01	-0,02	0,09
2	-0,02	-0,01	-0,01	-0,04	-0,05
3	-0,02	-0,01	0,02	-0,04	-0,02
4	0,01	0,00	0,19	-0,04	0,01
5	-0,01	0,00	0,00	-0,03	0,04
6	4,56	-0,01	-0,02	0,01	-0,09
7	0,02	-0,02	-0,01	-0,07	-0,09
8	-0,02	-0,01	-0,01	-0,03	0,19
9	0,02	-0,01	0,05	-0,03	-0,04
10	-0,03	-0,01	0,01	-0,02	-0,03
11	0,16	0,02	0,07	0,13	-0,04

В 4 исследуемых выборках из 5 как у самцов, так и у самок между сеголетками и взрослыми особями выявлены достоверные различия в частотах встречаемости фенов по 8 признаку — отверстия на внутренней поверхности подглазничного отверстия. У сеголеток чаще встречается так называемый фен множественности отверстий, когда наблюдаемых отверстий и с правой, и с левой стороны больше 2. Возможно, в процессе индивидуального развития отверстия зарастают, однако это мало вероятно, как правило, через эти отверстия в черепе проходят кровеносные сосуды или нервные окончания. Вероятно, особи с множественными отверстиями подвергаются действию естественного отбора и элиминируются в популяции.

Половая изменчивость фенетических признаков черепа соболя практически не выражена. По отдельным признакам для некоторых географических выборок наблюдаются достоверные различия в частотах встречаемости фенов между полами. Возможно, это связано с географической изменчивостью проявления полового диморфизма фенетических признаков черепа у соболя. Среди взрослых особей по 11 признаку — отверстия в нижней части мыщелковой ямки — в 3 выборках из 5 выявлены достоверные различия в проявлении фена. Среди самцов чаще встречается фен отсутствия отверстий.

ЛИТЕРАТУРА

- Бакеев Н.Н. Географическая изменчивость окраски меха соболя и ее динамика // Тр. ВНИИОЗ. 1976. Вып. 26. С. 26–54.
- Дубинин Е.А. Краниометрическая и фенетическая изменчивость соболя севера Дальнего Востока России: к итогам реакклиматизации // Териологические исследования. Вып. 2. С-Пб., 2003. С. 12–21.
- Клевезаль Г.А., Клейненберг С.Е. Определение возраста млекопитающих по слоистым структурам зубов и кости. М.: Наука, 1967. 144 с.
- Монахов В.Г. Соболи Урала, Приобья и Енисейской Сибири: результаты реакклиматизации. Екатеринбург: Банк культурной информации, 1995. 154 с.
- Монахов В.Г. Фенетический анализ аборигенных и интродуцированных популяций соболя (*Martes zibellina*) России // Генетика. 2001. Т. 37. № 9. С. 1281–1289.
- Монахов В.Г., Трушин С.П. Перспективы применения популяционно-фенетического подхода к исследованиям населения соболя Урала и Приобья // Экология и рац. природопольз. на рубеже веков. Матер. межд. конф. Т.1. Томск, 2000. С. 142–144.
- Монахов Г.И. Географическая изменчивость и демографическая структура соболя фауны СССР // Тр. ВНИИОЗ. 1976. Вып. 26. С. 54–86.
- Тимофеев В.В., Надеев В.Н. Соболи. М.: Заготиздат, 1955. 404 с.
- Яблоков А.В., Юсуфов А.Г. Эволюционное учение. М.: Высш. шк., 1998. 336 с.

ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ ГОРОДА НИЖНЕГО ТАГИЛА

О.М. Рощектаева

Нижнетагильский государственный педагогический университет

Существуют разные мнения о том, является ли широкая экологическая валентность видов животных тем фундаментальным свойством, которое позволяет им обитать в антропогенных условиях (Чернов, 1975; Хотько и др., 1982; Клауснитцер, 1990; Wegner, 1982). Одним из способов изучения адаптивного разнообразия урбанистических сообществ животных может быть анализ сезонной динамики составляющих такие сообщества экологических групп видов. Массовым и практически важным объектом такого анализа являются кровососущие комары.

Материал собирали с III декады мая по середину сентября 2001 г. во втором из крупнейших промышленных городов Урала — Нижнем Тагиле. Нападающих на человека комаров ловили пробирками по вечерам (19–21 ч.) в течение 20 мин. возле крупных заводов и парков: в парках ДК НТМК и ДК им. Окунева около промышленного гиганта УВЗ; близ Цементного и Котельно-Радиаторного заводов. Три других места отловов выбрали в западной наветренной части города: в парке им. Горького, возле которого нет крупных заводов; в п. Черемшанка около шламоотстойника и вблизи п. Голый Камень в юго-западной части города. Комаров (более 2000 экз.) распределили по эколого-географическим группам согласно характеристикам видов, приведенным в сводке А.В. Гуцевича с соавторами (1970), а также с учетом распространения комаров по растительным подзонам Урала (Некрасова, Вигоров, 2002).

Доля полизональных, интразональных, лесных и «лесостепных» видов кровососущих комаров в фауне г. Н. Тагила (16 видов) составила соответственно 37,5; 25; 18,7 и 18,7%. Иная пропорция этих групп была по числу экземпляров пойманных комаров. Полизональных и «лесостепных» комаров оказалось 44,8 и 24,4%, т.е. больше двух третей всей выборки, тогда как интразональных и лесных видов — 20 и 10,7%. Из таблицы видно, что в каждой из экологических групп комаров г. Н. Тагила есть массовые виды (*Ae. communis*, *Ae. punctor*, *Ae. diantheus*, *Ae. cinereus*), а также виды, лёт которых продолжается долго (7–12 декад).

Лёт длится дольше у «лесостепных» и полизональных видов комаров (в среднем 6,2 – 6,3 декады). У лесных и, особенно, интразональных видов продолжительность лёта меньше (в среднем 4,75 – 5,67 декады). Суммарные распределения обилия комаров, представляющих эти 4 группы, также различаются.

Таблица. Динамика численности разных экологических групп кровососущих комаров

Виды комаров	Дата и число нападающих комаров (экз.)											
	III декада май	I декада июнь	II декада июнь	III декада июнь	I декада июль	II декада июль	III декада июль	I декада август	II декада август	III декада август	I декада сентябрь	II декада сентябрь
Полизональные												
<i>Ae. communis</i>	9	22	32	32	23	21	11	24	20	24	9	8
<i>Ae. pullatus</i>				18	22	29	26					
<i>Ae. intrudens</i>	2	27	38	12	28	13	4		5	6		
<i>Ae. vexans</i>					2	3		16	36	35	61	67
<i>Ae. dorsalis</i>		2	21									
<i>An. maculipennis</i>	9	7	2									
Интразональные												
<i>Ae. pinctor</i>	6	27	26	17	24	16	6	16	10	7		
<i>Cx. pipiens</i>				5	6			3	1		5	
<i>Ae. cataphylla</i>		4	13	37	72							
<i>Ae. nigripes</i>					7	8		5	1	3		
Лесные												
<i>Ae. dianthaeus</i>				18	28	19	8	11	28	3		
<i>Ae. riparius</i>					1	4	1	4	3	3		
<i>Cs. alaskensis</i>	21	18	3	1								
Лесостепные												
<i>Ae. cinereus</i>				25	71	20	22	22	28	18	27	13
<i>Ae. excrucians</i>			4		2	25	20	17	24	28	23	4
<i>Ae. sticticus</i>							1					

У комаров полизональных видов наблюдаются 2 максимума обилия — с начала и до середины июня, затем — с середины августа до середины сентября. Максимумы обилия комаров других групп были позже — в начале июля, у лесных и «лесостепных» видов — также и в середине августа.

Как по динамике среднего арифметического (для 6 мест отлова) числа нападающих комаров (рис.), так и по динамике его межрайонной изменчивости хорошо заметно своеобразие экологических групп. Число нападающих комаров полизональных видов (пик их активности — во вторую декаду июня) и интразональных видов (пик — в первую декаду июля) увеличивается с конца мая. Пик активности «лесостепных» и лесных комаров приходится на конец июня — середину июля, хотя в целом за летний сезон активность лесных видов меньше. У интразональных и лесостепных видов суммарная активность плавно снижается с середины июля, у лесостепных — резко падает с начала сентября.

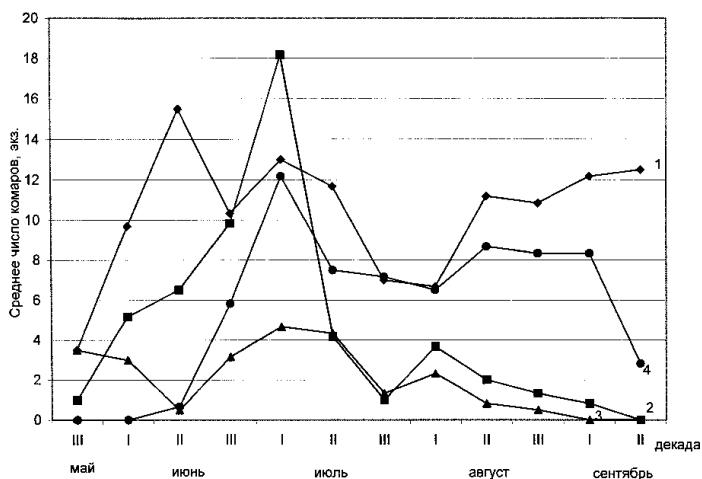


Рисунок. Сезонные колебания активности нападающих комаров:
1 - полизональные, 2 - интразональные, 3 - лесные, 4 - лесо-лесостепные.

Судя по коэффициентам вариации, межрайонная изменчивость числа нападающих комаров разных экологических группы неодинаково колеблется с весны к осени и отличается значением уровня. У комаров полизональных видов коэффициент вариации в 1,5–2 раза ниже ($C_v = 34\text{--}62\%$), чем у комаров трех других групп. Пики изменчивости активности нападения интразональных видов приходятся на 25 мая, июля и августа, полизональных — на 5 июля, лесных и лесостепных — на 15 июня и июля, а лесных, кроме того, — на 25 августа. Возможно, что уровень и динамика межрайонного разнообра-

зия активности лёта комаров отражает некоторые черты биологии видов — дальность разлёта имаго от мест выплода, большую или меньшую мозаичность распределения тех или иных видов по территории города, неодинаковую их устойчивость к химическим и температурным условиям города и т.д.

Межрайонные различия локальных сообществ кровососущих комаров г. Н.Тагила показаны при помощи кластерного анализа (методом UPGMA) по 12 признакам, т.е. по числу нападающих комаров на протяжении 12 декад 2001 г. В результате анализа выделены 2 группы выборок. В первую вошли наиболее загрязнённые места центра и восточного края г. Н. Тагила, а также пос. Голый Камень. Во второй кластер попали территориально близкие выборки западной части города — пос. Черемшанка и парк им. Горького. Они были близки и по видовому составу (индекс Жаккара = 0,83).

Таким образом, в фауне кровососущих комаров г. Н.Тагила больше всего представлены полизональные и интразональные виды, а по числу нападающих на человека насекомых — полизональные и «лесостепные». Каждая из четырех эколого-географических групп отличается динамикой численности. Особенно высока, продолжительна и мало изменчива в пространстве (внутри города) и во времени (с мая до сентября) активность полизональных видов. Результаты такого анализа, выполненного с учетом эколого-географических групп видов, могут способствовать пониманию закономерностей формирования и функционирования сообществ кровососущих комаров, их адаптивного разнообразия и устойчивости в условиях урбанизации.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ-Урал (№ 02-04-96433).

ЛИТЕРАТУРА

- Гуцевич А.В., Мончадский А.С., Штакельберг А.А. Фауна СССР. Насекомые двукрылые. Комары. Семейство Culicidae. Л.: Наука, 1970. Т. 3. Вып. 4. 384 с.
- Клауснитцер Б. Экология городской фауны. М.: Мир, 1990. 246 с.
- Некрасова Л.С., Вигоров Ю.Л. Эколого-географический анализ кровососущих комаров (Diptera, Culicidae) Среднего Урала // Вестник Челябинского гос. педагог. ун-та. 2002. Сер. 10. № 3. С.79–93.
- Хотько Э.И.; Ветрова С.Н.; Матвиенко А.А.; Чумаков Л.С. Почвенные беспозвоночные и промышленные загрязнения. Минск: Наука и техника, 1982. 264 с.
- Чернов Ю.И. Природная зональность и животный мир суши. М.: Мысль, 1975. 223 с.
- Wegner E. Mosquitoes (Diptera, Culicidae) of Warsaw and Mazovia // Memorabilia Zoologica. 1982. V. 36. P. 201–216.

ОБЗОР ФАУНЫ СКЛАДЧАТОКРЫЛЫХ ОС (HYMENOPTERA, VESPIDAE) НЕМОРАЛЬНОЙ И ТАЕЖНОЙ ЗОН СРЕДНЕГО И ЮЖНОГО УРАЛА

П.В. Рудонскатель

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Складчатокрылые осы Урала являются малоисследованной группой перепончатокрылых насекомых, тем не менее, эта группа имеет огромное хозяйственное значение. Сведения по веспидам Урала малочисленны. Для Полярного Урала отмечено 4 вида (Ольшванг, 1992; коллекционный фонд ИЭРиЖ), для Приполярного — 3 вида (сборы беспозвоночных животных ловушкой Малеза 1990 г.), на Северном Урале — 8 видов (Ермаков и др., 2003). Наиболее изученной территорией является Средний и Южный Урал, здесь выявлено 36 видов. Сопредельные территории Урала исследованы слабо: так, для Кировской области выявлено 14 видов складчатокрылых (Лёви и др., 1974), в Коми отмечено 16 видов (Седых, 1974).

Целью настоящей работы является изучение фауны складчатокрылых ос в разных природных зонах Среднего и Южного Урала.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом к настоящей работе послужили сборы Ю.И. Новоженова, В.Н. Ольшванга, Е.М. Андреевой, А.Ю. Дружининой, А.И. Ермакова, Г.А. Зампиной, Е.Ю. Захаровой, А.В. Иванова, Д.А. Подгорбунских, А.В. Устьянцева, Н.Л. Уховой, О.Е. Чапиной, Б.М. Чичкова, В.М. Юдина, а также личные сборы автора (1996–2002 гг.). Автор горячо благодарит всех помогавших в сборе материала, а также предоставивших для работы свои сборы.

Определение насекомых проводилось автором по определительным таблицам (Курзенко, Тобиас, 1978; Курзенко, 1995). Определение общественных складчатокрых (*Vespinae*) проверено в Институте систематики и экологии животных (Новосибирск) В.В. Дубатоловым, за что автор выражает Владимиру Викторовичу особую признательность.

Сбор насекомых проводился энтомологическим сачком (ручной сбор, энтомологические укусы) с цветущих растений, в местах естественных гнезд, линиями почвенных ловушек, методом привлечения искусственными гнездами, светоловушкой и ловушкой Малеза.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На исследованной территории в настоящий момент выявлено 36 видов складчатокрых ос, принадлежащих к двум подсемействам — *Vespinae* и *Polistinae*.

Таблица 1. Видовой состав оообразных неморальной и таежной зон*

виды**	Зона тайги			Немораль- ная***
	Средняя	Южная	Предлесо- степная	
1. <i>Vespa crabro</i> Linnaeus, 1758	-	+	+	+
2. <i>Dolichovespula media</i> (Retzius, 1783)	-	+	+	+
3. <i>Dolichovespula sylvestris</i> (Scopoli, 1793)	-	+	+	+
4. <i>Dolichovespula saxonica</i> (Fabricius, 1793)	-	+	+	+
5. <i>Dolichovespula norvegica</i> (Fabricius, 1781)	+	+	+	-
6. <i>Dolichovespula adulterina</i> (du Buysson, 1905)	-	+	-	-
7. <i>Dolichovespula omissa</i> (Bischoff, 1931)	-	+	-	-
8. <i>Vespula rufa</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+
9. <i>Vespula vulgaris</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+
10. <i>Vespula germanica</i> (Linnaeus, 1793)	-	+	-	+
11. <i>Vespula austriaca</i> (Panzer, 1799)	+	+	+	+
12. <i>Polistes nimpha</i> (Christ, 1791)	-	+	+	+
13. <i>Polistes gallicus</i> (Linnaeus, 1767)	-	+	-	-
14. <i>Discoelius zonalis</i> (Panzer, 1801)	-	+	+	-
15. <i>Discoelius diffourii</i> Lepeletier, 1831	-	+	+	+
16. <i>Eumenes coronatus</i> (Panzer, 1799)	-	+	+	+
17. <i>Eumenes pedunculatus</i> (Panzer, 1799)	-	+	+	-
18. <i>Eumenes coarctatus</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	+	-
19. <i>Gymnomerus laevipes</i> (Shuckard, 1837)	-	+	+	+
20. <i>Odynerus simillimus</i> (F. Morawitz, 1867)	-	+	+	-
21. <i>Odynerus reniformis</i> (Gmelin in Linn., 1790)	-	+	+	+
22. <i>Odynerus spinipes</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	+	-
23. <i>Symmorphus mutinensis</i> (Baldini, 1894)	+	+	+	+
24. <i>Symmorphus bifasciatus</i> (Linnaeus, 1761)	+	+	+	+
25. <i>Symmorphus murarius</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	+	-
26. <i>Ancistrocerus antilope</i> (Panzer, 1789)	+	+	+	+
27. <i>Ancistrocerus trifasciatus</i> (Müller, 1776)	-	+	+	+
28. <i>Ancistrocerus parietum</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	+	-
29. <i>Ancistrocerus nigricornis</i> (Curtis, 1826)	-	+	+	+
30. <i>Ancistrocerus oviventris</i> Westmael, 1836	-	-	+	+
31. <i>Ancistrocerus scoticus</i> (Curtis, 1826)	+	-	+	-
32. <i>Ancistrocerus parietinus</i> (Linnaeus, 1761)	-	+	+	-
33. <i>Euodynerus quadrifasciatus</i> (Fabricius, 1793)	-	-	-	+
34. <i>Euodynerus notatus</i> (Jurine, 1807)	-	-	-	+
35. <i>Pseudepipona herrichi</i> (Saussure, 1856)	-	-	+	-
36. <i>Stenodynerus punctifrons</i> (Thomson, 1874)	-	-	-	+

*Зональные подразделения растительного покрова приводятся по П.Л. Горчаковскому (1968).

**Порядок перечисления таксонов здесь и в дальнейшем принят по В.И. Тобиасу и Н.В. Курзенко (1978).

***Неморальная зона представлена в работе подзоной смешанных широколиственно-хвойных лесов.

Таблица 2. Видовой состав и обилие складчатокрылых ос биологической станции Уральского госуниверситета

виды	обилие
1. <i>Vespa crabro</i> Linnaeus, 1758	++
2. <i>Dolichovespula media</i> (Retzius, 1783)	+++
3. <i>Dolichovespula sylvestris</i> (Scopoli, 1793)	+++
4. <i>Dolichovespula saxonica</i> (Fabricius, 1793)	+++
5. <i>Dolichovespula norvegica</i> (Fabricius, 1781)	+
6. <i>Dolichovespula adulterina</i> (du Buysson, 1905)	+
7. <i>Dolichovespula omissa</i> (Bischoff, 1931)	+
8. <i>Vespula rufa</i> (Linnaeus, 1758)	++
9. <i>Vespula vulgaris</i> (Linnaeus, 1758)	++
10. <i>Vespula germanica</i> (Linnaeus, 1793)	+
11. <i>Vespula austriaca</i> (Panzer, 1799)	+
12. <i>Polistes nimpha</i> (Christ, 1791)	++
13. <i>Polistes gallicus</i> (Linnaeus, 1767)	+
14. <i>Discoelius zonalis</i> (Panzer, 1801)	+
15. <i>Discoelius dufourii</i> Lepeletier, 1831	+
16. <i>Eumenes coronatus</i> (Panzer, 1799)	+
17. <i>Eumenes pedunculatus</i> (Panzer, 1799)	+
18. <i>Eumenes coarctatus</i> (Linnaeus, 1758)	+
19. <i>Gymnomerus laevipes</i> (Shuckard, 1837)	+
20. <i>Odynerus simillimus</i> (F. Morawitz, 1867)	++
21. <i>Odynerus reniformis</i> (Gmelin in Linnaeus, 1790)	+
22. <i>Odynerus spinipes</i> (Linnaeus, 1758)	+
23. <i>Symmorphus mutinensis</i> (Baldini, 1894)	+
24. <i>Symmorphus bifasciatus</i> (Linnaeus, 1761)	++
25. <i>Symmorphus murarius</i> (Linnaeus, 1758)	+
26. <i>Ancistrocerus antilope</i> (Panzer, 1789)	++
27. <i>Ancistrocerus trifasciatus</i> (Müller, 1776)	+
28. <i>Ancistrocerus parietum</i> (Linnaeus, 1758)	+
29. <i>Ancistrocerus nigricornis</i> (Curtis, 1826)	+
30. <i>Ancistrocerus parietinus</i> (Linnaeus, 1761)	+

+ - редкий вид, ++ - обычный вид, +++ - массовый вид.

Наиболее богата видами ос предлесостепная подзона — 29 видов и подзона южной тайги — 30 видов. Подзона средней тайги представлена 8 видами, подзона смешанных широколиственно-хвойных лесов — 21 видом (табл. 1).

На исследуемой территории возможно нахождение *Dolichovespula pacifica* Birula, 1930 (Курзенко, 1995).

Внутри подзоны южной тайги наиболее изученной является локальная фауна складчатокрылых ос биологической станции Уральского госуниверситета, представленная 30 видами. В таблице 2 приводится видовой состав складчатокрылых ос биостанции УрГУ; для каждого вида указано обилие по трехбалльной шкале. Баллы соответствуют ред-

ким, обычным и массовым видам; границы между баллами рассчитаны по методике, предложенной В.Ф. Палием (1961). Объем собранного материала (2001–2002 гг.) без учета сбора семей бумажных ос составляет около 450 экз.

Фауна неморальной (подзона смешанных широколиственно-хвойных лесов) и таежных зон представлена исключительно европейско-сибирскими видами складчатокрылых ос (Курзенко, 1995; Gauld, Bolton, 1988).

В целом, фауна ос исследуемой территории составляет по числу видов 0,95% от мировой. Мировая фауна Eumeninae составляет около 3000 видов, Vespinae — около 800 видов (Gauld, Bolton, 1988).

Из зоологических находок следует отметить крайне редкий вид *Pseudepipona herrichi* (Saussure, 1856) из Ильменского госзаповедника (1998 г.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Фауна складчатокрылых ос подзоны смешанных широколиственно-хвойных лесов неморальной зоны, подзон предлесостепной, средней и южной тайги Среднего и Южного Урала в настоящий момент представлена 36 видами, что составляет 0,95% от мировой фауны.

Наиболее богаты видами складчатокрылых ос предлесостепная подзона (29 видов) и южная тайга (30 видов), что связано, очевидно, с наибольшей изученностью данных территорий. В систематическом отношении наиболее изучены общественные осы.

Из локальных фаун своеобразных наиболее изученной является фауна складчатокрылых ос биостанции УрГУ.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ-Урал (№ 02–04–96421).

ЛИТЕРАТУРА

- Горчаковский П.Л. Растительность // Урал и Приуралье. М.: Наука, 1968. С. 211–261.
- Ермаков А.И., Рудоискатель П.В., Гилев А.В., Подгорбунских Д.А. Первые данные по фауне перепончатокрылых (Insecta, Hymenoptera) заповедника «Денежкин камень» // Разнообразие беспозвоночных животных на Севере. Сыктывкар, 2003. С. 25.
- Курзенко Н.В. Сем. Vespidae — складчатокрылые осы // Определитель насекомых Дальнего Востока России. Т.4. Ч.1. СПб.: Наука, 1995. С. 264–324.
- Лэви Э.К., Сысолетина Л.Г., Шернин А.И. Отряд перепончатокрылые // Животный мир Кировской области. Киров, 1974. С. 236–288.
- Ольшванг В.Н. Структура и динамика населения насекомых Южного Ямала. Екатеринбург: Наука, 1992. 104 с.
- Палий В.Ф. О количественных показателях при обработке фаунистических материалов // Зоол. ж. 1961. Т. 40. Вып. 1. С. 3–6.

Седых К.Ф. Животный мир Коми АССР. Беспозвоночные. Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1974. 192 с.

Тобиас В.И., Курзенко Н.В. Eumenidae // Определитель насекомых Европейской части СССР. Т.3. Ч.1. Л.: Наука, 1978. С.152–173.

Gauld I., Bolton B. The Hymenoptera. Oxford: University Press., 1988. 332 P.

РЕЗУЛЬТАТ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ПТИЦ-ДУПЛОГНЕЗДНИКОВ В ЛЕСОПАРКИ ГОРОДА ПЕРМИ

А.В. Рыбкин

Пермский госуниверситет

Работы по привлечению птиц в городские сады и парки в нашей стране особенно активно велись в 50–70-е годы прошлого века. Однако проблема урбанизации и формирования городских популяций птиц продолжает оставаться актуальной для современной экологии позвоночных животных.

В задачи работы входило оценить заселенность искусственных гнездовий, дать характеристику видового состава и репродуктивных показателей гнездящихся птиц (величина кладки и размеры яиц), оценить величину гибели кладок и птенцов, выяснить причины, ее вызывающие.

В г. Пермь в рамках работ по благоустройству зеленой зоны в лесопарках «Балатовский лес» и «Сосновый бор» было развешено 100 дощатых искусственных гнездовий двух типов: синичники с диаметром летка 35 мм и скворечники с летком 50 мм, площадь дна гнездовий обоих типов 225 см², глубина — 25 см. При осмотре гнездовий учитывали количество яиц в кладках, размеры яиц, количество птенцов в выводках и их возраст, также регистрировали эмбриональную и постэмбриональную гибель.

В «Балатовском лесу» птицами были заняты 90% дуплянок. В «Сосновом бору» было заселено 72% гнездовий. На гнездовании отмечено 3 вида птиц: большая синица (*Parus major* L.), мухоловка-пеструшка (*Ficedula hypoleuca* (Pall.)) и поползень (*Sitta europaea* L.). В «Балатовском лесу» большой синицей было заселено 53% от всех дуплянок, занятых мухоловкой-пеструшкой — 40%, поползнем — 7% (одна дуплянка). В «Сосновом бору» большая синица заселила 29% гнездовий, мухоловка-пеструшка — 71%.

Отмечен высокий уровень конкуренции за гнездовья между гнездящимися парами: в кладках больших синиц обнаружены яйца мухоловки-пеструшки (2 случая), в дуплянках, заселенных большой синицей, сразу после вылета птенцов начинали гнездиться мухоловки-пеструшки.

Величина кладки большой синицы в среднем составила 7,5. Средняя величина кладки мухоловки — 5,2. В гнезде поползня было обнаружено 4 яйца. Размеры яиц в «Сосновом бору» у мухоловки-пеструшки составили $16,2-19,9 \times 13,0-14,4$ (ср. $17,95 \pm 0,77 \times 13,67 \pm 0,34$, $n = 35$), у большой синицы — $16,9-18,2 \times 13,2-13,6$ (ср. $17,67 \pm 0,29 \times 13,51 \pm 0,09$, $n = 7$). Размеры яиц мухоловки-пеструшки в «Балатовском лесу» достигали $16,1-20,2 \times 12,4-14,1$ (ср. $17,84 \pm 0,72 \times 13,40 \pm 0,33$, $n = 80$), большой синицы — $16,3-19,8 \times 12,9-14,2$ (ср. $17,61 \pm 0,60 \times 13,58 \pm 0,33$, $n = 65$).

Гибель кладок отмечена в 2-х гнездах мухоловки пеструшки и 4-х гнездах большой синицы. Основная причина гибели кладок — разорение большим пестрым дятлом. Погибшие кладки располагались в дуплянках с летком 50 мм или с летком, раздолбленным дятлом. Только одна кладка большой синицы из 9-ти яиц была брошена по неизвестной причине. Все случаи нападения большого пестрого дятла на кладки отмечены только в «Балатовском лесу». Гибель птенцов в выводках отмечена в 8-ми гнездах большой синицы, причем в двух случаях выводки погибли полностью. У мухоловки-пеструшки птенцы погибли только в двух гнездах.

Таким образом, в лесопарках г. Перми заселенность искусственных гнездовий птицами составляет 72–90%. Доминирующими видами являются большая синица и мухоловка-пеструшка. Среди гнездящихся пар наблюдается острая конкуренция за гнездовья. Основной причиной гибели кладок является хищничество большого пестрого дятла.

ФОРМИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ФАУН ГРЫЗУНОВ В ЗООГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ

Н.О. Садыкова

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Изучение сообществ прошлого на ископаемом материале базируется на нескольких понятиях. Элементарная фауна — восстановленный список таксонов, обнаруженных в костных остатках из одного условного горизонта вскрываемых отложений с определенной площади. Элементарный ориктоценоз — список таксонов, содержащий оценки доли остатков каждого вида. Локальная фауна — список таксонов, полученный на основе обобщения элементарных фаун, происходящих из синхронных разрезов в одной местности. Доля остатков каждого вида характеризует соответствующий локальный ориктоценоз (Смирнов, 2003).

Необходимость использования этих понятий очевидна, однако границы их применения до сих пор четко не определены. Каким же образом локальные фауны и ориктоценозы соответствуют реально существовавшему сообществу? Этот вопрос пока остается без ответа. Разрешить его невозможно без сопоставления данных, полученных различными методами на неонтологическом и палеонтологическом материалах. В рамках этой проблематики выполнена настоящая работа.

Ископаемые остатки мелких млекопитающих чаще всего представлены в отложениях зоогенного происхождения. В накоплении подобных отложений существенная роль принадлежит пернатым хищникам. Для многих территорий основным из них является филин. Уникальная возможность смоделировать процесс накопления таких отложений существует для территории Печоро-Илычского заповедника. Здесь уже несколько десятилетий ведется изучение фауны различными методами и известны места многолетних гнездований филинов.

Цель работы — охарактеризовать фауну грызунов из нескольких местонахождений, расположенных в предгорном районе Печоро-Илычского заповедника по берегам р. Печоры. Исходя из представлений о локальных и элементарных фаунах, сопоставить данные о фауне грызунов этого района, полученные разными методами; определить, в какой степени состав костных остатков грызунов в зоогенных отложениях отражает характеристики существующего сообщества.

Материал собран в ходе работы экспедиционного отряда лаборатории исторической экологии Института экологии растений и животных УрО РАН под руководством И.Б. Головачева в июле–августе 2002 г.

Все изученные местонахождения костных остатков представляют собой рыхлые отложения в местах, где могли накапливаться погадки филина (под возможными присадами и гнездами). В местонахождениях Иорданского-1, Иорданского-2, Шежим, Пихтовка и Собинская был взят лишь самый поверхностный слой отложений мощностью 5–10 см с площади около 1 м². В местонахождении Иорданского-3 материал изымался отдельными условными горизонтами от поверхности по 3 см. Хорошая сохранность костных остатков, глубина и характер залегания свидетельствуют, что время формирования полученного материала, вероятно, не превышает последних нескольких сот лет. В местонахождении Собинская помимо рыхлых отложений, образующих осыпи у основания скальных выходов, были собраны погадки, накопившиеся на дне гнездовой ниши филина в этом году.

В зависимости от состава рыхлых отложений и содержания в них растительных остатков материал промывали или всухую перетряхивали на ситах с размером ячеек 1 мм. Затем из него были выбраны все костные остатки животных.

Видовая принадлежность костного материала определена по коренным зубам. В работе использованы данные только по грызунам. Относительная доля вида определена по максимальному количеству одноименных зубов. Видовая принадлежность была установлена приблизительно для 1300 зубов, процентное соотношение видов рассчитано по 302 из них. Соотношение остатков разных видов в изученных местонахождениях представлено в таблице.

Таким образом было описано 9 элементарных фаун и соответствующих элементарных ориктоценозов из 6 местонахождений костных остатков. Наиболее подробная картина распределения относительных долей видов в остатках получена для местонахождений Пихтовка и Шежим. Они существенно отличаются соотношением разных видов. Особенно отчетливо эта разница прослеживается для двух наиболее многочисленных видов — обыкновенной белки и водяной полевки. Таким образом, сборы из этих местонахождений могут характеризоваться как самостоятельные локальные фауны и ориктоценозы.

Поскольку в остальных сборах объем выборки очень невелик, их нельзя рассматривать как отдельные локальные фауны. Мы объединили несколько элементарных образцов из близко расположенных местонахождений костных остатков (рис. 1).

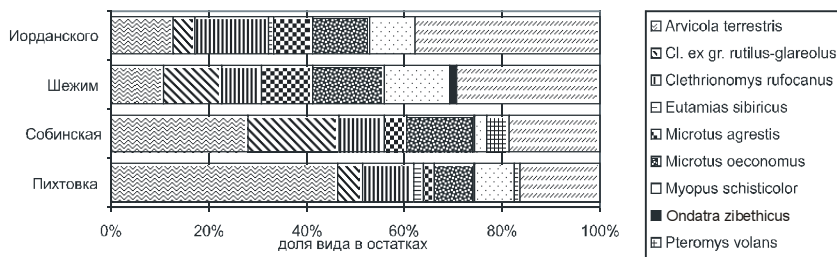


Рис. 1. Соотношение остатков разных видов в описанных локальных ориктоценозах.

Из рисунка 1 видно, что объединенный ориктоценоз из отложений в логе Иорданского очень сходен с ранее описанным локальным ориктоценозом местонахождения Шежим. Отмечается также сходство между локальным ориктоценозом из местонахождения Пихтовка и ориктоценозом, полученным при объединении погачного и ископаемого материала с Собинской. Однако, даже объединенная выборка имеет относительно маленький объем, и именно этим могут объясняться отличия в структуре ориктоценоза.

Таблица. Соотношение остатков разных видов грызунов в изученных местонахождениях

		Шежим	Пихтовка	Иорданского- 1	Иорданского- 2	Иорданского- 3 гор. 1	Иорданского- 3 гор. 2	Иорданского- 3 гор. 3	Собинская	Собинская погалики
1. <i>Sciurus vulgaris</i>	число остатков	22	16	8	9	7	5	4	5	3
	доля вида, %	29,3	16,5	61,5	36,0	50,0	31,3	21,1	22,7	14,3
2. <i>Eutamias sibiricus</i>	число остатков	-	2	-	-	-	-	1	-	-
	доля вида, %	-	2,1	-	-	-	-	5,3	-	-
3. <i>Pteromys volans</i>	число остатков	-	1	-	-	-	-	-	1	1
	доля вида, %	-	1,0	-	-	-	-	-	4,5	4,8
4. <i>Ondatra zibethicus</i>	число остатков	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	доля вида, %	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-
5. <i>Arvicola terrestris</i>	число остатков	8	45	1	2	2	4	2	4	8
	доля вида, %	10,7	46,4	7,7	8,0	14,3	25,0	10,5	18,2	38,1
6. <i>Microtus oeconomus</i>	число остатков	11	8	2	2	-	2	4	2	4
	доля вида, %	14,7	8,2	15,4	8,0	-	12,5	21,1	9,1	19,0
7. <i>Microtus agrestis</i>	число остатков	8	2	-	2	1	4	-	2	-
	доля вида, %	10,7	2,1	-	8,0	7,1	25,0	-	9,1	-
8. <i>Clethrionomys rufocanus</i>	число остатков	6	10	-	5	3	1	4	3	1
	доля вида, %	8,0	10,3	-	20,0	21,4	6,3	21,1	13,6	4,8
9. <i>Cl. ex gr. rutilus-glareolus</i>	число остатков	9	5	-	2	1	-	1	4	4
	доля вида, %	12,0	5,2	-	8,0	7,1	-	5,3	18,2	19,0
10. <i>Myopus schisticolor</i>	число остатков	10	8	2	3	-	-	3	1	-
	доля вида, %	13,3	8,2	15,4	12,0	-	-	15,8	4,5	-

Таким образом, можно достоверно говорить о двух локальных фаунах и соответствующих ориктоценозах, описанных на данной территории. Они отличаются по соотношению двух наиболее многочисленных видов. Каждая из них может быть охарактеризована на основании сборов из одного или нескольких близко расположенных местонахождений.

Для сравнения описанных локальных фаун с данными о современной фауне данного района были использованы результаты многолетнего изучения фауны грызунов методом ловчих канавок (Бобрецов, Лукьянова, 2002) и питания филина по погадкам (Астафьев, Нейфельд, 1999) в предгорном районе Печоро-Илычского заповедника. Результаты сопоставления данных, полученных разными методами, представлены на рис. 2.

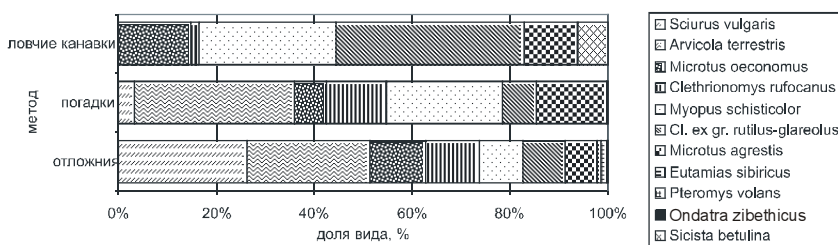


Рис. 2. Соотношение результатов исследования фауны грызунов палеонтологическими и неонтологическими методами.

Из рисунка 2 видно, что результаты отловов канавками значительно отличаются от данных, полученных другими методами. Отличаются как видовой состав, так и соотношение видов. В отловах канавками выявляется лишь 7 видов грызунов, только один из них — лесная мышовка, не встречается в погадках филина и зоогенных отложениях. Водяная полевка, составляющая основу питания филина, по всей видимости, весьма обычный для этих мест вид, однако в отловах канавками она встречается чрезвычайно редко. Отсутствие в отловах белки, бурундука и летяги определяется их древесным образом жизни. Существует также некоторая разница в соотношении разных видов мелких полевок в отловах, погадках и отложениях.

В отложениях встречаются все виды грызунов, обнаруженные в погадках филина в 1986–1993 гг, кроме того, в отложениях присутствуют остатки бурундука и летяги, в питании филина эти виды не играют заметной роли. Соотношение остатков разных видов в погадочном и ископаемом материале в основном совпадает. Наибольшая разница показана для белки: в

отложениях она доминирует (26%), в погадках ее доля составляет всего 3,3%. Это объясняется тем, что в годы сбора погадок популяция белок находилась в фазе депрессии численности.

Таким образом, соотношение долей видов в локальном ориктоценозе определяется в основном избирательностью питания хищника и может не совпадать с составом и соотношением видов, выявляемым другими методами. Этот факт необходимо учитывать при реконструкции древнего сообщества.

Автор выражает искреннюю благодарность И.Б. Головачеву, О.В. Харитоновой, к.б.н. А.В. Бородину и своему научному руководителю члену-корреспонденту РАН Н.Г. Смирнову за неоценимую помощь в сборе и обработке материала.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №02-04-49181.

ЛИТЕРАТУРА

- Астафьев А.А., Нейфельд Н.Д. Род *Bubo*, филины // Фауна Европейского Северо-Востока России. Птицы; Т. 1, ч. 2. СПб., 1999.
- Бобрецов А.В., Лукьянова Л.Е. Особенности видового разнообразия мелких млекопитающих на западном макросклоне Северного Урала // Экологические проблемы горных территорий: Материалы междунар. конф. Екатеринбург: Академкнига, 2002. С. 123–126.
- Смирнов Н.Г. К изучению динамики млекопитающих на палеотериологическом материале // Териофауна России и сопредельных территорий: Материалы междунар. совещ. М., 2003. С. 403–404.

ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КРЫЛОВОГО РИСУНКА КРАПИВНИЦЫ *AGLAIS URTICAE* L. И ДНЕВНОГО ПАВЛИНЬЕГО ГЛАЗА *INACHIS IO* L. (LEPIDOPTERA, NYMPHALIDAE)

С.М. Сажин

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Облик любой популяции в природе определяется набором наследственных признаков (генофондом), текущими мутациями и влиянием экологических факторов. То есть по внешнему облику популяции мы можем определенно судить об ее генетической гетерогенности. Количество рекомбинаций признаков, даже в потомстве одной родительской пары может быть очень велико. У одних видов подобная мозаичность бросается в глаза (*Araschnia levana*, Linneus, 1758), у других менее заметна, но может быть обнаружена

при более тщательном рассмотрении. Но наблюдая изменчивость дискретного признака, не всегда удастся точно определить, что является причиной того или иного изменения. Где заканчивается действие гена, а в чем виновата экология? Для выяснения причин и характера индивидуальной изменчивости были проведены опыты по искусственному выращиванию бабочек *Aglais urticae*, Linneus, 1758 из яиц, отложенных одной самкой. Выращивание проводилось в одинаковых условиях (освещенность, температура, плотность популяции и т.д.).

Также предстоит выяснить, насколько изменчивость в пределах родительской пары отражает популяционную изменчивость.

В качестве эталона для сравнения был выбран общий план крылового рисунка чешуекрылых (Шванвич, 1951), а в качестве методики работы — выделение дискретных вариаций крылового рисунка (Артемьева, 1997).

На основании анализа изменчивости составлены таблицы, в которые занесены морфологические признаки, подверженные изменчивости (табл. 1, 3).

Признаки заносились в таблицу в случайном порядке, чтобы избежать предвзятости при дальнейшем анализе сочетаемости фенотипов.

Изменчивость отдельных особей бабочек представлена таблицей фенотипов, которая не приводится, так как очень громоздкая. Выделение данных признаков можно считать довольно условным, т. к. имеется множество промежуточных форм, поэтому данный вид изменчивости не может быть отнесен к прерывистой изменчивости. При желании можно учесть и более мелкие отличия или раздробить приведенные выше на большее число вариантов.

Всего было исследовано 98 особей, полученные в ходе наблюдения фенотипы были сравнены между собой. Выявлены похожие последовательности признаков. Сравнение выявило, что полностью совпали всего два фенотипа из 98. Другие фенотипы имеют незначительные различия: 1–3 признака. Фенотипы, имеющие более 3-х отличающихся признаков, не брались в расчет. Исходя из этого, не удалось принять какой-либо из фенотипов за основной или типичный.

Обобщенные табличные данные показали огромную фенотипическую разнородность полученного материала. Очень малое количество совпадений фенотипов, скорее всего, детерминировано генетической гетерогенностью потомства (пусть и одной родительской пары), а также случайным характером их комбинирования. Такое число вариаций фенотипов можно объяснить рекомбинациями гамет, которые несут гены, влияющие на формирование крылового рисунка. Несомненно и то, что гены крылового рисунка проявляют пенетрантность. К тому же развитие бабочек происходило неодновременно, а постепенно, группами, хотя они и находились в садках с одинаковыми условиями содержания. Задержка развития могла повлиять на развитие рисунка, т.к. сумма температур влияет на развитие элементов рисунка (Шванвич, 1951).

Таблица 1. Элементы крылового рисунка крапивниц

Признаки окраски	Вариации	код
A. Оцеллярная умбра (U)	1. Явная выемка по внешнему краю 2. Выемка почти сглажена	1 2
B. Медиальная полоса M1	1. Имеет четкий разрыв от M3 до Cu2 2. Пространство от M3 до Cu2 затемнено	1 2
C. Медиальная полоса M2	1. Имеет разрыв, четко отграничена между Cu2 и A 2. Четкого разрыва нет, пространство затемнено до основания крыла	1 2
D. Фон крыла рядом с полосой D2	1. Светло-рыжий 2. Рыжий 3. Темно-рыжий	1 2 3
E. Элементы U в кубитальных ячейках 1 и 2	1. Крупные, одинакового размера 2. Крупные, разного размера 3. Мелкие, одного размера 4. Мелкие, разного размера	1 2 3 4
F. Ширина светлого пятна между Cu2 и A	1. Пятно широкое 2. Пятно узкое 3. Пятно плавно переходит в основной фон	1 2 3
G. Цвет фона	1. Темно-рыжий 2. Рыжий 3. Светло-рыжий 4. Желтый	1 2 3 4
H. Белое пятно справа от M1	1. Пятно широкое 2. Пятно узкое	1 2
I. Фон заднего крыла	1. Темно-рыжий (почти коричневый) 2. Рыжий 3. Светло-рыжий	1 2 3
J. Субмаргинальные лунки на передних и задних крыльях	1. Присутствуют и ярко выражены 2. Выражены слабо 3. Выражены лишь на задних крыльях	1 2 3
K. Экстерны E1, E2, E3	1. Плохо различимы и сливаются в одну полосу 2. Различаются четко	1 2
L. Ряды светлых пятен рядом с E1 и E2	1. Хорошо выражены 2. Плохо выражены	1 2
M. По Sc проходит светлая линия	1. Светлая линия непрерывна 2. Светлая линия прерывиста (имеет вкрапления черного цвета) 3. Линия есть лишь на одном крыле 4. Отсутствует совсем	1 2 3 4

Для выявления взаимосвязи признаков был сделан статистический анализ полученных данных. Для всех признаков вычислены коэффициенты корреляции.

Для большинства признаков корреляция является либо незначительной либо отрицательной, но для части признаков выявлена значительная положительная корреляция. Наибольшая корреляция (0,95) наблюдается между признаками 2 и 3, высокая корреляция между признаками 7 и 9, 10 и 12, 8 и 11, 4 и 9 (фон заднего и переднего крыла должны быть очень тесно связаны). Выраженность субмаргинальных и маргинальных элементов тоже может наследоваться сцепленно. Признаки 8 (ширина светлого пятна) и 11 (выраженность белых пятен) тоже могут быть взаимосвязаны, т. к. в их основе лежит выработка подобного пигмента в различных частях крыла. Немного меньше корреляция между признаками 11 и 12, 3 и 8, 2 и 11, 3 и 11. Возможно, в их основе тоже лежит выработка пигмента, но различно по цвету (светлого и темного).

Данная выборка может рассматриваться как искусственно изолированная популяция. Для оценки ее характеристик были вычислены частоты вариаций выделенных признаков.

Величины частот приведены в таблице 2.

Таблица 2. Частоты вариаций дискретных признаков крылового рисунка *Aglais urticae* L.

Признак	Вариация			
	1	2	3	4
A	76,53	23,46		
B	71,42	28,57		
C	73,46	26,53		
D	62,24	28,57	9,18	
E	24,48	45,91	18,36	11,22
F	43,87	25,51	30,61	
G	34,69	51,02	14,28	
H	54,08	45,91		
I	72,44	26,53	1,02	
J	31,63	26,53	41,83	
K	40,81	59,18		
L	41,83	58,16		
M	18,36	76,53	3,06	2,04

Колебания частот могут служить оценкой состояния популяции, ее гомеостазиса. В дальнейшем планируется продолжить наблюдения за частотой выделенных признаков в природных популяциях данного вида и искусственных, выращенных в различных условиях.

Подобная работа была проделана с выборкой другого вида (*Inachis io*, Linneus, 1758). Выборка насчитывает 27 особей, которые были получены из потомства одной самки (как в первом случае).

Изменчивость бабочек у этого вида была не так заметна, как у предыдущего, и имеет больше переходных форм, что затрудняет выделение дискретных вариаций, однако есть некоторые сходства в характере индивидуальной изменчивости обоих видов.

При сравнении особей друг с другом, были обнаружены незначительные отличия. Они представлены в таблице 3.

Таблица 3. Вариации окраски крыльев *Inachis io* L.

Признаки окраски	Вариации признаков	код
А. Цвет фона крыльев	1. Темно-рыжий, почти коричневый	1
	2. Рыжий или светло-рыжий	2
В. Интенсивность проявления элементов оцелярной серии	1. Вокруг каждого пятна напыление пигмента	1
	2. Пятна мелкие, с четкими границами	2
С. Светлая кайма глазчатого пятна на заднем крыле	1. Широкая, хорошо выражена	1
	2. Узкая, относительно внутреннего темного пространства	2
D. Глазчатое пятно на переднем крыле	1. Почти смыкается в верхней части	1
	2. Ясно выраженный разрыв в верхней части	2
Е. Количество светлого пигмента на югальной части заднего крыла	1. Большое количество светлого пигмента	1
	2. Светлый пигмент почти отсутствует	2

На основании наблюдаемой изменчивости можно сказать, что она менее дискретна, чем у предыдущего вида. Труднее выделить отличительные черты, переходы между особями более плавные.

На основании подсчета вариаций признаков составлена таблица частот вариаций дискретных характеристик рисунка крыльев *Inachis io* L. (табл. 4).

Таблица 4. Частоты вариаций признаков крылового рисунка *Inachis io* L.

признак	А	В	С	Д	Е
Частота вариации 1	52%	78%	71%	19%	67%
Частота вариации 2	48%	22%	29%	81%	33%

Характерной особенностью данной изменчивости является интенсивность выработки пигмента (как и в случае с крапивницами).

Данные таблицы можно использовать в качестве матриц для сравнительного анализа природных популяций. Намечен план проведения последующих работ: сравнение выборок из природных популяций с выращенными в лаборатории. Сбор материала будет проведен в различные сроки для выяснения динамики изменчивости.

Для выяснения связи между вариациями признаков, как и в первом случае, вычислены коэффициенты корреляции между признаками. Наиболее тесная связь прослеживается между количеством пигмента в опеллярной серии и интенсивностью развития глазчатых пятен.

По результатам проведенной работы были сделаны выводы о наследовании различных компонентов рисунка в пределах данной родительской пары.

Рисунок имеет множество компонентов, которые имеют широкий спектр изменчивости.

Выявленные фенотипы почти не повторяются или совпадают частично. Изменчивость носит случайный характер.

Компоненты рисунка имеют малую или отрицательную корреляцию (в большинстве случаев).

Признаки, по которым прослеживается положительная корреляция, имеют в своей основе количественную характеристику (интенсивность выработки пигмента).

Крыловой рисунок чешуекрылых имеет дискретную генетическую основу, которая дает большое число рекомбинаций в процессе полового размножения (возможно, множественный аллелизм), хотя это предположение нуждается в дальнейшей проверке.

У наблюдаемых видов чешуекрылых изменчивость выражена в неодинаковой степени.

ЛИТЕРАТУРА

- Артемьева Е. А. Опыт выделения дискретных вариаций и фенокмплексов крылового рисунка бабочек голубянок (*Lepidoptera, Lycaenidae*) // Популяционная фенетика. М.: «Наука», 1997. С. 59–66.
- Соколов Г.Н. Эволюция рисунка у коконопрядов (*Lepidoptera, Lasiocampidae*) // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1948. № 1. С. 79–86.
- Фасулати С.Р. Полиморфизм и популяционная структура колорадского жука в Европейской части СССР // Экология. 1985. № 6. С. 50–56.
- Шванвич Б. Н. Опыты над локализацией рисунка крыла у чешуекрылых (*Lepidoptera*) // Энтомологическое обозрение. 1951. Т. 31. № 3–4. С. 485–494.

ФАКТОРЫ ИЗМЕНЧИВОСТИ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Н.М. Самойлова*, И.А. Кшнясев**

* Ильменский государственный заповедник, г. Миасс

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

На примере доминирующих видов мелких млекопитающих (двух отрядов Rodentia и Insectivora) — *Clethrionomys glareolus* и *Sorex araneus*, обитающих (в сходных типах леса) в районах с различной антропогенной нагрузкой — сосняках Ильменского государственного заповедника и лесопарке города Миасса исследовали факторы изменчивости показателя флуктуирующей асимметрии (ФА), характеризующего нестабильность индивидуального развития (Здоровье среды..., 2000).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Учеты животных проведены в 1997, 1998, 1999 гг. с помощью 16 канавок (по 8 в заповеднике и в лесопарке) длиной по 50 м, с пятью ловчими конусами в каждой. Конуса экспонировали по 5 суток в начале, середине и конце лета. Отловлено 270 особей рыжей полевки и 268 особей обыкновенной бурозубки. У каждого животного определен пол и возраст (перезимовавшее или сеголеток). Показатель ФА (частота асимметричных состояний признаков) оценен по 16 (у *Cl. glareolus*) или 17 (*S. araneus*) билатеральным неметрическим признакам черепа (Самойлова, 2002).

Для статистического вывода использована модель дисперсионного анализа. Для соблюдения предположения гомоскедастичности использовали угловое (φ) преобразование долей (χ^2 — Бартлета = 15,5; $p=0,16$). При проверке гипотез о влиянии факторов выбран 1% уровень значимости.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ 5-ти факторной модели (табл. 1) выявил значимые частные эффекты трех факторов («вид», «нагрузка», «год») и двухфакторного взаимодействия («нагрузка» Ч «год»). Частные эффекты факторов «пол» и «возраст» и все эффекты 2-х, 3-х, 4-х факторных взаимодействий не значимы, поэтому исходная модель была «коллапсирована» до модели трех факторов и одного двухфакторного взаимодействия (табл. 2, рис.).

Таблица 1. Результаты дисперсионного анализа (5-ти факторная модель)

Источник дисперсии	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p
{1} Вид	1	13,406	63,8	0,1062	126,19	9,3E-17
{2} Антропогенная нагрузка	1	7,239	68,7	0,1055	68,65	6,2E-12
{3} Пол	1	0,049	246,4	0,0960	0,51	0,48
{4} Возраст	1	0,314	21	0,1240	2,53	0,13
{5} Время (Годы)	2	0,827	468	0,0903	9,16	0,0001
1*2	1	0,016	- «-	- «-	0,17	0,678
1*3	1	0,292	- «-	- «-	3,24	0,073
1*4	1	0,012	- «-	- «-	0,14	0,713
1*5	2	0,059	- «-	- «-	0,65	0,523
2*3	1	0,013	- «-	- «-	0,14	0,708
2*4	1	0,004	- «-	- «-	0,04	0,833
2*5	2	0,464	- «-	- «-	5,14	0,006
3*4	1	0,052	- «-	- «-	0,58	0,447
3*5	2	0,013	- «-	- «-	0,14	0,870
4*5	2	0,165	- «-	- «-	1,82	0,163
1*2*3	1	0,011	- «-	- «-	0,12	0,724
1*2*4	1	0,013	- «-	- «-	0,14	0,706
1*2*5	2	0,054	- «-	- «-	0,60	0,549
1*3*4	1	0,171	- «-	- «-	1,89	0,170
1*3*5	2	0,018	- «-	- «-	0,20	0,818
1*4*5	2	0,307	- «-	- «-	3,40	0,034
2*3*4	1	0,439	- «-	- «-	4,86	0,028
2*3*5	2	0,059	- «-	- «-	0,65	0,523
2*4*5	2	0,173	- «-	- «-	1,91	0,149
3*4*5	2	0,027	- «-	- «-	0,29	0,745
1*2*3*4	1	0,032	- «-	- «-	0,35	0,554
1*2*3*5	2	0,199	- «-	- «-	2,20	0,112
1*2*4*5	2	0,169	- «-	- «-	1,87	0,155
1*3*4*5	1	0,128	- «-	- «-	1,41	0,235
2*3*4*5	1	0,187	- «-	- «-	2,08	0,150

Таблица 2. Результаты дисперсионного анализа (3-х факторная модель)

Источник дисперсии	SS	df	MS	F	p
1. Вид (между видами)	10,073	1	10,073	110,7	1,3E-23
2. Антропогенная нагрузка (между местообитаниями)	5,822	1	5,822	64,0	8,1E-15
3. Время (между годами)	2,635	2	1,317	14,5	7,6E-07
2×3 (Местообитание × время)	1,109	2	0,555	6,1	0,0024
Неадекватность	0,188	5	0,038	0,4	0,84
«Чистый» остаток (индивидуальная изменчивость + изменчивость, вносимая неучтенными факторами)	47,867	526	0,091		
Полная	70,992	537			

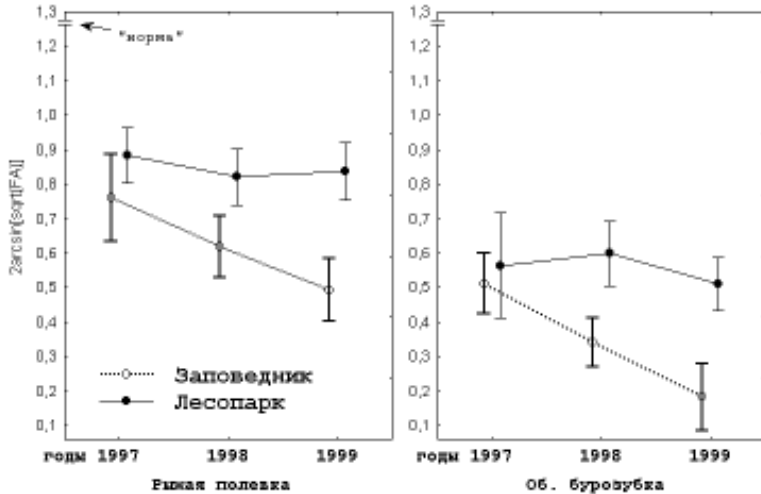


Рисунок. Изменчивость показателя флуктуирующей асимметрии (FA) (среднее и 95% доверительный интервал) у двух видов мелких млекопитающих в зависимости от места обитания (уровня антропогенной нагрузки) и года отлова.

ВЫВОДЫ

Грызуны превосходят насекомоядных по средней частоте асимметричных состояний билатеральных неметрических признаков черепа.

Мелкие млекопитающие (как грызуны, так и насекомоядные), населяющие территорию с более высокой антропогенной нагрузкой, имеют и более высокий уровень нестабильности индивидуального развития.

Изменчивость асимметричности особей мелких млекопитающих заповедника имеет многолетний компоненту.

Степень асимметрии особей не связана ни полом, ни с возрастом животных.

Интегральный показатель стабильности развития (Здоровье среды..., 2000) особей мелких млекопитающих, обитающих в лесопарке г. Миасс и Ильменском заповеднике, не превосходит порог условной нормы.

ЛИТЕРАТУРА

Здоровье среды: практика оценки / Захаров В.М. и др. М.: Центр экологической политики России, 2000. 318 с.

Самойлова Н.М. Флуктуирующая асимметрия у мелких млекопитающих городского лесопарка // Тез. докл. II научно-практич. конф. «Животные в городе». М., 2002. С. 72–74.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОПУЛЯЦИОННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СИСТЕМЫ КРОВИ И КИНЕТИКИ НАКОПЛЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ У МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

О.А. Сатонкина, Л.А. Ковальчук

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Изучение путей адаптации организма млекопитающих к повреждающему действию тяжелых металлов (ТМ) в условиях промышленного загрязнения важны как для решения задач охраны окружающей среды Среднего Урала, так и для разработки срочных мероприятий по предупреждению развития необратимых процессов в организме.

Исследования выполнены на мелких млекопитающих, отловленных на территории Ильменского заповедника (фоновая зона) и Ревдинского района (зона техногенного загрязнения). В ходе эксперимента животные получали с питьевой водой в одном случае Cd в концентрации 5 мкг/сут, в другом случае — Cd (5 мкг/сут), Zn (400 мкг/сут) и Cu (800 мкг/сут), что соответствует суточному поступлению данных металлов в организм животных, обитающих на территориях с высоким уровнем техногенного загрязнения. Спустя 7, 14, и 28 суток животных забивали и изучали накопление Cd, Zn и Cu в критических органах (печень, почки, селезенка) на атомно-абсорбционном анализаторе «AAS-3».

Учитывая решающую роль системы крови в формировании резистентности организма к действию ТМ, проводили оценку изменений клеточного состава крови в ответ на воздействие ТМ с использованием гематологического анализатора Micro SC фирмы Hoffman la Roche. Данные обработаны методами описательной статистики. Различия между сравниваемыми выборками считали достоверными при $p < 0,05$. Количество задействованных животных: Ревдинский район – 120, Ильменский заповедник — 48.

Как следует из анализа накопления ТМ, несмотря на идентичность поступающих доз, содержание кадмия в печени животных, отловленных на территориях техногенного загрязнения, существенно ниже, нежели наблюдаемое у животных, обитающих на фоновых территориях.

В нашем эксперименте действие ТМ изучалось на протяжении 28-ти суток, но, несмотря на это, достичь уровня барьерной функции металлотионинов, характерной для животных техногенных территорий, не удалось. Следовательно, повышенный уровень металлотионинов в печени животных техногенной зоны является не индуцированным, а конституционным (Bremner, 1987).

Отсутствие такового механизма у животных, проживающих на «благополучных территориях», приводит к развитию тяжелых патологических процессов, в частности, в системе крови. Так, введение Cd сопровождается развитием у экспериментальных животных лейкопении, начиная с 7-х суток введения (48,6% по сравнению с контролем). В последующем, на 14-е сутки, развивается лейкоцитоз (71,43%), сменяющийся развитием к 28-м суткам лейкопении (89,52%). В то же время введение смеси Cd, Zn, Cu сопровождается развитием возрастающего лейкоцитоза, начиная с 7-х суток после начала введения. Однонаправленность наблюдаемого процесса однозначно свидетельствует, что смесь ТМ стимулирует лейкопоз (42,86%).

Присутствие Cd в питьевой воде сопровождается развитием так называемой «ложной гиперхромной» анемии, причиной которой является повышенный гемолиз эритроцитов в периферическом кровеносном русле (Ершов, Плетнева, 1989; Chmielnicka et al., 1988). Зарегистрированный сдвиг вправо кривой Прайса-Джонсона для эритроцитов говорит о возрастании среди циркулирующих эритроцитов доли клеток большего, нежели в контроле размера. Последние, как известно, интенсивно разрушаются в синусах селезенки.

Следует отметить, что нами обнаружено развитие у животных, получавших Cd, гиперспленизма и гепатомегалии, что также свидетельствует в пользу предположения о развитии гемолитической анемии.

Добавление в питьевую воду животным как Cd, так и смеси ТМ приводит, начиная с 7-х суток введения, к развитию стойкой тромбоцитопении и тромбоцитопатии. И в том, и в другом случае к исходу 28-х суток количество тромбоцитов снизилось до 8,46% от исходного уровня под влиянием кадмия и до 17,79% — под влиянием смеси ТМ. Подобное снижение количества тромбоцитов представляет реальную угрозу для жизни животных (Venugopal, Luckey, 1978).

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПЫЛЬЦЫ TARAXACUM OFFICINALE S.L. В УСЛОВИЯХ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ

О.А. Северюхина*, Т.В. Жуйкова**

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

** *Нижегородская социально-педагогическая академия*

Семенное размножение растений во многом зависит от нормального протекания процесса оплодотворения. Последнее включает в себя процессы макроспорогенеза, микроспорогенеза и др. Наиболее чувствительным к действию внешних факторов является процесс формирования пыльцы и ее даль-

нейшего функционирования. Следует отметить, что нормальное протекание процесса микроспорогенеза нарушается не только под влиянием таких факторов как неблагоприятная погода, но и химическое загрязнение (Поддубная–Арнольди, 1976; Негруцкая, Попов, 1977). В том числе недостаточно изученной остается проблема влияния тяжелых металлов, содержащихся в почвах техногенно нарушенных территорий, на функциональное состояние пыльцы травянистых видов растений.

Целью работы было изучение фертильности и жизнеспособности пыльцы одуванчика лекарственного *Taraxacum officinale* s.l., произрастающего в условиях химического загрязнения среды. Данная работа является частью комплексного исследования травянистых растений, произрастающих в условиях техногенного загрязнения.

T. officinale s.l. — многолетнее травянистое растение. По типу полового размножения — факультативный апомикт (Ермакова, 1990). По данным Поддубной–Арнольди (1976), пыльца данного вида жизнеспособна и прорастает на рыльцах половых форм одуванчика, хотя оплодотворения не дает. Исследования М.А. Плиско (1969) показали, что пыльца одуванчика лекарственного частично фертильна, но, попадая на рыльце пестика, не прорастает. Размножение *T. officinale* s.l. происходит путем нередуцированного партеногенеза (Поддубная–Арнольди, 1976). Возникающие в результате этого растения — особи только с материнской наследственностью.

Вид полиморфный (Грант, 1984). Проведенное ранее исследование (Безель и др., 1998) показало, что на изучаемой территории произрастают две морфологические формы одуванчика лекарственного — *T. off. f. dahlstedtii* и *T. off. f. pectinatiforme*.

В литературе имеются данные о том, что не все морфы внутри вида *T. officinale* s.l. имеют пыльцу (Флора ..., 1989). В работах ряда авторов (Поддубная–Арнольди, 1976) показано, что у данного вида может наблюдаться дегенерация пыльцы, пыльников и тычинок так, что цветки становятся функционально женскими.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для подробного изучения реакции мужского гаметофита одуванчика лекарственного на химическое загрязнение в 2002–2003 гг. были проведены работы по изучению функционального состояния пыльцы. В качестве районов исследования был выбран один из крупных промышленных городов Среднего Урала — Нижний Тагил, где основным источником загрязнения является Нижнетагильский металлургический комбинат. Участки, на которых произрастали ценопопуляции одуванчика лекарственного, характеризовались разной степенью загрязнения почвы тяжелыми метал-

лами. Суммарная токсическая нагрузка исследуемых территорий варьировала от 1 до 33 отн. ед. (Безель и др., 1998).

В период массового цветения (I декада июня) у растений исследуемых ценопопуляций проводили сбор соцветий, находящихся в одной онтогенетической фазе. На каждом участке были собраны цветки с 25 растений исследуемых морфологических форм *T. officinale* s.l. Оценка функционального состояния пыльцы была проведена по следующим показателям: наличие, обилие, фертильность (оплодотворяющая способность) и жизнеспособность пыльцы.

Наличие и обилие пыльцы

Изучали наличие и обилие пыльцы у *T. off. f. dahlstedtii* и *T. off. f. pectinatiforme*. Анализ строения цветка показал, что андроцей представлен совокупностью тычинок, имеющих хорошо развитые тычиночные нити и пыльники. Для выявления наличия и обилия пыльцы ее стряхивали с отдельного соцветия на предметное стекло. Было выделено три градации обилия пыльцы: низкое, среднее и высокое. Отмечено, что наиболее часто встречаются растения со средним и высоким количеством пыльцы. Растения с малым числом пыльцевых зерен или с их полным отсутствием в исследуемых ценопопуляциях встречались единично. Изучаемый показатель не зависит от градиента загрязнения.

Фертильность пыльцы

Фертильность или оплодотворяющую способность пыльцы *T. off. f. dahlstedtii* и *T. off. f. pectinatiforme* определяли в лабораторных условиях с использованием ацетокарминовой методики (Паушева, 1964). Всего было проанализировано 10,5 тыс. полей зрения.

В ходе работы показано, что у исследуемых морфологических форм одуванчика, произрастающих в условиях химического загрязнения, фертильность пыльцы варьировала от 21 до 97% на растение. Установлена обратная зависимость между данным показателем и химическим загрязнением (рис. 1).

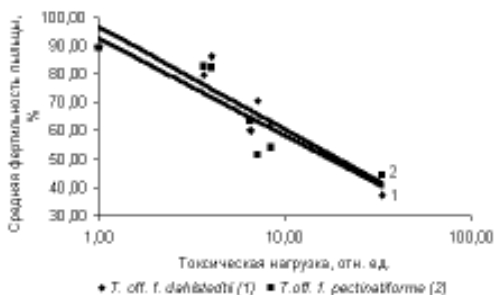


Рис. 1. Зависимость фертильности пыльцы от уровня химического загрязнения.

С ростом техногенного загрязнения доля фертильной пыльцы достоверно снижается, что подтверждено результатом дисперсионного анализа ($P < 0,001$). Соответственно увеличивается доля стерильной пыльцы у исследуемых форм на загрязненных участках.

Установлены различия между морфологическими формами одуванчика по изучаемому показателю на максимально загрязненном участке. Доля фертильной пыльцы у *T. off. f. pectinatiforme* достоверно выше, чем у второй формы ($P < 0,001$). На минимально загрязненном и буферных участках различий между формами не выявлено.

Проведен анализ изменчивости исследуемого признака. На рисунке 2 представлено распределение показателя фертильности пыльцы.

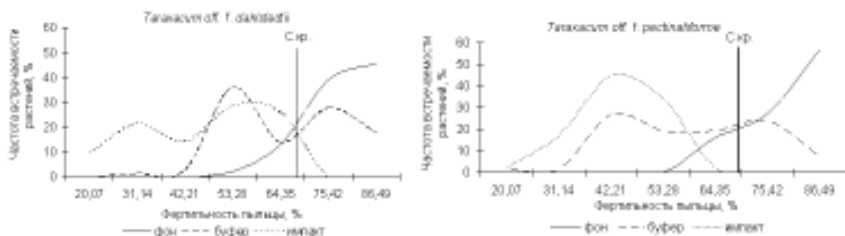


Рис. 2. Частота встречаемости растений с различным уровнем фертильности пыльцы.

Видно, что фоновые ценопопуляции представлены более однородной выборкой. Большую долю в этих популяциях составляют особи с высоким уровнем фертильности пыльцы на растение (75–95%). Ценопопуляции буферных и импактных территорий более гетерогенны по изучаемому показателю. На максимально загрязненных участках среди растений *T. off. f. dahlstedtii* встречаются особи с высокой и низкой оплодотворяющей способностью. Сходная картина характерна и для буферных участков. В ценопопуляции *T. off. f. pectinatiforme* на импактном участке значительная часть представлена растениями со средней оплодотворяющей способностью.

Таким образом, химическое загрязнение приводит к увеличению гетерогенности ценопопуляции по данному признаку и появлению в ней значительной доли растений с низкой фертильностью пыльцы.

В качестве критического значения фертильности пыльцы можно принять уровень, превышение которого имеет место у 95% растений фоновой территории. В нашем случае С кр. составляет 70,14%. Из рисунка 3 видно, что частота встречаемости растений обеих форм одуванчика с фертильностью пыльцы ниже критического уровня изменяется от 5% на минимально загрязненном участке до 100% на импактном.

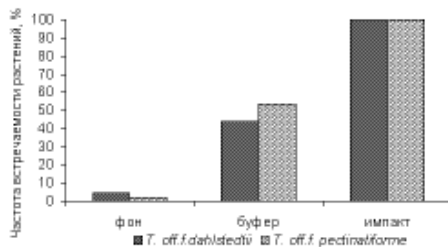


Рис. 3. Частота встречаемости растений с фертильностью пыльцы ниже критического уровня на участках с разным уровнем загрязнения.

Размеры пыльцы

Были проанализированы размеры фертильной пыльцы. В каждом варианте с помощью окуляр-микрометра измерялось в среднем около 1000 штук пыльцевых зерен. Всего было промерено около 14 тыс. зерен. Размеры пыльцы варьировали от 23,5 до 53,9 мкм.

Выявлена зависимость изучаемого показателя от уровня химического загрязнения (рис. 4).

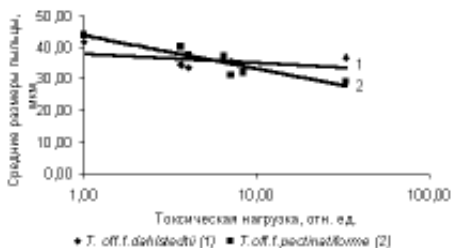


Рис. 4. Зависимость размеров пыльцы от уровня химического загрязнения.

В градиенте токсической нагрузки с увеличением загрязнения средние размеры пыльцы у *T. off.f. dahlstedtii* остаются неизменными, а у второй формы — уменьшаются ($P < 0,001$). Сравнение исследуемых морфологических форм, произрастающих на максимально загрязненном участке, показало, что у растений *T. off.f. dahlstedtii* пыльца крупнее, чем у *T. off.f. pectinatiforme*, что подтверждено методом дисперсионного анализа ($P < 0,01$).

В литературе показано (Бессонова, 1992), что химическое загрязнение приводит к морфологической разнокачественности пыльцы, образованию

сморщенных, разрушенных гигантских зерен. В нашем случае наряду с мелкими пыльцевыми зернами встречались и очень крупные (рис. 5).

Особенно четко варьирование размеров пыльцы проявляется на максимально загрязненных участках. Дефектных пыльцевых зерен у исследуемых особей не выявлено.



Рис. 5. Размеры пыльцевых зерен в градиенте загрязнения.

Проведен анализ изменчивости размеров пыльцевых зерен. Влияние химического загрязнения на исследуемый показатель проявляется в элиминации особей с крупными пыльцевыми зернами у обеих форм (рис. 6).

При увеличении химического загрязнения в ценопопуляциях остаются растения только с мелкими пыльцевыми зернами. Можно ожидать, что размеры пыльцевых зерен зависят от их плоидности. В этом случае, с ростом химического загрязнения в популяциях остаются растения с меньшей плоидностью пыльцы.

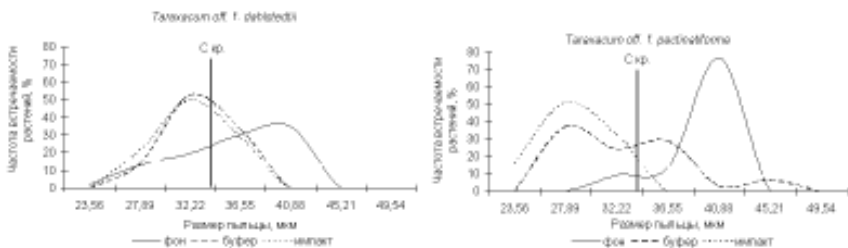


Рис. 6. Частота встречаемости растений с различными размерами пыльцевых зерен.

Также как в случае фертильности пыльцы, в качестве критического значения размеров пыльцевых зерен можно принять уровень, превышение которого имеет место у 95% растений фоновой территории. В данном случае С.кр. составляет 33,00 мкм. На рисунке 7 представлена частота встречаемости растений *T. off. f. dahlstedtii* и *T. off. f. pectinatifolium* с пыльцой, размеры которой не превышали данного значения.

Видно, что в градиенте химического загрязнения возрастает доля растений с мелкой пыльцой. У *T. off. f. dahlstedtii* данный показатель варьирует от 5 до 33%, у второй формы — от 6 до 96%. Проведен анализ зависимости фертиль-

ности пыльцевых зерен от ее размеров. С увеличением размеров пыльцевых зерен фертильность пыльцы у обеих форм возрастает. Однако, у *T. off. f. dahlstedtii* данная зависимость выражена слабо (коэффициент корреляции — 0,14), у второй формы — более четко (коэффициент корреляции — 0,73). Таким образом, растения *T. off. f. pectinatiforme* имеют фертильные пыльцевые зерна крупных размеров, в то время как у растений *T. off. f. dahlstedtii* фертильные пыльцевые зерна более мелкие. В связи с этим можно предположить, что пыльца *T. off. f. pectinatiforme* обладает большей плоидностью по сравнению с пыльцой другой формы. Более крупные пыльцевые зерна *T. off. f. pectinatiforme*, возможно, содержат большее количество питательных веществ, что создает благоприятные условия для нормального прорастания пыльцевой трубки.

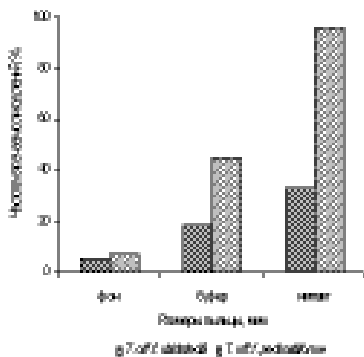


Рис. 7. Частота встречаемости растений с пыльцой менее 33 мкм, произрастающих в градиенте загрязнения.

Жизнеспособность пыльцы

Определение жизнеспособности пыльцы двух морфологических форм одуванчика проводили в лабораторных условиях. Для этого с каждого участка собирали по 30–40 растений каждой формы.

Жизнеспособность пыльцевых зерен определяли двумя способами:

1. Методом висюльчатой капли с использованием различных концентраций глюкозы (10, 15, 20%).
2. Проращиванием в чашках Петри на среде, содержащей 1-% агар-агар и 10-% сахарозу.

Для сравнения параллельно проводился анализ жизнеспособности пыльцы следующих видов растений: *Achillea millefolium*, *Linaria vulgaris*, *Melilotus albus*, *Plantago media*, *Trifolium medium*, *Vicia cracca*. Предварительно определена фертильность пыльцы изучаемых видов.

Таблица . Фертильность и жизнеспособность пыльцы некоторых видов травянистых растений

Виды растений	Фертильность пыльцы, %	Доля проросшей пыльцы при использовании разных методов, %			
		Метод висячей капли			Проращивание в чашках Петри
		10-% раствор глюкозы	15-% раствор глюкозы	20-% раствор глюкозы	
<i>Achillea millefolium</i>	97,47	0	0	0	14,09
<i>Linaria vulgaris</i>	99,88	60,05	12,11	60,19	7,76
<i>Melilotus albus</i>	99,29	56,55	28,21	32,86	0
<i>Plantago media</i>	97,34	100	100	0	100
<i>Taraxacum officinale</i> s.l.	67,20	0	0	0	0
<i>Trifolium medium</i>	89,15	18,08	55,35	0	0
<i>Vicia cracca</i>	97,36	62,85	75,31	72,56	0

Из таблицы видно, что вышеперечисленные растения характеризовались высоким уровнем фертильности пыльцы. При проращивании методом висячей капли отмечено, что нежизнеспособной остается пыльца *T. officinale* и *Achillea millefolium*. Однако пыльца последнего вида прорастает в чашках Петри, в то время как пыльцевые зерна *T. officinale* s.l., собранные с того же участка, остаются нежизнеспособными.

Проведенное исследование показало, что использованные нами методики адекватно отражают состояние жизнеспособности пыльцы различных видов растений. Приведенные в таблице данные свидетельствуют о нежизнеспособности пыльцы *T. officinale*. Возможно, что пыльца одуванчика потенциально способна к оплодотворению и реализуется в естественных условиях. Однако, как было отмечено выше, пыльца *T. officinale* s.l., попадая на рыльце пестика, не прорастает (Плиско, 1969).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в градиенте загрязнения у исследуемых морфологических форм одуванчика лекарственного наблюдается снижение оплодотворяющей способности пыльцы. В условиях максимального загрязнения количество фертильных зерен у *T. off. f. pectinatiforme* больше, чем у *T. off. f. dahlstedtii*.

Размеры пыльцевых зерен достаточно крупные, что присуще апомиктичным видам. Данный показатель у *T. off. f. pectinatiforme* уменьшается с ростом химического загрязнения, а у второй формы не изменяется при тех же условиях. Влияние химического загрязнения проявляется в элиминации особей с крупными пыльцевыми зернами.

Несмотря на обилие пыльцы и ее относительно высокую степень фертильности у обеих морфологических форм *T. officinale* s.l., она является нежизнеспособной на исследуемых территориях.

ЛИТЕРАТУРА

- Безель В.С., Жуйкова Т.В., Позолотина В.Н. Структура ценопопуляций одуванчика и специфика накопления тяжелых металлов // Экология. 1998. № 5. С. 376–382.
- Бессонова В.П. Состояние пыльцы как показатель загрязнения среды тяжелыми металлами // Экология. 1992. № 4. С. 45–50.
- Голубинский И. Н. Биология прорастания пыльцы. Киев: Наукова думка, 1974. 368 с.
- Ермакова И.М. Одуванчик лекарственный: Номенклатура и систематическое положение // Биологическая флора Московской области. М., 1990. С. 210–269.
- Негруцкая Г.М., Попов В.А. Воздействие фитотоксикантов на пыльцу сосны обыкновенной // III съезд Всесоюз. общ. генетиков и селекционеров имени А.И. Вавилова. Л., 1977. С. 365–366.
- Паушева З.П. Практикум по цитогенетике растений. М.: Колос, 1974. 288 с.
- Плиско М.А. Эмбриологическое изучение апомиксиса у представителей Rosaceae и Compositae // Апомиксис и селекция. М., 1969. С. 134–141.
- Поддубная-Арнольди В.А. Цитоэмбриология покрытосеменных растений. М: Наука, 1976. 508 с.
- Флора Европейской части СССР / Под. ред. Н.Н. Цвелева. Л.: Наука, 1989. С. 95–101.

СВЯЗЬ УСВОЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЯ КАРОТИНОВ В ТЕЛЕ И РАЗВИТИЯ ГУСЕНИЦ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА (*LYMANTRIA DISPAR* L.)

Т.М. Севрюгина*, В.И. Пономарев**

* Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

** Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург

Объект данного исследования — непарный шелкопряд, является серьезным вредителем лиственных лесов. Для того, чтобы иметь возможность воздействовать на популяцию этого вида, необходимо знать особенности его

взаимоотношений с кормовыми растениями, в частности, влияние содержания антиоксидантов в корме, интенсивность их усвоения и влияние этих показателей на рост и развитие гусениц. Целью работы было изучение связи одного из самых распространенных классов антиоксидантов — каротинов с показателями развития разных популяций непарного шелкопряда. В ходе работы были использованы яйцекладки трех популяций непарного шелкопряда: зауральская, кормовая порода — берёза повислая (*Betula verrucosa*); нижеволжская, две микропопуляции, кормовые породы — тополь черный (*Populus nigro*) и дуб черешчатый (*Quercus robur*); крымская, кормовая порода — дуб пушистый (*Quercus pubescens*). При этом зауральская и нижеволжская тополевая микропопуляции выращивались при групповом и одиночном воспитании. Всего проанализировано около 400 гусениц. Выращивание проводилось на искусственной питательной среде (ИПС). Анализ проводился на третий день после выхода гусеницы на 5 возраст. За день до измерения корм у гусениц изымался, собирался помет второго дня и высушивался до воздушно-сухой массы в сушильном шкафу при температуре 60° С. Анализ проводился из расчета на сухую массу как помета, корма, так и гусениц. Содержание каротинов в питательной среде составило около 4 мг% на сухой вес. При выращивании гусениц на корме с повышенным содержанием каротинов, их концентрация составляла около 10 мг% на сухой вес.

Экстракция каротинов из гусениц и помета проводилась ацетоном. Концентрацию каротинов определяли по методике D. Wetttrien (1957). Измерения проводились на спектрофотометре СФ-46, точность измерения 0,001. Расчет проводился по стандартной формуле:

$$\text{мг \%} = D_{440,5} \times V \times 100000 / 213 / m,$$

где: $D_{440,5}$ — показания спектрофотометра (длина волны 440,5 нм); V — объем растворителя (мл); 213 — коэффициент экстракции; m — масса навески (мг).

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью программы STATISTICA для Windows.

Корреляционный анализ полученных результатов показал, что во всех популяциях существует устойчивая отрицательная корреляция между массой гусениц и содержанием каротинов в теле гусениц. В то же время обнаружена положительная корреляция между содержанием каротинов в теле гусениц и помете, что свидетельствует о том, что чем больше изымается каротинов из корма, тем меньше его фиксируется в теле гусеницы. Корреляция между массой гусениц и каротинами в помете была отрицательной, однако для дубовой нижеволжской микропопуляции не была достоверной (табл. 1).

Таблица 1. Корреляционные зависимости между массой гусениц пятого возраста и содержанием каротинов в теле гусениц и в помете

Популяция	масса гусениц/ каротин в гусеницах	каротин в гусеницах/ каротин в помете	масса гусениц/ каротин в помете
Урал береза одиночные	-0,70*	0,72	-0,41
Урал береза группа	-0,60	0,35	-0,31
Волга тополь одиночные	-0,56	0,50	-0,36
Волга тополь группа	-0,70	0,29	-0,33
Волга дуб одиночные	-0,58	0,53	-0,30
Крым дуб одиночные	-0,59	0,41	-0,60

*- достоверные корреляционные зависимости выделены жирным шрифтом.

Статистический анализ по t-критерию показал, что при отсутствии различий в средней массе гусениц в исследуемых популяциях отмечена достоверно более высокая концентрация каротинов в теле гусениц у зауральской популяции. Гусеницы тополёвой микропопуляции при отсутствии различий с обеими дубовыми микропопуляциями в содержании каротинов в теле изымали их из корма достоверно меньше. У дубовых микропопуляций не отмечено различий ни по массе, ни по содержанию каротинов в гусеницах, ни по его изъятию из корма (табл. 2).

Таблица 2. Масса гусениц пятого возраста и содержание каротинов в теле гусениц и в помете

Популяция	N	Масса гусениц, мг	Каротины в теле гусениц, мг%	Каротины в помете, мг%
Урал береза одиночные	33	430 ± 22,5 а	9,7 ± 1,17 ас	7,8 ± 0,79 а
Урал береза группа	114	337 ± 11,2 в	11,4 ± 0,68 а	7,1 ± 0,56 а
Волга тополь одиночные	50	411 ± 18,0 а	6,5 ± 0,43 в	5,5 ± 0,55 в
Волга тополь группа	55	341 ± 13,9 в	7,9 ± 0,73 вс	3,4 ± 0,31 с
Волга дуб одиночные	36	409 ± 19,2 а	6,8 ± 0,46 в	3,5 ± 0,55 с
Крым дуб одиночные	34	410 ± 25,7 а	7,1 ± 0,49 в	3,5 ± 0,41 с

При анализе тех же показателей для гусениц при одиночном и групповом воспитании обнаружено, что при значительно меньшей массе выращиваемые

в группе выжившие гусеницы (смертность при групповом воспитании была значительно выше) изымают из корма больше каротинов и больше их накапливают в теле. Однако различия достоверны только для содержания каротинов в помёте у тополёвой микропопуляции (табл. 2). При этом для обеих микропопуляций отмечено значительное снижение корреляции между количеством каротинов в теле и помёте (табл. 1).

С целью выяснения уровня значимости фактора содержания каротинов в корме либо популяционных характеристик по характеру изъятия каротинов из него было проведено выращивание гусениц на корме с более высоким содержанием каротинов (в 2,5 раза, около 10 мг%).

Выращивание гусениц тополёвой микропопуляции в групповом режиме в течение двух дней после выхода на пятый возраст на ИПС с повышенным содержанием каротинов показало, что концентрация каротинов в помёте в этом случае достоверно выше (3,4 мг% на ИПС без каротинов и 5,1 мг% на ИПС с каротинами). Отмечена тенденция к увеличению каротинов в теле гусениц.

Измерение концентрации каротинов в помёте гусениц 3-го дня 6 возраста крымской дубовой популяции при выращивании на ИПС с повышенным содержанием каротинов и на обычной ИПС с первого возраста показало более высокую их концентрацию при достоверно меньшей массе гусениц в первом случае (соответственно 9,1 мг% и 3,5 мг% при средней массе 935 мг и 1407 мг). То есть процент изъятия каротинов из корма при разных их концентрациях либо не меняется, либо меняется незначительно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При увеличении концентрации каротинов в корме доля его изъятия не изменяется либо изменяется слабо.

Гусеницы разных популяций демонстрируют разную степень настроенности изъятия каротинов из корма. Отсутствие различий по изученным показателям дубовых микропопуляций может свидетельствовать о влиянии на эту настроенность кормовой породы.

Полученные нами противоречивые данные, с одной стороны, о более низкой концентрации каротинов в гусеницах с большей массой при более высоком уровне изъятия каротинов из корма, и с другой стороны, меньшей массой гусениц при выращивании на корме с повышенным содержанием каротинов, по-видимому, обусловлены, по имеющимся литературным данным (Сорокина и др. 1997; Polyakov et al. 2001), двойственностью в природе функций каротинов, антиоксидантных либо прооксидантных свойств в зависимости от условий и концентрации синергистов.

При групповом воспитании гусениц на ИПС отмечается выживание гусениц, ориентированных на более полное изъятие природных антиоксидантов из корма.

ЛИТЕРАТУРА

- Сорокина И.В., Крысин А.П., Хлебникова Т.Б., Кобрин В.С., Попова Л.И. Роль фенольных антиоксидантов в повышении устойчивости органических систем к свободно-радикальному окислению. Новосибирск, 1997. 67 с.
- Wettstein D. Experimental cell research. 1957. V. 12. № 3. P. 427
- Polyakov N.E., Leshina T.V., Konovalova T.A., Kispert L.D. Carotenoids as scavengers of free radicals in a fenton reaction: antioxidants or pro-oxidants?// 2001. V. 31. № 3. P. 398–404.

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ФОРМЫ ЧЕРЕПА ГРЫЗУНОВ ПРИ РОЮЩЕМ ОБРАЗЕ ЖИЗНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОРФОМЕТРИИ

Н.В. Синева

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Пути эволюции роющих животных разнообразны, а роющая деятельность как процесс, требующий затраты большого количества энергии, вызывает существенные изменения в морфологии видов. При исследовании адаптивных особенностей передних конечностей у слепыша П.П. Гамбарян выделил три основные ступени эволюции млекопитающих в связи с роющей деятельностью: 1 — животные, которые делают временные убежища-лежки и большей частью бывают на поверхности земли; 2 — животные, роющие норы более или менее сложные, но добывающие пищу на поверхности земли; 3 — животные, добывающие пищу посредством рытья (Гамбарян, 1949). Значительные изменения в морфологии и анатомии видов происходят лишь на третьей ступени. Их П.П. Гамбарян разделил по способу рытья на следующие группы. Группа с однофазным типом рытья, при котором животные, обычно плотоядные землерои, приспособляются к рытью в поверхностных слоях земли. Они стремятся обойтись наименьшим количеством выкинутой земли, вклиниваются в землю, раздвигают ее и не нуждаются в выбрасывании грунта из ходов. Группа с двухфазным типом рытья, животные в которой обычно растительноядные землерои, приспособляются к рытью в более глубоких слоях. Фаза разрыхления всегда отделяется от фазы выбрасывания земли (*Spalax*, *Myospalax* и др.). Для нас наиболее интересны животные, относящиеся к двухфазному типу. Среди них П.П. Гамбарян выделяет: животных, которые разрыхляют землю резцами, выбрасывают головой (*Spalax*); животных, которые разрыхляют землю резцами, выбрасывают грудью (*Ellobius*); животных, которые разрыхляют землю когтями, выбрасыва-

ют головой (*Myospalax*) и животных, которые разрыхляют землю когтями, выбрасывают грудью (*Geomys*).

Обыкновенная слепушонка (*Ellobius talpinus* Pall.) относится к животным двухфазного типа рытья. При рытье она разрыхляет грунт резцами и выбрасывает головой. Вид образует многочисленные локальные поселения в различных ландшафтах Южного Урала и Зауралья. Ранее мы выделили горные, предгорные и равнинные популяции слепушонки. Анализ этих группировок показал, что зверьки разных популяций различаются по длине хвоста, упитанности, краниометрическими характеристиками, а также по особенностям прогнатизма верхних и нижних резцов (Васильев, Синева, 2002). Оказалось, что зверьки равнинных популяций отличаются достоверно меньшим прогнатизмом верхних резцов и большим прогнатизмом нижних резцов от животных предгорной и горных популяций. Полученные результаты дают основание предполагать, что увеличение степени прогнатизма верхних резцов и уменьшение степени прогнатизма нижних резцов у слепушонок горных и предгорной популяций является адаптивным по отношению к твердости грунта, так как субстрат для рытья в горах и на равнине существенно отличается.

В настоящее время активно развивается новый количественный подход — геометрическая морфометрия. Он позволяет оценивать сходство-различие объектов по форме, исключая влияние размеров на эту оценку. Несмотря на «молодость» геометрической морфометрии, уже опубликованы работы, дающие достаточное представление как о ее математическом аппарате, так и о технике, и результатах ее использования в прикладных биологических исследованиях (Павлинов и др., 1994; Павлинов, 2000, 2001; Павлинов, Микешина, 2002). Этот подход основан на описании объектов не привычной системой линейных измерений, а системой координат точек на поверхности выбранных объектов. В последующем анализе оценивается взаимное смещение данных точек относительно друг друга, что и позволяет исключить влияние размера при изучении динамики формы. Компьютерные программы, в которых реализована идея геометрической морфометрии, дают не столько цифровые результаты, сколько зрительные образы, позволяющие провести визуальную (качественную) оценку различий.

Цель работы заключалась в исследовании преобразования формы черепа в популяциях обыкновенной слепушонки и у некоторых грызунов в связи со специализацией к роющему образу жизни методами геометрической морфометрии.

Анализ степени прогнатизма резцов обыкновенной слепушонки проводили по 176 черепам взрослых животных из 6-ти выборок Башкирии, Оренбургской, Челябинской и Курганской областей. Материал по баймакской популяции, собранный в 1980 году (окр. пос. Саксей, Башкирия), любезно предоставлен к.б.н. Н.Г. Евдокимовым. Остальная часть изученного материала

была собрана автором совместно с Н.Г. Евдокимовым в 1999–2001 годах. Все черепа хранятся в Зоологическом музее ИЭРиЖ УрО РАН. Для характеристики формы были использованы 40 меток (landmarks) на осевом черепе (рис. 1) и 19 меток на нижней челюсти (рис. 2), которые наиболее полно описывают форму черепа и нижней челюсти обыкновенной слепушонки.

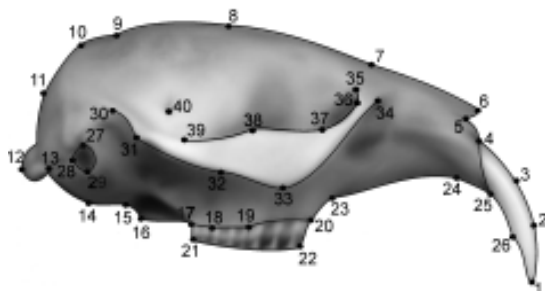


Рис. 1. Расположение меток (landmarks) на черепе обыкновенной слепушонки (1–40 — номера меток).

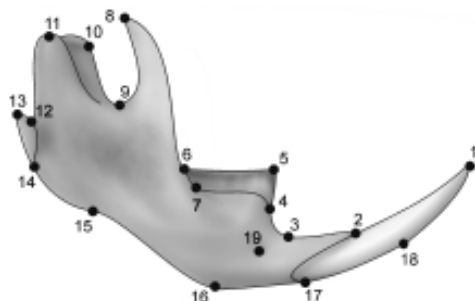


Рис. 2. Расположение меток (landmarks) на нижней челюсти обыкновенной слепушонки (1–19 — номера меток).

Форма черепа грызунов была исследована в выборке, включающей 30 видов из 17 родов с различной степенью приспособления к рытью, по рисункам (номера видов соответствуют таковым на рисунках): 1. *Aplodontia rufa*; 2. Водяная полевка (*Arvicola terrestris*); 3. Тянь-шанская полевка (*Clethrionomys frater*); 4. Рыжая полевка (*Clethrionomys glareolus*); 5. Красно-серая полевка (*Clethrionomys rufocanus*); 6. Красная полевка (*Clethrionomys rutilus*); 7. Длиннохвостый хомяк (*Cricetulus longicaudatus*); 8. Обыкновенный хомяк (*Cricetus cricetus*); 9. Копытный лемминг (*Dicrostonyx torquatus*); 10. Слепушонка афганская (*Ellobius fuscocapillus*); 11. Слепушонка горная (*Ellobius lutescens*); 12. Слепушонка обыкновенная (*Ellobius talpinus*); 13. Равнинный гофер (*Geomys bursarius*); 14. Юго-восточный гофер (*Geomys fontanelus*); 15. Сибирский лемминг (*Lemmus sibiricus*); 16. Предкавказский хомяк (*Mesocricetus raddei*); 17. Цокор алтайский (*Myospalax*

myspalax); 18. Маньчжурский покор (*Myospalax psilurus*); 19. *Ondatra zibethicus*; 20. Гигантский гофер (*Orthogeomys hondurensis*); 21. *Pappogeomys gymnurus*; 22. Хомячок Роборовского (*Phodopus roborovskii*); 23. *Prometheomys schaposchnikovi*; 24. Горный слепыш (*Spalax leucodon*); 25. Слепыш обыкновенный (*Spalax microphthalmus*); 26. *Thomomys bottae*; 27. *Thomomys bulbivorus*; 28. *Thomomys townsendii*; 29. *Thomomys umbrinus canis*; 30. *Thomomys umbrinus nevadensis*. Анализ формы черепа грызунов проводился по 27 меткам (landmarks) осевого черепа (рис. 3) и 20 меткам нижней челюсти (рис. 4).

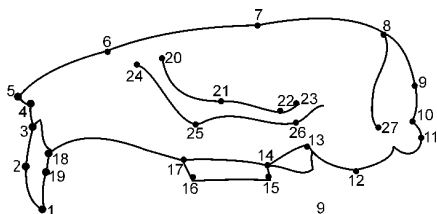


Рис. 3. Усредненный рисунок осевого черепа грызунов и расположение меток (1–27 — номера меток (landmarks)).

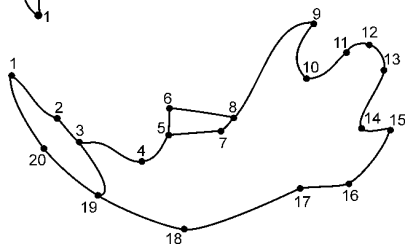


Рис. 4. Усредненный рисунок нижней челюсти грызунов и расположение меток (1–20 — номера меток (landmarks)).

Изображения черепов вводили в компьютер через сканер. Координаты точек снимали с изображений и записывали в файл данных с помощью экранного дигитайзера TPSdig (Rohlf, 2001). Характеристики осевого черепа и нижней челюсти анализировались отдельно. Для оценки локальной изменчивости черепа в окрестностях каждой отдельной метки использована программа Aps (Penin, 2001). Программу TPSrelw использовали для вычисления относительных деформаций (Rohlf, 1998). Для графического представления изменений формы как деформации решетки использована программа TPSsplin (Rohlf, 1997).

Основной результат применения программы Aps — наглядная демонстрация того, что различные участки осевого черепа и нижней челюсти обыкновенной слепушонки и грызунов подвержены различным изменениям (рис. 5). В некоторых областях дисперсия по отдельным точкам незначительная, что означает небольшую изменчивость черепа и нижней челюсти в этих точках в пределах вида. Так, череп обыкновенной слепушонки менее всего изменяется в области верхнего зубного ряда (метки № 17–22) и слухового барабана (№ 27–29). Напротив, точки затылочной части черепа (метки № 7–11), скуловой дуги (№ 32–39), вершина резца (метка № 1) и точка стачивания резца (№ 26)



Рис. 5. Межпопуляционная изменчивость векторов меток (landmarks) у разных особей в популяциях обыкновенной слепушонки.



Рис. 6. Вектора эволюционной дивергенции формы осевого черепа и нижней челюсти у видов грызунов с разной степенью специализации к роющему образу жизни.

демонстрируют широкий разброс. На нижней челюсти наиболее изменчивыми оказались вершина резца (№ 1) и венечный отросток (№ 8). Разброс по остальным точкам нижней челюсти относительно небольшой. Из рисунка 6 видно, что при сравнении черепов грызунов с разной специализацией к роющему образу жизни наиболее варьируют точки затылочной части черепа (№ 7–11), скуловой дуги (№ 20–26) и вершина резца (№ 1). К наиболее изменяемым точкам нижней челюсти можно отнести также вершину резца (№ 1), венечного (№ 9), сочленовного (точки № 10–13) и углового (№ 14–16) отростков. Вершина резца смещается главным образом горизонтально, что соответствует проявлению прогнатизма в отряде. При этом видно, что межвидовая изменчивость в отряде грызунов больше, чем внутривидовая. Такое сходство в изменчивости черепа и нижней челюсти у обыкновенной слепушонки и грызунов может говорить о параллелизме макро- и микроэволюционных преобразований формы осевого черепа слепушонки, проявляющийся в усилении прогнатизма верхних резцов как при внутривидовой дифференциации популяций, так и при эволюционной дивергенции рода.

Распределение видов в пространстве первой, второй и третьей относительных деформаций формы черепа представлены на рис. 7. На первые три оси приходится 60,5% всей объясненной дисперсии. Видно, что группа слепушонок (№ 10, 11 и 12) занимает отдельное положение. Одно из направлений связано со специализацией слепышей (№ 24 и 25), другое — со специа-

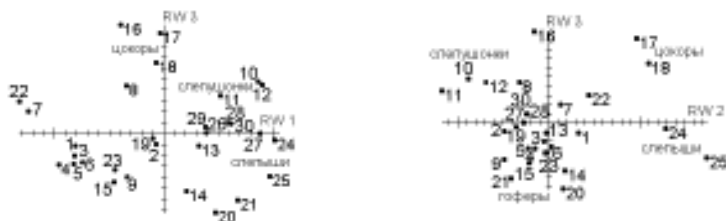


Рис. 7. Распределение сравниваемых видов грызунов в пространстве первой (RW 1), второй (RW 2) и третьей (RW 3) относительных деформаций формы осевого черепа.

лизацией цокоров (№ 17 и 18). Гоферы (№ 20, 21, 27–30) занимают как отдельное место на графике, так и промежуточное между слепушонками и слепышами. Полученное распределение позволяет говорить о выраженной специфике видов по форме черепа. Таким образом, наши результаты показывают, что роющие животные действительно различаются по способу рытья, и эволюция шла по пути различной специализации к рытью.

Один из способов представления результатов анализа изменчивости формы биологических объектов — искажения прямоугольной решетки. На рис. 8 представлены направления изменения осевого черепа при сравнении эталонной конфигурации (consensus) с усредненной для полевок, слепушонок, цокоров и слепышей. При сравнении формы черепа обыкновенной слепушонки с усредненной конфигурацией черепа по выбранным грызунам видно, что происходит уменьшение высоты черепа в затылочной части, усиление диастемы и выступа резцов вперед. Череп полевок в меньшей степени отличается от усредненного образца. В роду слепышей (*Spalax*) изменения касаются укорочения затылочной и носовой областей черепа. У цокоров (*Myospalax*) изменения сходны с таковыми у слепышей, но степень укорочения черепа меньше.

При анализе формы нижней челюсти у выбранных видов грызунов выделились три значимые оси, на которые приходится 60% объясненной дисперсии. Наиболее наглядно виды распределяются в пространстве первой (RW 1) и третьей (RW 3) относительных деформаций (рис. 9). Видно, что все роды роющих животных сохраняют изолированное положение. Таким образом, они отличаются не только по осевому черепу, но и по форме нижней челюсти. Изменения конфигурации решетки показывают направления эволюционных изменений в ряду выбранных животных. Видно, что гоферы отличаются сильным увеличением тела нижней челюсти, укорочением и заострением зубного ряда, а также уменьшением венозного, сочленовного и углового отростков. Слепыши и слепушонки роют землю резцами, поэтому изменения у них происходят в сходном направлении: увеличение резца, его большее выпячивание вперед и уменьшение тела нижней

челюсти. Форма челюсти цокоров ближе всего к полевичьему типу. Небольшие изменения наблюдаются в области углового отростка, и резец расположен более полого по отношению к телу нижней челюсти.

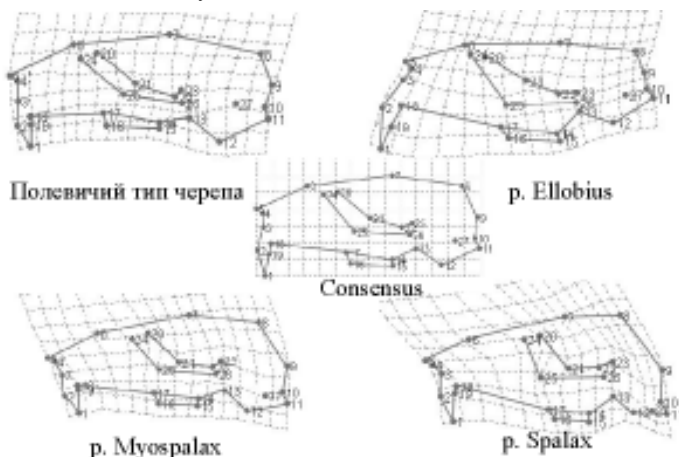


Рис. 8. Конфигурации решетки, показывающие изменения формы осевого черепа при совмещении эталонной конфигурации (consensus) с усредненной конфигурацией для полёвок, слепушенок, цокоров и слепышей.

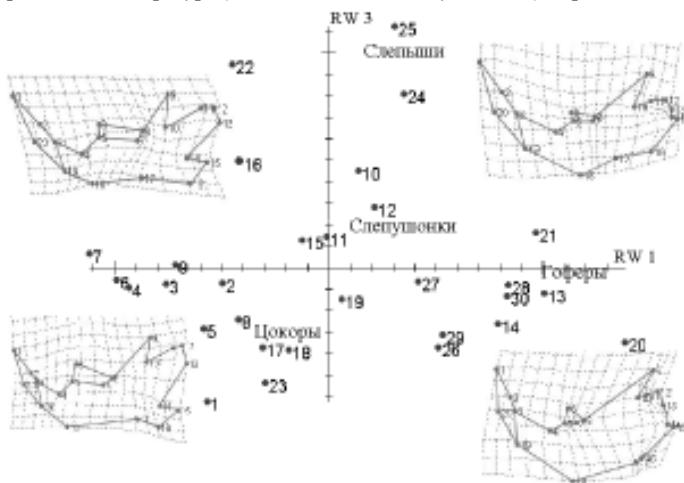


Рис. 9. Распределение грызунов в пространстве первой (RW 1) и третьей (RW 3) относительных деформаций формы нижней челюсти и конфигурации решетки, показывающие изменение формы нижней челюсти по градиентам RW 1 и RW 3.

На рисунке 10 более детально показаны изменения формы нижней челюсти, характерные для слепушенок, цокоров и слепышей. Таким образом, строение нижней челюсти у трех родов роющих форм млекопитающих меньше отличается, чем строение осевого черепа. Это можно объяснить функциональными особенностями нижней челюсти, которые связаны не только с роющей деятельностью, но и с механической обработкой пищи, что приводит к жестким требованиям к конфигурации нижней челюсти.

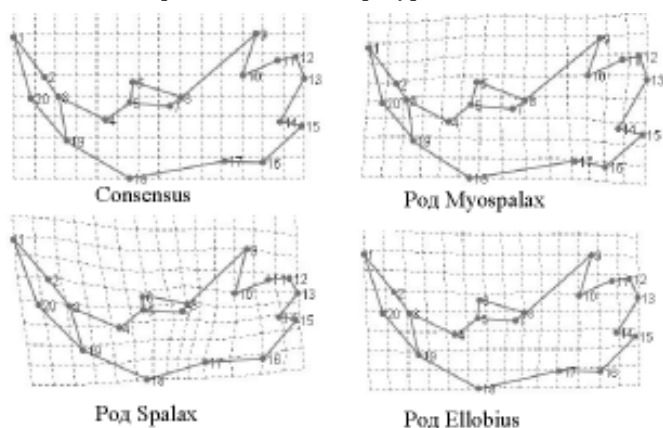


Рис. 10. Конфигурации решетки, показывающие изменение формы нижней челюсти по градиентам первой и третьей относительных деформаций у слепушенок, цокоров и слепышей.

В качестве выводов можно предложить следующее: 1. Показана эффективность использования методов геометрической морфометрии при оценке макро- и микроэволюционных преобразований формы осевого черепа и нижней челюсти грызунов с разной специализацией к роющему образу жизни. Выделились отчетливые направления эволюционных изменений формы черепа и нижней челюсти, характерные для слепышей, цокоров, гоферов и слепушенок. 2. Основной путь эволюционного преобразования формы черепа при специализации р. *Ellobius* к роющему образу жизни заключается в усилении прогнатизма верхних резцов и сжатии затылочной части осевого черепа в dorso-ventральном направлении. 3. Обнаружен параллелизм макро- и микроэволюционных преобразований формы осевого черепа слепушонки, проявляющийся в усилении прогнатизма верхних резцов как при внутривидовой дифференциации популяций, так и при эволюционной дивергенции рода.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №№ 01-04-49571, 03-04-07037.

ЛИТЕРАТУРА

- Васильев А.Г., Синева Н.В. Горные и равнинные популяции обыкновенной слепушонки на Южном Урале и в Зауралье: многомерный морфометрический анализ // Экологические проблемы горных территорий: Материалы междунар. науч. конф. Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2002. С. 137–142.
- Гамбарян П.П. Адаптивные особенности передних конечностей горного слепца (*Spalax leucodon nehringi* Satunin): Автореферат дисс.... канд. биол. наук. Ереван, 1949. 19 с.
- Павлинов И.Я., Волцит О.В., Россоломо О.Л. Анализ изменчивости формы методами «геометрической морфометрии»: демонстрация некоторых возможностей на примере гнатосомы клещей (Acari: *Ixodes*) и коренного зуба полевок (Mammalia: *Alticola*) // ЖОБ. 1994. Т. 55. № 1. С. 110–117.
- Павлинов И. Я. Геометрическая морфометрия формы черепа мышевидных грызунов (Mammalia: Rodentia): связь формы черепа с пищевой специализацией // ЖОБ. 2000. Т. 61. № 6. С. 583–600.
- Павлинов И.Я. Геометрическая морфометрия — новый аналитический подход к сравнению компьютерных образов // Информационные и телекоммуникационные ресурсы в зоологии и ботанике: Тез. 2-го Междунар. симпозиума. СПб., 2001. С. 41–90.
- Павлинов И.Я., Микешина Н. Г. Принципы и методы геометрической морфометрии // ЖОБ. 2002. Т. 63. № 6. С. 473–493.
- Penin X. APS, version 2.41. 2001 (programm).
- Rohlf F.J. TPSspline: thin-plate spline, version 1.15. 1997 (programm).
- Rohlf F.J. TPSrelw: relative warps, version 1.20. 1998 (programm).
- Rohlf F.J. TPSdig, version 1.28. 2001 (programm).

ДИНАМИКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ НА ЮЖНОМ ЯМАЛЕ В ПЕРИОД ГНЕЗДОВАНИЯ

В.А. Соколов

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Структура населения птиц меняется в течение сезона размножения, однако вопрос о причинах и характере этих изменений у разных видов остается невыясненным. Одни исследователи полагают, что структура населения птиц определяется кормовыми условиями (Лэк, 1957; Кишинский, 1978). Работы других ученых показали, что такая связь существует не всегда (Данилов, 1966; Рябцев, 1993). Особый интерес вызывает вопрос о том, чем обуслов-

лены изменения структуры населения птиц в период, когда птенцы покидают гнезда. Этот этап в жизни птенцов является очень важным для дальнейшего выживания (Рябицев, 1993). Мы предположили, что в этот период на перераспределение птиц помимо кормовых условий влияют и защитные свойства местообитаний. В связи с этим целью нашей работы было установить, каким образом меняется структура населения у разных видов птиц в различные периоды размножения — в период насиживания яиц и период вождения слетков.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Пространственное распределение птиц изучали в 2002 г. на модельной площадке «Еркута» на юго-западном Ямале (68°13' с.ш., 69°09' в.д.). Размер учетной площади для воробьиных и куликов составил 4 км², для уток — 20 км². Наблюдения проводили с 3 июня по 15 июля. Исходя из сроков начала гнездования и нахождения полных кладок, выделено 2 периода: период насиживания и период вождения слетков. Первый период рассматривали с момента нахождения полных кладок до выхода из гнезд молодых. Для большинства видов в среднем этот период длился с 5 по 30 июня. Второй период — с 1 по 15 июля.

Наблюдения проводили в течение всего времени в зависимости от погодных условий в различное время суток. Данные получали путем многократного картирования поющих самцов и беспокоящихся птиц.

Кроме этого, на площадке, где учитывали воробьиных птиц и куликов, выделили два типа местообитаний: водораздельные и пойменные.

Основное их отличие заключается в том, что водораздельные местообитания не затапливаются водой весной и характеризуются зональным типом растительности. В пределах этих типов выделяли участки, поросшие кустарником, и открытые участки тундровой растительности.

Для анализа были выбраны наиболее многочисленные и обычные виды. Из воробьиных птиц — это краснозобый конек *Anthus cervinus*, лапландский подорожник *Calcarius lapponicus* и варакунка *Luscinia svecica*; из куликов — белохвостый песочник *Calidris temminckii* и фифи *Tringa glareola*; из уток — морянка *Clangula hyemalis*.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Краснозобый конек. Наблюдения показали, что в период насиживания коньки были рассредоточены по территории нашей площадки достаточно широко. Какой-либо строгой приуроченности к определенным типам местообитаний мы не обнаружили. В период вождения слетков коньки начали явно тяготеть к кустарниковым местообитаниям как на водоразделе, так и в пойме (рис. 1).

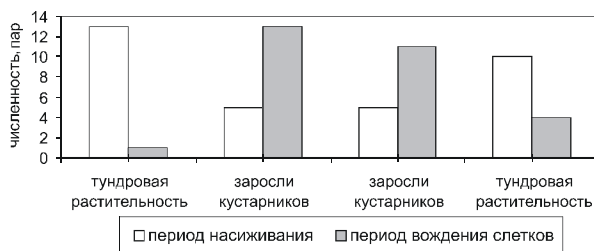


Рис. 1. Пространственная структура населения краснозобого конька в разные периоды.

Лапландский подорожник. У лапландского подорожника мы наблюдаем иную картину. В период насиживания подорожники занимали преимущественно водораздельные местообитания, что связано с особенностями экологии этого вида. Лапландский подорожник — обитатель открытых местообитаний. Он не гнездится в высоких кустарниках (Рябицев, 2001). В период насиживания подорожники, как и большинство птиц, образуют локальные компактные поселения (Рябицев, 1993).

В период вождения слетков подорожники остаются в тех же самых местообитаниях, но рассредоточиваются по тундре. Расстояние между соседними парами увеличивается (рис. 2). В период насиживания птицы располагались более плотно, расстояние до ближайших соседей было преимущественно менее 250 м. В период вождения слетков расстояние между парами значительно увеличилось. Различия достоверны.

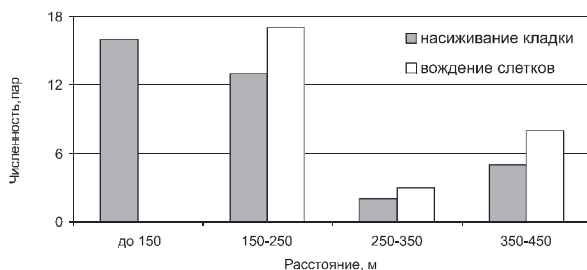


Рис. 2. Пространственная структура населения подорожника в разные периоды.

В отличие от краснозобого конька, подорожник предпочитает открытые местообитания, рассредоточивается по тундре, и таким образом уменьшает вероятность столкновения с хищниками. Для краснозобого конька же довольно обычным является обитание в кустарниковых местообитаниях, и в период вождения слетков птицы сосредоточиваются в более защищенных местах.

Варакушка. Варакушка предпочитает селиться в кустарниковых местообитаниях вблизи водоемов. Ее пространственная структура в период вождения слетков не претерпевает существенных изменений. Во время гнездования птицы придерживаются кустарниковых местообитаний и после оставления гнезд остаются в этом же биотопе, перемещаясь вдоль него с выводком. У нас на участке изменилось лишь местоположение пар в пределах кустарниковых местообитаний. Часть птиц исчезла. По всей видимости, они просто переместились за границы нашей площадки или их гнездование было неудачным.

Белохвостый песочник. Наблюдения показали, что в период насиживания этот кулик приурочен к влажным, поросшим невысоким и редким кустарникам, местообитаниям на склонах холмов вблизи озер и рек. Распределение куликов в период насиживания было примерно одинаковым как у реки, так и у прилегающих пойменных озер. После вылупления птенцов у реки численность белохвостого песочника уменьшилась, а на озерах — возросла (рис. 3). Птицы, гнездящиеся по берегам водораздельных озер, остаются в местах их гнездования. Сосредоточение возле озер связано, скорее всего, с тем, что в течение лета уровень воды в реке значительно падает и обнажаются песчаные косы вдоль обрывистого берега, где нелетным птенцам трудно прятаться от хищников.

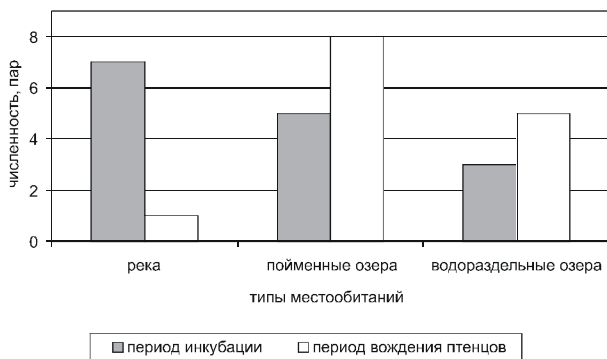


Рис. 3. Распределение по типам местообитаний белохвостого песочника в разные периоды.

Фифи. Пространственное распределение фифи в период гнездования сходно с таковым у песочника. Этот вид гнездится на травянистых и моховых болотах по поймам рек (Рябцев, 2001). В нашем районе — главным образом по опушкам кустарников. В отличие от белохвостого песочника, который кормится на дренированных участках у уреза воды, фифи преимущественно кор-

мится во влажных местах — сырых луговинах, топях, по берегам водоемов. После выхода из гнезд молодые фифи вполне могут найти такие места возле кустарников, где и гнездились, поэтому мы не наблюдали изменений в структуре населения этого кулика в разные периоды.

Утки. У разных видов тундровых уток, большую часть которых составляют нырковые, динамика пространственного распределения сходна. Ее можно проиллюстрировать на примере наиболее массового вида — морянки. В период инкубации яиц морянки широко встречаются в тундре, большей частью на реке и небольших озерах — парами и небольшими группами. Во второй половине лета они концентрируются на крупных озерах. В этот период у птиц происходит линька, и утки оказываются наиболее защищенными в стаях на крупных озерах. Самки с выводками линяют во время вождения птенцов и остаются в местах гнездования — на реке и небольших озерах.

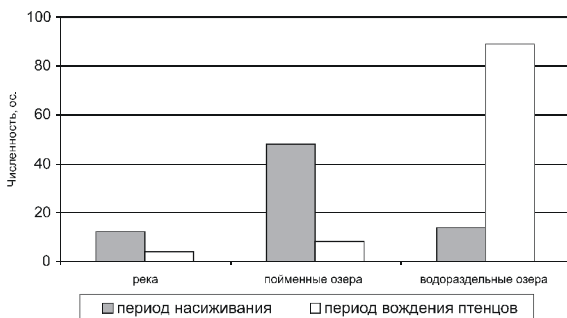


Рис. 4. Распределение морянки по различным типам местообитаний в разные периоды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Виды, которые охотно селятся как в открытых, так и в кустарниковых местообитаниях, такие как краснозобый конек, в период вождения слетков перемещаются в более укромные места — кустарниковые заросли. Виды, не связанные с кустарниками, такие как подорожник, избирают другую стратегию — они рассредоточиваются по территории. У видов, тесно связанных с кустарниками, таких как варакушка, пространственная структура населения не претерпевает существенных изменений.

Кулики, кормящиеся на мелководье, такие как белохвостый песочник, после выплывания птенцов перемещаются к берегам озер. У куликов, кормящихся на сырых луговинах, болотах, таких как фифи, пространственная структура не меняется.

Основная масса нырковых уток в послегнездовой период концентрируется на крупных водоемах. Самки с выводками остаются вблизи мест гнездования на мелких небольших озерах и реке.

Таким образом, на сезонную динамику пространственной структуры населения птиц помимо кормовых существенное влияние оказывают защитные условия.

Работа поддержана грантом Президиума УрО РАН.

ЛИТЕРАТУРА

- Данилов Н.Н. Пути приспособления наземных позвоночных животных к условиям существования в Субарктике. Т. 2. Птицы. Свердловск, 1966. 148 с.
- Кищинский А.А. Трофические взаимоотношения птиц и некоторых беспозвоночных в тундровых экосистемах // ЖОБ. 1978. Т. 39. №2. С. 212–226.
- Лэк Д. Численность животных и ее регуляция в природе. М.: Изд-во иностр. лит., 1957. 404 с.
- Рябицев В.К. Территориальные отношения и динамика сообществ птиц в Субарктике. Екатеринбург: Наука. 1993. 296 с.
- Рябицев В.К. Птицы Урала, Приуралья и Западной Сибири: Справочник-определитель. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2001. 608 с.

ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ДВУХ ВИДОВ ГРЫЗУНОВ (*MICROTUS GREGALIS* PALL. И *LAGURUS LAGURUS* PALL.) СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н.А. Соколова*, К.В. Маклаков**

* Экологический научно-исследовательский стационар УрО РАН,
г. Лабытнанги

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

Узкочерепная полевка (*Microtus gregalis* Pall.) и степная пеструшка (*Lagurus lagurus* Pall.) — обитатели открытых степных или луговых ландшафтов от пустынных степей до равнинной и горной тундры и альпийских лугов включительно, обладают наибольшим обилием в степной зоне Западной Сибири.

Будучи очень чувствительными к условиям питания и теплообмена, при относительной оседлости заселяют различные места обитания в зависимости от сезона и климатических особенностей года (Громов, Поляков, 1977; Гладкина, 1980 и др.).

Основной структурной единицей в популяциях узкочерепных полевок и пеструшек является семья — это так называемый «одиночно-семейный» тип структуры видовой численности (Башенина, 1962). При этом семья грызунов

обычно занимает группу убежищ разного назначения (гнезд, нор, укрытий и т.д.), связанных в единое целое — колонию. Колония или колониальное поселение (система нор, рис. 1) может быть населённой животными или пустующей (нежилой).

На примере обыкновенной полевки (*Microtus arvalis* Pall.) Н. В. Башенина (1962) показала, что величина индивидуального участка одного зверька фактически соответствует общим размерам кормовой площади семьи, однако самцы выходят за ее пределы. Поэтому у колониальных видов индивидуальные участки правильнее будет называть участком обитания, в который входит убежище (колония) с прилегающим к ней кормовым участком.

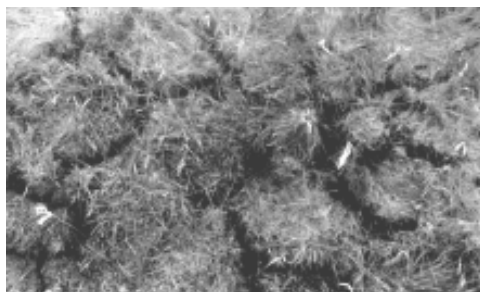


Рис. 1. Вскрытые ходы в колониях узкочерепной полевки.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в Степном государственном комплексном заказнике в Омской области. В 1999–2002 гг. для изучения пространственного распределения было помечено 368 экз. *Microtus gregalis* и 98 экз. *Lagurus lagurus*. Для изучения индивидуальных участков исследовано 212 зверьков (145 экз. *Microtus gregalis* и 67 экз. *Lagurus lagurus*).

Использовали метод мечения ампутацией пальцев и повторных отловов в живоловушки (Наумов, 1951). Использовались сетчатые живоловки со стандартной приманкой (хлеб с растительным маслом), снабженные дополнительной камерой для сухой травы и запасом корма (в качестве последнего использовался овес).

Ловушки на площадке устанавливались 2 способами:

- группами по 5–10 штук вокруг жилых колоний зверьков на площадке мечения в 3,4 га (май-июнь 1999–2000 гг., сентябрь 1999 г., май 2001 г., июнь-июль 2002 г. — на фазах подъема и депрессии численности);

- в сентябре 2000 г. (пик численности) на части территории площадью 2 га, где границы между колониями из-за высокой плотности населения зверьков не просматривались, ловушки выставлялись «сеткой» (параллельными

рядами: 18 рядов по 11 штук на расстоянии 10 м друг от друга и между рядами, всего 198), на остальной части территории — по колониям.

Для определения участков обитания в пик численности обоих видов использована методика вычисления конфигурации и площади участков обитания территориальных видов животных по координатам их поимок на площадке мечения, основанная на методе гармонической средней (Dixon, Chapman, 1980).

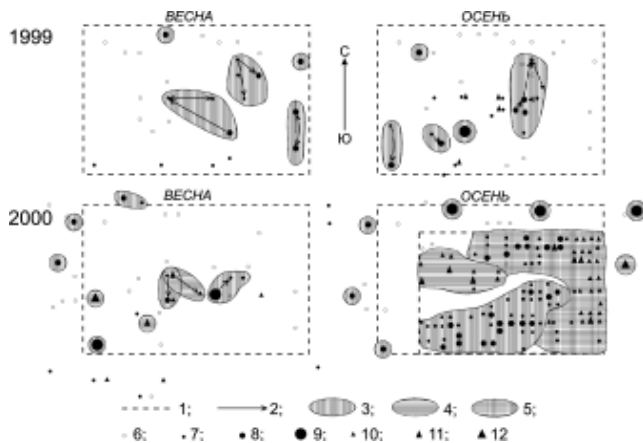


Рис. 2. Пространственное размещение колоний *M. gregalis* и *L. lagurus* на площадке мечения в степной зоне Омской области в 1999–2000 гг.

1 — граница площадки мечения; 2 — направления перемещений зверьков; 3 — территория, населённая только *M. gregalis*; 4 — территория, населённая только *L. lagurus*; 5 — совместно используемая территория; 6 — нежилые колонии зверьков; 7–9 — точки поимок *M. gregalis*: 7 — 1–3 зверька; 8 — 4–6 зверьков; 9 — 7 и более зверьков; 10–12 — точки поимок *L. lagurus*: 10 — 1–3 зверька; 11 — 4–6 зверьков; 12 — 7 и более зверьков. В зоне совместного использования (осень 2000 г.) значками показаны точки, где ловились зверьки только одного вида.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Участки обитания

Площади участков обитания (средние площади *M. gregalis* — 731,8 м² и *L. lagurus* — 658,6 м²) между двумя видами достоверно не отличаются ($F(1; 210) = 0,8$; $p = 0,77$).

Размеры участков обитания самцов и самок у каждого вида достоверно не отличаются между собой:

$F(1; 143) = 1,3$; $p = 0,25$ — для узкочерепной полевки (средние площади ♀ (n=59) — 876,8±197 м²; ♂ (n=86) — 617,8±130,6 м²);

$F(1;63)=3,8$; $p=0,5$ — для степной пеструшки (средние площади ♀ ($n=23$) — $287,3 \pm 47,9$ м² и ♂ ($n=42$) — $898,6 \pm 229,5$ м²).

Для узкочерепной полевки площадь участков обитания у размножающихся зверьков (средняя площадь ($n=20$) — $1879,1 \pm 562,4$ м²) статистически достоверно больше ($F(1;143)=19,37$; $p=0,00021$), чем у неразмножающихся (средняя площадь ($n=125$) — $538,2 \pm 83,7$ м²).

Колониальные поселения

За время проведения многосуточных отловов менялся характер пространственного размещения колониальных поселений узкочерепной полевки и степной пеструшки. На площадке всегда имеются места повышенной плотности грызунов, местоположение которых постепенно меняется (рис. 2).

На пике численности происходит «размывание» границ между колониями, но оба вида сохраняют свойственную им структуру колониальных поселений, т.е. наблюдается не случайное, а агрегированное распределение особей (рис. 3). Территории, на которых ловились особи узкочерепной полевки и степной пеструшки, частично перекрывались (рис. 2).

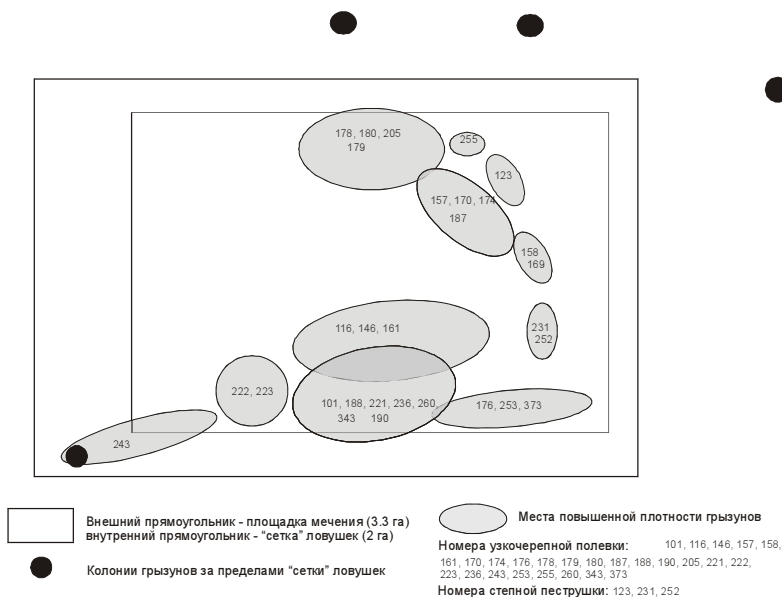


Рис. 3. Предполагаемые участки обитания, прилегающие к колониальным поселениям узкочерепных полевков, в сентябре 2000 г. с обозначенными номерами ловившихся помеченных особей.

ВЫВОДЫ

Результаты индивидуального мечения указывают на существование колониальной пространственной структуры у обоих степных видов, которая сохраняется независимо от фазы динамики численности.

На примере двух видов показано, что на пике численности независимо от пола различий в размерах участков обитания у узкочерепной полевки и степной пеструшки нет.

Для функционально активной части популяции узкочерепной полевки установлена достоверно большая площадь участков обитания.

Отсутствие у обоих степных видов в отличие от лесных видов постоянных оптимальных стадий обитания указывает на кочевую (номадную) пространственную структуру степных видов, которая наряду с колониальностью является адаптацией мелких грызунов к обитанию в биотопически однородной степной зоне.

ЛИТЕРАТУРА

- Башенина Н.В. Экология обыкновенной полевки. М.: Изд-во МГУ, 1962. 310 с.
- Гладкина Т.С. Особенности изменчивости серых полевок и степной пеструшки и прогноз их распространения // Грызуны: Материалы V Всесоюз. совещ. М., 1980. С. 172–174.
- Громов И.М., Поляков И.Я. Фауна СССР. Млекопитающие. Полевки. Л.: Наука, 1977. Т. III. Вып. 8. 504 с.
- Наумов Н.П. Новый метод изучения экологии мелких лесных грызунов // Фауна и экология грызунов. М., 1951. Т. 4. С. 3–21.
- Dixon K.R., Chapman J.A. Harmonic mean measure of animal activity areas // Ecology. 1980. V. 61. № 5. P. 1040–1044.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЧВЕННОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВОВ НА САМОЗАРАСТАЮЩИХ ОТВАЛАХ ШАБРОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТАЛЬКА (СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Д.В. Солюдовников

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Скорость естественного восстановления нарушенного почвенного покрова изучена крайне слабо из-за трудности определения возраста почв. В этом отношении самозарастающие промышленные отвалы являются удобным объектом для изучения формирования почв (онтогенеза). Уничтожение при-

родных экосистем приводит к появлению на дневной поверхности разнообразных горных пород и их смесей, физико-химические свойства которых оказывают существенное влияние на восстановление экосистем. Для изучения естественного восстановления почв нами выбраны почвы, образованные на тальковых (магнезиальных) породах.

В задачи нашего исследования входили оценка состояния растительности на самозарастающих 20-, 40- и 70-летних участках промышленных отвалах; составление морфологического описания почвенных профилей на указанных разновозрастных участках; сравнение полученных характеристик с состоянием фоновой растительности и фоновой почвы; изучение физико-химических характеристик разновозрастных почв.

Шабровское месторождение талька представлено двумя карьерами. Для изучения были взяты разновозрастные отвалы вскрышных пород: 40- и 70-летние, расположенные возле старой линзы, и 20-летний отвал — возле новой. На участке между двумя карьерами был сделан разрез фоновой почвы.

Фоновая растительность представлена спелым смешанным (сосново-березовым) лесом. Травянисто-кустарничковый ярус представлен типично лесной растительностью. Восстановление растительности на отвалах идет по зональному типу. С увеличением возраста отвала увеличивается видовое разнообразие растительности. Растительность 70-летнего отвала наиболее близка по составу к фоновой растительности. Древесный ярус представлен сосной, березой, осиной. Травяно-кустарниковая растительность представлена лесными и синантропными видами.

В почвенном профиле фоновой почвы морфологически выделяется следующие горизонты: верхний (0–2 см) рыхлой подстилки (горизонт A0); под подстилкой залегает горизонт A1, мощностью 2–9 см, темно-серый с непрочной мелкокомковатой структурой с большим количеством корней. Переход в следующий горизонт A1A2 замечен по цвету. Окраска становится рыжеватой с серыми затеками, структура пластинчатая, мощность горизонта 9–14 см. Далее выделяем горизонт A2 — 14–27 см, горизонт A2B1 — 27–34 см, горизонт B1, мощностью 34–50 см, BC — 50–80 см.

По сравнению с фоновой почвой на отвалах мощность рыхлой подстилки A0 существенно не отличается и составляет 0–2 см. Мощность гумусового горизонта A1 изменяется в зависимости от возраста отвала. Наиболее мощный гумусовый горизонт наблюдается на 70-летнем отвале — 2–7 см (5 см), горизонт затеков A1A2 — 7–12 см (5 см). Мощность гумусового горизонта 40-летнего отвала — 2–4 см (2 см), горизонта A1A2 — 4–9 см (5 см). Самый небольшой гумусовый горизонт наблюдается у 20-летнего отвала, мощность горизонта A1 — 1–3 см (2 см), переход в следующий горизонт резкий, гори-

зонт затеков не выделяется. Таким образом, можно говорить о первом этапе формирования гумусового горизонта на нарушенной территории.

Для изучения динамики восстановления почвенного покрова образцы почвы были проанализированы на процентное содержание гумуса (по Тюрину), азота (по Нesslerу), определен pH. Наибольшее количество гумуса обнаруживается в фоновой почве, снижение гумуса по профилю постепенное. Ближе всего к фоновой почве содержание гумуса в почвенном разрезе 70-летнего отвала, снижение гумуса по горизонтам резкое. Содержание азота 70-летней почвы превышает показатели фоновой почвы в связи с большим разнообразием бобовых культур на отвале. Таким образом, можно говорить о том, что даже 70-летняя почва не достигает тех же характеристик, что и фоновая.

АНАЛИЗ ФЛОРЫ СЕМИРУДЕРАЛЬНЫХ ВЕТЛАНДОВ

М.Н. Статных*, Н.Б. Куянцева**

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

***Ильменский государственный заповедник, г. Миасс*

Трансформация флористического состава сообществ под воздействием различных антропогенных факторов отражает сущность процесса синантропизации флоры и растительности. Внедрение синантропных видов в растительные сообщества снижает биоразнообразие, так как в результате обедняется видовой состав и упрощается структура растительных сообществ (Горчаковский, 1999). Данное явление характерно и для флор охраняемых территорий, где доля синантропных видов может составлять от 1 до 40% и более (Нухимовская, 1997). Экобиоморфологический, ценотический и хорологический анализы выявили незначительное присутствие во флоре ветландов Ильменского госзаповедника (ИГЗ) таких форм. Все они относятся к терофитам, эвритопам и имеют широкие голарктические, евразийские и паллиарные ареалы. Это позволило нам предположить, что изучаемые объекты достаточно устойчивы к антропогенному воздействию. Для проверки данной гипотезы были исследованы сообщества ветландов, расположенные на территории, предлагаемой для включения в систему ООПТ как проектируемый природный парк (ППП) «Турго-як». Изученные ценозы представляют собой заболачивающиеся берега водоемов, подверженных туризму, выпасу скота, рыбному промыслу, и имеют развитую дорожно-тропинную систему.

Цель настоящей работы — сравнить флору ветландов ИГЗ и антропогенно трансформированных территорий.

Прибрежно-водная флора ИГЗ насчитывает 148 видов сосудистых растений, относящихся к 46 семействам, ППП «Тургойк» — 57 видов, относящихся к 28 семействам.

Анализ биоморфологической структуры показал, что флора переувлажненных местообитаний образована, в основном, травянистыми растениями. Многолетние виды составляют около 90% (для ИГЗ — 95%; для ППП — 89%). Среди них самые многочисленные (до 50%) — вегетативно подвижные (длиннокорневищные и надземностолонные) растения. Такие биоморфы способствуют накоплению органо-минерального материала и лучше закрепляются на подвижном субстрате. В экологическом спектре флоры переувлажненных местообитаний как ИГЗ, так и ППП преобладают гигромезофиты; мезофиты, гидрофиты и гидрогидрофиты представлены примерно в одинаковом соотношении; число гидрофитов незначительно. Однако, долевое участие экотипов различно: во флоре ветландов ИГЗ высока роль гидрогидрофитов и гидрофитов, а во флоре ППП — гигромезофитов и мезофитов. Большая часть видов переувлажненных местообитаний относится к болотной и прибрежной группам, на долю которых приходится от 41% (ППП) до 71% (ИГЗ), что отражает специфику изучаемого экотопа. Флоры ветландов ИГЗ и ППП включают 3% и 9% сорных растений соответственно.

Распределение видов по грациям ландшафтной активности выявило преобладание во флоре парка низкоактивных видов (69% от общего числа), являющихся стенофитами. Среди низкоактивных гигромезофиты составляют 45%, мезофиты — 25%; среднеактивных видов — 31%; высокоактивных — 5% (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. (эвритоп), *Tussilago farfara* L., *Poa annua* L.).

В сообществах ветландов ППП отмечено 14 синантропных видов, среди которых археофитов — 2 (*Persicaria lapathifolium* (L.) S.F.Gray, *Lactuca serriola* L.); неофитов — 2 (*Chenopodium glaucum* L., *Lepidothea suaveolens* (Pursh) Nutt); естественных синантропных видов — 10 (*Poa annua* L., *Potentilla anserina* L., *Tussilago farfara* L. и др.). В фитоценозах переувлажненных местообитаний доминируют только естественные синантропные виды (*Bidens tripartita* L., *Urtica dioica* L., *Agrostis stolonifera* L.). По классификации И. Хэнски (Hanski, 1982), все они относятся к «горожанам» — массовым видам в большинстве случаев с ограниченным диапазоном распространения. В целом, преобладают «спутники» (8) — малообильные виды с узкой эколого-фитоценотической амплитудой, например *Polygonum aviculare* L., *Taraxacum officinale* Wigg. и др. Среди «сельских» встречено 3 вида: *Potentilla anserina* L., *Persicaria lapathifolium* (L.) S.F.Gray и *Plantago major* L. Биоморфологический

анализ синантропных видов показал, что среди них доминируют монокарпики (во всех группах по времени иммиграции), доля длиннокорневищных и надземностолонных форм на порядок меньше. Особенности экотопов нивелируют происхождение как аборигенных, так и адвентивных видов и влияют на отбор их близких жизненных форм.

Исследуемый гигрофильный флористический комплекс, в целом, представляет собой достаточно стабильное образование, что согласуется с мнением Л.М. Абрамовой (2002). В большинстве своем синантропные виды относятся к гигромезофитам (43%) и мезофитам (57%), доказывающим их факультативность по отношению к изученным растительным группировкам. Индекс синантропизации флоры ветландов парка равен 24%, в то время как индекс синантропизации флоры ИГЗ, в целом, составляет 21,7%, а для флоры переувлажненных местообитаний ИГЗ — 4%. Мы предполагаем, что умеренная рекреация и хозяйственное использование мало влияют на естественный ход процессов зарастания водоемов.

ЛИТЕРАТУРА

- Абрамова Л.М. Оценка уровня адвентизации синантропных ценофлор Зауралья республики Башкортостан // Бюлл. МОИП. 2002. Т. 107. Вып. 3. С. 83–88.
- Горчаковский П.Л. Антропогенная трансформация и восстановление продуктивности луговых фитоценозов. Екатеринбург, 1999. 156 с.
- Нухимовская Ю.Д. Антропогенное воздействие на природу заповедников // Экология заповедных территорий России / Под ред. В.Е. Соколова, В.Н. Тихомирова. М., 1997. С. 233–364.
- Hanski I. Distributional ecology of anthropochorous plant in villages surrounded by forests // Ann. Bot. Fenn. 1982. V. 19. P. 1–15.

ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ *SAXIFRAGA CERNUA* L. И ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ НА НЕЕ ВЛИЯНИЕ

О.Е. Сушенцов

Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург

Камнеломка поникающая (*Saxifraga cernua* L.) — многолетнее поликарпическое полурозеточное короткорневищное травянистое растение. Доминирующий тип размножения — псевдовивипария, заключается в образовании на месте цветка вегетативной диаспоры — бульбочки. При описании онтогенеза *S. cernua*

выделено 6 возрастных состояний: бульбочка, ювенильное, имматурное, виргинильное, молодое генеративное, средневозрастное генеративное.

По географическому распространению камнеломка поникающая — типичный арктоальпийский вид с непрерывным циркумполярным ареалом в тундровой зоне. В таежной зоне *S. setosa* произрастает исключительно по известняковым обнажениям в виде малочисленных изолированных популяций. В высокогорьях нередко населяет изолированные рефугиумы, разделенные большими расстояниями.

Исследование популяций камнеломки поникающей проводилось методом пробных площадок в трех местообитаниях: на Северном Урале на территории горного массива Денежкин Камень и на правом берегу реки Сосьва, а также на Среднем Урале на правом берегу реки Реж. Материал исследования представлен в количестве 1309 растений: из них на Денежкином Камне в 2000 году было описано 546 особей с 9 пробных площадок, в 2001 году — 351 особь с 6 площадок. Сборы с реки Сосьва составили 104 особи с 3 площадок, а с реки Реж — 308 особей с 4 площадок.

В ходе исследования установлено, что возрастные спектры камнеломки поникающей во всех местообитаниях являются нормальными, неполночленными с максимумом на группе прегенеративных растений.

При изучении пространственной структуры популяций камнеломки поникающей была выявлена неоднородность размещения растений в пределах площадки. Выделены две группы растений: скопления с расстоянием между особями менее 1 см и одиночные растения с расстояниями между особями более 1 см.

При сравнении возрастного спектра скоплений и одиночных растений различия статистически значимы как для каждой площадки в отдельности, так и для совокупностей особей скоплений и одиночных растений в каждом местообитании (рис. 1, 2), за исключением Сосьвы, где различия между возрастными спектрами скоплений и одиночных растений статистически не значимы.

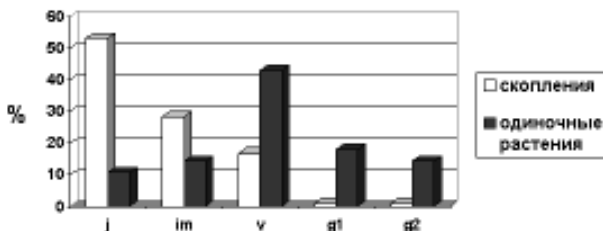


Рис. 1. Возрастные спектры скоплений и одиночных растений местообитания р. Реж.

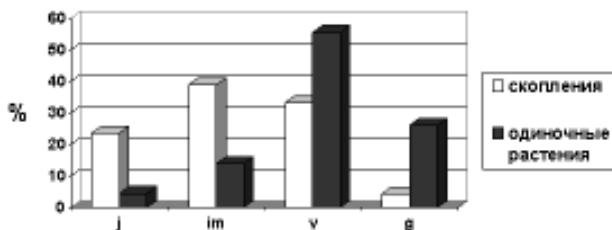


Рис. 2. Возрастные спектры скоплений и одиночных растений местообитания Денежкин Камень.

При анализе возрастных спектров по местообитаниям в 2001 году наблюдаются статистически значимые различия, связанные с географическим положением. Выявляется широтно-высотный градиент по линии: Реж (Средний Урал, равнина) — Сосьва (Северный Урал, равнина) — Денежкин Камень (Северный Урал, горы) (рис. 3).

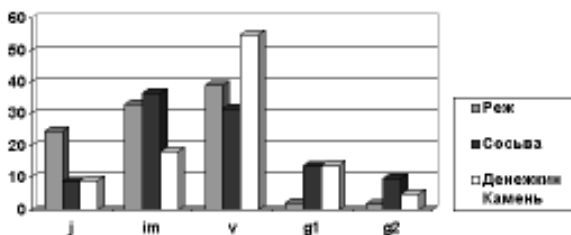


Рис. 3. Суммарные возрастные спектры местообитаний.

В этом ряду прослеживается тенденция к смещению возрастного спектра на более поздние этапы онтогенеза. В местообитании Реж относительно велика доля ювенильных растений и крайне мало генеративных. При перемещении на север, в местообитание Сосьва, мы наблюдаем резкое снижение доли ювенильных и увеличение доли генеративных растений, а также некоторое увеличение доли имматурных особей. При подъеме в горы уменьшается доля имматурных растений и наблюдается увеличение доли виргинильных. Кроме того, наблюдается некоторое снижение доли средневозрастных генеративных растений.

В этом ряду местообитаний (Реж — Сосьва — Денежкин Камень) смещение возрастных спектров совпадает с увеличением суровости климата, а именно, снижением среднемесячных температур, особенно в летние месяцы, уменьшением вегетационного периода и др., что вызывает уменьшение доли наименее

устойчивых начальных этапов онтогенеза и приводит к увеличению доли более устойчивых возрастных состояний. Вероятно, подобное изменение возрастных спектров связано с различием климатических условий местообитаний.

При анализе возрастных спектров за два года в пределах местообитания Денежкин Камень выделены три группы площадок, статистически значимо ($P < 0,05$) различающиеся по возрастным спектрам (рис. 4).

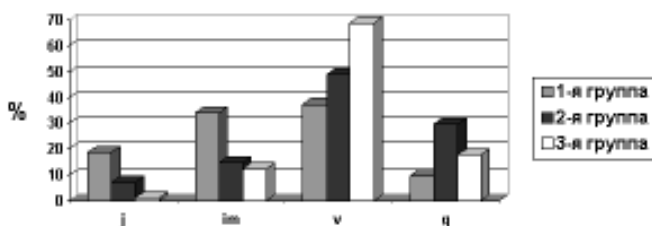


Рис. 4. Возрастные спектры групп местообитания Денежкин Камень.

Из рисунка 4 видно, что возрастной спектр первой группы смещен на более ранние этапы онтогенеза. Возрастной спектр второй группы характеризуется относительно высокой долей генеративных растений. Возрастной спектр третьей группы отличается максимально высокой долей виргинильных растений и очень низкой ювенильных.

Дифференциацию возрастных спектров площадок на группы можно объяснить, исходя из различий в условиях местообитания. Все площадки третьей группы располагались в сильном затенении. Площадки второй группы находились в местах с недостатком влаги. Площадки первой группы располагались в условиях относительно хорошего освещения и умеренного увлажнения.

Скопления наблюдаются только в сравнительно благоприятных условиях, в неблагоприятных происходит снижение их доли или они исчезают (табл.).

Таблица. Распределение скоплений между группами площадок местообитания Денежкин Камень

№ группы	Общее количество площадок	В том числе со скоплениями	Доля растений, образующих скопления на площадке
1	6	5	55-86%
2	5	1	19%
3	4	1	43%

ВЫВОДЫ

Возрастные спектры *S. serotina* во всех местообитаниях являются нормальными, неполночленными с максимумом на группе прегенеративных растений.

Возрастной спектр скоплений смещен на более ранние стадии онтогенеза по сравнению с возрастным спектром одиночных растений.

При анализе географической изменчивости возрастной структуры обнаружено смещение возрастного спектра на более поздние онтогенетические состояния для местообитаний, расположенных на более высокой широте и большей высоте над уровнем моря.

На возрастной спектр влияют условия влажности и освещенности площадок. В благоприятных условиях возрастной спектр смещается на более ранние этапы онтогенеза. Скопления наблюдаются только в относительно благоприятных условиях, в неблагоприятных происходит снижение их доли или они исчезают.

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРОДА НА СОСТОЯНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО ФОНДА У ДЕТЕЙ ПЕРИНАТАЛЬНОГО ПЕРИОДА РАЗВИТИЯ

А.Э. Тарханова, А.А. Тарханов

Уральская государственная медицинская академия, г. Екатеринбург

Избыточное поступление тяжелых металлов (ТМ) в организм человека и животных является характерным для зоны Среднего Урала, где наиболее мощным источником отрицательного воздействия на природу являются отходы перерабатывающих предприятий. В современных условиях ухудшающейся экологической обстановки в Уральском регионе отмечается осложнение демографической ситуации и общий сниженный уровень популяционного здоровья.

Наши предшествующие исследования показали дисбаланс в организме женщин и их новорожденных макро- и микроэлементов: дефицит эссенциальных Fe, Cu, Zn, Mg и повышение концентрации экотоксичных Cd, Pb. Указанные изменения играют значительную роль в патогенезе возникновения заболеваний у беременных женщин и их детей. Особое значение в поддержании гомеостаза приобретает состояние аминокислотного пула, защищающего организм от повреждений, острых и хронических отравлений экотоксикантами. Но многие вопросы биохимического гомеостаза при экстремальных техногенных воздействиях остаются нерешёнными, отсутствуют точные сведения об изменениях аминокислотного обмена и их адаптивной направленности.

Аминокислотный фонд соматически здоровых женщин крупного промышленного города Екатеринбурга и их новорожденных включает 27 аминокислот. Анализ данных показывает, что исходный уровень азотистого метаболизма у женщин достоверно выше, чем у детей. У новорождённых отмечается повышенный уровень глутаминовой кислоты, являющейся предшественником биологически активных соединений, обеспечивающей синтез незаменимых аминокислот и участвующей в детоксикации ионов тяжёлых металлов в организме, например, свинца. Обращает на себя внимание и увеличение в 2 раза аминокислот (АК) и их пулов, на долю которых приходится около 70% общего фонда аминокислот: аспарагиновой и глутаминовой кислот, пролина, глицина, аланина и лизина. Учитывая, что избыток токсических микроэлементов в тканях может вызывать признаки отравления, сопровождающиеся снижением активности и биосинтеза ферментов, реактивное участие аминокислотного пула в процессах детоксикации становится определяющим в коррекции микроэлементного статуса организма (Cousins, 1979; Prasad, 1979; Loeb et al., 1980; Chang et al., 1982; Eichorn, 1984; Schrauser, 1984).

Известно, что повышенное содержание свободных аминокислот способствует связыванию в комплексную нетоксичную форму большего количества токсичных ионов тяжёлых металлов. Так, следует отметить высокую концентрацию у женщин и детей города Екатеринбурга цистеина, таурина и цистеиновой кислоты, участвующих в процессах детоксикации меди, цинка, свинца и кадмия. А высокие концентрации гистидина в сыворотке крови у женщин и детей обеспечивают поступление меди и цинка внутрь клетки в нетоксичной форме.

Ранее нами было показано, что новорожденные составляют группу высокого риска развития патологических состояний, спровоцированных способностью ТМ к трансплацентарному переходу. Снижение суммарного фонда свободных аминокислот отмечали у детей, родившихся от женщин с анемией. Наблюдаемая гипоаминоацидемия сопровождается значительным падением концентрации незаменимых аминокислот: триптофана, фенилаланина, лизина, метионина, валина, аргинина, гистидина, лейцина и изолейцина, треонина. Особенное значение имеют незаменимые аминокислоты, которые активно используются в процессе гемоглобинообразования.

Исследования показали, что влияние экологически неблагоприятных факторов на репродуктивную систему проявляется в перераспределении аминокислотного состава крови женщин и их новорожденных. Установлены корреляционные зависимости между основными параметрами здоровья, аминокислотным обменом и содержанием макро- и микроэлементов в системе «мать-новорожденный».

СИНАНТРОПИЗАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЗАПОВЕДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

О.В. Телегова

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

К синантропным относятся как местные, так и инорайонные растения, позиция которых в составе растительных сообществ усиливается при возрастании антропогенной нагрузки (Горчаковский, 1984).

Исследования проведены в Висимском государственном природном биосферном заповеднике (ВГПБЗ) и на территории природного парка «Оленьи ручьи». Цель исследований заключалась в выявлении закономерностей синантропизации растительного покрова данных территорий.

В природных резерватах были изучены все в той или иной степени антропогенно трансформированные растительные сообщества. Для этого на открытых участках закладывались пробные площадки (ПП) размером 25 м², на тропах и дорогах — размером 10 м². На ПП выявлялся видовой состав, оценивалось обилие видов по шкале Друде и общее проективное покрытие (ОПП). Классификация синантропных растительных сообществ была проведена на эколого-фитоценологической основе. Параллельно нами был использован метод кластерного анализа пакета Statistica 5.0 для Windows (Телегова, 2002).

В составе синантропной флоры природного парка было выявлено 149 видов сосудистых растений, относящихся к 113 родам и 31 семейству. В составе синантропной флоры Висимского заповедника выявлено 86 видов сосудистых растений, относящихся к 68 родам и 23 семействам. Ведущие семейства синантропной флоры природного парка и заповедника представлена в табл. 1.

Сравнивая таксономическую структуру синантропной флоры природного парка с аналогичными показателями ВГПБЗ, необходимо отметить сходство основного состава ведущих семейств.

Исследования показали, что в природном парке больше синантропных видов, чем в заповеднике (149 видов и 86 видов соответственно), в том числе апофитов (113 и 74 вида) и антропофитов (36 и 12 видов). Это связано с более высокой рекреационной нагрузкой и большим разнообразием антропогенных местообитаний.

В результате биоморфологического анализа было выявлено преобладание многолетних корневищных видов (30% и 36% в сравниваемых территориях соответственно). Второе место занимают многолетние стержнекорневые виды (18% и 13%). Значительна в исследованной флоре доля малолетников (33,6% и 26,7%).

Таблица 1. Ведущие семейства синантропной флоры

Семейства	«Оленьи ручьи»	ВГПБЗ
Asteraceae	26	11
Poaceae	15	17
Brassicaceae	14	3
Rosaceae	11	8
Fabaceae	11	6
Apiaceae	9	4
Lamiaceae	9	6
Polygonaceae	7	4
Caryophyllaceae	6	5
Scrophulariaceae	5	1
Boraginaceae	4	3
Ranunculaceae	4	2
Plantaginaceae	3	1
Juncaceae	2	3
прочие	23	13
всего	149	86

Было показано, что основу синантропной флоры составляют луговые растения (42% и 45% соответственно). Второй группой являются луго-лесные растения (21% и 16%). Рудеральные и рудерально-сегетальные виды составляют значительную часть синантропной флоры природного парка (11,3% и 14,8%), в заповеднике на долю рудеральных видов приходится 22% видов, рудерально-сегетальные виды отсутствуют.

По отношению к увлажнению наибольшим числом видов представлены мезофиты (69% и 72% соответственно). Гигромезофиты занимают второе место в составе синантропной флоры заповедника (24% видов). В природном парке на втором месте ксеромезофиты (14,8% видов), в основном, это виды, обнаруженные на железнодорожной насыпи.

По широтной приуроченности наиболее представлена группа бореальных видов (62% и 73% в сравниваемых резерватах соответственно). На втором месте — полизональные виды (17% и 14%), на третьем — бореально-неморальные виды (по 10%). Среди долготных элементов преобладают евроазиатские (59% и 50%). Кроме того, также большое значение имеют голарктические (28% и 17%) и евро-сибирские (8% и 20%) элементы. Таким образом, можно заключить, что исследованная флора представлена видами, имеющими широкое распространение.

Показателем нарушенности естественной флоры служит индекс синантропизации (ИС). Для «Оленьих ручьев» он равен 15,8% (всего на территории природного парка произрастает 940 видов). П.Л. Горчаковским, А.А. Демченко (2002) указано, что индекс синантропизации ВГПБЗ, вычисленный по

Таблица 2. Растительные сообщества ВГПБЗ

доминанты	колея	луготы	кортоны	межколей - обочина	лесные
	<i>Poa annua</i> (sp-cop ₃)	<i>Deschampsia caespitosa</i> (sp-cop ₁), <i>Filipendula ulmaria</i> (sp-cop ₂)	<i>Ranunculus repens</i> (cop ₃), <i>Urtica dioica</i> (cop ₃)	<i>Veronica chamaedrys</i> (sp), <i>Ajuga reptans</i> (sp)	<i>Calamagrostis langsdorffii</i> (cop ₂)
КОДОМИНАНТЫ	<i>Plantago major</i> (sol-sp), <i>Prunella vulgaris</i> (sol-sp)	<i>Cirsium heterophyllum</i> (sol-sp), <i>Geum rivale</i> (sol-sp), <i>Bistorta major</i> (sol-sp)	<i>Dactylis glomerata</i> (sp), <i>Deschampsia caespitosa</i> (sp)		<i>Equisetum sylvaticum</i> (sp), <i>Chamaenerion angustifolium</i> (sp)
ВСЕГО ВИДОВ	36	141	107	74	84
видов на 1 пп	4-15	20-30	17-34	10-24	10-23
ОПП, %	10-50	60-95	60-95	40-80	30-80
ИС, %	80-100	50-70	50-80	30-70	30-60
ИА, %	0	0-1	0-1	0	0-1

Таблица 3. Растительные сообщества природного парка «Олены ручьи»

доминанты	дорожно-тропиночная сеть	ж/д насыпь	луготы	опушечно лесные	лесные
	<i>Poa annua</i> (cop1-cop ₃), <i>Plantago major</i> (sp-cop ₃)	<i>Chamaenerion angustifolium</i> (sp-cop ₃), <i>Equisetum sylvaticum</i> (sp-cop ₂)	<i>Alchemilla</i> sp. (cop1-cop ₃), <i>Taraxacum officinale</i> (sp)	<i>Urtica dioica</i> (sp-soc), <i>Geranium pratense</i> (sol-cop1)	<i>Aegorodium podagraria</i> (sp-cop1), <i>Calamagrostis arundinacea</i> (sp-cop1)
КОДОМИНАНТЫ	<i>Deschampsia caespitosa</i> (sol-cop1), <i>Poa pratensis</i> (sol-cop1)	<i>Elytrigia repens</i> (sol-sp)	<i>Trifolium medium</i> (sol-sp)	<i>Dactylis glomerata</i> (sol-sp), <i>Heracleum sibiricum</i> (sol-sp)	<i>Lathyrus vernus</i> (sp), <i>Geranium sylvaticum</i> (sol-sp)
ВСЕГО ВИДОВ	112	121	130	138	125
видов на 1 пп	2-15	18-30	20-30	13-30	20-40
ОПП, %	2-55	30-80	40-80	60-100	20-50
ИС, %	80-100	72-100	76-100	60-90	30-50
ИА, %	0-5	6-20	0-5	3-20	0-5

данным Л.В. Мариной (1996), составил 19,7%. В результате наших исследований, проведенных в 2002 году, значение индекса синантропизации не изменилось, что свидетельствует о стабильном незначительном уровне антропогенной нагрузки.

На основе анализа литературных данных на территории 35 заповедников бывшего СССР уровень синантропизации колеблется от 1 до 40%. Таким образом, можно заключить, что уровень синантропизации ООПТ Среднего Урала незначительный и составляет 15–20%.

Индекс адвентизации (ИА) — доля адвентивных видов в процентах от общего числа видов, известных для данной территории, для природного парка составил 3,7%; для ВГПБЗ — 2,5%. Увеличение индекса адвентизации в природном парке объясняется наличием на его территории населенных пунктов и железной дороги, которые являются основными источниками проникновения заносных видов.

Индекс апофитизации — доля апофитов в процентах от общего числа синантропных видов, в природном парке равен 76,5%, а в ВГПБЗ — 93,2%. Таким образом, можно утверждать, что основу синантропной флоры изученных территорий составляют виды местной флоры.

В результате исследований были выделены основные группы растительных сообществ антропогенных местообитаний. В таблице 2 и 3 приводятся характерные черты данных сообществ.

Таким образом, можно утверждать, что синантропные растительные сообщества природного парка и ВГПБЗ характеризуются разной степенью антропогенных изменений. При высокой антропогенной трансформации (сообщества дорожно-торпиночной сети и железнодорожной насыпи природного парка и колея в ВГПБЗ) наблюдается резкое снижение видового разнообразия, значительный вклад синантропных видов в сложение растительных сообществ, присутствие значительного числа заносных видов. При среднем уровне антропогенной нагрузки (опушечно-лесные, луговые сообщества природного парка и луговые сообщества и окрестности кордонов заповедника) наблюдается значительное увеличение видового разнообразия и общего проективного покрытия. При низком уровне антропогенной нагрузки сохраняется высокая доля лесных видов, что свидетельствует о восстановлении естественных лесных сообществ, характерных для данной территории.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 02–04–49462 и «Ведущие школы» НШ № 2140.2003.4.

ЛИТЕРАТУРА

Горчаковский П.Л. Антропогенные изменения растительности: мониторинг, оценка, прогнозирование // Экология. 1984. № 5. С. 3–16.

- Горчаковский П.Л. Демченко А.А. Сравнительная оценка флористического разнообразия особо охраняемых природных территорий // Экология. 2002. № 6. С. 403–411.
- Марина Л.В. Дополнение к флоре сосудистых растений Висимского заповедника // Проблемы заповедного дела: 25 лет Висимскому заповеднику. Екатеринбург, 1996. С. 93–95.
- Телегова О.В. Особенности синантропных растительных сообществ Висимского государственного заповедника // Биота горных территорий: история и современное состояние: Материалы конф. Екатеринбург: изд-во «Академкнига», 2002. С. 222–225.

ДИНАМИКА ЛЕСОТУНДРОВЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ВЕРХНЕМ ПРЕДЕЛЕ ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ (ГОРА СЛАНЦЕВАЯ, ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

М.М. Терентьев

Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург

Изучению динамики растительных экосистем в настоящее время уделяется большое внимание. В первую очередь это связано с исследованием реакции экосистем на глобальное потепление климата. Интересным районом для разработки подобных вопросов является Полярный Урал (Shiyatov, 2003). Природа этого региона незначительно затронута деятельностью человека. Основными антропогенными факторами, влияющими на окружающую среду, являются выпас оленей и рекреационная нагрузка. В то же время растительность, произрастающая на пределе своего распространения, чувствительна к изменению климатических факторов, особенно температуры.

В настоящей работе проведен анализ изменений облесенности подгольцового пояса и смещений верхнего предела произрастания редин, редколесий и сомкнутых лесов в XX веке в связи с наблюдавшимся потеплением климата на примере г. Сланцевой (Полярный Урал, бассейн р. Соби).

В ходе полевых работ было произведено крупномасштабное картирование лесотундровых выделов, дифференцированных по комплексу таксационных характеристик и фитоценоотическому статусу. Для каждого выдела проводилось глазомерное определение параметров современных древостоев, а также реконструкция этих параметров на середину и начало 20 века. Выдела по фитоценоотическому статусу древостоя были разделены на 4 категории: сомкнутый лес (сомкнутость крон более 40%, среднее расстояние между деревьями менее 7–10 м); редколесье (сомкнутость 10–40%, расстояние от 7–10 до

20–30 м); редина (сомкнутость менее 10%, расстояние от 20–30 до 40–50 м); тундра с отдельными деревьями (сомкнутость менее 10%, расстояние более 50 м). Всего было закартировано 138 выделов общей площадью 713 га.

На основе полученной информации разработана структура базы данных в СУБД MS Access. При помощи ГИС ARC/INFO (ESRI Inc, США) были созданы электронные карты лесотундровой растительности района исследования на начало, середину XX века и начало XXI века (рис. 1). Создание базы данных и электронных карт позволило провести анализ площадей выделов, различных по фитоценоотическому статусу, и оценить пространственно-временную динамику лесотундровых экосистем в 20-м столетии.

Проведенные исследования показали, что в XX столетии на г. Сланцевой произошли значительные изменения облесенности территории за счет формирования редин и редколесий в тундровых сообществах и превращения ранее существовавших редин и редколесий в сомкнутые леса, а также редин в редколесья (табл.). Основные результаты исследований следующие.

Площадь тундры с одиночными деревьями снизилась к началу 60-х годов с 442 до 327 га (26%), а к концу столетия по сравнению с серединой века — всего на 5 га (1%). Это связано с тем, что наиболее благоприятные местообитания были заняты древесной растительностью в первой половине столетия.

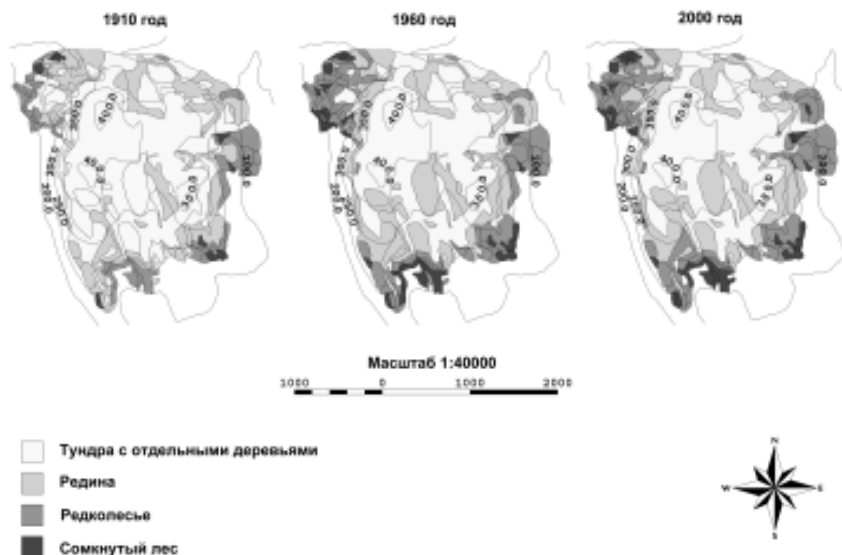


Рис. 1. Изменение площадей различных типов лесотундровых экосистем в XX веке.

Таблица. Изменение площадей различных категорий лесотундровых экосистем

	Начало 1910-х годов		Начало 1960-х годов		Начало 2000-х годов	
	га	%	га	%	га	%
Тундра с одиночными деревьями	442	100	327	74	322	73
Редины	181	100	213	118	202	112
Редколесья	79	100	133	169	146	185
Сомкнутые леса	11	100	39	360	43	394
Покрытая лесом площадь	90	100	172	192	189	210
Лесистость (%)	13	100	24	192	26	210

Площадь редины в первой половине столетия значительно возросла (на 18%), а во второй половине снизилась (на 6%) в связи с тем, что часть редины перешла в категорию редколесий.

Площадь редколесий возрастала в течении всего столетия — с 79 га в начале века до 146 га в конце века (на 85%).

Площадь сомкнутых лесов увеличилась в 4 раза (с 13 до 43 га). Участки сомкнутых лесов расположены в нижней части подгольцового пояса.

Степень облесенности (включая сомкнутые леса и редколесья) возросла к середине столетия с 13 до 24%, а к концу — до 26% (с 90 до 189 га).

В XX столетии на г. Сланцевой произошла значительная экспансия древесной растительности в тундровые сообщества (рис. 2).



Рис. 2. Изменение доли различных категорий лесотундровых экосистем.

На отдельных участках склонов верхняя граница распространения ре-дин сместилась в среднем на 270 м по склону и на 41 м по высоте, верхняя граница редколесий сместилась на 340 м и 52 м соответственно. Особенно сильные изменения произошли на защищенных от ветра участках с оптимальным увлажнением. Таковыми являются южный и северо-западный склоны. Основной причиной этих изменений является повышение летних температур в XX столетии на 0,9° С (Шиятов, Мазепа, 2002).

Данное исследование выполнено благодаря финансовой поддержке фондов РФФИ (грант № 02-04-48180) и INTAS (грант № 01-0052).

ЛИТЕРАТУРА

- Шиятов С.Г., Мазепа В.С. Климатогенная динамика лесотундровых экосистем в горах Полярного Урала // Экологические проблемы горных территорий: Материалы междунар. науч. конф. Екатеринбург: изд-во «Академкнига», 2002. С. 41–45.
- Shiyatov S.G. Rates of change in the upper treeline ecotone in the Polar Ural Mountains // PAGES News. 2003. V. 11. № 1. P. 8–10.

БУРОЗУБКИ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

О.В. Толкачев

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Целью нашего исследования было изучение влияния урбанизации на сообщество бурозубок. Работу проводили в центре города (в дендрарии Ботанического сада УрО РАН), в окраинных лесопарках г. Екатеринбурга и в 50 км юго-восточнее города, в районе биостанции УрГУ, которую считали контролем.

Учеты проводили по стандартной зоологической методике ловушко-линиями. За три года (2000–2003 гг.) отработано 5800 ловушко-суток. Всего отловлено 1324 мелких млекопитающих, из них представителей рода *Sorex* — 498 (37,5% от всех отловленных животных). Оценивали относительную численность населения бурозубок в различных локалитетах. Максимальное значение индекса плотности отмечено в Шувакишском лесопарке, его значение было также высоко в Калиновском лесопарке и контроле. Наименьшая относительная численность отмечена в дендрарии (табл. 1).

Всего в отловах присутствовало 5 видов бурозубок: *S.araneus*, *S.caecutiens*, *S.minutus*, *S.isodon*, *S.tundrensis*. Два последних вида представлены единичными экземплярами. Доля *S.araneus* в дендрарии составила 92,5%, в лесопарках — 91%, в контроле — 85%. Коэффициент видового разнообразия, рассчитанный по Л.А. Животовскому (1980), максимален в контроле (табл. 2).

Таблица 1. Относительная численность бурозубок в различных локалитетах

	контроль	дендрарий	Калиновский	Уктусский	Шувакишский	Юго-Западный
2000	20,50	1,33	4,67	1,00	7,00	10,67
2001	6,25	2,67	17,33	2,00	34,00	7,67
2002	1,60	3,33	2,67	-	3,00	4,33

Таблица 2. Коэффициент видового разнообразия

местообитание	контроль	дендрарий	Калиновский	Уктусский	Шувакишский	Юго-Западный
коэффициент	2,15±0,13	1,57±0,18	1,66±0,17	1,63±0,26	1,44±0,13	1,89±0,18

Видовое разнообразие в дендрарии и лесопарках значимо не различалось и было ниже, чем в контроле (табл. 2).

Таблица 3. Доля редких видов в сообществах бурозубок различных локалитетов

местобитание	контроль	дендрарий	Калиновский	Уктусский	Шувакишский	Юго-Западный
доля редких видов	0,28±0,04	0,22±0,09	0,45±0,06	0,19±0,13	0,52±0,04	0,37±0,06

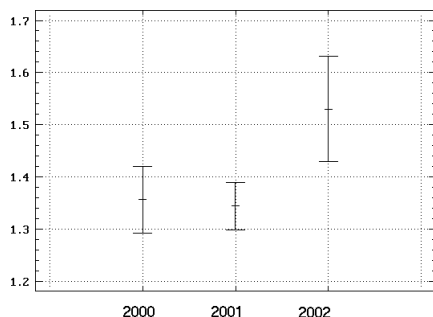
Таблица 4. Значимость различий коэффициентов видового разнообразия

объекты сравнения	показатель	значимость
контроль - дендрарий	2,61	значимо
контроль - Калиновский	2,29	значимо
контроль - Уктусский	1,79	незначимо
контроль - Шувакишский	3,86	значимо
контроль - Юго-западный	1,17	незначимо
дендрарий - Калиновский	0,36	незначимо
дендрарий - Уктусский	0,19	незначимо
дендрарий - Шувакишский	0,59	незначимо
дендрарий - Юго-западный	1,26	незначимо
Калиновский - Уктусский	0,10	незначимо
Калиновский - Шувакишский	1,03	незначимо
Калиновский - Юго-западный	0,93	незначимо
Уктусский - Шувакишский	0,65	незначимо
Уктусский - Юго-западный	0,82	незначимо
Шувакишский - Юго-западный	2,03	значимо

Из всех лесопарков только в Юго-западном, несмотря на воздействие урбанизации, коэффициент видового разнообразия был сравним с таковым в контроле. Однако, в рассматриваемом лесопарке доля редких видов (табл. 3) была выше по сравнению с биостанцией, что говорит о более равномерном распределении видов в контроле в сравнении с лесопарками.

Сравнение индексов состояния для зверей из различных местообитаний, а также по годам отловов мы проводили методом дисперсионного анализа. При этом использовались сведения только по половозрелым сеголеткам в связи с мозаичностью данных по остальным возрастным группам. Поскольку в различных местообитаниях пик численности наблюдался в разные годы, мы разбили данные на две группы.

Первая группа местообитаний та, где максимальный индекс плотности зафиксирован в 2001 году, вторая — та, где не наблюдалось выраженной динамики или было незначительное понижение относительной численности в 2001 году (рис. 1 и 2).



*Рис. 1. Дисперсионный анализ индекса состояния по фактору «год» для местообитаний с максимумом численности в 2001 году.
По оси ординат — индекс состояния.*

Дисперсионный анализ показал, что между упитанностью зверей и их численностью в любом локалитете существует слабая (нефункциональная) обратная зависимость.

Коэффициент корреляции индексов плотности и состояния составил 0,66 (средняя степень корреляции). Обратную зависимость упитанности бурозубок от их численности подтверждает и анализ индекса состояния по местообитаниям без разбиения на группы по выраженности динамики численности (рис. 3).

Так, индекс состояния землероек в Юго-Западном лесопарке несколько выше, чем в контроле, а максимум индекса плотности в Юго-Западном ниже такового в контроле. Сравнение любой другой пары из рассматриваемых ле-

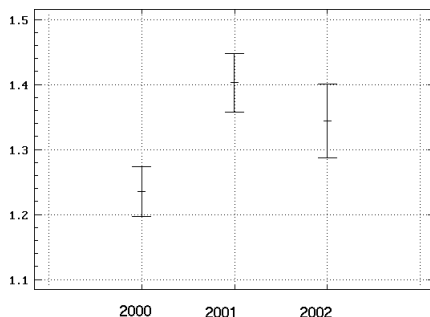


Рис. 2. Дисперсионный анализ индекса состояния по фактору «год» для местообитаний с невыраженным максимумом численности.
По оси ординат — индекс состояния.

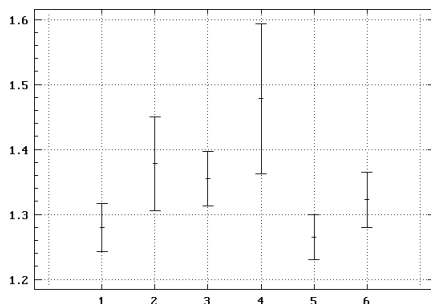


Рис. 3. Дисперсионный анализ индексов состояния по местообитаниям без разбиения на группы. Ось абсцисс: 1 — контроль, 2 — дендрарий, 3 — Калиновский, 4 — Уктуский, 5 — Шувакинский, 6 — Юго-Западный.
По оси ординат — индекс состояния.

сопарков дает похожие результаты. Однако, рассматриваемые различия упитанности зверей из разных локалитетов статистически недостоверны, возможно, в связи с недостаточным размером выборки, поэтому пока мы можем говорить лишь о слабо выраженной корреляции между относительной численностью зверей в данном местообитании и их упитанностью.

ВЫВОДЫ

В результате действия урбанизации видовое разнообразие бурозубок снижается, а распределение долей видов в сообществах становится менее равномерным и смещается в сторону доминирования одного из видов (в нашем случае *Sorex araneus*).

Обнаружена разная степень устойчивости к действию урбанизации в сообществах бурозубок различных локалитетов.

Между упитанностью бурозубок и их относительной численностью, по-видимому, существует обратная зависимость.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ФАУНЫ ПАУКОВ-ГНАФОЗИД (ARANEI: GNAPHOSIDAE) В ПРЕДЕЛАХ УРАЛЬСКИХ ГОР

Т.К. Тунева

Пермский госуниверситет

На данный момент в мировой фауны известно 1945 видов и 113 родов пауков-гнафозид. В фауне Урала к настоящему времени выявлено 17 родов и 90 видов пауков семейства Gnaphosidae. Таким образом, по числу видов это второе семейство на Урале после Linyphiidae (319 видов). Наиболее изучены фауны пауков Южного Урала, западного макросклона и горной части Среднего и Северного Урала. Слабо изучены северные регионы и восточный макросклон.

Динамика изменения видового разнообразия фаун показана на рисунке. Как видно из рисунка, северная граница распространения европейских видов пауков сем. Gnaphosidae проходит по территории средней тайги (Северный Урал). Европейских видов нет на Южном Ямале и в северных районах Урала (Заполярный, Полярный, Приполярный Урал). Фауна здесь сформирована голарктическими и палеарктическими видами. Европейские виды встречаются от Северного Урала до Южного Зауралья. В фауне Уральского региона насчитывается 90 видов пауков-гнафозид. Количество видов, общих с европейской фауной — 23, что составляет около 25%. Доля европейских видов на Северном Урале составляет 16%, на Среднем и Южном Урале уменьшается до 14–15 и увеличивается до 29% в Мугуджарах — южной оконечности Урала (табл.).

Некоторые представители семейства Gnaphosidae проникают далеко на север, в зону тундр Приполярного и Полярного Урала до Южного Ямала, но фауна этой зоны насчитывает только 10 видов. Фауна широколиственно-лесной зоны обеднена (14 видов) и представлена, в основном, палеарктическими видами. В степной зоне наблюдается наибольшее разнообразие (58 вид), тогда как в других зонах количество видов ниже. В лесостепной зоне отмечено 43 вида, в бореально-лесной — 46 видов. Таким образом, видовое разнообразие пауков-гнафозид в широтном направлении Урала закономерно увеличивается с севера на юг.

Таблица. Европейские пауки-гнафозиды в фауне Уральского региона

Провинция	% европейских видов	Виды
Заполярный Урал	0	—
Полярный Урал	0	—
Приполярный Урал	0	—
Северный Урал	16	<i>Gnaphosa montana</i> (L.Koch, 1866), <i>G. bicolor</i> (Hahn, 1833), <i>Zelotes clivicola</i> (L.Koch, 1870), <i>Z. latreillei</i> (Simon, 1878)
Средний Урал	13,6	<i>Gnaphosa montana</i> (L.Koch, 1866), <i>Zelotes clivicola</i> (L.Koch, 1870), <i>Z. latreillei</i> (Simon, 1878)
Южный Урал	14,6	<i>Gnaphosa montana</i> (L.Koch, 1866), <i>Haplodrassus kulczynskii</i> Lohmander, 1942, <i>H. silvestris</i> (Blackwall, 1833), <i>Zelotes latreillei</i> (Simon, 1878), <i>Z. pygmaeus</i> Miller, 1943, <i>Z. rufi Efimik</i> in Esyunin et Efimik, 1996
Мугоджары	25,9	<i>Drassodes natali</i> Esyunin et Tuneva 2002, <i>Haplodrassus kulczynskii</i> Lohmander, 1942, <i>H. minor</i> (O.Pickard-Cambridge, 1879), <i>H. umbratilis</i> (L.Koch, 1866), <i>Zelotes clivicola</i> (L.Koch, 1870), <i>Z. pseudoclivicola</i> Grimm, 1982, <i>Z. pygmaeus</i> Miller, 1943
Южный Ямал	0	—
Средне-Тобольская	22	<i>Gnaphosa bicolor</i> (Hahn, 1833), <i>G. halophila</i> Esyunin et Efimik, 1997, <i>Haplodrassus umbratilis</i> (L.Koch, 1866), <i>H. kulczynskii</i> Lohmander, 1942, <i>H. minor</i> (O.Pickard-Cambridge, 1879), <i>Zelotes clivicola</i> (L.Koch, 1870), <i>Z. latreillei</i> (Simon, 1878), <i>Z. pseudoclivicola</i> Grimm, 1982, <i>Z. pygmaeus</i> Miller, 1943
Камско-Уфимская	17,6	<i>Gnaphosa bicolor</i> (Hahn, 1833), <i>G. montana</i> (L.Koch, 1866), <i>Haplodrassus umbratilis</i> (L.Koch, 1866), <i>Zelotes clivicola</i> (L.Koch, 1870), <i>Z. latreillei</i> (Simon, 1878), <i>Z. exiguus</i> (Müller et Schenkel, 1895)
Самаро-Илецкая	28,8	<i>Drassodes chybyndensis</i> Esyunin et Tuneva 2002, <i>D. mazurae</i> Esyunin et Tuneva 2002, <i>D. natali</i> Esyunin et Tuneva 2002, <i>D. rostratus</i> Esyunin et Tuneva 2002, <i>Drassylus</i> sur Tuneva et Esyunin, 2003, <i>Haplodrassus umbratilis</i> (L.Koch, 1866), <i>H. kulczynskii</i> Lohmander, 1942, <i>Micaria gulliae</i> Tuneva et Esyunin 2003, <i>Trachyzelotes chybyndensis</i> Tuneva et Esyunin 2003, <i>Zelotes atrocaeruleus</i> (Simon, 1878), <i>Z. fallax</i> Tuneva et Esyunin, 2003, <i>Z. orenburgensis</i> Tuneva et Esyunin, 2003, <i>Z. pseudoclivicola</i> Grimm, 1982, <i>Z. pygmaeus</i> Miller, 1943

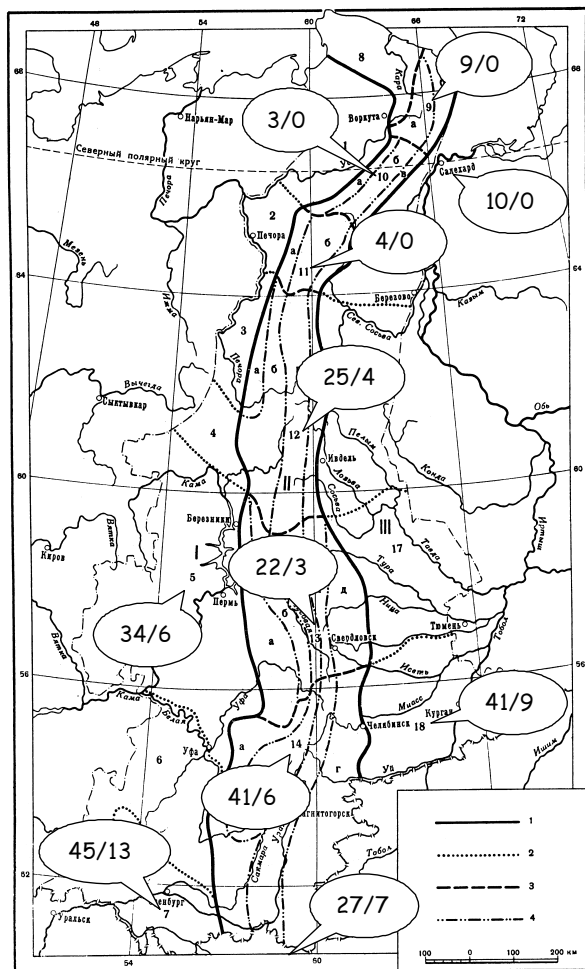


Рисунок. Распространение элементов европейской фауны пауков-гнафозид в пределах Уральских гор. I - Русская равнина, области: 1 - Печорская тундровая, 2 - Печорская северотаежная, 3 - Печорская среднетаежная, 4 - Южно-Тиманская среднетаежная, 5 - Камско-Уфимская южнотаежная, 6 - Белебеевская лесостепная, 7 - Самаро-Илецкая степная; II - Урал, области: 8 - Пай-Хой, 9 - Заполярный Урал, 10 - Полярный Урал, 11 - Приполярный Урал, 12 - Северный Урал, 13 - Средний Урал, 14 - Южный Урал; III - Западно-Сибирская равнина, области: 15 - Нижне-Обская северотаежная, 16 - Сосьвинская среднетаежная, 17 - Тавдино-Туринская южнотаежная, 18 - Средне-Тобольская лесостепная. Границы: 1 - природных стран, 2 - области равнинных стран, 3 - области горных стран, 4 - провинции; общее количество видов / количество европейских видов.

Распространение видов семейства *Gnaphosidae* в высокогорных поясах в общем сходно с распространением этих животных по природным зонам на равнине. Однако следует отметить, что видовое разнообразие пауков, обитающих в альпийском поясе, ниже по сравнению с зональными фаунами. Фауна пауков-гнафозид равнинной части Урала богаче на западном макросклоне (61 вид), чем на восточном (42 вид). То же самое относится и к европейской зоогеографической группе видов (12 и 9 видов соответственно).

Таким образом, в ходе работы было установлено, что:

- проникновение европейского элемента в фауну Урала было ограничено Северным Уралом;
- высокоширотные уральские фауны формировались за счет сибирских элементов.

Пользуясь случаем, выражаем признательность всем авторам сборов, предоставивших нам материал для исследования. Работа выполнена в рамках проектов РФФИ (гранты 01-04-06405, 02-04-06331).

ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОДУВАНЧИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО ИЗ ПОЙМЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ Р. ТЕЧИ

Е.В. Ульянова

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Река Теча берет начало из оз. Иртяш и принадлежит к речной системе Исеть — Тобол — Иртыш — Обь. В 1949–1952 гг. производственное объединение «Маяк» производило прямые сбросы в реку жидких радиоактивных отходов среднего уровня активности. В период с 1951 по 1964 гг. в верховье реки был построен каскад искусственных водохранилищ, который ограничил поступление радионуклидов в открытую гидрографическую сеть. Однако, к тому времени большая часть поймы и дно реки уже были в значительной степени загрязнены. Всего было сброшено около 76 млн. м³ сточных вод общей активностью 100 ПБк (Трапезников и др., 2000). Растения, произрастающие в загрязненных радионуклидами пойменных сообществах, испытывают на себе длительное воздействие ионизирующего излучения. Комплексные исследования ценопопуляций одуванчика лекарственного, подверженных влиянию малых доз радиации, проводятся около 10 лет В.Н. Позолотиной (2001). Настоящая работа выполнена в рамках этого многолетнего мониторинга.

Цель работы: 1) продолжить исследования изменчивости показателей жизнеспособности и радиорезистентности семенного потомства одуванчика, произрастающего в условиях хронического действия малых доз радиации; 2) изучить клональную изменчивость ферментных систем растений для оценки генетических процессов, происходящих в данных ценопопуляциях.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* s.l.) — широко распространенный многолетний поликарпик из семейства Asteraceae. Размножается вегетативно (корневыми отпрысками) и семенным путем, триплоид ($n=8$). В ряде работ указывается, что для него характерен нередуцированный партеногенез без псевдогамии (Поддубная-Арнольди, 1976; Ермакова, 1990). Благодаря этому все потомство одного растения представляет собой клон или чистую линию.

Нами были выбраны два участка в среднем течении р. Течи, расположенные в 5 км друг от друга, на левом (ЛБ) и правом (ПБ) берегах. В качестве фоновой (ФОН) использовали экологически сходную площадку вне зоны радионуклидного загрязнения в Белоярском районе. Для изучения изменчивости жизнеспособности и радиорезистентности семян их собирали с 10 растений из каждой ценопопуляции и проращивали в рулонной культуре в трех повторностях. Жизнеспособность оценивали посемейно по комплексу критериев: энергия прорастания (Е,%); всхожесть (В,%); выживаемость (Вж,%); число растений с настоящим листом (Л,%); длина корня (Дл.К., мм). Радиорезистентность анализировали по тому же набору критериев, облучая семена в провокационных дозах 250 и 500 Гр.

Для изучения ферментного разнообразия из каждой ценопопуляции отбирали по 100 растений и получали из них этиолированные проростки. Электрофорез энзимов Adh (Е.С.1.1.1.1), Dia (1.6.*.*), Est (Е.С.3.1.1.1), Fdh (Е.С.1.2.1.2), Gdh (Е.С.1.4.1.3), Got (Е.С.2.6.1.1), G6pdh (Е.С.1.1.1.49), Pgi (Е.С.5.3.1.9), Skdh (Е.С.1.1.1.25) проводили в 6,4%-ном ПААГ в трис-ЭДТА-боратной системе (Peacock et al., 1965). Гистохимическое окрашивание образцов осуществляли по стандартным методикам (Harris, Hopkinson, 1976). Из-за триплоидности одуванчика классическая генетическая интерпретация результатов анализа применительно к аллелям была невозможна. Полученные энзимогаммы мы анализировали как аллозимные фенотипы, различая зоны активности только у PGI. По данным анализа рассчитывали показатель фенотипического разнообразия Животовского (μ), показатель попарного сходства (τ) и долю редких фенотипов (h_{μ}) (Животовский, 1991). При расчете показателя μ использовали полные и объединенные (редкие морфы объединяли в одну группу) данные.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Радиоэкологическая характеристика участков. Радионуклидное загрязнение р. Течи и ее поймы подробно описано в ряде работ (Трапезников и др., 2000; Молчанова, Караваева, 2001). На выбранных нами участках правого берега р. Течи концентрация ^{90}Sr в поверхностном слое почвы (0–5 см) составила 4348 Бк/кг, а ^{137}Cs — 9489 Бк/кг, а на левом берегу — 1951 и 10830 Бк/кг соответственно. На фоновом участке концентрация ^{90}Sr в почве равна 15 Бк/кг, а ^{137}Cs — 31 Бк/кг. Таким образом, уровень загрязнения импактных участков превышает фоновый по ^{90}Sr в 130–290 раз, а по ^{137}Cs — в 630–720 раз. Дозовые нагрузки на наиболее чувствительные меристематические ткани одуванчика за счет искусственных радионуклидов превысили фоновый уровень в 40–45 раз (Позолотина, 2001).

Анализ показателей жизнеспособности семенного потомства одуванчика. За длительный период наблюдений в ценопопуляциях одуванчика были установлены границы изменчивости жизнеспособности его семенного потомства. Так, в 1994 и 1998 гг. выживаемость проростков из импактной и фоновой зон практически не различалась. В 1997 г. отмечено преимущество по данному признаку у проростков из ценопопуляции поймы р. Течи. В остальные годы более жизнеспособные семена формировались на фоновом участке (Позолотина, 2001).

В настоящей работе проведено сравнение семян одуванчика из левобережной ценопопуляции и фоновой. Установлено, что все показатели жизнеспособности семенного потомства с загрязненной радионуклидами площадки достоверно ниже ($p < 0,001$) (рис. 1). Поскольку семенное потомство одного растения — это семья, то рассмотрим выживаемость проростков посемейно. Из рис. 2 видно, что диапазон изменчивости признака в левобережной ценопопуляции смещен в сторону низких значений по сравнению с фоновой выборкой. Коэффициент вариации параметра в ценопопуляции ЛБ составил 44,3, а фоновой — 19,2, т.е. уровень изменчивости различается более, чем в два раза. Коэффициент вариации признака «длина корня» в ценопопуляции ЛБ примерно в 1,5 раза больше по сравнению с фоновой выборкой ($CV_{\text{ЛБ}}=17,9$; $CV_{\text{ФОН}}=10,7$). Аналогичные данные были получены в предыдущие годы (Позолотина, 2001).

Исследование радиочувствительности семенного потомства. С целью обнаружения скрытой изменчивости признаков семенное потомство подвергали воздействию провокационного облучения. Для получения более четкой картины все показатели были пересчитаны в % к необлученному контролю. Показано, что средние значения энергии прорастания и всхожести семян и выживаемости проростков после облучения практически не изменились (рис. 3).

Достоверно различимый эффект провокационного облучения проявился на более поздних стадиях развития проростков при формировании настоящих

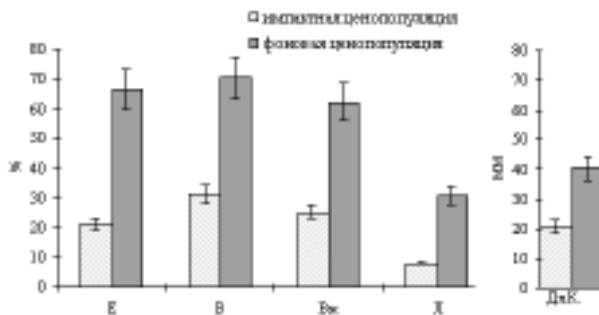


Рис. 1. Показатели жизнеспособности семенного потомства в исследованных выборках.

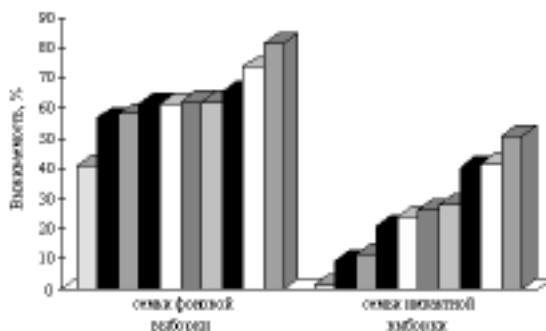


Рис. 2. Индивидуальная изменчивость выживаемости проростков в исследованных ценопопуляциях.

листьев и корней ($p < 0,001$). При облучении в дозе 250 Гр показатель листообразования в импактной выборке уменьшился более чем в 20 раз, тогда как в фоновой — лишь в 8. Такая же тенденция прослеживается по признаку «длина корня». Это связано, на наш взгляд, с задержкой деления клеток меристематической ткани под действием ионизирующего излучения.

При условии провокационного облучения отмечено, что вариабельность выживаемости проростков в фоновой выборке существенно возросла ($CV_{250}=20,4$; $CV_{500}=29,7$), а в импактной наметилась тенденция снижения ($CV_{250}=38,5$; $CV_{500}=32,3$) по сравнению с необлученным контролем. Однако, при посемейном анализе можно говорить о том, что реакция растений была

неоднозначной, в разных семьях проявлялись как эффекты стимуляции (например, растения № 3 и 9 в импактной выборке), так и подавления (растения № 4 и 5 в ней же) выживаемости проростков (рис. 4).

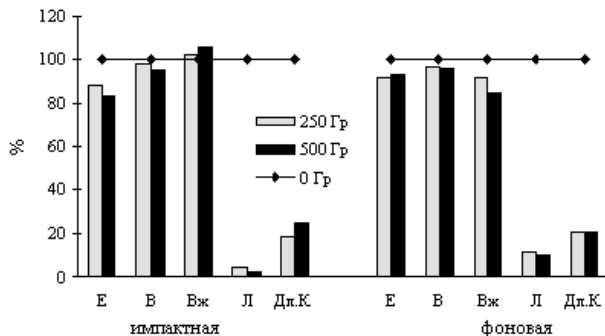


Рис. 3. Показатели радиорезистентности семенного потомства одуванчика в исследованных выборках, % к контролю.

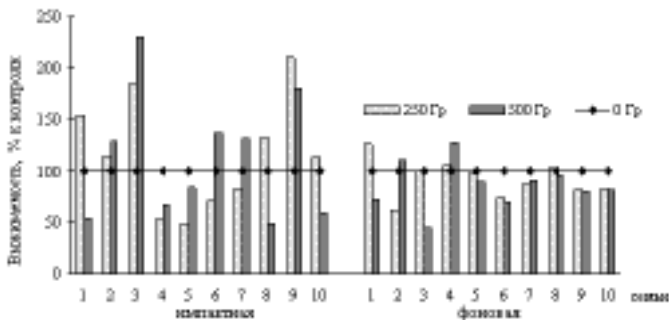


Рис. 4. Индивидуальная изменчивость выживаемости в левобережной и фоновой ценопопуляциях.

Кроме того, обнаружено, что в импактной ценопопуляции при провокационном облучении чаще встречались семьи с левосторонней эксцессивной кривой распределения признака «длина корня». В предыдущие годы было отмечено наличие семей с левосторонними и двухвершинными кривыми распределения этого признака в равных долях (Позолотина, 2001).

Анализ морфогенетических нарушений в исследуемых выборках растений. У семенного потомства отмечены различные нарушения морфогенеза. Из года в год в хронически облучаемых ценопопуляциях достоверно чаще встречались растения с глубокими изменениями всех органов (Позолотина, 2001).

В этом году в импактной выборке также было выявлено достоверно большее по сравнению с фоновой количество проростков с глубокими изменениями всех органов и, кроме того, с некрозами корней ($p < 0,001$). У растений с некрозами корней отмечено восстановление ростовых процессов за счет образования боковых корешков. По данным дисперсионного анализа (первый фактор — место обитания, второй фактор — провокационная доза облучения) при сочетанном воздействии этих факторов наблюдается перекрестный эффект, различия между выборками по интенсивности восстановления достоверны только при условии дополнительного облучения ($F=3,25$; $p < 0,05$). Это означает, что в фоновой ценопопуляции восстановительный потенциал проростков выше, однако различия между выборками скрыты и проявляются только в условиях провокации (рис. 5).

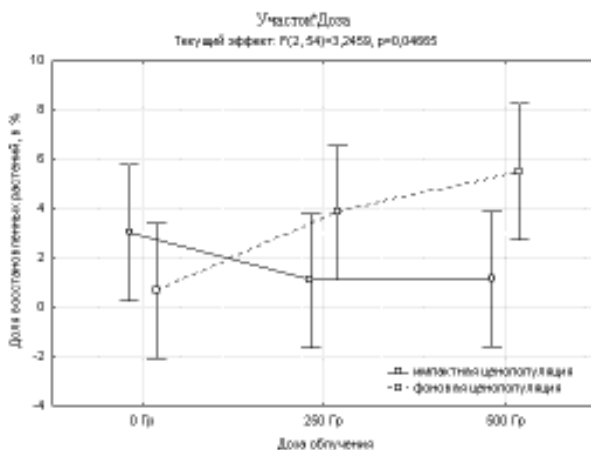


Рис. 5. Перекрестный эффект от действия двух факторов (первый фактор — место обитания, второй фактор — провокационная доза облучения).

Полиморфизм ферментных систем. В работе В.М. Захарова с соавторами (1996) показано, что для живых организмов, у которых при размножении не происходит свободной рекомбинации генов, действие ионизирующего излучения, вероятно, является определяющим. Изменение структуры происходит главным образом за счет элиминации одной части редких аллелей и повышения концентрации другой.

Таким образом, в популяциях наблюдаются как адаптация к хроническому действию облучения, так и накопление генетического груза (Лысенко и др., 1999). Поскольку одуванчик лекарственный — партеногенетический вид, возможно, для его ценопопуляций будут характерны такие изменения.

Таблица. Число аллозимных фенотипов и показатель Животовского в исследованных ценопопуляциях

ЭВНУМЫ	ПОДЪЕМНЫЕ									ОБЕСЕЧЕННЫЕ								
	m_1	$\mu_1 \pm S$	m_2	$\mu_2 \pm S$	m_3	$\mu_3 \pm S$	t_{12}	t_{13}	t_{23}	m_1	$\mu_1 \pm S$	m_2	$\mu_2 \pm S$	m_3	$\mu_3 \pm S$	t_{12}	t_{13}	t_{23}
Pgi-1	4	3,09±0,15	5	3,61±0,23	4	3,24±0,16	1,9	0,68	1,32	4	3,12±0,14	4	3,42±0,15	4	3,24±0,16	1,43	0,57	0,82
Pgi-2	7	3,54±0,22	6	3,38±0,3	5	2,79±0,25	0,4	2,2	1,5	4	2,85±0,16	3	2,28±0,2	3	2,34±0,12	2,2	2,55	0,26
Gpdxh	4	2,62±0,17	5	2,53±0,25	4	2,52±0,19	0,3	0,33	0,03	3	2,37±0,1	3	1,99±0,15	3	2,25±0,13	2,1	0,75	1,2
Skdgh	4	2,70±0,18	3	2,53±0,15	6	4,26±0,30	0,71	4,5*	5,1*	3	2,47±0,11	3	2,53±0,15	5	3,90±0,23	0,32	5,5*	5,1*
Fdh	4	2,16±0,18	3	1,86±0,2	2	1,28±0,09	1,1	4,4*	2,6	3	1,96±0,03	2	1,12±0,13	1	1	6,3*	32*	0,92
Cdgh	2	1,29±0,08	2	1,99±0,016	2	1,20±0,09	8,3*	0,75	8,8*	1	1	2	1,99±0,02	1	1	49,5*		49,5*
Est-fl	1	1	2	1,29±0,098	2	1,28±0,09	0,94	0,93	0,08	1	1	1	1	1	1			
Adh	3	1,74±0,14	2	1,46±0,10	3	1,73±0,18	1,64	0,04	1,29	2	1,56±0,08	2	1,46±0,11	2	1,48±0,11	0,76	0,61	0,13
Got	11	7,67±0,44	11	8,60±0,50	12	8,17±0,56	1,39	0,7	0,57	8	6,59±0,27	8	5,56±0,29	7	5,20±0,31	2,6	3,4*	0,85
Dia	7	5,80±0,53	7	5,65±0,5	7	4,84±0,35	0,21	1,6	1,33	3	2,99±0,03	3	3,82±0,15	4	3,58±0,13	4,61*	3,69*	1,2

* — различия достоверны ($p < 0,005$).

(m_1 — ЛБ, m_2 — ПБ, m_3 — ФОН); показатель Животовского (μ_1 — ЛБ, μ_2 — ПБ, μ_3 — ФОН); критерий Стьюдента (t_{12} — ЛБ и ПБ, t_{13} — ЛБ и ФОН, t_{23} — ПБ и ФОН) для сравнения показателя μ .

Изучение клональной изменчивости одуванчика импактных и фоновой выборок при помощи аллозимного анализа показало, что частота отдельных фенотипов в системе Got на порядок величин выше в левобережной ценопопуляции по сравнению с остальными участками, в системах Gdh и Pgi-1 — в правобережной. Нами были отмечены пять общих фенов, характерных только для импактных ценопопуляций (G6pdh₇, Gdh₃, Got₅,¹³, Dia₅), и десять фенов, встречающихся только в фоновой выборке (G6pdh₁, Gdh₂, Got₈,¹⁴, Dia₇,¹⁰, Skdh₂,⁵, Adh₄, Fdh₁). Некоторые морфы встречались только на ЛБ (Pgi-2₇,⁸, Fdh₅,⁶, Adh₁, Dia₆) или только на ПБ (Pgi-1₅, Pgi-2₆, G6pdh₅, Fdh₄, Dia₉). В целом, количество фенов (m) по каждой системе в ценопопуляциях различается незначительно (табл.).

Анализ полных данных свидетельствует, что обе ценопопуляции р. Течи достоверно различаются по числу фенотипов по Skdh, левобережная от фоновой — по Fdh и правобережная от левобережной и фоновой — по G6pdh. Причем, этот показатель у Skdh выше в фоновой ценопопуляции, Fdh — на площадке ЛБ, G6pdh — на участке ПБ (табл.). Анализ объединенных данных добавляет в группу достоверных различий Got в левобережной (разнообразие больше по сравнению с фоновой) и Dia в правобережной и фоновой выборках (разнообразие больше по сравнению с левобережной). При полных и объединенных данных были выявлены мономорфные системы, показатель μ которых равен 1. Расчет доли редких морф показал, что по одним системам выборки не различаются между собой (Pgi-1, Got), по другим — их вклад в разнообразие ценопопуляций различен (рис. 6).

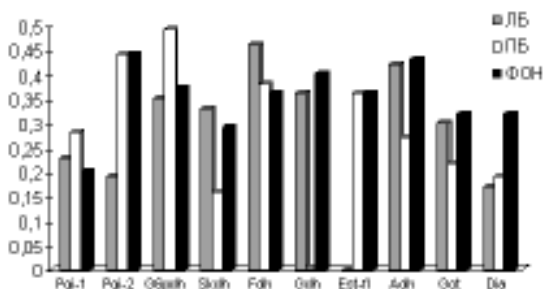


Рис. 6. Доля редких фенотипов в разнообразии ферментных систем.

Например, в выборке ЛБ доля редких морф в системах Skdh, Gdh и Adh выше по сравнению с ПБ и практически не различается с фоновой выборкой. Таким образом, левобережная и правобережная выборки отличаются друг от друга по качественному и количественному составу морф. Можно считать их генетически различными.

Ранее было проведено исследование по установлению приоритетного фактора для формирования жизнеспособного потомства в условиях хронического действия малых доз радиации (Позолотина, 2002). Предполагалось, что генетическое родство внутри выборки играет большую роль, чем уровень радиационной нагрузки. Для этого семена одуванчика собирали внутри каждой ценопопуляции на 2–3 участках (непосредственно в пойме, на склоне и на террасе), отличающихся между собой по уровням радионуклидного загрязнения в 500 раз. По результатам исследования выяснилось, что независимо от уровня загрязнения участков на провокационное облучение растения ценопопуляции ЛБ реагировали однообразно и были достоверно менее жизнеспособны и более радиочувствительны по сравнению с правобережной. Было сделано заключение о том, что генетическое родство между организмами в ценопопуляции при формировании семенного потомства играет большую роль по сравнению с интенсивностью радиационного воздействия, и ценопопуляции ЛБ и ЛБ генетически различны (Позолотина, 2002). Таким образом, полученная нами характеристика аллозимного разнообразия, специфичная для левобережной и правобережной ценопопуляций, подтверждает этот вывод.

Дополнительно к вышеизложенному в сухой вегетативной массе одуванчика была проведена рекогносцировочная оценка содержания низкомолекулярных антиоксидантов (НМАО) и активности супероксиддисмутазы (СОД). Исследование показало тенденцию к более низкому, по сравнению с фоновым, содержанию НМАО у растений левого берега ($25,5 \pm 0,3$ мкг-эквкверц/ гтк) и не выявило различий между правобережной ($33,2 \pm 0,3$ мкг-эквкверц/ гтк) и фоновой ($33,3 \pm 0,3$ мкг-эквкверц/ гтк) выборками. Активность СОД в ценопопуляции ЛБ составила $2,9 \pm 0,3$ мкмоль/(мин гтк), в ЛБ — $6,1 \pm 0,6$ мкмоль/(мин гтк). Таким образом, данный показатель левобережных растений практически не отличается от фоновых ($3,6 \pm 0,4$ мкмоль/(мин гтк)) и в 2 раза больше по сравнению с правобережными.

ВЫВОДЫ

1. По результатам нашего исследования было установлено, что все показатели жизнеспособности семенного потомства одуванчика из ценопопуляции, произрастающей в пойме р. Течи, ниже, чем в фоновой. Показано увеличение коэффициентов вариации разных признаков в условиях хронического облучения.

2. Дополнительное облучение вызвало задержку процессов листообразования и роста корней в обеих выборках. В импактной выборке отмечена большая доля растений с глубокими изменениями всех органов и некрозами корней. Фоновая ценопопуляция характеризуется большей способностью восстанавливать рост корней за счет образования боковых корешков. Эта особен-

ность проявилась только при провокационном облучении, позволяющем обнаружить скрытую изменчивость признаков.

3. Показаны различия в качественном и количественном фенотипическом составе ферментных систем левобережной, правобережной и фоновой ценопопуляций. Доля редких морф по некоторым системам в общем фенотипическом разнообразии была больше в хронически облучаемых ценопопуляциях.

Автор выражает благодарность научному руководителю д.б.н. В.Н. Позолотиной за ценные советы и рекомендации, а также Е.В. Хорош за помощь в проведении аллозимного анализа и д.б.н. А.Н. Журавскую за помощь в определении НМАО и активности СОД.

ЛИТЕРАТУРА

- Ермакова И.М. Одуванчик лекарственный. Номенклатура и систематическое положение // Биологическая флора Московской области / Под ред. Павлова В.Н., Работнова Т.А. М., 1990. Т. 8. С. 210–269.
- Животовский Л.А. Популяционная биометрия. М.: Наука, 1991. 271 с.
- Захаров В.М., Борисов В.И., Баранов А.С., Валецкий А.В. Оценка здоровья среды на участках с разным уровнем радиационного загрязнения. Стабильность развития // Последствия Чернобыльской катастрофы: Здоровье среды. М.: Центр экологической политики России, 1996. С. 41–48.
- Лысенко Е.А., Кальченко В.А., Шевченко В.А. Изменчивость полиморфных систем *Centaurea scabiosa* L. под действием хронического облучения // Радиационная биология. Радиоэкология. 1999. Т. 39. № 6. С. 623–629.
- Молчанова И.В., Караваева Е.Н. Эколого-геохимические аспекты миграции радионуклидов в почвенно-растительном покрове. Екатеринбург: УрО РАН, 2001. 161 с.
- Поддубная-Арнольди В.А. Цитозембриология покрытосеменных растений. М.: Наука, 1976. 508 с.
- Позолотина В.Н. Исследование локальных ценопопуляций одуванчика (*Taraxacum officinale* s.l.) из радиоактивно загрязненных зон // Экология. 2001. № 2. С. 117–124.
- Позолотина В.Н. Характеристика локальных ценопопуляций растений из радиоактивно-загрязненных зон Уральского региона // Вопросы радиационной безопасности. Спец. выпуск. 2002. С. 6–18.
- Трапезников А.В., Молчанова И.В., Юшков П.И. и др. Радиоэкологическая характеристика речной системы Теча-Исеть // Экология. 2000. Т. 31. № 4. С. 246–254.
- Harris H., Hopkinson D.A. Handbook of Enzyme Electrophoresis in human genetics. Amsterdam: North Holland Publ. Co., 1976.
- Peacock A.C., Bunting S.C., Queen K.G. Serum protein electrophoresis in acrylamide gel: patterns from normal human subjects // Science. 1965. V. 147. P. 1451–1453.

ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПИЧЕСКОЙ СРЕДЫ НА ГЕНОТОКСИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ *DROSOPHILA MELANOGASTER*

А.Е. Умутбаева

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

В лаборатории генетики УрГУ на протяжении ряда лет ведутся исследования по изучению влияния различных мутаций на генотоксический эффект *Drosophila melanogaster*. Данный комплексный метод, разработанный в нашей лаборатории, включает в себя следующие показатели: исследование динамики общей, средней, индивидуальной плодовитости; исследование частоты встречаемости эмбриональных леталей, а именно: поздних эмбриональных леталей (ПЭЛ), ранних эмбриональных леталей (РЭЛ) и неоплодотворенных яиц; исследование частоты встречаемости постэмбриональных — личиночных и куколочных — леталей.

В данной работе проводится сравнительный анализ влияния на генотоксический эффект *Drosophila melanogaster* мутаций Bar (B), UltraBar (BB), vestigial (vg), Bar/vestigial (Bvg), CerleyLopp/Plum (CyL/Pm), White/apricot/Bar (WaBar). В качестве контрольной в данном исследовании нами была использована линия дикого типа «Екатеринбург-2».

Контрольная линия дикого типа «Екатеринбург-2» характеризуется высокими показателями плодовитости и низкими значениями эмбриональных и постэмбриональных леталей. Эксперимент по исследованию плодовитости проводился на протяжении 14 дней с использованием 25 пар мух. Общая выборка яиц составила 12674 (табл.) при средней плодовитости 36,21 яйца. Максимальное значение плодовитости было зафиксировано на 6 день опыта и составило 1808 яиц при средней плодовитости 72,32 яйца. Анализ эмбриональных леталей выявил 1% от числа отложенных яиц ПЭЛ и 5% РЭЛ. Среди постэмбриональных леталей личиночные летали составили 18%, а куколочные — 8,8% от числа исследованных личинок.

Анализ плодовитости мутантной линии Bar проводился на протяжении 17 дней. При общей выборке 4827 яиц средняя плодовитость составила 15,5 яйца (табл.). Процент РЭЛ сопоставим с контролем, а процент ПЭЛ превышает контроль почти в пять раз. Частота встречаемости неоплодотворенных яиц составила 1,5%. Среди постэмбриональных леталей доля личиночных леталей составила 38,9%, а куколочные летали составили 5,7% от числа исследованных личинок.

Среди исследованных нами линий *Drosophila melanogaster* мутантная линия BB характеризуется самыми низкими показателями плодовитости и

Таблица . Сравнительная таблица данных по изучаемым мутантным линиям *Drosophila melanogaster*

общая выборка	контроль	Var	BB	yg	Bvg	CyL/Pm	WaBar
12674	12674	4827	1395	3735	3257		8219
среднее значение плодовитости	36,21	15,5	9	14	10,3	38,7	24,9
неразвившиеся яйца (%)*	760 (6%)	477 (12,37%)	719 (51,5%)	544 (14,55%)	354 (10,8%)	31,10%	771 (9,4%)
ПЭЛ (%)	126 (1%)	190 (4,9%)	49 (3,5%)	129 (3,45%)	76 (2,3%)	23,60%	186 (2,27%)
РЭЛ (%)	634 (5%)	229 (5,97%)	639 (45,8%)	374 (10%)	255 (7,8%)	7,50%	502 (6,09%)
неоплодотворенные яйца (%)	0	58 (1,5%)	31 (2,2%)	41 (1,1%)	23 (0,7%)		89 (1,04%)
личиночные летали (%)**	18%	38,90%	295 (42,2%)	562 (27,1%)	44,80%	38,40%	579 (67,3%)
куколочные летали (%)**	8,80%	5,70%	101 (14,4%)	104 (5,0%)	2,50%	10,60%	29 (3,4%)

* процент от общего количества отложенных яиц;

**процент от числа исследованных личинок.

самыми высокими значениями частоты встречаемости эмбриональных леталей. Максимальная плодовитость была зафиксирована на восьмой день опыта и составила 380 яиц при максимальной средней плодовитости 25,3 яйца. Среди 1395 отложенных яиц более половины (51,1%) пришлось на долю неразвившихся, среди которых 639 яиц (45,8%) составили РЭЛ, 49 (3,5%) — ПЭЛ, 58 (1,5%) — неоплодотворенные яйца. Анализ постэмбриональных леталей обнаружил 42,2% личиночных леталей и 14,4% кукольных от числа исследованных личинок.

В следующей серии экспериментов нами была использована мутантная линия *vg*. Максимальная плодовитость зафиксирована на четвертый день опыта и составляет 566 яиц при средней максимальной плодовитости 28 яиц. Общая выборка достигает 3735 яиц при среднем значении плодовитости 14 яиц. Анализ частоты встречаемости эмбриональных леталей выявил 14,55% неразвившихся яиц (544 яйца), среди которых наибольшее количество приходится на долю РЭЛ (10%). Количество кукольных леталей в мутантной линии *vg* ниже контрольного значения, однако, частота встречаемости личиночных леталей значительно превышает контроль и составляет 27,1%.

Далее представляло интерес проследить влияние двойной мутации на генотоксический эффект, а именно *Bvg*. Эксперимент по плодовитости осуществлялся на протяжении 15 дней с использованием 25 пар мух. Общая выборка яиц составила 3257 штук при средней плодовитости 10,3 яйца. Максимальные значения плодовитости зафиксированы на четвертый и девятый дни опыта и составили 488 и 591 яиц соответственно. По сравнению с мутантными линиями *Bar* и *vg* в линии *Bvg* процент неразвившихся яиц несколько снизился (10,8% от числа отложенных яиц), однако значительно вырос процент личиночных леталей (44,8%). Здесь следует отметить, что в данной мутантной линии у отдельных пар мух наблюдалась индивидуальная чувствительность по частоте встречаемости ПЭЛ, белых и прозрачных яиц (что свидетельствует о нарушениях в эндокринной системе дрозofilы). Кроме того, отложенные самками яйца отличались мелкими размерами и более округлой формой.

Исследования плодовитости мутантной линии *WaBar* проводились на протяжении одиннадцати дней с использованием 30 пар мух. За это время было получено 8219 яиц при среднем значении плодовитости 24,9 яйца. Максимальная плодовитость зафиксирована на пятый день эксперимента и составила 12,9 яиц при максимальной средней плодовитости 40,3 яйца. При достаточно высоких показателях плодовитости данная мутантная линия обладает довольно низкими значениями частоты встречаемости эмбриональных леталей: 2,27% — ПЭЛ, 6,09% — РЭЛ и 1,04% от числа отложенных яиц составляют неоплодотворенные яйца. Однако, процент личиночных леталей у данной мутантной линии является

самым высоким среди исследованных линий и составляет 67,3%. Кроме того, следует отметить, что среди 6,09% РЭЛ 5,1% составили прозрачные яйца.

Третьей, «комплексной» исследованной нами мутантной линией является линия CyL/Pm. Следует отметить, что данная мутантная линия обладает плодовитостью, сопоставимой с контрольными значениями. Средняя плодовитость достигает 38,7 яйца. Однако, частота встречаемости неразвившихся яиц в данной линии одна из самых высоких, и самый высокий процент ПЭЛ (23,6%) среди исследованных нами линий. Процент куколочных летелей незначительно превышает контроль (10,6%), однако, процент личиночных летелей превышает контрольные значения более, чем в два раза, и составляет 38,4%.

Таким образом, проводя сравнительный анализ плодовитости вышеперечисленных мутантных линий, можно сделать вывод о том, что по сравнению с линией дикого типа «Екатеринбург-2», использованной нами в качестве контроля, все мутантные линии, кроме CyL/Pm, обладают значительно более низкими показателями общей, средней и индивидуальной плодовитости. Самые низкие показатели средней плодовитости зафиксированы у мутантных линий BB (9 яиц) и Bvg (10,3 яиц).

Самыми высокими показателями РЭЛ обладает мутантная линия BB (45,8%), самый высокий показатель ПЭЛ обнаружен у линии CyL/Pm (23,6%). Процент неоплодотворенных яиц во всех исследованных мутантных линиях не превышает 2,2%.

«Рекордсменом» по частоте встречаемости личиночных летелей является мутантная линия WaBar (67,3% от числа исследованных личинок). Наибольшее количество куколочных летелей зафиксировано у мутантной линии BB.

Обращает на себя внимание тот факт, что анализ отдельных пар мух и их потомства позволяет проследить индивидуальные отличия как в отношении плодовитости, так и частоты эмбриональных летелей. Индивидуальная чувствительность по плодовитости, частоте встречаемости ПЭЛ, РЭЛ и прозрачных яиц наблюдается, в частности, у мутантной линии Bvg. Также в мутантной линии WaBar у некоторых пар мух наблюдается высокий процент прозрачных яиц.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БИОТЫ МИКСОМИЦЕТОВ УРАЛА

К.А. Фефелов

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Миксомицеты или слизевики — группа низших эукариотических организмов, слабо изученная в географическом и экологическом планах. В их

жизненном цикле присутствует две трофические стадии: одноклеточные, микроскопические подвижные клетки (миксамебы или флаголлярные клетки) и многоклеточный, макроскопический, подвижный плазмодий. Питание их составляют, в основном, бактерии, дрожжи, различные органические вещества, а также водоросли, грибы, простейшие и мелкие беспозвоночные. При определенных условиях плазмодий превращается в плодовые тела, сходные морфологически с плодовыми телами грибов. Наличие в жизненном цикле животного- и грибоподобной стадий долгое время являлось причиной их двойственного положения в системе органического мира. Традиционно их относили к царству грибов — отдел Мухомycota, или среди простейших — класс Eumycetozoea. Приверженцы многоцарственной системы органического мира выделяют их в царство Mухobiontes (Кусакин, Дроздов, 1997).

Миксомицеты — типичные представители наземных экосистем, способны развиваться во всех природных зонах. Обитают, в основном, на остатках растительного, реже животного происхождения: разлагающаяся древесина и кора, опад, гумус, помет растительноядных животных, кора живых деревьев, мхи. Обычно встречаются во влажных, затененных местах. Однако даже в местах с невысокой влажностью миксомицеты обычно встречаются в виде спор или покоящихся стадий (цист), что подтверждается наблюдениями при проращивании их методом влажных камер (Новожилов, 1986; Нджкмен, Уотила, 1983). Большинство изученных почв из разных районов, начиная от пустынь до лесов и окультуренных зон, содержат споры или цисты миксомицетов, причем их количество колеблется от 10 до 10000 на 1 г почвы (Новожилов, 1993).

Для многих видов миксомицетов трудно определить субстратную специализацию даже до типа (древесина или опад, например). Большинство из них способно развиваться на разлагающейся древесине и коре. При этом можно выделить группы видов, приуроченные только к древесине хвойных или лиственных видов (Drozdovicz, 1977; Stephenson, 1998). Проведены исследования по влиянию стадии разложения древесины на сообщества миксомицетов (Ukkola, 2002). Выделены группы приуроченные к коре живых деревьев (Новожилов, 1988; Нджкмен, 1978; Stephenson, 1989), обитающие в подстилке (Нджкмен, 1981), на помете растительноядных животных (Stephenson, Stempen, 1994). Существуют и более специализированные виды. Например, *Barbeyella minutissima* способна развиваться исключительно на древесине, покрытой печеночными мхами или зелеными водорослями.

Достаточно слабо проработан вопрос о фитоценотической приуроченности миксомицетов. Известно всего несколько работ, посвященных этой теме (Stephenson, 1998). Полностью отсутствуют данные по сообществам миксомицетов разных природных зон, хотя имеются работы, посвященные различным

климатическим зонам. Наибольшее число таких исследований относятся к умеренной и тропической зонам (Stephenson, Stempen, 1994).

Недостаток сведений по экологии миксомицетов определило цель нашего исследования — выявить экологические особенности сообществ миксомицетов Уральской горной страны. В соответствие с целью работы решались следующие задачи: проанализировать субстратное распределение миксомицетов; выявить закономерности распространения миксомицетов в различных растительных формациях; выявить особенности сообществ миксомицетов различных природных зон на Урале.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сбор образцов миксомицетов осуществлялся в различных природных зонах Урала. Материал получен как в поле, так и с применением метода влажных камер. Полевой метод включал радиальные маршрутные сборы дальностью 1–5 км. При этом сбор производился с наибольшего количества субстратов в максимально большем количестве доступных биотопов. Для древесины определялась стадия разложения по шкале, близкой к предложенной Л. Г. Буровой (Бурова, 1986). При исследовании подстилки случайным образом выбирались площадки 1–2 м², расстояние между площадками не менее 10 м. Образцом миксомицета в поле считается колония или отдельный спорофор, появившиеся из одного плазмодия. Для образца указывалось время, место сбора, биотоп, тип субстрата и для древесины стадия ее разложения.

Метод влажных камер является стандартным для изучения географии и экологии миксомицетов и основан на присутствии покоящихся стадий миксомицетов (споры, цисты, склероции) вместе с субстратом (кора живых деревьев, опад, помет растительноядных животных). Образцы коры, площадью не менее 10 см² каждый, брали с деревьев не моложе 50 лет с северной стороны ствола на высоте 20–50 см от почвы. Расстояние между двумя сборами не менее, чем 10 метров. Собранные в природе образцы субстрата высушивали при комнатной температуре, помещали в чашки Петри и заливали водой для выведения миксомицетов из состояния покоя и образования ими плодовых тел. Образцом в данном случае считается один вид миксомицета из одной чашки Петри.

Всего в обработке материала задействовано около 2000 образцов и 151 вид. Вид представлен не менее, чем 3 образцами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Влияние типа субстрата на сообщества миксомицетов. Максимальное количество видов миксомицетов и их обилие выявлено на разлагающейся древесине и коре, соответственно 117 и 55 видов. На коре живых деревьев — 43, подстилке — 38, плодовых телах грибов — 16 и живых растениях — 8.

На остальных субстратах (мхи, лишайники, помет растительоядных животных) обнаружено 1–5 видов. Всего 2 вида способны развиваться на всех типах субстрата. Это *Arcyria cinerea* и *Echinostelium minutum*. Есть виды, приуроченные к специфическим местообитаниям. Например, *Barbeyella minutissima* и *Colloderma oculatum* обнаружены нами исключительно на древесине хвойных, покрытой печеночными мхами.

В целом, большинство обнаруженных на мертвой древесине и коре видов обладает низкой субстратной специализацией. Так, только на листовенных видах обнаружено 19,6% всех видов, только на хвойных — 25,4, и на хвойных и на листовенных — 55,0. Примерами «хвойных видов» являются многие виды *Cribraria* и *Comatricha*. На листовенных, в основном, представители *Arcyria* и *Physarum*. Если разделить виды по преимущественной приуроченности (например, вид ассоциирован с листовенными видами, если его обилие здесь в два раза выше, чем на хвойных), эти цифры будут, соответственно, 30,0; 38,4 и 32,6. Причиной такого распределения могут являться сходные питательные ресурсы во всех древесных субстратах, а сама древесина, вероятно, является лишь удобной средой обитания для миксомицетов. Это заключение подтверждается и спектром порядков миксомицетов на хвойных и листовенных древесных растениях. Различия в спектре не существенны (рис. 1).

Дендрограмма сходства видового состава миксомицетов на разных древесных видах показала, что можно выделить три группы таких сообществ (рис. 2). В первую группу попадают сообщества широколиственных древесных, во вторую — все хвойные, за исключением пихты, в третью — все мелколиственные, включая пихту. При этом сообщества пихты проявляют наибольшее сходство с сообществами березы. Однако, при включении в анализ обилия видов пихта группируется с другими хвойными. Причиной первого является, вероятно, неудобство пихты и березы, как субстратов, связанные с особенностями химического состава древесины и особенностей ее разложения. Набор видов здесь ограничен. Второй факт обусловлен разным обилием этих видов у пихты, очевидно, он близок к другим хвойным.

Важной характеристикой мертвой древесины для сообществ миксомицетов является стадия ее разложения. На первой стадии разложения способны развиваться лишь 10,9% видов; на второй — 63,8; третьей — 72,5; четвертой — 27,6 т.е. для всех рассмотренных пород увеличение видового разнообразия отмечается на промежуточных стадиях разложения древесины, что обусловлено, вероятно особенностями физико-химических и трофических характеристик каждой стадии, а также временной сменой сообществ других живых организмов.

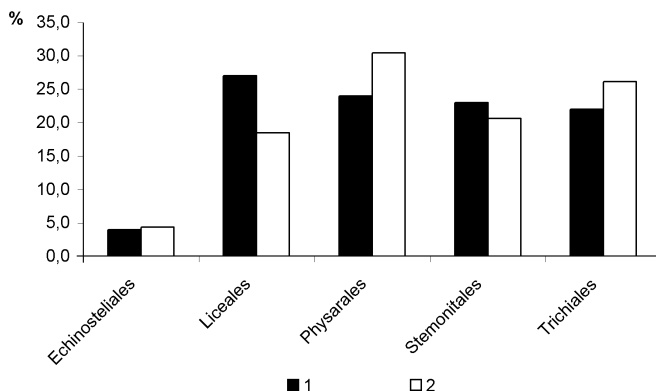


Рис. 1. Спектр порядков миксомицетов на хвойных (1) и лиственных (2) видах древесных.

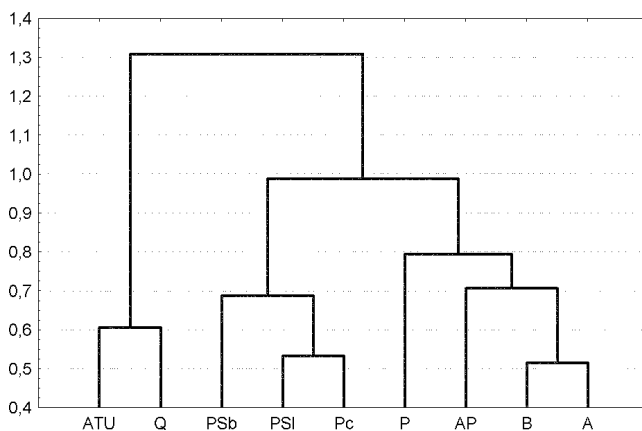


Рис. 2. Дендрограмма сходства сообществ миксомицетов различных древесных растений.

ATU — широколиственные виды (*Acer platanoides*, *Tilia cordata*, *Ulmus* spp.), Q — *Quercus robur*, PSb — *Pinus sibirica*, PSI — *Pinus sylvestris*, Pc — *Picea abies*, P — *Populus* spp., AP — мелколиственные виды (*Alnus* spp., *Padus racemosa*), B — *Betula* spp., A — *Abies sibirica*.

Другой крупной экологической группой являются кортикулоидные миксомицеты, способные развиваться на коре живых деревьев. Типичными

представителями являются виды родов *Echinostelium*, *Licea*, *Paradiacheopsis*, *Physarum*. Нами показано, что видовой состав миксомицетов одного вида древесного достаточно стабилен и качественно не меняется в различных естественных местообитаниях. Сходство сообществ изученных пород соответствует сходству ксилофильных сообществ, также выделяются три группы. При этом независимо от метода оценки пихта группируется с остальными хвойными. Она же является наименее богатой по видовому составу и обилию миксомицетов, выявлено всего 5 видов. На других видах удалось выявить по 10–15 видов.

Более ярко выражена субстратная специфика видов. Только на лиственных выявлено 61,9% видов, на хвойных — 23,8, видов встречаемых и на хвойных и на лиственных — 14,3. На рисунке 3 приведен спектр порядков кортикулоидных миксомицетов на хвойных и лиственных деревьях. Видно, что различия в них гораздо существенней, чем у ксилофильных видов. На коре лиственных преобладают порядки Physarales и Trichiales, на хвойных — Stemonitales. Это можно объяснить как физико-химическими параметрами коры (кора хвойных имеет более кислую реакцию, чем кора лиственных), так и коэволюцией видов. Представители наиболее примитивных порядков Echinosteliales и Liceales почти в равном соотношении обитают как на лиственных, так и на хвойных, представители наиболее прогрессивного порядка Physarales — на покрытосеменных.

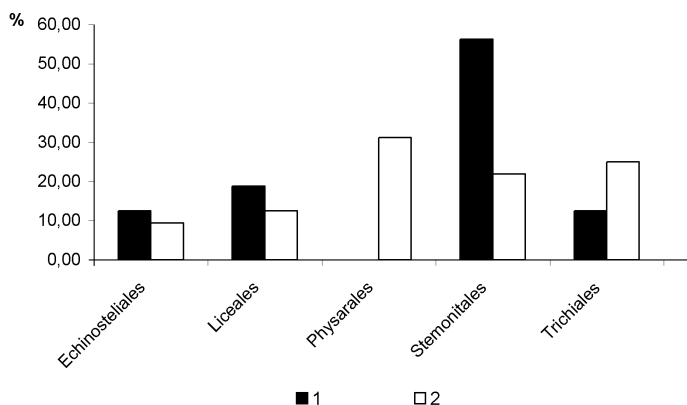


Рис. 3. Спектр порядков кортикулоидных миксомицетов на хвойных (1) и лиственных (2) видах древесных.

Не меньшим видовым богатством характеризуется и группа подстилочных видов. Наиболее типичными представителями здесь являются виды рода *Craterium*, *Didymium*, *Perichaena*. На структуру и состав сообществ влияет тип формации, видовой состав древесных, широтное расположение биотопа (Фефелов, 2000). Другие субстраты, видимо, менее привлекательны для миксомицетов. Кроме относительно невысокого видового разнообразия, они характеризуются на Урале отсутствием для них специфических видов.

Влияние растительности. Особенности сообществ миксомицетов различных фитоценозов во многом зависят от наличия в них определенных субстратов для развития миксомицетов. Исследования показали, что состав и структура сообществ проявляют консервативные свойства. Сообщества миксомицетов сходных фитоценозов также наиболее сходны, независимо от места расположения (рис. 4). Видовое богатство и обилие миксомицетов при этом уменьшается в ряду лесных формаций: ельники, сосняки, березняки, пойменные заросли, широколиственные леса.

При рассмотрении растительных зон и подзон можно отметить, что уменьшение видового богатства происходит от средне-таежной подзоны бореальной зоны к северу и югу, соответственно к тундрам и степям. При этом к югу уменьшается количество представителей сем. Cribariaceae, увеличивается количество представителей сем. Trichiaceae. Исключение составляют широколиственные леса. Несмотря на южное расположение, видовое разнообразие миксомицетов этого семейства велико благодаря многочисленным представителям родов *Arcyria*, *Hemitrichia*, *Perichaena*. Выявлены виды, характерные для различных зон. Например, *Trichia munda* на Урале южнее северо-таежной подзоны не заходит. Во всей бореальной зоне одним из обильных видов является *Hemitrichia clavata*, редкая или отсутствующая в других зонах. Много специфических видов выявлено в зоне широколиственных лесов, например, *Arcyria affinis*, *Hemitrichia calyculata*, *H. serpula*, *Physarum serpula*. В степной зоне характерные виды не выявлены, однако в почвах увеличивают свое обилие *Didymium squamulosum* и *Echinostelium minutum*, редко выявляемые в бореальной зоне.

ВЫВОДЫ

1. Наиболее благоприятным субстратом для развития миксомицетов является разлагающаяся древесина. Кортикулоидные виды проявляют высокую субстратную специализацию.
2. Состав сообществ миксомицетов различных растительных формаций зависит от состава субстратов. Сообщества миксомицетов сходных растительных формаций также сходны, независимо от их географического удаления.
3. Видовое разнообразие и обилие миксомицетов максимально в средне-таежной подзоне. К югу и северу эти показатели уменьшаются.

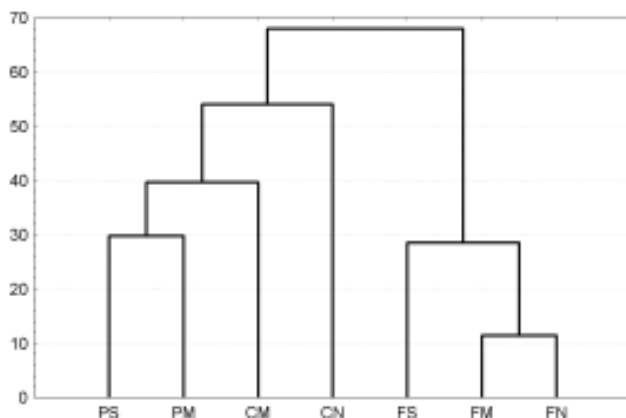


Рис. 4. Дендрограмма сходства сообществ миксомицетов разных растительных формаций. *P* — сосняки; *C* — ельники; *F* — поймы; *S* — Южный Урал; *M* — Средний Урал; *N* — Северный Урал.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты №№ 02–05–64577, 02–04–96420 и 02–04–96425).

ЛИТЕРАТУРА

- Бурова Л.Г. Экология грибов макромицетов. М.: Наука, 1986. 222 с.
- Кусакин О.Г., Дроздов А.Л. Филема органического мира. Ч.2. СПб.: Наука, 1997. 381 с.
- Новожилов Ю.К. Эпифитные миксомицеты некоторых районов СССР. Анализ распределения по типам субстрата и местообитаниям // Микология и фитопатология. 1988. Т. 22. Вып. 4. С. 301–307.
- Новожилов Ю.К. Определитель грибов России. Отдел Мухомycota. Вып. 1. Класс Мухомycetes. СПб.: Наука. 1993. 288 с.
- Новожилов Ю.К., Голубева О.Г. Эпифитные слизевики из Монгольского Алтая и пустыни Гоби // Микология и фитопатология. 1986. Т. 20. С. 368–374.
- Фефелов К.А. Миксомицеты верхних горизонтов почв Урала // Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий. Оренбург, 2001. С. 31.
- Drozdovicz A. Myxomycetes of the Wladislav Okan Forest Reserve at Turbacz in the Gorce Mountains // Zesz. Nauk. Uniw. Jageillon. Pr. Bot. 1977. V. 5. P. 157–167.
- Ндркнен М. On corticolous Myxomycetes in northern Finland and Norway // Karstenia. 1978. V. 15. P. 32–37.
- Ндркнен М. Мухомycetes developed on litter of common Finnish trees in moist chamber cultures // Nord. J. Bot. 1981. № 1. P. 791–794.

- Härkönen M., Uotila P. Turkish Myxomycetes developed in moist chamber cultures // *Karstenia*. 1983. № 23. P. 1–9.
- Stephenson S. L. Distribution and ecology of Myxomycetes in temperate forests I. Patterns and occurrence in the upland forests of southwestern Virginia // *Can. J. Bot.* 1988. V. 66. P. 2191–2207.
- Stephenson S.L. Distribution and ecology of Myxomycetes in temperate forests II. Patterns of occurrence on bark surface of living trees, leaf litter and dung // *Mycologia*. 1989. V. 81. P. 608–621.
- Stephenson, S.L., Stempen, H. *Myxomycetes: A Handbook of Slime Molds*. Timber Press, Portland, Oregon, 1994. 183 p.
- Ukkola T. The Occurrence of Myxomycetes on Different Decay Stages of Trunks of *Picea abies*, *Pinus sylvestris* and *Betula* spp. in small Oldgrowth Forest in Southern Finland // *Karstenia*. 2002. № 42. P. 13–22.

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ В ОНТОГЕНЕЗЕ ПЧЕЛЫ МЕДОНОСНОЙ (*APIS MELLIFERA MELLIFERA*)

О.Н. Фрунзе, Е.Н. Бессонова

Пермский государственный педагогический университет

Непрерывность эволюции включает в себя приспособление к изменению абиотических факторов среды обитания организмов. В пределах нормы реакции коррекция процессов не приводит к дифференциации группы, но это наблюдается при более полярной смене условий обитания через формирование адаптаций. Взгляды на первичность физиологических или фенотипических механизмов сосуществуют, однако выделяемые уровни адаптациогенеза едины — групповой, организменный, органнй, тканевый, клеточный, молекулярный (основные уровни организации жизни). В связи с большей изученностью фенотипического проявления процессов адаптациогенеза медоносных пчел *Apis mellifera mellifera* интересно изучать молекулярный, биохимический уровень этого процесса в природных популяциях. Важно проследить соотношение и взаимосвязь этих изменений в зависимости от северных условий обитания.

Цель — изучение популяций пчелы медоносной на основе разрабатываемых методов биохимической идентификации

Задачи: 1) адаптация методик биохимической идентификации для изучения популяций пчелы медоносной; 2) проведение анализа проб разных семей в онтогенезе; 3) получение численных показателей, характеризующих биохимические процессы пчел разных популяций.

Анализ литературы по биохимии вида пчела медоносная показал перспективу исследования ферментов фосфатазы, β -глюкозидазы, каталазы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Изучение проводилось на базе лаборатории химического мутагенеза ИЭиГМ УрО РАН под руководством с.н.с. А.Ю. Максимова.

Пробы отбирались на пасеке Пермского района. При сравнения учитывался возраст особей и время отбора.

Предлагаемые методики определения активности ферментов (фосфатаза, β -глюкозидаза, каталаза) не требуют много времени и сложной аппаратуры.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Используемые методики позволяют получить величину оптической плотности по каждой пробе. Разработана схема пересчета оптической плотности на концентрацию фермента 1мМ/мг и на 1 особь. Получены таблицы соотношения активности ферментов (в %) в онтогенезе. Они отражают тенденцию изменения количества и активности ферментов в зависимости от стадии развития.

Анализ изменения концентрации фермента фосфатазы в онтогенезе показал увеличение активности у пчел и трутней при переходе от стадии личинки к стадии куколки и уменьшение активности далее (от стадии куколки к стадии имаго). При этом диапазон изменения концентраций ярче выражен у рабочих пчел. У семьи развитие от стадии личинки к куколке сопровождается увеличением концентрации фермента фосфатазы на 23%, от стадии куколка-имаго — уменьшением на 39%. У трутней наблюдалось при развитии на стадии личинки к куколке увеличение концентрации на 39%, а от куколки к имаго — уменьшение на 6%. Т.о., мы наблюдали более яркую картину изменения активности фермента у рабочих пчел, чем у трутней в онтогенезе.

Результаты изучения активности фермента β -глюкозидазы показали, что в процессе онтогенеза между особями существуют отличия: у трутней активность фермента ниже. Также наблюдается незначительные изменения у рабочих пчел в онтогенезе. При переходе от стадии личинки к куколке активность снижается на 40%, последующее снижение (к стадии имаго) составляет 62%.

Впервые получены результаты, характеризующие активность ферментов фосфатазы и β -глюкозидазы в онтогенезе. Выявлено, что у трутней активность фермента фосфатазы на стадии личинки и куколки ниже, чем у рабочих пчел. То же самое наблюдается и для β -глюкозидазы, но на стадии куколки. Активность фермента β -глюкозидазы у рабочих пчел выше на стадии личинки. Большое спасибо за помощь и поддержку доц. ПГПУ А.В. Петухову, с.н.с. ИЭиГМ УрО А.Ю. Максимова.

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ФЛОР

О.В. Харитонов

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Исследования проводились на территории Печоро-Илычского государственного биосферного заповедника (Республика Коми, Северный Урал) в июле-августе 2002 г. В качестве объекта исследования были выбраны растительные сообщества вторичных местообитаний (вырубки вокруг изб лесников и зимовий, колеи и обочины троп, вторичные луга, свалки и межи огородов) в окрестностях и на территории пос. Якша и кордонов заповедника, расположенных на реке Печора (Собинская Заостровка, Шайтановка, Шежим Печорский), а также на стационаре Гаревка, в урочищах лог Йорданского и Уманские Луки.

Для изучения структуры растительных сообществ использовалась стандартная геоботаническая методика. Для оценки степени нарушенности растительных сообществ были вычислены индекс синантропизации (отношение числа синантропных видов к общему числу видов, произрастающих в сообществе), а также индекс апофитизации (отношение числа апофитов к числу синантропных видов в данном сообществе) (Горчаковский, Козлова, 1998). Также мы разделяли антропофиты по времени иммиграции в исследованный район на археофиты и кенофиты (Туганаев, Пузырев, 1988).

В ходе работы на учетных площадках всего было зарегистрировано 148 видов сосудистых растений, относящихся к 109 родам и 42 семействам. Ведущими семействами являются Poaceae (20 видов), Asteraceae (16 видов), Rosaceae (13 видов), Caryophyllaceae (11 видов), Fabaceae (9 видов), Apiaceae, Ranunculaceae, Lamiaceae (по 6 видов) и Scrophulariaceae (5 видов); на долю этих семейств приходится 62% от общего числа видов. Было отмечено 18 семейств, представленных одним видом. В ходе работы выяснилось, что при удалении от крупных населенных пунктов и уменьшении антропогенной нагрузки изменяется порядок ведущих семейств. Так, на первые позиции выходят такие семейства, как Rosaceae, Caryophyllaceae, Scrophulariaceae, Ranunculaceae и др., что указывает на преобладание в синантропной флоре местных, апофитных видов.

Было показано, что некоторые синантропные виды приурочены к отдельным кордонам и больше нигде не встречаются. Данный факт может быть связан с антропогенными факторами, в частности, со случайностью заноса семян на исследованные территории. Так, в Якше было встрече-

но 18 таких видов, на Собинской — 8 видов, Шайтановке — 5 видов, Шежме и Гаревке — по 7 видов. Для оценки степени сходства локальных флор был вычислен коэффициент Чекановского-Сьеренсена. Естественно, что количество общих видов и сходство синантропных флор уменьшаются при удалении точек друг от друга (табл. 1).

Таблица 1. Степень сходства видового состава синантропных флор исследованных районов заповедника

	Якша	Собинская	Шайтановка	Шежим	Гаревка
Якша	79	29	42	30	33
Собинская	0,42	58	42	33	22
Шайтановка	0,51	0,58	87	49	40
Шежим	0,42	0,54	0,65	63	24
Гаревка	0,48	0,38	0,55	0,40	58

Число видов, отмеченных для данного пункта, представлены полужирным шрифтом, число общих видов - обычным шрифтом, значения коэффициента Чекановского-Сьеренсена — курсивом.

По видовому составу наиболее сходны флоры Шежима и Шайтановки (0,65), Собинской и Шайтановки (0,58). Наименьшим сходством отличаются флоры Собинской и Гаревки (0,38), Шежима и Гаревки (0,40). В целом, можно сказать, что синантропная флора ст. Гаревка отличается присутствием большего числа апофитных видов, а также лесных растений в связи с незначительным влиянием антропогенного фактора. Кроме того, было выявлено, что только 11 видов являются общими для всех пяти изученных пунктов; это такие растения как *Agrostis tenuis*, *Cerastium holostoides*, *Deschampsia caespitosa*, *Elytrigia repens*, *Phleum pratense*, *Plantago major*, *Poa pratensis*, *Prunella vulgaris*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium repens*, *Urtica dioica*.

Ценотическая приуроченность синантропных видов выглядит следующим образом: в основном это луговые растения местной флоры и пришлые рудеральные виды (табл. 2). Так как в окрестностях пос. Якша, на корд. Шайтановка и ст. Гаревка исследовались нарушенные лесные местообитания, то для этих пунктов характерно участие лесных видов в сложении синантропной растительности. Кроме вышеназванных ценотических групп растений также были отмечены лугово-лесные, околородно-болотные растения.

Соотношение групп синантропных растений, различных по происхождению, представлено в таблице 2. Всего на территории заповедника было

Таблица 2. Некоторые характеристики синантропной флоры заповедника

	Якша		Собинская		Шайтановка		Шежим		Гаревка	
Таксономическая структура синантропной флоры										
Семейства	кол-во видов	место	кол-во видов	место	кол-во видов	место	кол-во видов	место	кол-во видов	место
Poaceae	13	1	11	1	14	1	12	1	14	1
Asteraceae	9	2	10	2	10	2	6	2	3	4-5
Rosaceae	7	3	2	—	7	3-4	4	5-7	5	2-3
Caryophyllaceae	4	4-6	4	4-6	7	3-4	4	5-7	5	2-3
Lamiaceae	4	4-6	2	—	3	8-9	5	3-4	1	—
Polygonaceae	4	4-6	2	—	2	—	3	8-10	1	—
Scrophulariaceae	3	7	4	4-6	4	6-7	4	5-7	3	4-5
Fabaceae	2	—	4	4-6	5	5	5	3-4	1	—
Apiaceae	—	—	5	3	3	8-9	3	8-10	2	6
Ranunculaceae	2	—	3	7-8	4	6-7	3	8-10	1	—
Brassicaceae	1	—	3	7-8	1	—	1	—	—	—
Прочие	30		8		27		13		22	
Ценотическая приуроченность синантропных видов										
лесные	32		5		20		1		22	
луговые	21		29		38		36		24	
лугово-лесные	3		4		7		6		3	
водно-болотные	1		0		0		0		1	
рудеральные	22		20		22		20		8	
Классификация синантропных видов по происхождению										
антропофиты	13		15		19		17		7	
апофиты	35		37		36		35		22	
Классификация антропофитов по времени иммиграции										
архсофиты	4		4		7		5		4	
кенофиты	9		11		12		12		3	

выявлено 26 антропофитов (*Poa supina*, *Dactylis glomerata*, *Plantago major*, *Spergula arvensis*, *Lepidotea suaveolens* и др.). Соотношение апофитов и антропофитов изменяется незначительно, а доля антропофитов во флорах колеблется от 24,1% на ст. Гаревка до 34,5% на корд. Шайтановка. В целом, индекс синантропизации исследованных сообществ заповедника составляет 68%, хотя для всего заповедника он составляет 15,9% (Горчаковский, Демченко, 2002). Кроме того, нельзя однозначно сказать, что этот показатель снижается при удалении от крупных населенных пунктов и уменьшении антропогенной нагрузки. Возможно, это объясняется недостаточной изученностью некоторых территорий, например, пос. Якша.

Среди антропофитов было выделено 8 археофитов и 18 кенофитов (табл. 2). Наибольшее число археофитов было найдено на корд. Шайтановка. Это объясняется тем, что поселение является одним из самых старых на изученной территории. Количество кенофитов на всех кордонах приблизительно одинаковое, лишь на Гаревке их число минимально из-за того, что эту территорию используют как летний стационар, и она не является местом постоянного проживания.

Таким образом, можно утверждать, что ведущими семействами синантропной флоры исследованной территории являются *Rosaceae*, *Asteraceae*, *Rosaceae*, *Caryophyllaceae* и *Fabaceae*, что свидетельствует о высокой доле участия апофитных видов в сложении растительного покрова.

Из-за значительной удаленности от крупных населенных пунктов и некоторой изоляции внутри самого заповедника флоры кордонов характеризуются определенными чертами, отличающими их друг от друга.

Синантропная флора заповедника складывается, в основном, из местных луговых и пришлых рудеральных видов.

Наиболее трансформированными являются растительные сообщества, встречающиеся на огородных межах и свалках, а наименее измененными - на колеях и обочинах троп и дорог вырубков.

Наряду с этим в растительные сообщества огородов и троп легче всего внедряются новые, антропофитные виды. В связи с тем, что на исследованной территории сельское хозяйство развито крайне слабо, рудерально-сегетальные растения в составе сообществ вторичных местообитаний представлены небольшим числом видов. Антропофиты представлены, в основном, кенофитами, что тоже связано со слабым развитием хозяйственной деятельности местного населения.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ (проект № 02-04-49462) и «Ведущие научные школы» НШ № 2140.2003.4.

ЛИТЕРАТУРА

- Горчаковский П. Л., Козлова Е. В. Синантропизация растительного покрова в условиях заповедного режима // *Экология*. 1998. № 3. С. 171–177.
- Горчаковский П. Л., Демченко А. А. Сравнительная оценка флористического разнообразия особо охраняемых природных территорий // *Экология*. 2002. № 6. С. 403–411.
- Туганав В. В., Пузырев А. Н. Гемерофиты Вятско-Камского междуречья. Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1988. 128 с.

РАЗМНОЖЕНИЕ РЫЖЕЙ ПОЛЕВКИ В РАЗНЫЕ ФАЗЫ ПОПУЛЯЦИОННОГО ЦИКЛА В ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСАХ УДМУРТИИ

А.В. Хворенков

Центр Госсанэпиднадзора, Удмуртская республика, г. Ижевск

В пределах своего ареала рыжая полевка обычно является доминирующим видом в лесных сообществах грызунов и участвует в поддержании природных очагов ряда инфекций, опасных для человека (геморрагическая лихорадка с почечным синдромом, клещевой энцефалит и др.). В Удмуртской республике по многолетним данным численность рыжей полевки к августу достигает в среднем 40,0%, а в некоторые годы — 70,0–80,0%. Заболеваемость ГЛПС среди людей в Удмуртии превышает среднефедеративный показатель в 9–10 раз. Поэтому изучение механизмов, определяющих темпы воспроизводства, роста численности рыжей полевки и, в конечном итоге, переход из одной фазы популяционного цикла в другую, имеет не только теоретическое, но и практическое значение, так как активность природных очагов ГЛПС зависит от данных факторов (Бернштейн и др., 2000).

Цель исследования — выявление закономерностей сезонной динамики демографических признаков рыжей полевки в разные фазы популяционного цикла и механизмов, определяющих переход популяции из одной фазы в другую.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В работе использован материал, собранный зоологами ЦГСЭН в УР и сотрудниками Института полиомиелита и вирусных энцефалитов. Учеты проводились на стационарных участках (56°52' с.ш., 53°10' в.д.) с 1973 по 2001 гг. Стационары расположены на границе двух зон: хвойно-широколиственных и широколиственных лесов (оптимум ареала), в древостое преобладает липа и ель. Отловы проводились стандартным методом ловушковых линий (Кучерук, 1952) с повторностью четыре раза в год (апрель, июнь, август и октябрь). Отловлено 26893 мелких млекопитающих, в отловах преобладала европейская рыжая полевка (*Clethrionomys glareolus* Shreber, 1780) — 18936 (70,4%). Отработано более 103 тыс. ловушко-суток. Оценку численности и структуру популяции проводили по среднеежегодным значениям численности вида, доли возрастных классов (1–2, 3–6, 7–16 мес.), по общей численности и долирепродуктивно активных самок (беременные + кормящие), по возрастным группам. Для обработки материала использовался непараметрический анализ Крускала-Уоллиса ANOVA.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По литературным данным и нашим исследованиям известно, что для популяции рыжей полевки, обитающей в хвойно-широколиственных лесах Удмуртии, характерны обычно трех летние циклы: депрессия — рост — пик (Жигальский, Кшпясев, 2000; Жигальский и др., 2002). Помимо трехлетних циклов за годы наблюдений нами зарегистрировано 2 двух летних цикла, когда из фазы депрессии популяция переходит в фазу пика и 2 четырехлетних — фаза роста повторялась два года.

Фаза депрессии, которая всегда наступает после пика, начинает свой репродуктивный сезон с позднего начала размножения, конец апреля — начало мая. Фазе предшествуют высокая численность в прошлом сезоне, ранний конец репродуктивного процесса, отсюда более «старая» популяция к концу сезона. Экзогенные факторы характеризуются следующим набором: это обычно плохая кормовая база на зиму, ранний сход снега и как следствие низкая выживаемость (табл.). В депрессию общая численность рыжей полевки значительно меньше других фаз практически в течение всего сезона, нет отличия только с фазой роста в апреле. Созревание сеголеток и их участие в размножении идет интенсивно в течение всего летне-осеннего периода, но их позднее появление и низкая численность репродуктивно активных самок не позволяет расти численности более интенсивно и достигнуть высокого уровня к концу сезона, несмотря на присутствие беременных и кормящих самок до августа–октября (табл.). Основной прирост численности вносят перезимовавшие самки и сеголетки поздневесенних когорт (рис.). После фазы депрессии обычно популяция переходит в фазу роста, в двух случаях популяция уходила в пик, этому предшествовали более поздний конец репродуктивного сезона, беременные и кормящие самки регистрировались в сентябре — октябре, зимнее начало размножения, отличная зимняя кормовая база, теплая многоснежная зима.

В фазу роста размножение обычно начинается в начале — середине апреля (6 раз), регистрировалось в данной фазе и ранее начало размножения (4 раза) — не позднее марта. Фазе предшествует низкая численность, более «молодая» популяция, хорошая кормовая база, поздний сход снега и неплохая выживаемость (табл.). Рост поголовья полевок и созревание сеголеток в фазе роста происходили достаточно интенсивно в течение всего репродуктивного сезона, что в совокупности с более ранним появлением сеголеток позволяет достигнуть высокой численности к сезонному пику. Основной вклад в размножение вносят сеголетки ранних когорт (рис.). Размножение обычно заканчивается в середине — конце августа, но иногда имеются кормящие самки и осенью. Из фазы роста популяция обычно переходит в фазу пика, за 29 лет наблюдений данная фаза повторялась второй год два раза. Данному переходу предшествовали определенные сочетания эндо- и экзогенных факторов, когда высокая репродук-

Таблица. Демографическая характеристика фаз популяционного цикла рыжей полевки и условия предшествующие им в 1973 — 2001 гг. (непараметрический анализ Крускала-Уоллиса ANOVA)

Период	Показатели	Месяц ¹	Фазы цикла (число лет наблюдений)			Значимые контрасты (p<0,05)	
			I – "депрессия" (n=9)	II – "рост" (n=10)	III – "пик" (n=9)		
Условия зимовки	А) Факторы, предшествующие репродуктивному сезону						
	Энто-	Общая численность особей	VI-VIII	41,1	20,1	32,1	II – от всех
		Чис-ть репродуктивно активных самок	VIII	0,2	1,1	1,8	Все
		Общая доля репродуктивно активных самок	VIII	1,8	24,1	18,9	I – от всех
		Доля 3-6 мес. зверьков	X	62,9	38,7	44,0	I – от всех
	Эко-	Среднемесячная температура марта, °С	III	-3,5	-5,9	-5,3	I – от всех
		Высота снежного покрова марта, см	III	27,4	49,5	35,1	I – III, I – (IV+III)
		Урожай липы (баллы)	X	1,4	3,2	3,6	I – от всех
		Зимняя влажность, %	VIII-IV	15,1	35,3	43,6	Все
	Б) Текущий репродуктивный сезон						
Весна – начало лета		Общая численность особей	IV	5,4	7,2	14,2	IV – от всех
		Чис-ть репродуктивно активных самок	VI	7,2	13,6	27,0	Все
		Общая численность особей	IV	1,4	3,1	5,6	Все
		Чис-ть репродуктивно активных самок	VI	2,9	4,5	6,3	IV – от всех
Конец лета – осень		Общая доля репродуктивно активных самок	IV	51,9	86,7	80,0	Все
		Общая численность особей	VI	80,1	62,8	48,0	Все
		Общая численность особей	VIII	15,2	36,8	41,1	I – от всех
		Чис-ть репродуктивно активных самок	X	9,7	24,0	23,9	I – от всех
		Общая доля репродуктивно активных самок	VIII	1,4	1,6	0,2	IV – от всех
		Доля 3-6 мес. зверьков	VIII	27,3	15,8	1,8	Все
Весенне-летняя сезонная динамика численности за период активного размножения							
Изменение численности ²		IV-VIII	3,4	6,6	3,8	II – от всех	
Средне летняя численность особей		VI-VIII	11,2	25,2	34,0	Все	

1 - месяц учета: III – март, IV – апрель, V – июнь, VIII – август, X – октябрь;

2 - численность сегментов в августе/численность перезимовавших в апреле.

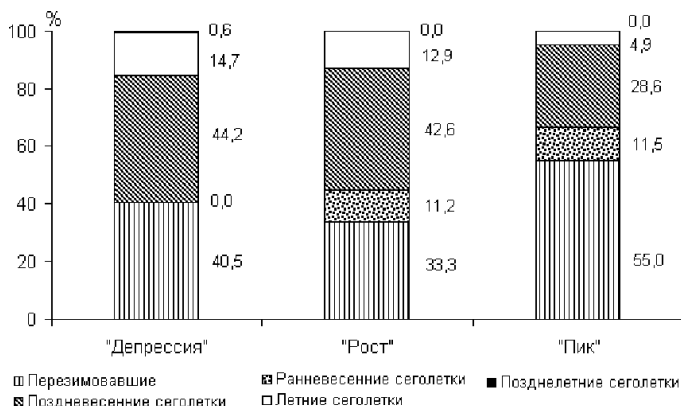


Рисунок. Вклад самок разных когорт в воспроизводство популяции в зависимости от фазы популяционного цикла.

тивная активность в конце прошлого сезона и плохая кормовая база на зиму не давала, по-видимому, популяции достичь определенного качества в следующем сезоне, оставляя ее в фазе роста.

Для пика характерно раннее начало размножения (7 раз из десяти), которому предшествует относительно высокая численность, раннее установление снежного покрова, хорошая кормовая база, отличная выживаемость. Прошлые популяции перед пиком характеризуется обычно высокой репродуктивной активностью в конце сезона: высокая численность и доля репродуктивноактивных самок (табл.). В фазе пика общая численность и численность репродуктивно активных самок в начале сезона достоверно выше, что позволяет достичь высокой численности уже к середине сезона. Основной вклад в рост поголовья вносят перезимовавшие самки (рис.). Во второй половине сезона созревание сеголеток и общая активность в размножении резко падает, она достоверно ниже других. Массовое размножение обычно заканчивается в конце июля – начале августа, что приводит к старению популяции перед зимовкой.

Таким образом, для популяции рыжей полевки, обитающей в хвойно-широколиственных лесах Удмуртии, для каждой фазы популяционного цикла характерен, в той или иной степени, определенный тип начала репродуктивного сезона, который зависит от предыстории популяции и определенного набора экзогенных факторов. Значимость вкладов эндо- и экзогенных факторов в размножение при различных фазовых переходах неоднозначна. В одних случаях переход и начало размножения в большей зависимости от эндогенных условий: из пика в депрессию популяция уходит и при благоприят-

ных экзогенных факторах. При других фазовых переходах роль экзогенных факторов может быть равнозначной или выше: это инициация раннего размножения в любые фазы или хорошая выживаемость и вступление в размножение в середине апреля в фазе пика после раннего размножения в росте, где конец репродуктивного сезона характеризуется ранним его завершением и высокой численностью.

Иначе говоря, та существующая палитра сочетаний экзо- и эндогенных факторов и их значимости определяет тот или иной тип начала репродуктивного периода, его сезонную динамику, конец и чередования, что в конечном итоге и формирует существующие фазовые переходы у рыжей полевки, обитающей в хвойно-широколиственных лесах Удмуртии.

ЛИТЕРАТУРА

- Бернштейн А.Д., Апекина Н.С., Копылова Л.Ф., Хворенков А.В., Мясников Ю.А., Михайлова Т.В., Гавриловская И.Н. Особенности проявления лесных очагов геморрагической лихорадки с почечным синдромом, расположенных в оптимуме ареала рыжей полевки // РЭТ — инфо. 2000. № 2. С. 11–17.
- Жигальский О.А., Кшнясев И.А. Популяционные циклы европейской рыжей полевки в оптимуме ареала // Экология. 2000. №5. С. 383–390.
- Жигальский О.А., Хворенков А.В., Бернштейн А.Д. Циклы численности и демографическая структура в популяциях мелких млекопитающих // Многолетняя динамика численности птиц и млекопитающих в связи с глобальными изменениями климата: Материалы междунар. симпозиума. Казань, 2002. С. 30–38.
- Кучерук В.В. Количественный учет важнейших видов вредных грызунов и землероек // Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных. М., 1952. С. 9–46.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПАРАМЕТРОВ РОСТА И СТРУКТУРЫ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ ФЛАГОВОГО ЛИСТА У РАЗНОВИДНОСТЕЙ ПШЕНИЦЫ *TRITICUM DICOCCUM* (SCHRANK) SCHUEBL.

Е.В. Храпцова

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

При адаптации к различным экологическим факторам структурно-функциональная организация растений претерпевает значительные изменения.

Вариабельность разных признаков, как правило, бывает неодинаковой. В связи с этим важно знать, какие из характеристик для вида являются стабильными, а какие могут служить индикаторами изменения условий среды. Целью данного исследования было выявление степени варьирования параметров роста и структуры фототрофных тканей листа у разновидностей *Triticum dicoccum* (Schränk) Schuebl., происходящих из разных регионов Евразии. Были изучены пять разновидностей *Triticum dicoccum*: *volgense*, *serbicum*, *rufum*, *haussknechtianum*, *aeruginosum*. Растения выращивали мелкоделяночным способом на биостанции УрГУ (Ср. Урал, подзона южной тайги). Для характеристики ростовых процессов рассчитывали абсолютную (AGR) и относительную (RGR) скорости роста (Бидл, 1989). Показатели мезоструктуры изучали по А.Т. Мокроносову, Р.А. Борзенковой (1978). Достоверность различий между группами определяли по непараметрическому критерию Манна-Уитни для уровня значимости $p=0,05$.

Сравнение разновидностей *Triticum dicoccum* по ростовым параметрам позволило выявить следующие особенности. Наибольшей величиной ассимиляционной поверхности листьев отличалась *serbicum*, превышая остальные разновидности по этому показателю в 1,3–1,5 раза. Аналогичным образом изменялась величина флагового листа (в 1,1–1,4 раза). Достоверных отличий между другими разновидностями по этому признаку выявлено не было.

Разновидности не различались достоверно по величине относительной скорости роста, что свидетельствует о стабильности этого показателя для вида *Triticum dicoccum*. Средние значения RGR для *volgense*, *serbicum*, *rufum*, *haussknechtianum*, *aeruginosum* были равны 0,22; 0,19; 0,22; 0,19 и 0,20 соответственно. Величина AGR варьировала в значительной степени.

Все изученные разновидности различались по толщине листа и мезофилла, разброс значений для этих показателей составлял от 101,5 до 155,6 мкм и от 58,93 до 118,39 мкм соответственно. Доля хлоропластов в листе, определяемая их отношением, напротив, варьировала незначительно и достоверно не различалась.

Разновидность *rufum* характеризовалась наименьшим числом клеток на единицу площади листа и малыми размерами клеток и, следовательно, имела по сравнению с остальными разновидностями меньшую их суммарную поверхность (в 1,3–1,5 раза). Разновидности *volgense*, *serbicum*, *haussknechtianum* и *aeruginosum* по данным показателям достоверно не различались.

Таким образом, можно отметить, что для вида *Triticum dicoccum* (Schränk) Schuebl. характерна высокая стабильность таких показателей, как относительная скорость роста ассимиляционной поверхности листьев и доля хлоропластов в листе. Большинство показателей роста и мезоструктуры фототрофных тканей варьировали в незначительных пределах, часто достоверные различия наблюдали только для одной из разновидностей. Последнее, вероят-

но, является отражением адаптивных особенностей разновидностей, имеющих различное географическое происхождение.

ЛИТЕРАТУРА

- Бидл К.Л. Анализ роста растений // Фотосинтез и биопродуктивность: методы определения / Под ред. Дж. Кумбса. М: Агропромиздат, 1989. С. 54–56.
- Мокроносов А.Т., Борзенкова Р.А. Методика количественной оценки и функциональной активности фотосинтезирующих тканей и органов.// Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции ВНИИ растениеводства. Л., 1978. Т. 61. С. 119–133.

РОЛЬ СВОБОДНЫХ АМИНОКИСЛОТ В ПРОЦЕССАХ АДАПТАЦИИ ГИДРОБИОНТОВ

Л.В. Черная, Е.А. Басмаждан, Л.А. Ковальчук

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Наши предыдущие исследования показали высокие коэффициенты накопления (K_n) цинка и меди в тканях пиявок из Верхне-Тагильского водохранилища, в водах которого наблюдается значительный дефицит растворенного кислорода, а температура воды постоянно превышает температуру воды естественных водоемов более чем на 6° С (Васильчикова и др., 1989). Известно, что интенсивность аккумуляции ТМ возрастает с повышением температуры среды и при понижении концентрации кислорода. Кроме того, гидробионты в этом водоеме испытывают гипоксию. Действие гипоксии на организм, независимо от её генеза, по результатам исследований ряда авторов, приводит к увеличению суммарного количества свободных аминокислот (Слотвицкий, Зуев, 1971; Копытин, Новикова, 1987).

Установлено также, что в процессе адаптации к экстремальным нагрузкам, в том числе и к токсическим, наблюдается повышение суммарной концентрации свободных аминокислот, обусловленное катаболическими процессами в организме.

Вышеизложенные факты определили цель настоящего исследования — изучить состояние аминокислотного фонда в тканях 5 видов пиявок из природных популяций и дать количественную оценку тем аминокислотам, которые участвуют в связывании экотоксикантов в комплексы «металл-белок».

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Пул свободных аминокислот (АК) в кожно-мышечной ткани пиявок определяли методом ионообменной хроматографии (Казаренко, 1975) с помо-

пью автоматического анализатора аминокислот ААА-339 (Микротехна, Прага). Для анализа было подготовлено 24 пробы из 260 особей 5 видов пиявок.

В эксперименте были использованы *Erpobdella octoculata* (малая ложноконская пиявка), *Haemopsis sanguisuga* (большая ложноконская пиявка) и *Glossiphonia complanata* (улитковая пиявка), отловленные в Верхне-Тагильском водохранилище; *Erpobdella nigricollis* из озера Шарташ и медицинские пиявки (*Hirudo medicinalis*) из водоемов Тамбовской области.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительный анализ качественного и количественного состава аминокислотного фонда тканей пиявок показал, что аминокислотный пул всех исследованных пиявок, независимо от их вида, включает 22 аминокислоты (табл.).

По данным наших исследований, суммарная концентрация свободных аминокислот возрастает у ложноконских пиявок, обитающих в загрязнённых водах Верхне-Тагильского водохранилища (табл.). Общий фонд аминокислот у ложноконских пиявок увеличивается за счёт аланина, глицина, пролина, глутаминовой и аспарагиновой кислот. Глутаминовая кислота в белковом обмене участвует в образовании комплексов «металл-белок» (Ленинджер, 1974). Вместе с тем, глутаминовая кислота обладает и противогипоксическими свойствами, повышая компенсаторные возможности организма. Аспарагиновая кислота обладает антитератогенным свойством, тем самым снижая токсичность больших концентраций тяжёлых металлов в организме.

Высокий пул глутаминовой и аспарагиновой кислот у всех видов пиявок связан, по-видимому, с участием в процессах детоксикации ионов ТМ в организме и связывании токсических продуктов промежуточного обмена. У ложноконских и улитковой пиявок из Верхне-Тагильского водохранилища отмечены также высокие концентрации цистеина и цистеиновой кислоты, являющихся предшественниками всех серосодержащих соединений в организме, которые участвуют в процессах детоксикации тяжёлых металлов. Высокие концентрации гистидина образуют цинк- и медь-гистидиновые комплексы, обеспечивающие поступление меди и цинка внутрь клеток в нетоксичной форме. Свинец вступает в реакцию не только с SH-группами белка, но способен к образованию менее стабильных комплексов с другими боковыми группами аминокислот. Это карбоксильные группы глутаминовой кислоты, лизина, гистидина, повышенный синтез которых мы наблюдаем у ложноконских пиявок.

Таким образом, приспособление пиявок к повышенному фону ТМ в водной среде идёт по пути увеличения общего содержания свободных АК. Общий фонд аминокислот у исследованных двух видов хищных ложноконских пиявок в 2,5–3,5 раза выше, чем у *E.nigricollis* из оз. Шарташ и кровососов — медицинских

Таблица. Аминокислотный состав тканей пиявок из природных популяций

Аминокислоты мкмоль/л	Виды пиявок				
	<i>H.sanguisuga</i> n = 5	<i>E.octoculata</i> n = 57	<i>E.nigricollis</i> n = 162	<i>G.complanata</i> n = 26	<i>H.medicinalis</i> n = 10
Цистеиновая к-та	31,4±3,3	73,2±12,0	47,0±4,1	41,5±0,6	15,5±1,4
Таурин	5,8±0,9	следы	2,2±0,4	следы	0,9±0,01
Аспарагиновая к-та	58,6±11,0	77,3±8,1	49,5±2,1	62,0±8,1	68,1±2,0
Треонин	55,1±8,6	17,9±3,0	7,5±0,0	7,6±1,0	8,2±0,5
Серин	78,5±13,0	37,5±6,2	10,4±0,4	6,9±0,9	11,5±1,1
Аспарагин	34,6±8,1	следы	следы	следы	14,8±0,3
Глутаминовая к-та	233,7±25,0	504,2±41,0	176,4±6,3	197,2±6,8	127,2±11,2
Глутамин	133,6±7,2	90,0±4,4	50,2±5,5	60,4±3,5	38,0±2,1
Пролин	314,6±18,0	106,5±18,0	20,8±0,9	следы	40,3±4,2
Глицин	99,9±12,1	196,1±22,0	75,1±2,4	41,2±2,5	17,3±4,2
Аланин	170,7±10,0	131,1±8,0	12,2±3,0	28,0±4,2	25,0±8,1
Валин	68,2±6,2	29,9±4,6	60,3±4,2	19,6±2,2	30,4±6,2
Цистеин	10,0±0,9	16,0±0,8	следы	12,0±0,6	следы
Метионин	5,0±1,0	4,4±0,8	18,8±0,1	1,4±0,0	24,0±3,5
Изолейцин	9,2±1,1	50,2±6,8	5,2±0,0	7,8±3,2	8,0±0,0
Лейцин	9,5±3,1	14,1±1,1	7,5±2,0	следы	16,8±2,6
Тирозин	14,2±0,8	35,0±12,0	13,5±1,1	4,9±0,6	8,0±2,2
Фенилаланин	2,9±1,5	66,9±18,0	4,1±0,2	2,8±0,4	5,4±2,1
Орнитин	17,5±2,0	43,5±5,9	9,9±0,3	4,8±0,2	следы
Лизин	89,0±4,0	82,3±18,0	10,0±0,3	12,2±1,2	4,0±0,9
Гистидин	29,3±1,5	7,2±1,0	6,0±0,0	12,2±1,3	4,8±0,7
Аргинин	30,6±1,8	20,1±1,2	следы	следы	следы
Общее к-во св. АК	1501,9±141,1	1603,6±192,9	586,6±33,3	522,3±37,3	468,2±55,9

пиявок и глоссифониды ($T_{1-3-2-3} = 6,0-6,8 > T_{\text{ср}} = 2,06-2,16$). Избирательность условий жизни и кормовой базы медицинской пиявки, глоссифонии и *E. nigricollis*, вероятнее всего, определяют пониженный уровень азотистого метаболизма.

Углубленные исследования этих видов пиявок показали, что специализация их основывается на определенных особенностях экологии: различия в содержании аминокислотного обмена обусловлены действием комплекса факторов среды обитания пиявок (температурный и кислородный режимы водной среды, различия в кормовой базе и уровень загрязнения среды обитания).

ВЫВОДЫ

1. Аминокислотный пул всех исследованных пиявок, независимо от их видовой принадлежности, включает 22 аминокислоты.

2. Обнаружено, что исходный уровень азотистого метаболизма пиявок обусловлен как видовой спецификой питания, так и воздействием постоянных факторов среды обитания.

3. Приспособление пиявок к повышенному фону ТМ в водной среде идет по пути увеличения общего содержания свободных АК, способствующих детоксикации металлов вследствие связывания их в комплексные соединения.

4. Все исследованные представители класса Hirudinea представляют собой различные физиологические группы, характеризующиеся качественным своеобразием азотистого метаболизма.

ЛИТЕРАТУРА

- Васильчикова А.П., Попов А.Н., Бердышева Г.В. Фитопланктон как показатель качества воды водохранилищ-охладителей на Урале // Гидробиологическая характеристика водоемов Урала. Свердловск, 1989. С. 13–22.
- Казаренко Т.Д. Ионообменная хроматография аминокислот. Новосибирск: Наука, 1975. 133 с.
- Копытин Б.М., Новикова Н.В. К вопросу об изменении обмена веществ при адаптации к условиям высокогорья // Здравсохранение Киргизии. 1978. № 1. С. 51–56.
- Ленинджер А. Метаболизм аминокислот // Основы биохимии. М.: Мир. 1985. Т. 1. С. 107–137; Т. 2. С. 571–601; 653–683; Т. 3. С. 812–849.
- Слотвицкий С.М., Зуев Б.Н. Влияние условий высокогорья Киргизии на гомеостаз свободных аминокислот крови белых крыс // Вопросы анатомии и гистологии. Фрунзе, 1971. С. 279–284.

АДАПТАЦИЯ РАСТЕНИЙ МОНГОЛИИ К РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЯМ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ПРИМЕРЕ СТРУКТУРЫ БИОМАССЫ И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЛИСТЬЕВ

М.Л. Чечулин, Л.А. Иванов

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Высокогорное положение Монголии и ограниченное среднегодовое количество осадков обусловили выделение животноводства как основной формы ведения хозяйства в данном регионе (Гунин, Востокова, 1989).

В настоящее время в целом для Монголии характерна смена традиционных видов отгонного животноводства полустационарным выпасом скота. В результате этого происходит не только очаговое стравливание и выбивание степной и луговой растительности, но и проникновение на пастбища сорных, непоедаемых видов растений, и смена коренных сообществ на различные группировки, характеризующие пасторальную дигрессию. В связи с этим

возникла необходимость выделения групп растений, которые можно было использовать для оценки степени нарушенности сообществ.

Ранее было показано, что виды растений, обладающие различной дигрессионной активностью, существенно различаются по структуре биомассы, а некоторые продукционные индексы могут служить хорошими признаками при оценке устойчивости растений к перевыпасу (Чечулин и др., 2002). Однако, такая видовая характеристика как дигрессионная активность, является сугубо геоботанической.

Целью нашей работы было выделение среди растений Монголии групп видов, различающихся реакцией на антропогенную нагрузку, на основе объективных количественных признаков.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на территории республики Монголия в разных участках эколого-географического профиля (сомоны Булган, Гурвантес, Шинеджинст) в течение двух полевых сезонов в 2000–2001 гг. Было изучено 49 видов растений Монголии из 20 семейств. Для анализа отбирали неповрежденные, хорошо развитые растения, находящиеся в генеративной фазе. Определяли общую массу целого растения и массы отдельных органов. На основе этих данных рассчитывали индексы, отражающие вклад отдельных органов в массу целого растения (долю стеблей, листьев, генеративных и подземных органов). Измерения проводили в 10 биологических повторностях. Для изучения химического состава отбирали листья среднего яруса не менее, чем у 10 особей типичного для данного местообитания габитуса. У растений определяли содержание в листьях минеральных веществ, органических кислот, нитратов, углерода и азота. Определение химического состава проводили по стандартным методикам. Дигрессионную активность определяли на основе работы П.Д. Гунина и Е.А. Востоковой (1989). В основу выделения экологических стратегий у видов степной флоры Монголии была положена работа В.И. Пьянкова и Л.А. Иванова (2000), в которой показана эффективность использования показателей структуры биомассы в сочетании с индексами отдельных органов для разделения групп видов с разными типами экологических стратегий. Виды растений Монголии распределяли в пространстве функций, полученных при дискриминантном анализе растений бореальной зоны с разными типами экологических стратегий, после чего относили их к одной из трех основных или переходным стратегиям Грайма (Grime, 1979).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ полученных данных показал, что изученные растения различались по структуре биомассы. Большинство видов, охарактеризованных П.Д. Гуниным и Е.А. Востоковой (1989) как рудеральные, по своей дигрес-

сионной активности совпадают с R-стратегиями по Грайму (Grime, 1979). Исключения составляют отдельные виды, способные занимать освобождающиеся при нарушении экосистем экологические ниши в сообществах, но не являющиеся R-стратегиями. Это связано с сильно варьирующим в зависимости от внешних условий видовым составом степных экосистем Монголии (Экосистемы Монголии, 1995). Группа дигрессионно активных видов по параметрам структуры биомассы совпадает со стресс-толерантами (S). К последней группе относятся виды, способные выживать в условиях постоянного стресса. Неблагоприятными факторами при выпасе является уменьшение количества почвенной влаги, происходящее в результате уплотнения почвы, а также выбивание и сдвигание растительности (Экосистемы Монголии, 1995). Показано, что растения Монголии с разными типами стратегий различались по химическому составу фотосинтезирующих органов (рис.). В ряду S-стратегии — C-стратегии — R-стратегии происходило увеличение количества минеральных веществ (50% модальный класс составлял 62,0–87,5; 57,0–114,8 и 91,1–197,2 мг/г соответственно) и органических кислот (с модальным классом 0,82–1,31; 0,96–1,83 и 1,58–2,5 мг/г соответственно). R-стратегии достоверно отличались по этим параметрам от S-стратегов ($p < 0,05$). Ламберс и Портер (1992) показали, что большее количество минеральных веществ и органических кислот свойственно быстрорастущим видам. Способность связывать минеральные вещества в органические соединения, по мнению Ламберса и Портера, контролирует скорость роста растений бедных минеральными веществами местообитаний (Lambers, Poorter, 1992), каковыми являются степи Монголии (Экосистемы Монголии, 1995).

В этом же ряду уменьшалось соотношение углерод/азот (28,7–45,1 — для S-стратегов, 17,1–36,9 — для C-стратегов и 8,6–23,5 — для R-стратегов). R-стратегии достоверно отличались от S-стратегов меньшими значениями C/N ($p < 0,05$). Эпштейн (1998) показал, что низкое соотношение C/N является показателем низкой эффективности использования азота и свойственен видам богатых азотом местообитаний.

Таким образом, результаты исследований показали, что анализ параметров распределения биомассы позволяет оценить степень функциональной активности изученных видов растений. Реакция растений с разной дигрессионной активностью (по: Гунин, Востокова, 1989) на антропогенную нагрузку может быть объяснена при помощи теории экологических стратегий Грайма (Grime, 1979). Полученные результаты могут быть использованы для прогнозирования реакции растительного покрова степей Монголии на действие антропогенных факторов.

Работа выполнена в рамках программы совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и МАН под руководством профессора, д.б.н. В.И. Пьянкова и является частью многолетних исследований кафедры физиологии растений по изучению физиологических основ распределения растительнос-

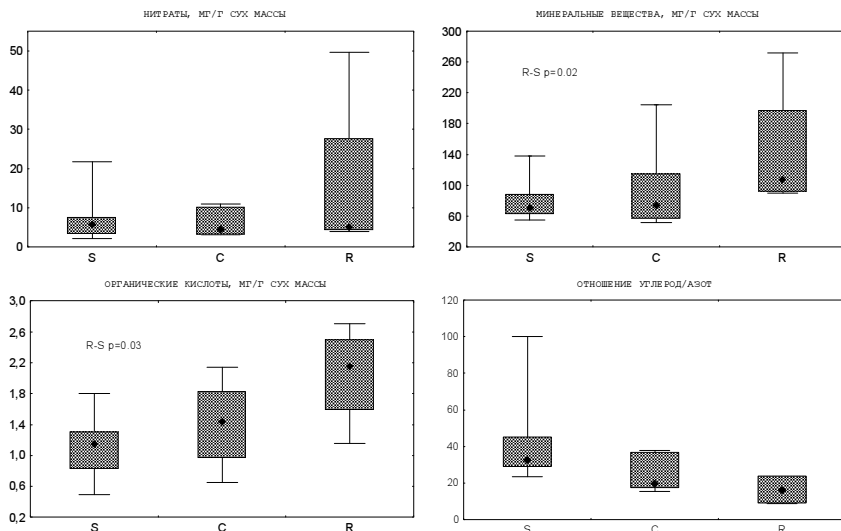


Рисунок. Распределение параметров химического состава у растений Монголии разных экологических стратегий (S – стресс-толеранты, C – конкуренты, R – рудералы). Точка на графике обозначает медиану, заштрихованная область – 25-75%, а концевые отметки – 5-95% изученного распределения видов.

ЛИТЕРАТУРА

- Гунин П.Д., Востокова Е.А. Методические рекомендации по оценке и картографированию современного состояния экосистем МНР. Улан-Батор, 1989. 107 с.
- Пьянков В.И., Иванов Л.А. Структура биомассы у растений бореальной зоны с разными типами экологических стратегий // Экология. 2000. № 1. С. 3–10.
- Чечулин М.Л., Белоусов И.В., Иванов Л.А. Особенности распределения биомассы растений степей Монголии в связи с антропогенными воздействиями // Биота горных территорий: история и современное состояние: Материалы конф. Екатеринбург, 2002. С. 280–281.
- Экосистемы Монголии: распространение и современное состояние / Востокова Е.А., Гунин П.Д., Рачковская Е.И. и др. М.: Наука, 1995. 223 с.
- Epstein N.I., Burke I.C., Mosier A.R. Plant effects on spatial and temporal patterns of nitrogen cycling in shortgrass steppe // Ecosystems. 1998. № 1. P. 374–385.
- Grime J.P. Plant strategies and vegetation process. Chichester: Wiley and Sons, 1979. 222 p.
- Labbers H., Poorter H. Inherent variation in growth rate between higher plants: a search for physiological causes and ecological consequences // Advances in ecological research. 1992. V. 23. P. 187–261.

ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ ГАБИТУАЛЬНОГО РАЗНООБРАЗИЯ ALTICINAE (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) ХОРТОБИОНТНОГО КОМПЛЕКСА АГРОЦЕНОЗОВ МЕТОДОМ ЭТАЛОННОГО СРАВНЕНИЯ НА КРУГОВЫХ МАТРИЦАХ

Б.М. Чичков

Ильменский государственный заповедник, г. Миасс

Жизненные формы характеризуются комплексом адаптаций к большому количеству экологических факторов, значимость которых при построении системы жизненных форм определить весьма сложно. Практически весь спектр морфологических, этологических и физиологических адаптаций так или иначе проявляется в форме тела или габитусе. Именно через форму тела, а также динамику формы организм вступает во взаимодействие со средой в качестве системы. Форма тела — наиболее консервативный признак, резкое изменение которого сопряжено в эволюции с возникновением крупных систематических подразделений в рамках семейств (Мордкович, 1977). В связи с этим изучение габитуального разнообразия таксона, в рамках которого разрабатывается конкретная система жизненных форм, является необходимым этапом работы экосистематика. В основу классификации жизненных форм, вероятно, должны быть положены габитуальные типы (Пекин, Чичков, 2002а).

Форма тела организма (целого или его элементов) всегда являлась одним из основных критериев различных классификаций. Однако до сих пор не существует надежных методов количественного описания форм и их сравнения. «Форма — очень нелегкое для измерения свойство, которому даже нельзя дать какое-либо точное определение. Возможно по этой причине имеется так много предложенных мер формы, ни одну из которых нельзя считать вполне удовлетворительной» (Дэвис, 1990). Такое положение обусловлено, на наш взгляд, тем, что исследователи совершенно произвольно выбирают тот или иной параметр формы (как правило, линейные размеры) в качестве признака, важность которого определяется субъективно. Определенным прорывом в этом направлении можно считать развитие в последнее время геометрической морфометрии (Павлинов, 1999), основанной на описании формы системой координат точек на поверхности объекта. Однако в этом подходе форма описывается только в объеме признаков, выделенных исследователем, в связи с чем в описании не отражаются ее свойства. Методы геометрической морфометрии не позволяют проводить сравнение форм организмов в широком таксономическом диапазоне, предполагая наличие гомологичных структур. Основным недостатком существующих

ющих методов, на наш взгляд, является очень узкое понимание формы, когда исследователи говоря о форме, заменяют ее по сути дела «геометрическим обликом» объекта (БСЭ, 1977). Форма как уникальное свойство материи, может быть описана только с учетом специфических свойств, отражающих ее сущность. Сравнение форм возможно лишь в конкретной системе взаимодействий. Таким образом, в понятие «форма» мы вкладываем скорее философские категории содержания и формы (БСЭ, 1976). В связи с этим разработан методический подход эталонного описания форм на круговой матрице в полярной системе координат с точкой отсчета в центре тяжести объекта. Следует отметить, что описание форм в полярной системе координат применяется и в геологии (Дэвис, 1990), но это описание принципиально не отличается от системы пропорций или метрических индексов. Единственный плюс — это то, что при использовании полярной системы координат все измерения ведутся из геометрического центра, что в известной мере унифицирует описание форм. Для сравнения форм необходимо задание единичной координаты. И, наконец, необходим единый принцип ориентации форм, отражающий их взаимодействие с той системой, в которой они находятся. Именно с таких позиций был разработан метод эталонного сравнения форм (Пекин, Чичков, 2002а). Применение метода позволило, в свою очередь, выявить общие принципы организации форм насекомых (Пекин, Чичков, 2002б). Актуальным остается вопрос о применимости общих принципов организации форм. Весьма вероятно, что общие принципы формообразования характерны для материи вообще.

Данная работа является промежуточным этапом наших исследований и ставит своей целью определение возможностей и путей применения обсуждаемых методологических подходов в экосистематике и изучении биоразнообразия.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сбор материала проводился на территории Челябинской области в окрестностях г. Миасса (сельхозпредприятие Черновское). В августе 2001 г. на полях различных агрокультур (эспарцет, костер, пшеница, овес) брались полуденные укусы по стандартной методике. Среди жесткокрылых наибольшей численности достигали представители подсемейства альтицин, в числе которых и важнейшие вредители. Всего было зарегистрировано 9 видов альтицин, относящихся к 5 родам. Для формализации габитусов применен метод эталонного сравнения на круговых матрицах (Пекин, Чичков, 2002а). В данной работе формализация габитуса проводилась как объемным, так и площадным методом.

Объем жуков определялся по количеству вытесненной жидкости в капилляре. После каждого измерения капилляр насухо вытирался. Измерения производились при помощи микроскопа МБС-9 с точностью 0,08 мм с трехкратной повторностью. В случае получения различных значений повторность уве-

личивали до 10 раз, после чего за истинный объем принимался усредненный показатель. Экземпляры с высокой вариабельностью при измерениях выбраковывались и составляли не менее 30% общего количества исследованных жуков. Для работы отбирались только неповрежденные альтицины, с полным количеством члеников усиков и лапок. Определение центра тяжести в данной работе сводилось к нахождению геометрических центров проекций.

Определение видов проведено автором, а также О.Е. Чащиной (ИГЗ УрО РАН). Ряд ценных замечаний сделан В.П. Пекиным (ЧелГУ). Выражаю коллегам свою искреннюю признательность.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Альтицины — габитуально весьма однородная группа. Как правило, основным видовым признаком являются гениталии самца. В связи с чем надежных признаков для определения самок некоторых видов до сих пор нет. Группа видов, обитающая в агроценозах, очень близка по своим экологическим параметрам. Все виды на стадии имаго являются хортобионтами. По способу передвижения они являются «прыгунами», что ярко выражено в степени утолщенности бедер задних конечностей (Лагунов, 1990). Все они фитофаги, с различной степенью широты олигофагии. Имеют гипогностическую головную капсулу, строение которой определяет способ питания, характеризуемый как «скобление» (Медведев, Рогинская, 1988).

На первом этапе мы попытались сравнить формы жуков с помощью системы индексов (рис. 1). Были выбраны пять индексов: Дн/Дп, Шн/Шп, Дн/Шн, Шн/Вт, Дт/Вт (Д — длина; Ш — ширина; В — высота; н — надкрылия; п — переднеспинка; т — тело).

В полученной дендрограмме виды, форма которых даже визуальное наиболее сходна, попали в различные кластеры (*Ph. vittula* и *Ph. atra*), а виды с заведомо различной формой объединились с самым высоким уровнем сходства (*L. pellucidus*, *Ph. undulata*). При анализе по трем первым индексам картина совершенно иная и, как ни странно, более правдоподобная (рис. 2).

Здесь виды рода *Chaetocnema*, достаточно сходные габитуально, объединились в один кластер. Выделился из всей группы *Psylliodes cucullata*, обладающий действительно своеобразным обликом. Однако, в отношении других видов картина принципиально не изменилась. Кроме того, при анализе каждой особи выяснилось, что представители одного вида попадают в совершенно различные группы (рис. 3). Таким образом, возникает вопрос, возможно ли вообще непротиворечивое описание форм различными индексами. А если да, то сколько и какие из них выбрать? В связи с этим для выявления разнообразия габитусов в столь однородной по формам группе нами применен метод описания форм на круговых матрицах, так как описание габитуса традицион-

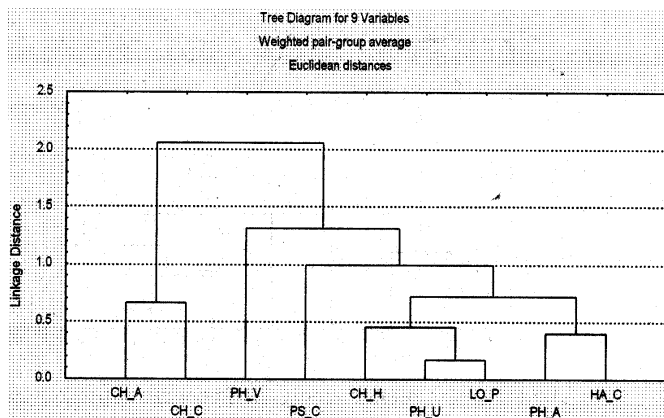


Рис 1. Кластерный анализ альтиций по средним значениям 5 индексов.
HA_C — *Haltica carduorum*; *PS_C* — *Psylliodes cucullata*; *LO_P* — *Longitarsus pellucidus*;
PH_V — *Phyllotreta vittula*; *PH_U* — *Phyllotreta undulata*; *CH_C* — *Chaetocnema concina*;
CH_A — *Chaetocnema aridula*; *CH_H* — *Chaetocnema hortensis*; *PH_A* — *Phyllotreta atra*.

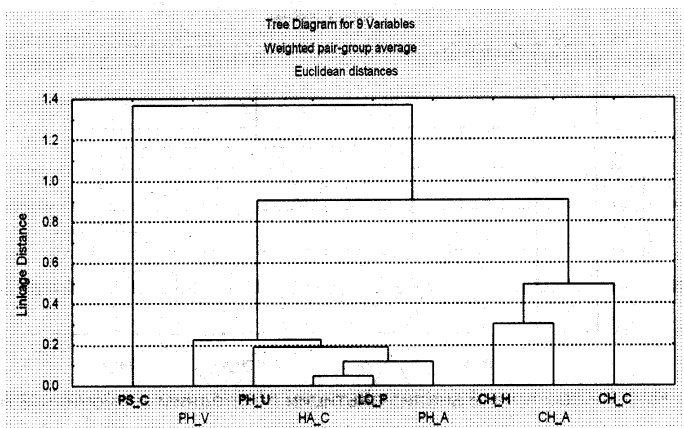


Рис. 2. Кластерный анализ альтиций по средним значениям 3 индексов.
 Обозначения см. на рис. 1.

ной системой индексов здесь мало пригодно. Полученная область габитуального разнообразия альтиций демонстрирует высокую степень подобия жуков. При определении уровня сходства с помощью индекса Чекановского-Сьерен-

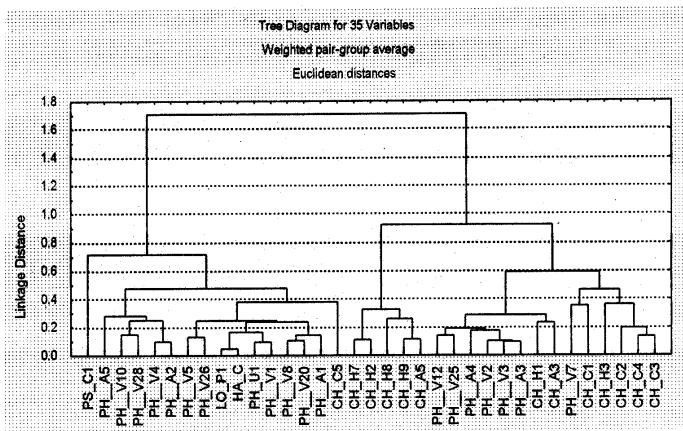


Рис. 3. Кластерный анализ альтицин (индексы по каждой особи).
Обозначения см. на рис. 1 (номера соответствуют отдельным особям).

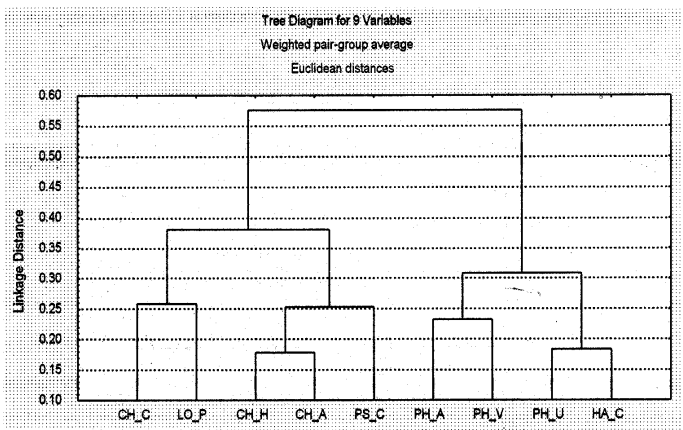


Рис. 4. Результаты кластерного анализа на основе данных площадного метода.
Обозначения см. на рис. 1.

сена минимальный индекс составил 0,96. Применение кластерного анализа (Евклидово расстояние, присоединение по среднему) позволило выделить 4 кластера, объединенные в 2 группы (рис. 4).

Виды рода *Phyllotreta* и *Haltica* попали в общий кластер и характеризуются «удлинённо-плоским» телом. Представители родов *Psylliodes*, *Chaetocnema* и *Longitarsus* отличаются более выпуклым и коротким телом. Таким образом, представители подсемейства альтитин по форме тела делятся на два габитуальных типа, что совпадает с делением подсемейства на группы родов. Дальнейшее деление выявляет эколого-биоморфотаксономическое несоответствие, объединяя в одной группе представителей различных родов. Так, например, *Phyllotreta undulata* Kutsch попала в один кластер с *Haltica carduorum* Guer., а *Chaetocnema concinna* Marsh. объединилась с *Longitarsus pellucidus* Foudr. Виды рода *Ch. aridula* Gyll. и *Ch. hortensis* Geoffr. объединились в группу с самым высоким уровнем сходства. Эти виды крайне близки по экологическим параметрам. Спектр питания одинаков, различия лишь в том, что второй вид чаще встречается на посевах яровых и дикорастущих злаках, а не на озимых, как *Ch. aridula*. Кроме того, виды отличаются по способу откладки яиц (Бровдий, 1974). Таким образом, виды, питающиеся на злаках и весьма сходные по другим параметрам, попадают в один кластер. В то время как *Ch. concinna*, питающаяся гречишными, объединилась с *L. pellucidus*, специализирующимся на выюнковых. В этом случае можно говорить о сопряженности габитуса и трофической специализации. Разделение также совпадает с таксономическим делением рода на подроды *Tlanoma* и *Chaetocnema* (Лопатин, 1977). Известно, что в эволюции листоедов первостепенную роль сыграла и продолжает играть трофическая специализация, а также давящая связь с листом растения (Медведев, Рогинская, 1988). Однако, в случае с *Phyllotreta* сопряженность габитуса с трофическим статусом не наблюдается. Так, все виды этого рода питаются на крестоцветных, а *Phyllotreta vittula* Redt — единственный представитель, перешедший на питание злаковыми. Но именно этот вид попал в один кластер с *Phyllotreta atra* F. а *Ph. undulata* объединилась с *H. carduorum*, которая питается на сложноцветных. По всей вероятности, в данном случае габитуальные особенности определяются какими-то другими экологическими параметрами.

Кластерный анализ данных, полученных объемным методом, представлен на рис. 5. Принципиальным отличием этой дендрограммы является то, что вид *Psylliodes cucullata* попал в другой кластер вместе с *Longitarsus pellucidus* и *Chaetocnema concinna*.

Такое положение объясняется тем, что при площадном методе количество вовлекаемых в описание параметров формы строго ограничено рассматриваемой проекцией. И лишь объемный метод не зависит от вовлекаемых в описание параметров форм, таких как придатки тела или особенности морфоскульптуры, так как они опосредованно вовлекаются в расчеты координат через объем. Таким образом, при всесторонней оценке формы, которая может

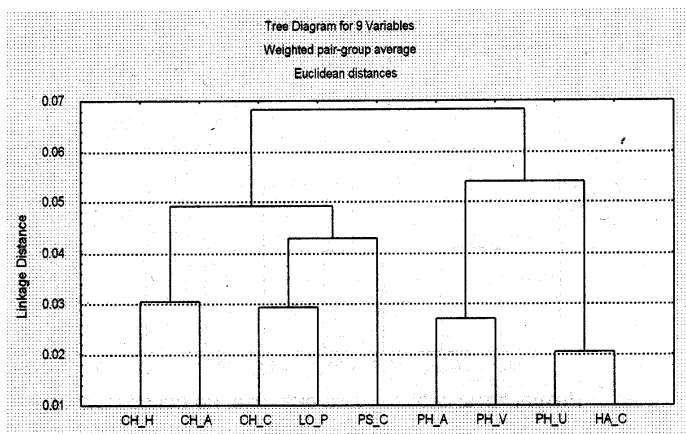


Рис. 5. Результаты кластерного анализа на основе данных объемного метода.

Обозначения см. на рис. 1.

детализироваться до бесконечности, габитуальный статус может быть оценен более точно. В связи с этим представляется весьма перспективным выявление габитуальных особенностей у различных полов, а также онтогенетических изменений формы жуков в различном физиологическом состоянии.

На следующем этапе работы проведен анализ данных по отдельным проекциям. Полученные данные демонстрируют неизменность основных кластеров. Кроме того, выделенные группы не менялись и при сокращении количества промеров по лучевым координатам с 40 до 3. Таким образом, выделение основных кластеров возможно уже при небольшом количестве промеров и по одной проекции, а идентификация конкретной формы с известными параметрами вообще может быть проведена по одному промеру. Однако, кроме постоянных кластеров выделилась группа, куда входят виды, имеющие отдельные параметры, сходные с другими видами. Вследствие чего при рассмотрении под разными углами зрения (в нашем случае, это проекции сверху и сбоку) они попадают в разные группы. Сюда мы отнесли *Psylliodes cucullata*, *Longitarsus pellucidus* и *Chaetocnema concina*. Полученные данные указывают на необходимость подробного описания формы, что возможно делать с помощью объемного метода по двум проекциям. Однако, для сравнения габитусов в широком таксономическом диапазоне достаточно описать форму площадным методом по одной проекции, что очень удобно для обработки большого объема коллекционного материала и при отсутствии технических возможностей точного определения объемов. Кроме того, без точного и унифицированного

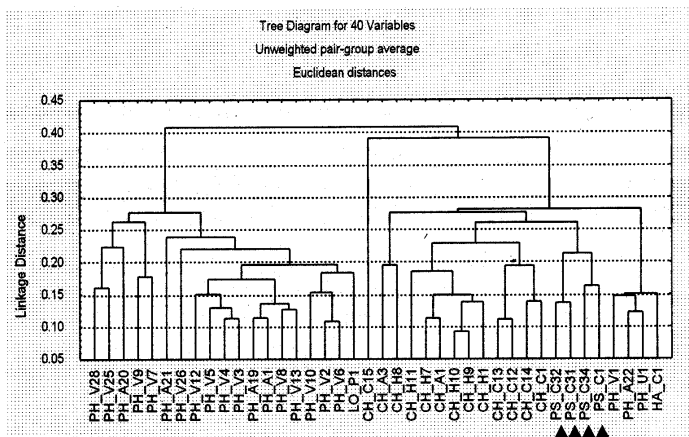


Рис. 7. Кластерный анализ альтиции по данным площадного метода (для каждой особи). Обозначения см. на рис. 1.

случае, когда сообщества резко различаются по видовому составу. Кроме того, изучение сообществ на различных уровнях как по масштабу, так и охвату систематических групп одинаково оправдано (Бигон, Харпер, Таунсенд, 1989). Как правило, для описания сообществ в качестве структурного элемента выбирается таксон. Однако, любой таксон представлен целым спектром жизненных форм. Далекие в таксономическом отношении организмы могут быть одной жизненной формой. Вероятно, функциональную структуру сообщества наиболее полно должен характеризовать спектр жизненных форм. В свою очередь, благодаря таксоноспецифичности габитусов, а вслед за ними и жизненных форм, таксономическая структура также отражает функциональную, но лишь до тех пор, пока исследователь не сталкивается с биоморфотаксономическим несоответствием, которое может проявляться на любом уровне. Это и конвергентное сходство представителей различных таксонов, и половые отличия габитуса в пределах одного вида, и онтогенетическая динамика габитуса. Выделяемые таксономические структуры чрезвычайно громоздки, сложны, зачастую не несут информацию о системе, необходимую экологу. А структуру жизненных форм целого сообщества, даже бедного в видовом отношении, существующими методами выделить невозможно. В связи с этим обсуждаемый подход описания форм организмов дает широкие возможности для выявления структуры не только таксоцены, но и целого сообщества.

Работа выполнена частично при поддержке РФФИ (проект № 01–04–96472).

ЛИТЕРАТУРА

- Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества Т. 2. М.: Мир, 1989. 480 с.
- Бровдий В.М. Листоеды — Chrysomelidae // Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений Т. 2. Киев: Урожай, 1974. С. 49–88.
- Дэвис Дж.С. Статистический анализ данных в геологии. Кн. 2. М.: Недра, 1990. 427 с.
- Лагунов А.В. Структура животного населения травостоя луговых и лесных сообществ Ильменского заповедника: Автореферат дис. ... канд. биол. наук. М., 1990. 24 с.
- Лопатин И.К. Жуки-листоеды Средней Азии и Казахстана. Л.: Наука, 1977. 272 с.
- Мордкович В.Г. Зоологическая диагностика почв лесостепной и степной зон Сибири. Новосибирск: Наука, 1977. 110 с.
- Медведев Л.Н., Рогинская Е.Я. Каталог кормовых растений листоедов СССР. М., 1988. 192 с.
- Павлинов И.Я. Анализ изменчивости формы третьего верхнего коренного у скальных полёвок рода *Alticola* (Cricetidae) методами геометрической морфометрии // Зоол. ж. 1999. Т. 78. № 1. С. 78–83.
- Пекин В.П., Чичков Б.М. Габитуальное разнообразие кокцинеллид (Coleoptera, Coccinellidae) степной зоны Южного Урала и юга Западной Сибири // Экология. 2002 а. № 6. С. 466–471.
- Пекин В.П., Чичков Б.М. Общие принципы организации форм насекомых // XII Съезд Русского энтомологического общества: Тезисы докл. СПб., 2002 б. С. 277.
- Содержание и форма // Большая советская энциклопедия Т. 24. Книга II. М.: Советская энциклопедия, 1976. С. 69–70.
- Форма // Большая советская энциклопедия Т. 27. М.: Советская энциклопедия, 1977. С. 539.

СУКЦЕССИЯ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В БЕРЕЗНЯКАХ ЛЕСОСТЕПНОГО ЗАУРАЛЬЯ

А.С. Ширпужева

Пермский госуниверситет

Для лесостепного Зауралья характерно два основных способа образования парковых березняков: путем постепенного зарастания озер (гидросерия) и в результате возникновения осинового колка в пониженных участках рельефа в степи (ксеросерия).

Задачей данного исследования было выявление структуры населения герпетобионтных беспозвоночных. Исследования проведены в июле 2002 года в Троицком заказнике (Челябинская обл.). К ксеросерии отнесены осинник в степи, приспевающий и парковый березняки, искусственная дубрава; к гидросерии — березняк-жердняк, средневозрастной, приспевающий и парковый березняки. Материал получен методом банок-ловушек с фиксатором — 4% формалин.

В ксеросерии общая попадаемость беспозвоночных возрастает в процессе развития лесонасаждения с некоторым понижением в приспевающем березняке. Наиболее многочисленны муравьи, преобладающие во всех лесных биотопах и повышающие попадаемость по мере понижения уровня залегания грунтовых вод. На начальной стадии сукцессии многочисленны брюхоногие моллюски, водолюбы и жуки-плавунцы, а также высока попадаемость прямокрылых, пауков и жужелиц, причем последних за счет таких специфичных видов как *Carabus clathratus*, *Badister lacertosus*, *Chlaenius tristis* и *Elaphrus cupreus*. При переходе от околородного биотопа к лесному гидрофильные таксоны сменяются на мезо- и ксерофильные. Исчезают моллюски, уменьшается попадаемость водолюбов и жужелиц. В результате мезофитизации условий появляются краснотелковые клещи и жуки-стафилиниды, возрастает попадаемость пауков-волков, цикадовых и клопов. На стадии паркового березняка в процессе дальнейшего иссушения подстилки и увеличения ее толщины сохраняются тенденции, характерные для предыдущей стадии. При выходе на завершающую стадию — дубравы, полностью исчезают водолюбы и плавунцы, а также прямокрылые и цикадовые. Возрастает попадаемость пауков, краснотелковых клещей, клопов и жужелиц, но уменьшается количество жуков-стафилинид.

В процессе развития гидросерии происходит увеличение попадаемости беспозвоночных с некоторым снижением этого значения на средних стадиях сукцессии. Наиболее многочисленными здесь также являются муравьи, доминирующие на всех стадиях. Начало сукцессии характеризуется наличием жуков-листоедов, приуроченных к зарослям ивняка, брюхоногих моллюсков, плавунцов, водолюбов, высокой попадаемостью жужелиц и стафилинид. Здесь появляются многоножки, клопы. При переходе к более сухому, по сравнению с березняком-жердняком, средневозрастному березняку, происходит снижение попадаемости представителей гидрофильных таксонов и жужелиц. В результате дальнейшего увеличения толщины подстилки растет попадаемость последних за счет *Amara brunnea*, *Calathus melanocephalus*, *Pterostichus oblongopunctatus* и *Harpalus rufipes*, а также возрастает количество многоножек. В процессе развития гидросерии попадаемость пауков монотонно увеличивается, а в субклимаксном сообществе значительно увеличивается попадаемость краснотелковых клещей.

Несмотря на отличия начальных стадий, в процессе развития обеих серий происходит сближение комплексов герпетобия в субклимаксных сообществах. Это связано с исчезновением гидрофильных таксонов и появлением сходного мезо- и

ксерофильного населения, а также с увеличением общей попадаемости беспозвоночных. Кроме того, в обоих случаях лидируют по попадаемости муравьи. Спецификой ксеросерии является значительное количество цикадовых, клопов и прямокрылых, а гидросерии — листоедов и многоножек.

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СКЕЛЕТА БЕСХВОСТЫХ АМФИБИЙ МЕТОДОМ ДАУСОНА

И.М. Штирберг

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

В основе онтогенеза лежит сложный процесс реализации наследственной информации на разных стадиях развития организма. Обусловленная наследственностью программа онтогенеза осуществляется под влиянием многих факторов и, главным образом, факторов внешней среды.

Под воздействием факторов окружающей среды и в результате реализации в данных условиях наследственной информации в процессе онтогенеза возникают крайние варианты изменчивости, которые часто называют морфологическими отклонениями. Такие аномалии могут быть как следствием изменения наследственной программы (мутации), так и сбоем, произошедшим в результате резких флуктуаций внешней среды и не связанным с изменением генотипа.

При изучении различных вариантов морфологических отклонений и частоты их встречаемости у земноводных, обитающих на городских территориях, можно оценить степень трансформированности среды и загрязненности, а также судить об экологической пластичности исследуемых видов и о протекающих в городских изолятах микроэволюционных процессах.

Через изучение спектра и частоты встречаемости морфологических аномалий как индикаторов нарушений хода развития, можно оценивать изменение структуры популяций амфибий, населяющих урбанизированные территории.

Для наиболее полного изучения внутрипопуляционных процессов необходимо учитывать весь спектр аномалий. Немаловажной частью подобных исследований является изучение изменчивости скелета, поскольку он является одной из наиболее важных систем организма — опорно-двигательной.

Большинство скелетных аномалий сложно правильно диагностировать при визуальном осмотре. Для определения такого рода отклонений используются следующие методики: чистка костей, рентген и метод Даусона (просветление мягких тканей). Наиболее эффективным и наименее трудоемким и дорогостоящим из них является последний метод. С помощью метода Даусона возможно обнаружить такие мельчайшие отклонения, которые никак не проявляются при рентгеновской

съемке и не будут заметны при чистке. К тому же с помощью этого метода можно оценить степень окостенения скелета, что невозможно сделать при использовании других методик. При апробации метода Даусона нами были обработаны выборки сеголеток из популяций двух видов бурых лягушек *R. arvalis* и *R. temporaria*. В результате наших исследований были получены следующие результаты (табл.).

Таблица. Доля выявленных скелетных аномалий

зона	1977 г.					2000 г.				
	N	аномалии	скелет	в %	общее	N	аномалии	скелет	в %	общее
II	25	0	2	8	2	41	2	0	0	2
III	-	-	-	-	-	72	6	2	2,78	8
IV	20	0	1	5	1	115	1	4	3,48	5
K	18	0	1	5,56	1	79	0	0	0	0
					4					15

Применение метода Даусона позволило обнаружить аномалии, которые ранее не были отмечены на данном материале при внешнем обследовании; уточнить и дополнить ряд отклонений и их происхождение, которые были зафиксированы при визуальном осмотре; обнаружить сочетанные эффекты, частота встречаемости которых очень мала.

Кроме того, при изучении особей вида *R. temporaria* нами была обнаружена особенность, которая может быть использована в качестве дополнительного диагностического видового признака, что особенно актуально в определении видовой принадлежности сеголеток. Представленные результаты являются начальным этапом проводимых в этом направлении исследований.

ВЛИЯНИЕ ВЫПАСА СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ НА ЛИШАЙНИКИ В ГРАДИЕНТЕ ВЫСОТНОЙ ПОЯСНОСТИ

С.Н. Эктова

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Вопросы высотного распределения лишайников привлекают многих исследователей. Основная часть этих работ посвящена изучению закономерностей высотного распределения лишайников, их чувствительности к изменению высоты над уровнем моря, особенностям распределения разных видов вдоль высотного профиля. Высокогорья Урала не достаточно изучены в этом отношении. Закономерностям высотного распределения лишайников посвящены работы М.А. Магомедовой

(1986, 2002а, 2002в), информацию о распределении некоторых видов можно найти в работах П.Л. Горчаковского (1975) и В.Б. Куваева (1980).

Высокогорья Полярного Урала интенсивно используются в качестве летних пастбищ для северного оленя. В связи с этим интересно проследить возможное влияние выпаса северных оленей на распределение напочвенных лишайников вдоль высотных градиентов.

Выпас является мощным фактором, определяющим динамику растительности и эпитейной лишенобиоты (Магомедова, Морозова, 2000; Морозова, 2002). В градиенте пастбищных нагрузок резко снижается ценотическая роль лишайников, сокращается их проективное покрытие, уменьшается высота и плотность лишайниковой дернины, что приводит к снижению запасов лишайниковых кормов. С позиций доминирования уходят важные кормовые виды лишайников (представители рода *Cladonia*), сменяясь малоценными, но устойчивыми к выпасу, видами, четко прослеживается тенденция смены в сообществах кустистых лишайников на накишные и листоватые (Магомедова, 2002б; Эктова, 2002).

Цель работы — дать оценку особенностей пастбищной трансформации лишайникового покрова на разной высоте над уровнем моря.

Исследования проводились на восточном макросклоне северной части Полярного Урала (район верховий рек Байдарата, Щучья, Большая Хадыга). Район исследования располагается в тундровой зоне, подзоне субарктических тундр. Он включает два высотных пояса: горно-тундровый (до высот 450–600 м над уровнем моря) и пояс холодных гольцовых пустынь (Горчаковский, 1975; Магомедова, 2002а, 2002в).

МЕТОДЫ

Для выявления роли лишайников в растительном покрове, закономерностей их высотного распределения использовали общепринятые геоботанические методы. Вдоль склона закладывались высотные профили, на которых описывались растительные сообщества и лишеносинузии. Определялся видовой состав эпигейных лишайников, их встречаемость и покрытие.

В каждом высотном поясе подсчитывалось число видов, определялось соотношение видов, относящихся к разным экологическим группам и географическим элементам. Для проведения географического анализа за основу была взята система выделения географических элементов по принципу поясности-зональности, разработанная А.Н. Окснером (1974). Экологические группы выделяются на основе отношения видов к тепловому режиму и влажности. Сведения о принадлежности лишайников к определенному элементу или экологической группе были взяты из работ Т.Х. Пийн (1982) и Н.В. Седелниковой (1990).

Видовое и ценотическое сходство лишайниковых группировок на разных высотах над уровнем моря и под воздействием выпаса разной интенсивнос-

ти сравнивалось с использованием индексов сходства Сьеренсена и Глисона (Миркин, Розенберг, 1983):

$$K_s = \frac{2C}{A+B}; \quad K_G = \frac{2 \sum \min(a,b)}{A+B} \times 100\%,$$

где А — число видов в первом описании, В — число видов во втором описании, С — число видов, общих двум описаниям.

Мы разбили высотный профиль на следующие ступени:

в пределах пояса горных тундр: 100–200 м над уровнем моря и 300–500 м над уровнем моря;

в пределах пояса холодных гольцовых пустынь: 600–700 м над уровнем моря и 800–900 м над уровнем моря.

Влияние выпаса анализировалось путем сравнения состава лишайниковых группировок вне выпаса и на территориях, где он ведется. По состоянию напочвенного покрова было выделено 3 стадии трансформации сообществ, соответствующих интенсивности пастбищной нагрузки: территории вне выпаса оленей; территории с умеренным выпасом — слабо измененные сообщества; территории с интенсивным выпасом — сильно измененные сообщества.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На исследуемой территории зарегистрировано 116 таксонов эпигейных лишайников. В таблице 1 представлены данные по распределению числа видов лишайников вдоль высотного профиля.

В нижней части пояса горных тундр отмечено увеличение видового разнообразия эпигейных лишайников вдоль высотного градиента: минимальное число видов зарегистрировано на высоте 100 м над ур. м.; максимальное наблюдается на высоте 300–500 м над ур. м. В поясе холодных гольцовых пустынь происходит уменьшение числа видов в эпигейных сообществах в 2 раза, что объясняется жесткостью условий среды (табл. 1).

При умеренном выпасе на всех высотных ступенях отмечается увеличение видового разнообразия лишайников и его последующее сокращение при интенсивных пастбищных нагрузках. Особенно это проявляется в нижней части гор. Видовая насыщенность возрастает при умеренном выпасе по всему поясу горных тундр в 2 раза.

Пастбищные нагрузки способствуют определенной унификации видового состава эпигейных сообществ лишайников вдоль высотного профиля. Не отмечено четкой приуроченности видов к определенным высотным ступеням или стадиям пастбищной трансформации, большой процент из них характеризуется широким высотным диапазоном.

Таблица 1. Число видов лишайников на разных высотных ступенях под воздействием выпаса

Высота над уровнем моря	Всего видов в эпигейных группировках	Вне выпаса		Слабо измененные сообщества		Сильно измененные сообщества	
100-200	37	16*	6±0,7**	30	14±0,2	20	9±0,3
300-500	89	43	12±1,1	57	26±2,4	50	19±1,4
600-700	51	42	17±0,9	49	34±1,6	37	17±1,9
800-900	39	30	9±1,4	35	19±0,8	-	-
Всего видов в эпигейных группировках		57		86		73	

* — общее число видов; ** — видовая насыщенность, количество видов на учетную площадь (100 м²).

Видовое богатство сообществ увеличивается за счет появления новых, но общих для всех высотных ступеней видов (шиловидные и кубкообразные кладонии, накипные лишайники). Внедрение видов определяется особенностями местообитания. Часто появляются виды, ранее присутствующие только в эпилитных сообществах. Очень часто под воздействием выпаса в группировки лишайников внедряются *Cladonia fimbriata*, *C. bellidiflora*, *C. cervicornis* ssp. *verticillata*, *C. cenotea*, *C. cyanipes*, *Cetraria ericetorum*, *C. odontella*, *C. nigricans*, *Nephroma arcticum*, *Bryocaulon divergens*, *Peltigera didactyla*, *P. canina*, *P. scabrosa*, *Parmelia saxatilis*, *P. omphalodes*, *Ochrolechia androgina*, *O. frigida*, *Pertusaria glomerata*, *P. dactylina*, *Solorina crocea*, *Icmadophila ericetorum*, *Lecanora epibryon*, *Psoroma hypnorum*.

В целом, биота лишайников высокогорий северной части Полярного Урала на разных высотных ступенях отличается высокой долей сходства (табл. 2). Наиболее близки индексы видового сходства на высотах от 300 до 600 м над ур. м. Различия в индексах видового сходства на высоте более 600 м формируются за счет исходно разного уровня видового богатства, а также за счет пастбищных нагрузок разной интенсивности — верхняя часть гор менее доступна для оленей, и эти участки используются преимущественно в зимний период.

Сходство видового состава между сообществами, находящимися на разных стадиях пастбищной трансформации, оказывается высоким в нижней части склонов (100–300 м над ур. м.), индекс равен 0,68–0,79. Здесь роль лишайников в структуре растительных сообществ изначально невелика, под воздействием выпаса она значительно уменьшается.

Таблица 2. Коэффициенты сходства лишайниковых группировок на разной высоте над уровнем моря

Высота над уровнем моря													
А. Видовое сходство							Б. Фитоценоотическое сходство						
	200	300	500	600	700	900		200	300	500	600	700	900
100	0,76	0,68	0,62	0,62	0,55	0,48	100	33,2	30,4	35,6	25,6	24	14,7
200		0,71	0,66	0,68	0,59	0,54	200		62,6	45,8	36,2	20,7	17,1
300			0,88	0,81	0,63	0,57	300			58,5	26,1	23,7	16,9
500				0,87	0,68	0,61	500				38	25	20,5
600					0,58	0,75	600					33,6	29,9
700						0,73	700						45,4

В центральной части профиля (400–600 м над ур. м.) сообщества первой стадии пастбищной трансформации сильно отличаются по видовому составу от сообществ последующих стадий (индекс — 0,51), которые, в свою очередь, демонстрируют высокое сходство (0,87). Происходит внедрение толерантных к выпасу видов. В местах сильного сбоя формируются пионерные группировки лишайников со значительным участием накипных лишайников. Высокая каменистость горно-тундровых почв, ужесточение гидротермического режима ограничивает экспансию цветковых и способствует дифференциации местообитаний для лишайников.

Общее снижение пастбищных нагрузок в поясе гольцовых пустынь приводит к уменьшению различий в видовом разнообразии лишайниковых группировок на разных стадиях пастбищной трансформации (0,69–0,73).

Коэффициент ценоотического сходства вдоль высотного профиля варьирует в большей мере (от 14,7 до 62,6). Максимально близка ценоотическая структура лишайниковых группировок на высоте 300–500 м. Значительно отличается структура лишайниковых группировок ниже по профилю, где лишайники малообильны, и в поясе холодных гольцовых пустынь. Эти различия объясняются, прежде всего, резкой сменой доминирующих видов в лишайниковых сообществах (табл. 2, 3).

Воздействие выпаса усиливает дифференциацию между сообществами. До высоты 500 м лишайниковые группировки вне выпаса сильно отличаются по структуре от таковых, находящихся под воздействием значительных пастбищных нагрузок. Индекс ценоотического сходства стадий пастбищной трансформации не превышает 37,6%. Сходство между сильно и слабо трансформированными сообществами достигает 48,3–53,4%. Только при максимальных нагрузках в случае деградации лишайникового покрова сообщества на разных высотах приобретают схожесть (до 74,5%). Выше 600 м различия в коэффициенте сходства лишайниковых группировок на разных стадиях воздействия выпаса менее выражены.

Как с высотой, так и под воздействием выпаса ценоотическое сходство сообществ определяется направлением смены доминирующих видов. Вне

Таблица 3. Состав видов-доминантов лишайниковых сообществ на разных стадиях воздействия выпаса

Высота над ур. м.	Вне выпаса	Умеренный выпас	Интенсивный выпас
100-200	<i>Cladonia arbuscula</i> , <i>C. rangiferina</i> , <i>Cladonia amaurocraea</i> , <i>C. pyxidata</i> , <i>C. uncialis</i> , <i>Flavocetraria cucullata</i>	<i>Cladonia arbuscula</i> , <i>Cladonia uncialis</i> , <i>F. cucullata</i> <i>Cetraria laevigata</i> , <i>Peltigera aphthosa</i> , <i>P. horisontalis</i> , <i>Psoroma hypnorum</i> , <i>Sphaerophorus fragilis</i> , <i>Thamnolia vermicularis</i>	<i>Sphaerophorus fragilis</i> , <i>Psoroma hypnorum</i> , <i>Thamnolia vermicularis</i> , <i>Cladonia amaurocraea</i> , <i>C. bellidiflora</i> , <i>C. fimbriata</i> , <i>St. paschale</i> , <i>Ochrolechia androgyna</i>
300-400	<i>Cladonia arbuscula</i> , <i>C. rangiferina</i> , <i>Cladonia amaurocraea</i> , <i>C. fimbriata</i> , <i>C. macroceras</i> , <i>Cetraria islandica</i> , <i>C. laevigata</i> , <i>Flavocetraria cucullata</i> , <i>Stereocaulon paschale</i>	<i>Cladonia amaurocraea</i> , <i>Cetraria islandica</i> , <i>C. laevigata</i> , <i>St. paschale</i> <i>Cladonia coniocrea</i> , <i>C. deformis</i> , <i>C. pleurota</i> , <i>Alectoria ochroleuca</i> , <i>Nephroma arcticum</i> , <i>Pertusaria geminipara</i>	<i>Stereocaulon paschale</i> , <i>Pertusaria geminipara</i> <i>Cladonia bellidiflora</i> , <i>C. uncialis</i> , <i>Cetrariella delisei</i> , <i>C. nigricans</i> , <i>Solorina crocea</i> , <i>Peltigera malacea</i> , <i>Arctoparmelia centrifuga</i>
500	<i>Cladonia arbuscula</i> , <i>C. rangiferina</i> , <i>Cladonia chlorophaea</i> , <i>C. macroceras</i> , <i>Cetraria islandica</i> , <i>Fl. nivalis</i> , <i>Stereocaulon paschale</i> , <i>Nephroma arcticum</i>	<i>Cladonia macroceras</i> <i>Cladonia amaurocraea</i> , <i>C. pleurota</i> , <i>C. fimbriata</i> , <i>Cetrariella delisei</i> , <i>Nephroma arcticum</i> , <i>Pertusaria geminipara</i> , <i>Psoroma hypnorum</i>	<i>Flavocetraria nivalis</i> <i>Cetrariella delisei</i> , <i>Pertusaria geminipara</i> , <i>Cladonia coccifera</i> , <i>C. cornuta</i> , <i>C. uncialis</i> , <i>Ochrolechia graminiae</i> , <i>Lecanora epibryon</i>
600	<i>Cladonia arbuscula</i> ssp. <i>mitis</i> , <i>Cladonia cornuta</i> , <i>C. amaurocraea</i> , <i>Cetraria islandica</i> , <i>Sphaerophorus fragilis</i> , <i>Bryocaulon divergens</i>	<i>Cladonia amaurocraea</i> , <i>C. cornuta</i> , <i>Cetraria islandica</i> , <i>Bryocaulon divergens</i> , <i>Sphaerophorus fragilis</i> <i>Cetrariella nigricans</i> , <i>Fl. nivalis</i> , <i>Pertusaria daclina</i>	<i>Sphaerophorus fragilis</i> , <i>Cladonia cornuta</i> <i>Flavocetraria nivalis</i> , <i>Pertusaria daclina</i> , <i>Cladonia coccifera</i> , <i>C. fimbriata</i> , <i>Stereocaulon paschale</i> , <i>S. alpinum</i>
700-900	<i>Alectoria nigricans</i> , <i>Cladonia arbuscula</i> ssp. <i>mitis</i> , <i>C. stellaris</i> , <i>Alectoria ochroleuca</i> , <i>Cetrariella nigricans</i> , <i>Flavocetraria nivalis</i> , <i>Cladonia amaurocraea</i>	<i>Alectoria nigricans</i> , <i>Cetrariella nigricans</i> , <i>Alectoria ochroleuca</i> , <i>Cladonia amaurocraea</i> , <i>Nephroma arcticum</i> , <i>Sphaerophorus fragilis</i>	не наблюдается

* — жирным шрифтом выделены виды, переходящие на следующие стадии трансформации.

выпаса с увеличением высоты представителей рода *Cladina* сменяют лишайники родов *Cladonia*, *Flavocetraria*, *Cetraria* и *Alectoria*. Под воздействием выпаса по мере увеличения нагрузок происходит то же самое: из числа доминантов уходят кладины, они заменяются представителями родов *Cladonia*, *Cetraria*. Активно внедряющиеся накипные и листоватые виды также могут становиться доминантами (табл. 3). Под воздействием выпаса в пределах одной высотной ступени идет аналогичный процесс: *Cladina* – *Cladonia* – *Cetraria* – накипные виды.

Покрытие эпигейных лишайников с высотой несколько возрастает. Однако, с увеличением пастбищных нагрузок оно неизменно сокращается на всех высотах. При интенсивном выпасе этот показатель на высотах от 100 до 500 м над ур. м. не превышает 10%. В труднодоступных местах он значительно выше (табл. 4).

Таблица 4. Покрытие лишайников на разных высотных ступенях под воздействием выпаса

Высота над уровнем моря	Покрытие лишайников, %			
	В среднем	Вне выпаса	Слабо измененные сообщества	Сильно измененные сообщества
100-200	5-10	10	1	1
300-500	35-40	50	30	5
600-700	50	50	25	20
800-900	60	70	60	

Обнаруженные на обследованной территории виды эпигейных лишайников принадлежат к пяти географическим элементам. Преобладают виды арктоальпийского элемента, значительно участие в составе лишайнобиоты видов бореального и гипоарктомонтанного элементов. Немногочисленны монтанные виды, из гипоарктических встречается только *Cladonia amaurocraea*. Это соотношение географических элементов сохраняется вдоль всего высотного профиля (рис. 1).

По мере увеличения пастбищных нагрузок прослеживается тенденция увеличения доли бореальных видов на высотах 100–600 м, при этом сохраняется высокой доля видов арктоальпийского элемента (рис. 2). Выше 600 м увеличивается доля видов арктоальпийского элемента.

Обнаруженные виды эпигейных лишайников принадлежат к 4 экологическим группам. Наиболее многочисленна группа мезофитов. Равнозначно представлены криофиты, мезоксерофиты и психрофиты. Данная структура сохраняется на всех высотных ступенях (рис. 3).

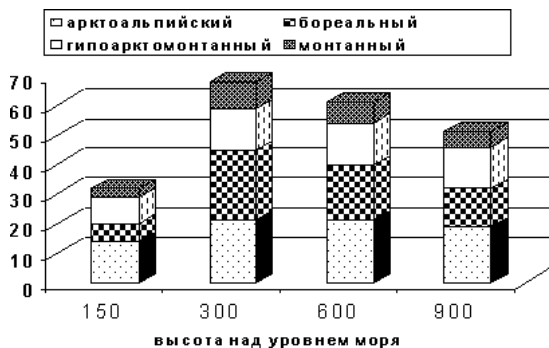


Рис. 1. Соотношение географических элементов в структуре лишенобиоты на разных высотных ступенях.

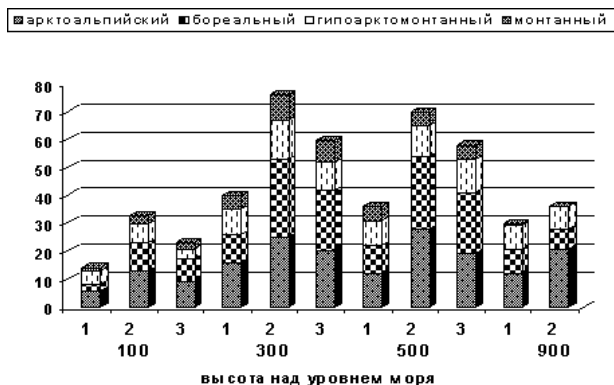


Рис. 2. Соотношение географических элементов в структуре лишенобиоты на разных высотных ступенях в градиенте пастбищных нагрузок.

* 1–3. Стадии трансформации растительного покрова: 1 — вне выпаса; 2 — при умеренном выпасе; 3 — при интенсивном выпасе.

По мере увеличения интенсивности выпаса возрастает доля мезофитов на первых высотных ступенях. С 600 м над ур. м. их доля заметно снижается (рис. 4).

Можно отметить, что интенсивный выпас снижает различия между высотными ступенями в соотношении как экологических групп лишайников, так и географических элементов. Значительно увеличивается в видовом спектре сообществ доля бореальных мезофитов.

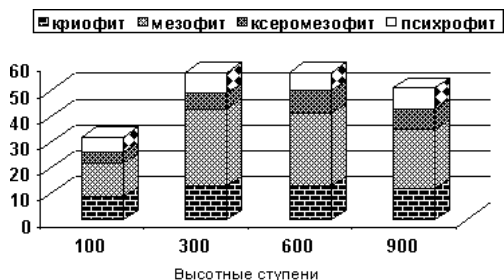


Рис. 3. Соотношение экологических групп в структуре лишенобиоты на разных высотных ступенях.

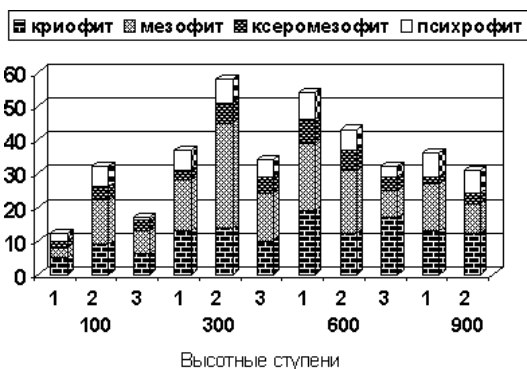


Рис. 4. Соотношение экологических групп в структуре лишенобиоты на разных высотных ступенях в градиенте пастбищных нагрузок.

*1–3. Стадии трансформации растительного покрова.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вдоль высотного градиента в северной части Полярного Урала происходит увеличение видового богатства в пределах горно-тундрового пояса и его сокращение в холодных гольцовых пустынях. С высотой увеличивается роль лишайников в структуре растительного покрова. Ценоотическое сходство лишайниковых группировок на разных высотных ступенях — низкое.

Выпас способствует снижению различий на разных высотных ступенях в видовом составе эпигейных лишайников и в соотношении видов, принадлежащих к разным географическим и экологическим элементам.

Состав и структура сообществ лишайников как с увеличением высоты над уровнем моря, так и в связи с увеличением пастбищных нагрузок меняются единообразно: происходит увеличение видового разнообразия, смена доминантов (*Cladina* – *Cladonia* – *Cetraria*), повышается ценотическая роль накипных видов. В сообщества проникают, прежде всего, бореальные мезофиты.

Однако, снижения ценотического разнообразия не происходит, что определяется разнообразием местообитаний и жесткой приуроченностью лишайников.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты № 02–05–64863, 03–05–06520).

ЛИТЕРАТУРА

- Горчаковский П.Л. Растительный мир высокогорного Урала. М.: Наука, 1975. 284 с.
- Куваев В.Б. Закономерности высотного распределения растений на Приполярном Урале // Продуктивность и рациональное использование растительности Урала. Свердловск, 1980. С. 35–72.
- Магомедова М.А. Высотное распределение лишайников на горе Косьюинский камень // Флора и растительность эталонных и охраняемых территорий. Свердловск, 1986. С. 103–118.
- Магомедова М.А. Лихеноиндикация пояса холодных гольцовых пустынь // Экологические проблемы горных территорий. Екатеринбург, 2002а. С. 56–59.
- Магомедова М.А. Напочвенные лишайники Полярного Урала и их кормовое значение для северного оленя // Научный вестник. Вып. 10. Салехард, 2002б. С. 90–96.
- Магомедова М.А. Уточнение границ высотных поясов растительности методом лихеноиндикации // Фундаментальные исследования взаимодействия суши, океана и атмосферы. М.: МГУ, 2002в. С. 178–179.
- Магомедова М.А., Морозова Л.М. Восстановление оленьих пастбищ // Восстановление земель на Крайнем Севере. Сыктывкар, 2000. С. 126–135.
- Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Толковый словарь современной фитоценологии. М.: Наука, 1983. 134 с.
- Морозова Л.М. Современное состояние растительного покрова восточного склона Полярного Урала // Научный вестник. Салехард, 2002. Вып. 10. С. 78–89.
- Окснер А.Н. Определитель лишайников СССР: морфология, систематика и географическое распространение. Л.: Наука, 1974. Вып. 2. 248 с.
- Пийн Т.Х. Напочвенные лишайники и их местообитания на мысе Челюскин // Структура растительности полярных пустынь и болот. Тарту, 1982. С. 22–36 (Уч. зап. Тартуского гос. ун-та. Вып. 59).
- Седельникова Н.В. Лишайники Алтая и Кузнецкого нагорья. Конспект флоры. Новосибирск: Наука, 1990. 173 с.

Эктова С.Н. Воздействие выпаса северного оленя на структуру лишайникового покрова в горных тундрах Полярного Урала // Актуальные проблемы биологии и экологии: Тезисы докл. IX мол. научн. конф. Сыктывкар, 2002. С. 184–185.

СИНАНТРОПНЫЙ КОМПОНЕНТ ФЛОРЫ ВОДОЕМОВ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ СРЕДНЕГО УРАЛА

М.М. Юдин

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Синантропизация растительного покрова, то есть антропогенные изменения флоры и растительности уже стали объектом тщательного внимания ботаников и экологов. Необходимость их изучения диктует все возрастающая нагрузка на природные сообщества. К настоящему времени уже почти не осталось не затронутых антропогенным воздействием природных экосистем (Горчаковский, 1979).

Если антропогенные изменения наземного растительного покрова изучаются уже более ста лет, то работ по изучению синантропизации растительного покрова водоемов почти нет. В настоящее время изучение антропогенных изменений растительного покрова водоемов проводится только в Верхнем Поволжье сотрудниками Института биологии внутренних вод (пос. Борок Ярославской области). Для остальных территорий подобных исследований не велось.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Нами изучалась флора водоемов особо охраняемых природных территорий (далее — ООПТ) Среднего Урала. Под флорой водоемов мы понимаем комплекс видов растений, устойчиво встречающихся в составе растительного покрова водоемов данной территории. Нами были проанализированы собственные материалы, дополненные гербарием (SVER, PERM, IBIW, LE). Всего в анализ включены семь районов: Висимский государственный биосферный заповедник, заповедник Басеги, национальный парк «Припышминские Бору» (далее — НП), природный парк «Оленьи ручьи», памятник природы «Озеро Таватуй», заказник «Предуралье», а также проектируемое учебно-заповедное хозяйство «Биостанция УрГУ».

Оценка степени синантропизации проводилась по обилию и встречаемости видов флоры водоемов. Факторы антропогенного воздействия оценивались *de facto*, то есть местообитание считалось синантропным при явном воз-

действию на него одного или нескольких антропогенных факторов. Классификация факторов антропогенного воздействия на флору водоемов принята в понимании А.Н. Красновой (2001) с некоторыми упрощениями.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всего в составе флоры водоемов районов исследований нами отмечено 213 видов и гибридов: из них 78 отнесено нами к синантропному компоненту, 74 вида являются апофитами, то есть компонентами местных экосистем. Четыре вида отнесены нами к антропофитам, так как в местных природных экосистемах отсутствуют и ведут себя как облигатные синантропные виды. Большинство же видов реагирует на различные антропогенные воздействия сообразно своей видовой реакции на экстремальные значения какого-либо экологического фактора. Далее приводится анализ приуроченности видов к различным факторам.

Уничтожение экотопов. Проявляется в связи с мелиоративными мероприятиями, спрямлении русел рек, подтоплении и затоплении местообитаний. На изученных территориях выражается в разрушении типичных местообитаний с сопутствующей эрозией субстрата. Некоторая часть видов флоры водоемов (23) положительно реагирует на это и, следовательно, ведет себя как эрозиофилы: *Agrostis stolonifera*, *A. tenuis* (Poaceae); *Alnus incana* (Betulaceae); *Androsace filiformis* (Primulaceae); *Bidens cernua*, *B. tripartita*, *Cirsium setosum*, *C. oleracium*, *Tussilago farfara* (Asteraceae); *Juncus filiformis*, *Luzula multiflora*, *L. pallescens*, *L. pilosa* (Juncaceae); *Rorippa palustris* (Brassicaceae); *Salix caprea*, *S. cinerea*, *S. dasyclados*, *S. myrsinifolia*, *S. pentandra*, *S. phylicifolia*, *S. viminalis* (Salicaceae); *Urtica dioica* (Urticaceae).

Создание новых экотопов способствует повышению обилия и встречаемости нескольких групп видов, в том числе инвазии малолетних видов, малочувствительных к антропогенному воздействию: *Callitriche palustris* (Callitrichaceae); *Limosella aquatica* (Scrophulariaceae); *Peplis portula* (Lythraceae); *Persicaria hydropiper* (Polygonaceae).

Также положительно на действие данной группы факторов отзываются пионерные виды, заселяющие созданные человеком экотопы: *Eleocharis palustris* (Cyperaceae); *Potamogeton alpinus*, *P. crispus*, *P. natans*, *P. x nitens*, *P. x salicifolius* (Potamogetonaceae); *Rumex maritimus*, *R. aquatilis*, *R. rossicus* (Polygonaceae); *Triglochin palustre* (Juncaginaceae); *Epilobium palustre* (Onagraceae); *Poa palustris* (Poaceae); *Stellaria palustris* (Caryophyllaceae).

Евтрофирование стоками приводит к повышению трофности водоемов и водотоков и инвазии видов-евтрофов: *Agrostis gigantea* (Poaceae); *Alisma plantago-aquatica* (Alismataceae); *Butomus umbellatus* (Butomaceae); *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum* (Ceratophyllaceae); *Elodea canadensis*,

Hydrocharis morsus-ranae (Hydrocharitaceae); *Equisetum fluviatile* (Equisetaceae); *Lemna gibba*, *L. minor*, *L. trisulca* (Lemnaceae); *Mentha arvensis* (Lamiaceae); *Nuphar lutea* (Nymphaeaceae); *Oenanthe aquatica* (Apiaceae); *Potamogeton perfoliatus*, *P. trichoides*, *P. x sparganifolius* (Potamogetonaceae); *Persicaria amphibia* (Polygonaceae); *Scirpus radicans*, *S. tabernaemontani* (Cyperaceae); *Typha angustifolia*, *T. latifolia* (Typhaceae); *Urtica dioica* (Urticaceae). Большинство видов в этой группе является евтрофами и мезоевтрофами, то есть в природе они предпочитают водоемы с высоким содержанием органических веществ, а их переход на техногенно загрязненные водоемы является вполне логичным. Такие виды, как *Ceratophyllum demersum*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton trichoides* и *Scirpus tabernaemontani* вообще могут служить своеобразными индикаторами техногенного загрязнения, так как для них отмечено повышение обилия и встречаемости при евтрофикации не только для охраняемых территорий. Так, *Potamogeton trichoides* известен как вид, произрастающий почти исключительно в сильно загрязненных человеком водах (пруд-накопитель в НПИ (SVER); река Миасс ниже одноименного города (SVER); пруд в городе Тюмень (IBIW)).

Рекреация. Деградация прирусловых участков приводит к экспансии на них луговых мезофитов и гигромезофитов: *Alopecurus aequalis*, *A. pratensis*, *Glyceria triflora*, *G. notata* (Poaceae); *Cardamine amara*, *C. pratensis* (Brassicaceae); *Lysimachia vulgaris* (Primulaceae); *Lythrum salicaria* (Lythraceae); *Potentilla anserina* (Rosaceae); *Ranunculus repens* (Ranunculaceae); *Scutellaria galericulata* (Lamiaceae).

Также при рекреации повышают свое участие в сообществах виды, ведущие себя как эрозиофилы (смотри выше).

Заготовки для пищевых целей не оказывают положительного воздействия на какие-либо виды растений изученных участков.

Непреднамеренный занос диаспор. Как следствие этого фактора появляются антропофиты и адвентивные виды растений. Здесь мы выделяем виды на границе ареала: *Alisma gramineus* (Alismataceae) — вид на северной границе ареала; *Lemna gibba* (Lemnaceae) — активно расселяющийся вид на восточной границе ареала; *Potamogeton trichoides* (Potamogetonaceae) — вид с малоизученным ареалом; *Typha laxmanii* (Typhaceae) — лесостепной вид на северной границе ареала, встречающийся исключительно в техногенных местообитаниях; а также один адвентивный вид — *Elodea canadensis*, уже натурализовавшийся в растительных сообществах водоемов Среднего Урала, из-за чего он не отнесен нами к группе антропофитов.

Интродукция, акклиматизация. Ввиду заповедного статуса большинства изученных территорий данный фактор не играет сколько-либо значительной роли в сложении растительных сообществ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В составе флоры водоемов ООПТ нами выявлена группа видов, повышающих свое обилие и встречаемость при наличии какого-либо антропогенного воздействия, отнесенных нами к синантропному компоненту. Достаточно высокий процент (78 видов из 213=36,6%) «синантропных» видов говорит о значительной антропогенной нагрузке на изученные охраняемые территории. Следует однако отметить, что многие виды флоры водоемов реагируют на антропогенное воздействие также, как и на естественные изменения близкого характера, что существенно затрудняет индикацию антропогенного воздействия на флору водоемов.

ЛИТЕРАТУРА

- Горчаковский П.Л. Тенденции антропогенных изменений растительного покрова Земли // Бот. ж. 1979. Т. 64. № 12. С. 1697–1713.
- Краснова А.Н. Проблемы охраны генофонда гидрофильной флоры. Рыбинск, 2001. 160 с.

**МЕЖВИДОВЫЕ СРАВНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ
РАДИОРЕЗИСТЕНТНОСТИ ГРЫЗУНОВ**

Р.А. Яковлев

Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Проблема природной радиорезистентности и факторов, модифицирующих её, остаётся центральной проблемой радиобиологии и радиоэкологии и представляет значительный экологический интерес, поскольку есть примеры уменьшения видового разнообразия, нарушения межпопуляционных взаимоотношений и структуры сообществ, вызванные радиацией. Радиорезистентность — фундаментальная характеристика вида. Генотипическая детерминация радиорезистентности показана при изучении вклада в её формирование генетической и средовой компонент (Lubashevskiy, Grigorkina, 1995) и оценке степени гетерогенности природных популяций и лабораторных колоний грызунов по этому признаку (Григоркина и др., 1999). Радиорезистентность выявляется в специальных экспериментах с применением мощных источников ионизирующих излучений, допускающих точную количественную дозировку. Вопрос о природной радиорезистентности обыкновенной слепушонки приобрёл особую актуальность в связи с её находкой на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРСа) (Тарасов, 2000).

Цель работы — оценить радиорезистентность видов с разной экологической специализацией на примере обыкновенных слепушонок и красных полёвок (Rodentia, Microtinae).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объекты исследования — обыкновенная слепушонка (*Ellobius talpinus* Pall., 1770) и красная полёвка (*Clethrionomys rutilus* Pall., 1779) из природных популяций. Обыкновенные слепушонки (26 особей из трех семей) отловлены в Кунашакском районе Челябинской обл. Красные полёвки представлены сеголетками, неразмножающимися в год своего рождения, отловленными в Каслинском районе (окрестности пос. Метлино) Челябинской обл. на импактном — зона ВУРСа (плотность загрязнения по ^{90}Sr — $18,5 \text{ МБк/м}^2$ — 500 Ки/км^2) и контрольном ($7,6 \text{ КБк/м}^2$ — $0,2 \text{ Ки/км}^2$) участках. Работа выполнена в осенний период во избежание различий в сезонной радиочувствительности. Животных подвергли острому гамма-облучению на экспериментальной установке ИГ УР-1 (^{137}Cs) на биофизической станции разными дозами при мощности дозы $1,36 \text{ рад/сек}$. На каждую дозу взято по 5–6 слепушонок и по 4 полёвки. Для слепушонок дозы облучения составили 2,0; 3,0; 5,0; 7,0; 8,0 Гр; для красных полёвок — 12,7; 13,1; 13,5 Гр. За облучёнными животными наблюдали 30 дней — срок, в течение которого погибают все обречённые особи. Зверьков взвешивали каждые 3 дня, ежедневно регистрировали дату гибели.

Данные по смертности животных в зависимости от дозы облучения обработаны пробит-методом (Иванов, Погорелюк, 1990), Рассчитана средняя полулетальная доза ($\text{LD}_{50/30}$) для обоих видов. Данные по динамике массы тела и средней продолжительности жизни (СПЖ) обыкновенных слепушонок обработаны в программе Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты гибели животных в зависимости от дозы представлены на рисунке.

Интегральный показатель радиорезистентности ($\text{LD}_{50/30}$) для обыкновенных слепушонок составляет $5,0 \pm 0,7 \text{ Гр}$; для красных полёвок с ВУРСа — $13,0 \pm 0,3 \text{ Гр}$; для красных полёвок с контроля — $12,7 \pm 0,3 \text{ Гр}$. Различия по $\text{LD}_{50/30}$ между слепушонками и полёвками статистически значимы, в то время как разница между красными полёвками с чистой и радиационно загрязнённой территорий статистически недостоверна.

Другим критерием радиорезистентности является средняя продолжительность жизни животных (СПЖ) в течение заданного срока. Установлено, что с увеличением дозы облучения СПЖ заметно падает, и составляет 30, 27, 21, 13 и 7 дней соответственно.

Анализ динамики массы тела обыкновенных слепушонок в зависимости от дозы облучения показал, что при дозе 2,0 Гр максимальное падение массы тела, от исходной на 14%, наблюдается на 15-е сутки после облучения, затем

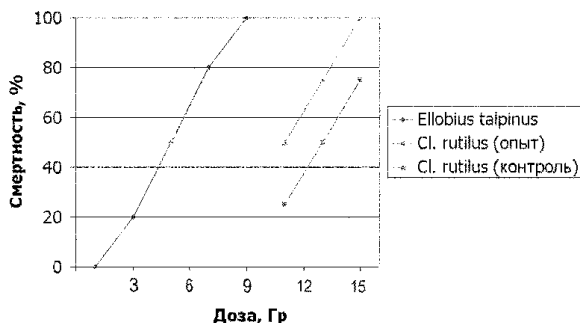


Рисунок. Смертность обыкновенных слепушонов и лесных полевок в зависимости от дозы гамма-облучения.

идёт восстановление. При облучении дозой 7,0 Гр отмечено резкое падение массы тела животных, примерно на 20% от исходной, к 10-м суткам, восстановление до 93% происходит к 30-м суткам. При дозе 8,0 Гр все животные погибли в интервале 6–9 суток при падении массы тела на 30%.

Таким образом, установлено, что радиорезистентность обыкновенной слепушонки достоверно ниже, чем малой лесной мыши — $7,0 \pm 0,4$ Гр, обыкновенной полёвки — $9,4 \pm 0,4$ Гр, красной — $12,7 \pm 0,3$ Гр и рыжей лесных полевок — $12,7 \pm 0,2$ Гр (Григоркина, 2002). Низкая радиорезистентность обыкновенных слепушонов, вероятно, связана с узкой экологической специализацией этого вида: обитание под землёй сглаживает неблагоприятное влияние экологических факторов, а также лишает организм воздействия естественного солнечного света. Ранее на представительном материале (51 выборка грызунов) выявлены основные экологические факторы и биологические характеристики, которые примерно на 40% детерминируют радиорезистентность млекопитающих (Григоркина, 2002). В их число входят размеры тела, тип питания, биотопическая приуроченность вида. Возможно, большие, по сравнению с наземными видами (мышами и полёвками), размеры тела и обитание во влажных, затенённых, лишённых естественной инсоляции биотопах, в определённой степени связаны с низкой радиационной устойчивостью обыкновенных слепушонов. Кроме того, роющий образ жизни этих животных обуславливает специфику тканевого обмена, способного удовлетворять повышенный энергетический запрос организма в связи с интенсивной физической деятельностью (Мазина, 1984).

Красная полёвка, в противоположность слепушонке, является широко распространённым и экологически пластичным видом. По данным разных авторов, этот вид является одним из наиболее радиорезистентных ($LD_{50/30}$ — $9,6 \pm 0,5$) (Ильенко, Крапивко, 1989), однако $LD_{50/30}$, полученная нами,

несколько выше ($12,7 \pm 0,5$ Гр), что, скорее всего, связано с условиями и режимом облучения. В то же время этот показатель для животных, отловленных на г. Ирмель, составляет $12,8 \pm 0,4$ Гр. Совпадение $LD_{50/30}$ свидетельствует о независимости природной радиационной устойчивости от географического положения исследуемой популяции и о том, что радиорезистентность является фундаментальной характеристикой вида.

ВЫВОДЫ

Впервые получены данные о высокой природной радиочувствительности обыкновенной слепушонки: $LD_{50/30} = 5,0 \pm 0,7$ Гр.

Сравнение данных по СПЖ и динамике массы тела показывает, что максимальное снижение массы и минимальная СПЖ наблюдаются при дозе 8,0 Гр.

$LD_{50/30}$ для красных полёвок, обитающих на радиоактивно загрязнённой и контрольной территориях, достоверно не различаются, что, вероятно, связано с малой величиной выборок.

Одинаковые значения $LD_{50/30}$ у красных полёвок из географически разобщённых популяций свидетельствуют о том, что радиорезистентность является фундаментальной характеристикой вида.

Автор выражает благодарность научному руководителю к.б.н. Е.Б. Григоркиной, а также к.б.н. Н.Г. Евдокимову и Н.В. Синёвой за отлов слепушенок.

ЛИТЕРАТУРА

- Григоркина Е.Б., Любашевский Н.М., Оленев Г.В. Оценка гетерогенности грызунов из лабораторных колоний и природной популяции по критерию радиорезистентности при стрессе // Экология. 1999. № 4. С. 293–298.
- Григоркина Е.Б. Природная радиорезистентность как критерий видоспецифичности (на примере крупных таксонов отряда Rodentia) // ДАН. 2002. Т. 385. № 2. С. 283–285.
- Иванов Ю.И., Погорелюк О.Н. Статистическая обработка результатов медико-биологических исследований на микрокалькуляторах по программам. М.: Медицина, 1990. 224 с.
- Ильенко А.И., Крапивко Т.П. Экология животных в радиационном биогеоценозе. М.: Наука, 1989. 219 с.
- Мазина Н.К. Опыт изучения адаптивных особенностей полёвок методами клеточной биоэнергетики: Автореферат дисс.... канд. биол. наук. Свердловск, 1984. 24 с.
- Оленев Г.В. Альтернативные типы онтогенеза цикломорфных грызунов и их роль в популяционной динамике (экологический анализ) // Экология. 2002. № 6. С. 341–350.
- Тарасов О.В. Радиоэкология наземных позвоночных головной части Восточно-Уральского радиоактивного следа: Автореферат дисс. ... канд. биол. наук. Озёрск, 2000. 24 с.
- Lybashevsky N.M., Grigorkina E.B. Stress and Radioresistance (genetic aspects) // Radiation Protection Dosimetry. 1995. V. 62. №. 1/2. P. 27–30.

ЧАСТОТА ХРОМОСОМНЫХ НАРУШЕНИЙ У ОБЫКНОВЕННОЙ ПОЛЕВКИ (*MICROTUS ARVALIS*) ИЗ ПРЕДУРАЛЬЯ

Л.Э. Ялковская

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Интерес к изучению видов-двойников группы *M. arvalis* достаточно высок. Об этом свидетельствует большое количество публикаций, в том числе фундаментальных сводок (Малыгин, 1983; Обыкновенная полевка..., 1994). Сведения о закономерностях пространственного и биотопического распределения обыкновенной полевки на Урале наиболее полно представлены в работе В.М. Малыгина (1983) и значительно дополнены Э.А. Гилевой с соавторами (2000).

Промышленная развитость Уральского региона, а также сельскохозяйственная деятельность неизбежно приводят к антропогенной трансформации местообитаний мелких млекопитающих. При склонности обыкновенной полевки к синантропности (Карасева и др., 1994) этот факт становится весьма существенным. Повышение мутагенного потенциала среды находит отражение в увеличении хромосомной нестабильности в природных популяциях животных. Помимо техногенного загрязнения необходимо учитывать биологические факторы, в частности, вирусные инфекции, а также популяционные характеристики (половую и возрастную структуру, колебания численности), способные вызывать повышение частоты хромосомных нарушений у грызунов.

Целью работы было изучение хромосомной нестабильности у обыкновенной полевки (*M. arvalis* Pallas, 1778) с территории заказника «Предуралье» Пермской области, расположенного по берегам р. Сылвы. В конце 90-х гг. окрестности пионерлагеря, находившегося на правом берегу, в целях профилактики клещевого энцефалита были обработаны ДДТ. Этот пестицид относится к хлорорганической группе, продукты его распада продолжают сохраняться в окружающей среде в течение нескольких десятков лет после его применения. ДДТ и его метаболиты обладают мутагенной активностью и способны вызывать увеличение частоты хромосомных нарушений в клетках животных, в том числе и грызунов (Clark, 1974; Larsen, Jalal, 1974).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для проведения цитогенетического анализа в 1998 г. животные были отловлены на правом берегу р. Сылвы, на территории бывшего пионерлагеря. В 2000 году были проведены повторные отловы, как на правом, так и на ле-

вом берегу реки. Препараты метафазных хромосом были приготовлены из костного мозга по стандартной методике (Макгрегор, Варли, 1986). Для каждого животного проанализировано 50–100 метафазных клеток, в которых учитывали клетки со структурными и числовыми (анеуплоидия и полиплоидия) нарушениями, а также с пробелами. Истинные разрывы хромосом отличали от пробелов с помощью общепризнанных критериев (Brogger, 1982). Содержание радионуклидов в костно-мышечной ткани определяли с помощью радиохимического метода и бета-радиометрии на кафедре радиохимии Уральского государственного технического университета. Концентрации тяжелых металлов в печени животных были проанализированы в лаборатории экотоксикологии ИЭРиЖ методом атомно-адсорбционной спектрометрии. Содержание ДДТ и его метаболитов определяли в печени животных в областной ветеринарной лаборатории г. Екатеринбурга с помощью метода газо-жидкостной хроматографии.

В качестве контроля использовали животных из окрестностей д. Айтуарка Оренбургской обл., где зарегистрирован лишь глобальный уровень загрязнения.

При статистической обработке полученных данных использовали метод χ^2 и дисперсионный анализ ф-преобразованием долей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Цитогенетический анализ обыкновенных полевок, результаты которого представлены в таблице, выявил достоверные межпопуляционные отличия по частоте хромосомных aberrаций. Различия по уровню числовых нарушений и клеток с пробелами были недостоверны.

Наибольшее количество клеток с хромосомными aberrациями было обнаружено у животных, пойманных в 1998 году на правом берегу р. Сылвы (территория, подвергшаяся обработке ДДТ); средняя частота хромосомных нарушений почти в 5 раз превосходит контроль ($\chi^2=5,42$; $P=0,020$). При повторном отлове в 2000 году хромосомная нестабильность у обыкновенных полевок с правого берега достоверно не отличалась от контрольных значений ($\chi^2=0,92$; $P=0,336$) и была в 2,5 раза меньше, чем в 1998 году ($\chi^2=5,57$; $P=0,018$). У животных с левого берега р. Сылвы частота хромосомных aberrаций превышала контроль в 4,5 раза ($\chi^2=4,65$; $P=0,031$) и в 2 раза значения для полевок с другого берега, пойманных в тот же год ($\chi^2=5,31$; $P=0,021$).

Содержание тяжелых металлов и радионуклидов в тканях обыкновенных полевок из заказника «Предуралье» как на правом, так и на левом берегу р. Сылвы соответствовало показателям, характерным для территорий с глобальным уровнем загрязнения. Концентрации ДДТ и его метаболитов в печени полевок с обоих берегов были сходны и крайне малы ($< 0,001$ мг/кг сырого веса). На левом берегу, территория где обработка не проводилась, уровень хромосомных нарушений был даже выше, чем на правом, где осуществлялась

профилактика клещевого энцефалита. У обыкновенных полевок из виварной колонии при концентрациях ДДТ и его метаболитов в печени, незначительно превосходящих обнаруженные в «Предуралье», сотрудниками нашей группы не было показано увеличения частоты аберрантных клеток. Таким образом, высокий уровень хромосомной нестабильности у полевок из «Предуралья», вероятно, не связан с влиянием таких мутагенных факторов как загрязнение ДДТ, тяжелыми металлами, радионуклидами.

Возможно, причиной повышения уровня хромосомных нарушений у обыкновенных полевок из «Предуралья» могли быть факторы биологической природы.

Таблица. Частота хромосомных нарушений у обыкновенных полевок из «Предуралья» и с контрольной территории

Место и год отлова		Число животных	Число клеток	Средняя доля клеток, %		
				с хромосомными нарушениями	анеу- и полиплоидных	с пробелами
Пермская обл., Кишертский р-н, заказник «Предуралье»	правый берег р. Сытва 1998 г.	6	600	2,17	0,17	2,67
	правый берег р. Сытва 2000 г.	31	1550	0,90	0,13	1,61
	левый берег р. Сытва 2000 г.	31	1550	1,87	0,58	2,26
Оренбургская обл, Кувандыкский р-н, д. Айтуарка (контроль)		9	450	0,44	0,67	1,56
χ^2 Р				10,811 0,013	6,189 0,103	3,526 0,317

В связи с этим важно отметить, что в 1998 году на правом берегу р. Сытвы помимо высокого уровня хромосомной нестабильности у половины изученных животных были обнаружены клетки с множественными повреждениями; среднее количество повреждений на клетку — 5,50. В то время как в выборке 2000 года с того же берега только у 9% полевок были мультиаберрантные клетки, а среднее количество повреждений на клетку составило 1,35. Сходная картина была обнаружена сотрудниками нашей группы у обыкновенных поле-

вок с территории биостанции УрГУ (Двуреченский р-н Свердловской обл.). В течение двух лет отлова (1995–96 гг.) уровень хромосомных нарушений был весьма высоким и сопоставимым с таковым у животных при сильном мутагенном воздействии, а на следующий год (1997) частота aberrантных клеток была близка к значениям, свойственным диким грызунам с фоновых территорий. У полевок с биостанции в 1995–96 гг., как и в случае животных из «Предуралья» в 1998 году, отмечалось большое количество мультиаберрантных клеток. Специфические повреждения хромосом — преобладание клеток с множественными нарушениями хроматидного типа (точечные фрагменты, pulverизация хромосом и т.д.) — позволяет предполагать инфекционную природу увеличения уровня хромосомной нестабильности у обыкновенной полевки с биостанции и из «Предуралья» в 1998 году. Возможность использования мультиаберрантных клеток с характерными множественными хроматидными повреждениями в качестве маркеров патогенного поражения была продемонстрирована в работе Э.А. Гилевой с соавторами (2001).

Как было отмечено выше, на обоих берегах р. Сылвы обнаружены сходные, характерные для фоновых территорий, уровни загрязнения тяжелыми металлами или радионуклидами. Концентрации ДДТ и его метаболитов в печени обыкновенных полевок также близки и крайне малы. В 2000 году у животных из «Предуралья» не было обнаружено клеток — маркеров патогенного воздействия. Вероятно, достоверные отличия хромосомной нестабильности у полевок с разных берегов вызваны различной популяционно-демографической ситуацией. Двухфакторный дисперсионный анализ не выявил достоверного влияния на изучаемые показатели пола (рис. 1) и возраста (рис. 2) животных с обоих берегов. Возрастные классы выделяли по индексу ступни (отношение длины плюсны к длине тела), т.к. определение точного календарного возраста животных из природы затруднено.

Однако, если по соотношению полов выборки были идентичны, то по возрастному составу несколько отличались. На левом берегу преобладали молодые животные, а на правом возрастной состав был выровнен. Увеличение доли молодняка свойственно популяциям на фазе подъема численности.

Данные сотрудников стационара Пермского госуниверситета за 2000 г. подтверждают, что на левом берегу численность обыкновенной полевки была высока — 8,5 экз. на 100 лов./сут. в то время как на правом — 1,0 экз. на 100 лов./сут. Повышение численности популяций приводит к возрастанию в них стрессирующих нагрузок (Шилов, 1977), что может служить, как было показано школой Д.К. Беляева, одной из причин дестабилизации генетических систем животных (Бородин, Беляев, 1980; Бородин, 1987). Мутагенный эффект стресса проявляется, в частности, в увеличении уровня хромосомных aberrаций в клетках костного мозга мышей в ответ на эмоциональную стрес-

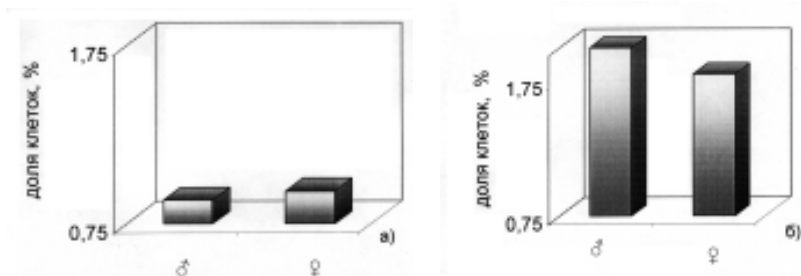


Рис. 1. Частота клеток с хромосомными нарушениями у самцов и самок обыкновенной полевки из «Предуралья»:

а) правый берег: $F = 0,323$; $P = 0,576$; б) левый берег: $F = 1,345$; $P = 0,257$.

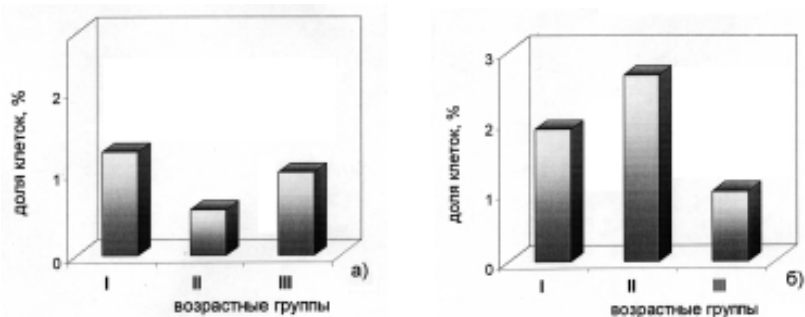


Рис. 2. Частота клеток с хромосомными нарушениями у обыкновенных полевок разного возраста из «Предуралья»:

а) правый берег: $F = 0,542$; $P = 0,588$; б) левый берег: $F = 3,024$; $P = 0,067$.

сированность (Серединин и др., 1980). Действие стрессорных факторов затрагивает, в первую очередь, аденокортикальную систему (Меерсон, 1981), через которую, по-видимому, и реализуется влияние стресса на геном (Дюжикова и др., 1997). Изучая водяную полевку, Евсиков с соавторами (1999) обнаружили, что смена фаз численности в популяции приводит к изменению в крови животных концентраций кортикостероидов, которые обладают мутагенным действием и могут повышать частоту хромосомных aberrаций (Скорова и др., 1986). Возможно, повышение хромосомной нестабильности, обнаруженное нами у обыкновенной полевки с левого берега р. Сылвы в 2000 году, вызвано высокой численностью популяции в этот год и связанными с нею стрессиро-

ющими нагрузками. В пользу этого предположения говорит и тот факт, что в 2001 году, когда численность полевков на разных берегах стала сходной (7,3 экз. на 100 лов./сут. — на правом и 5,3 экз. на 100 лов./сут. — на левом берегу), хромосомная нестабильность (предварительные данные) у животных из исследуемых популяций не отличалась.

ВЫВОДЫ

У обыкновенной полевки из «Предуралья» не обнаружено связи между хромосомной нестабильностью и содержанием ДДТ в печени животных.

Показано, что при проведении эколого-генетического мониторинга с помощью диких грызунов необходимо учитывать популяционно-демографическую ситуацию, а также возможное мутагенное влияние инфекционных агентов.

Автор выражает искреннюю благодарность сотрудникам стационара ПГУ и Е.А. Хиревич за помощь в проведении полевых работ, а также сотрудникам группы популяционной цитогенетики за помощь в подготовке и обработке материала.

Работа поддержана РФФИ (гранты №№ 02-04-49071, 03-04-48776, 01-04-96408).

ЛИТЕРАТУРА

- Бородин П.М., Беляев Д.К. Влияние стресса на частоту кроссинговера во 2-й хромосоме домовый мыши // Докл. АН СССР. 1980. Т. 253. № 3. С. 727–729.
- Бородин П.М. Стресс и генетическая изменчивость // Генетика. 1987. Т. 23. № 6. С. 1003–1011.
- Гилева Э.А., Большаков В.Н., Полявина О.В., Чепраков М.И. Обыкновенная и восточноевропейская полевки на Урале: гибридизация в природе // Докл. АН. 2000. Т. 370. № 1. С. 134–137.
- 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.
- Дюжикова Н.А., Токмачева Е.В., Лопатина Н.Г. Исследование структурно-функциональной организации хромосом при реакции на стресс // Генетика. 1997. Т. 33. № 8. С. 1077–1082.
- Евсиков В.И., Мошкин М.П., Герлинская Л.А. Популяционная экология водяной полевки (*Arvicola terrestris* L.) в Западной Сибири. Стресс и воспроизводство в популяционном цикле // Сибирский экологич. ж. 1999. № 1. С. 79–88.
- Карасева Е.В., Степанова Н.В., Телицына А.Ю. и др. Экологические различия двух близких видов — обыкновенной и восточноевропейской полевков // Синантропия грызунов: Материалы II совещания. М., 1994. С. 60–70.

- Макгрегор Г., Варли Дж. Методы работы с хромосомами животных: М.: Мир, 1986. 286 с.
- Малыгин В.М. Систематика обыкновенных полевок. М.: Наука, 1983. 205 с.
- Меерсон Ф.З. Адаптация, стресс и профилактика. М.: Наука, 1981. 192 с.
- Обыкновенная полевка: виды-двойники. М.: Наука, 1994. 432 с.
- Серединин С.Б., Дурнев А.Д., Ведерников А.А. Влияние эмоционального стресса на частоту хромосомных aberrаций в клетках костного мозга мышей // Бюл. эксперим. биол. и мед. 1980. № 7. С. 91–92.
- Скорова С.В., Назарова Г.Г., Герлинская Л.Н. Влияние стресса на частоту нарушений хромосом у водяной полевки // Изв. СО АН СССР. 1986. № 18. С. 91–94.
- Шилов И.А. Эколого-физиологические основы популяционных отношений у животных. М.: Изд. МГУ, 1977. 262 с.
- Brogger A. The chromatid gap — a useful parameter in genotoxicology // Cytogenetics and Cell Genetics. 1982. V. 33. № 1–2. P. 14–19.
- Clark J.M. Mutagenicity of DDT in mice, *Drosophila melanogaster* and *Neurospora crassa* // Aust. J. Sci. 1974. V. 27. P. 427–440.
- Larsen K.D., Jalal S.M. DDT induced chromosome mutations in mice — further testing // Can. J. Genet. Cytol. 1974. V. 16. P. 491–497.

АНАЛИЗ СВЯЗИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РОСТА, РАЗВИТИЯ И ПИТАНИЯ В КИРГИЗСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА (<i>LYMANTRIA DISPAR</i> L.)	
Е.М. Андреева	3
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ РЫБ В УСЛОВИЯХ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ	
В.Ю. Баранов	6
СРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ ПОДРОСТА СОСНЫ, ЕЛИ И ЛИПАЙНИКОВ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА, СВЯЗАННОЕ С ПЫЛЕНИЕМ ЗОЛОТОВАЛОВ ГРЭС	
А.В. Байгальская	10
ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРОДУКЦИОННЫХ И ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАСТЕНИЙ СТЕПЕЙ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЯ	
И.В. Белоусов, Л.А. Иванов	11
ЭНДОМИКОРИЗЫ СЕГЕТАЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ	
А.А. Бетехтина, П.В. Кондратков	15
ФИЛЛОФАГИ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ В УЛИЧНЫХ ПОСАДКАХ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА	
Е.В. Борисова	19
ОЦЕНКА ИММУННОГО ПРОФИЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ (КРЫС) В НОРМЕ И ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СИНТЕТИЧЕСКОГО ПИРЕТРОИДА (ДЕЦИСА)	
М.А. Букей	20
К ОБОСНОВАНИЮ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДЛЯ ТРАНСПЛАНТАЦИОННОГО ЛИХЕНОМОНИТОРИНГА В УДМУРТИИ	
М.С. Булдаков	25
ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИЙ <i>RUBUS IDAEUS</i> L.	
А.Г. Быструшкин	26
ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУШЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ НА ПРИМЕРЕ АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО ПАМЯТНИКА «ПАВЛИНОВО ГОРОДИЩЕ»	
В.В. Валдайских	28

АЛЛОЗИМНЫЙ ПОЛИМОРФИЗМ СОЛОДКИ (<i>GLYCYRRHIZA</i> L.) В ПОЙМЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ УРАЛ И.Б. Вержицкий, А.Ю. Беляев	31
УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР У ХВОЙНЫХ ПОРОД В ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ СУБАРКТИКЕ М.А. Гурская	33
ИЗМЕНЧИВОСТЬ В СТРОЕНИИ РЕПРОДУКТИВНЫХ ОРГАНОВ МНОГОЛЕТНИХ МАКОВ ИЗ СЕКЦИИ ОХУТОНА, ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В ПРИКАМЬЕ М.А. Данилова	37
УРАЛЬСКИЕ ПОПУЛЯЦИИ КАМНЕЛОМКИ <i>SAXIFRAGA CERNUA</i> : ПЛЕЙСТОЦЕНОВАЯ МОЗАИКА О.С. Дымшакова, М.В. Капралов	38
АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ НА ПОЛЯРНОМ УРАЛЕ Н.М. Дэви	40
РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПЕСЦА В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ НА УРАЛЕ М.А. Елькина	45
РЕЗУЛЬТАТЫ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ПОЗДНЕПЛЕЙСТО- ЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕЩЕРЫ ВЕРХНЯЯ (ЮЖНЫЙ УРАЛ) А.А. Еремеев	46
С ЧЕМ СВЯЗАНЫ РАЗЛИЧИЯ В УРОВНЯХ ОБИЛИЯ У РАЗНЫХ ВИДОВ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ НЕТЕРОСЕРА? Г.А. Замшина	50
ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ И МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОПУЛЯЦИИ РЫЖЕЙ ПОЛЕВКИ В РАЙОНЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ АНОМАЛИИ Е.А. Зверева, Е.В. Михеева	56
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОРФОМЕТРИИ ДЛЯ АНАЛИЗА КРАНИАЛЬНОГО СКЕЛЕТА МЛЕКОПИТАЮЩИХ С.В. Зыков	57
ДАТИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ НАРУШЕНИЙ В ЛЕСНЫХ БИОЦЕНОЗАХ С.В. Иванчиков, Ю.Н. Ходырева	61
ОСОБЕННОСТИ БОЛОТНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ИЛЬМЕН- СКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАПОВЕДНИКА (ЮЖНЫЙ УРАЛ) Т.Г. Ивченко	63

ФАУНА МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ИЗ РАННЕГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕЩЕРЫ ДЫРОВАТЫЙ КАМЕНЬ НА РЕКЕ СЕРГЕ	
Е.П. Изварин	67
КЛАССИФИКАЦИЯ ГЕОЭКОСОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ	
И.В. Иливанова	68
ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ВИДА-ВСЕЛЕНЦА <i>RANA RIDIBUNDA</i> PALL. С АВТОХТОННЫМИ ВИДАМИ БУРЫХ ЛЯГУШЕК (<i>RANA ARVALIS</i> NILSS., <i>RANA TEMPORARIA</i> L.)	
О.В. Ильина	70
ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ДОННЫХ СООБЩЕСТВ ЗА ВРЕМЯ СУЩЕСТВОВАНИЯ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (1954–2001 ГГ.)	
А.М. Каган	72
ДИНАМИКА ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ЛЕСА В КОНЦЕ XX ВЕКА (ГОРА КОНЖАКОВСКИЙ КАМЕНЬ, СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)	
Д.С. Капралов	76
ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ И ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МУХОЛОВКИ-ПЕСТРУШКИ (<i>FICEDULA HYPOLEUCA</i>) В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ МЕСТООБИТАНИЙ	
А.А. Карфидова	79
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ГПЗ «ПРИСУРСКИЙ»	
А.А. Кириллов	88
АНАЛИЗ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ ЗЕМЛИ	
Е.А. Кондратьева	90
НОВЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ СВЯЗЕЙ ЭКТОПАРАЗИТОВ СО СРЕДАМИ ОБИТАНИЯ ПЕРВОГО И ВТОРОГО ПОРЯДКОВ	
Н.П. Коралло, И.И. Богданов, В.В. Дмитриев, С.Б. Чачина	93
ПЕЩЕРНАЯ ГИЕНА НА УРАЛЕ	
Ю.Э. Кропачева	96
СКОРОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ КАРБОНАТНЫХ ПОЧВ НА ОТВАЛАХ МРАМОРНЫХ КАРЬЕРОВ С. МРАМОРСКОЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ	
А.Я. Кунгурцев	98
ПОЛИВАРИАНТНОСТЬ МОДЕЛИ КЛАССИЧЕСКОЙ ГИДРОСЕРИИ	
Н.Б. Куянцева	100

ПРЕСНОВОДНЫЕ ГРЕБНЕЖАБЕРНЫЕ МОЛЛЮСКИ (MOLLUSCA: GASTROPODA: PECTINIBRANCHIA) УРАЛА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ (ПО МАТЕРИАЛАМ КОЛЛЕКЦИИ ЗООМУЗЕЯ ИЭРИЖ УРО РАН) Е.А. Лазуткина	109
СООТНОШЕНИЕ СУБРЕЦЕНТНЫХ СПОРОВО-ПЫЛЦЕВЫХ СПЕКТРОВ И СТЕПНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОТОПОВ ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ Е.Г. Лагтева	112
ИЗУЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ОСТРОВНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ЛИСТВЕННИЦ (ИТУРУП, САХАЛИН) С ПОМОЩЬЮ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАРКЕРОВ ДНК (RAPD-МЕТОД) Е.А. Левина, И.Ю. Адрианова	116
ПРОТАНДРИЯ И ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОПУЛЯЦИЙ ГОПЛИИ ЗОЛОТИСТОЙ <i>HOPLIA AUREOLA</i> PALL. (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) Н.Л. Лобанова, Е.Ю. Захарова	122
МОЖНО ЛИ ПРИМЕНЯТЬ МЕТОДЫ СОПРЯЖЕННОСТИ И ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОРРЕЛЯЦИИ ПРИ АНАЛИЗЕ ДАННЫХ ТОЧЕЧНЫХ ПОИМОК МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ? К.В. Маклаков	133
РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗУБНЫХ СИСТЕМ ИСКОПАЕМЫХ ВИДОВ АКУЛ Е.Г. Максимова	140
ОТВЕТНЫЕ РЕАКЦИИ <i>CERATOPHYLLUM DEMERSUM</i> L. НА ДЕЙСТВИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ (Cu^{2+} , Cd^{2+} И Ni^{2+}) М.Г. Малева, И.Н. Семашко, О.А. Павлова, Г.Ф. Некрасова	144
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕПТИЛИЙ ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА В.В. Малимонов	147
МОРФОТИПИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ М ³ ВИДОВ-ДВОЙНИКОВ ОБЫКНОВЕННЫХ ПОЛЕВОК УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА Е.А. Маркова	149
РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЭКОЛОГИЯ ПЕРЛОВИЦЕВЫХ (MOLLUSCA: BIVALVIA: UNIONIDAE) ФАУНЫ УКРАИНЫ Р.К. Мельниченко, Л.М. Янович, Г.Е. Киричук	153

ХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ СРЕДЫ: УЧАСТИЕ ТРАВЯНИСТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В БИОГЕННЫХ ЦИКЛАХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ	
Е.С. Мордвина, Т.В. Жуйкова	158
ЧЕТВЕРТИЧНАЯ И СОВРЕМЕННАЯ МАЛАКОФАУНА ПИРОТНОГО ТЕЧЕНИЯ Р. БЕЛОЙ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)	
Е.М. Морозова, Г.А. Данукалова	160
ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ЧИСЛЕННОСТЬ ПЕРНАТЫХ ХИЩНИКОВ СЫЛВИНСКОГО СТАЦИОНАРА	
А.Э. Мусихин	161
ДЕМОГРАФИЯ ГРЫЗУНОВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ	
А.В. Мухлынин	163
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЗДНЕГОЛОЦЕНОВЫХ ЭНТОМОКОМПЛЕКСОВ ИЗ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ДОЛИН РЕК ЧУСОВАЯ (СРЕДНИЙ УРАЛ) И ГЛУБОКИЙ САБУН (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ, ЗПП «СИБИРСКИЕ УВАЛЫ»)	
А.В. Нестерков	165
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ПТЕНЦОВ МУХОЛОВКИ-ПЕСТРУШКИ И ГОРИХВОСТКИ-ЛЫСУШКИ НА ЮГЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ	
Н.А. Нефедов	169
ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ПТЕНЦОВ МУХОЛОВКИ-ПЕСТРУШКИ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ	
А.Г. Никитина	170
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ САДОВО-ДАЧНЫХ УЧАСТКОВ	
Д.В. Нуртдинова	172
БИОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТКАНЕЙ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ, ОБИТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ ВУРСА	
Н.А. Орехова	175
ЛЕТНЕЕ НАСЕЛЕНИЕ РУКОКРЫЛЫХ (CHIROPTERA: VESPERTILIONIDAE) В РАЙОНЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ УРАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА	
Е.М. Первушина, А.А. Первушин	179

ОСТАТКИ КРУПНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ИЗ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ СЕРНЫЙ КЛЮЧ А.Н. Петров	183
ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МИКСОМИЦЕТОВ ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА Б.С. Плотников, К.А. Фелелов	185
СОДЕРЖАНИЕ МАКРО– И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРОДА СУРГУТА М.В. Подкуркова, Е. В. Нохрина, Л.А. Ковальчук, Л.В. Черная	186
ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВЫЕ ФАУНЫ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ИЗ КАРСТОВОГО КОМПЛЕКСА СУРЬЯ 1–7 И.Н. Подопригра	188
ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ НА МИКРОЭКОТОПАХ, ОБРАЗОВАВШИХСЯ ПРИ ВЕТРОВАЛЕ М.Е. Поздеев, С.Е. Зырянов	191
ОСОБЕННОСТИ МЕЗОСТРУКТУРЫ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА РАСТЕНИЙ СЕВЕРОБАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА РАЗНЫХ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП П.К. Порожская, О.А. Пучкова, Л.А. Иванова	193
УРОВЕНЬ ХРОМОСОМНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ НА РАЗНЫХ ФАЗАХ ПОПУЛЯЦИОННОГО ЦИКЛА У РЫЖЕЙ ПОЛЕВКИ С.Б. Ракитин	197
АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ ФЕНЕТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ЧЕРЕПА СОБОЛЯ В РАЗНЫХ ПОЛОВОЗРАСТНЫХ ГРУППАХ М.Н. Ранюк	205
ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ ГОРОДА НИЖНЕГО ТАГИЛА О.М. Рощектаева	209
ОБЗОР ФАУНЫ СКЛАДЧАТОКРЫЛЫХ ОС (HYMENOPTERA, VESPIDAE) НЕМОРАЛЬНОЙ И ТАЕЖНОЙ ЗОН СРЕДНЕГО И ЮЖНОГО УРАЛА П.В. Рудоискатель	213
РЕЗУЛЬТАТ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ПТИЦ-ДУПЛОГНЕЗДНИКОВ В ЛЕСОПАРКЕ ГОРОДА ПЕРМИ А. В. Рыбкин	217

ФОРМИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ФАУН ГРЫЗУНОВ В ЗООГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ	
Н.О. Садыкова	218
ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КРЫЛОВОГО РИСУНКА КРАПИВНИЦЫ <i>AGLAIS URTICAE</i> L. И ДНЕВНОГО ПАВЛИНЬЕГО ГЛАЗА <i>INACHIS IO</i> L. (LEPIDOPTERA, NYMPHALIDAE)	
С.М. Сажин	223
ФАКТОРЫ ИЗМЕНЧИВОСТИ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ	
Н.М. Самойлова, И.А. Кшнясев	229
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОПУЛЯЦИОННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СИСТЕМЫ КРОВИ И КИНЕТИКИ НАКОПЛЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ У МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ	
О.А. Сатонкина, Л.А. Ковальчук	232
ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПЫЛЫЦЫ <i>TARAXACUM OFFICINALE</i> S.L. В УСЛОВИЯХ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ	
О.А. Северюхина, Т.В. Жуйкова	233
СВЯЗЬ УСВОЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЯ КАРОТИНОВ В ТЕЛЕ И РАЗВИТИЯ ГУСЕНИЦ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА (<i>LYMANTRIA DISPAR</i> L.)	
Т.М. Севрюгина, В.И. Пономарев	241
АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ФОРМЫ ЧЕРЕПА ГРЫЗУНОВ ПРИ РОЮЩЕМ ОБРАЗЕ ЖИЗНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОРФОМЕТРИИ	
Н.В. Синева	245
ДИНАМИКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ НА ЮЖНОМ ЯМАЛЕ В ПЕРИОД ГНЕЗДОВАНИЯ	
В.А. Соколов	253
ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ДВУХ ВИДОВ ГРЫЗУНОВ (<i>MICROTUS GREGALIS</i> PALL. И <i>LAGURUS LAGURUS</i> PALL.) СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	
Н.А. Соколова, К.В. Маклаков	258
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЧВЕННОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВОВ НА САМОЗАРСТАЮЩИХ ОТВАЛАХ ШАБРОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТАЛЫКА (СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)	
Д.В. Солодовников	262

АНАЛИЗ ФЛОРЫ СЕМИРУДЕРАЛЬНЫХ ВЕТЛАНДОВ М.Н. Статных, Н.Б. Куянцева	264
ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ <i>SAXIFRAGA CERNUA</i> L. И ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ НА НЕЕ ВЛИЯНИЕ О.Е. Сушенцов	266
ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРОДА НА СОСТОЯНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО ФОНДА У ДЕТЕЙ ПЕРИНАТАЛЬНОГО ПЕРИОДА РАЗВИТИЯ А.Э. Тарханова, А.А. Тарханов	270
СИНАНТРОПИЗАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЗАПОВЕДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ О.В. Телегова	272
ДИНАМИКА ЛЕСОТУНДРОВЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ВЕРХНЕМ ПРЕДЕЛЕ ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ (ГОРА СЛАНЦЕВАЯ, ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ) М.М. Терентьев	276
БУРОЗУБКИ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ О.В. Толкачев	279
РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ФАУНЫ ПАУКОВ- ГНАФОЗИД (ARANEI: GNAPHOSIDAE) В ПРЕДЕЛАХ УРАЛЬСКИХ ГОР Т.К. Тунева	283
ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОДУВАНЧИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО ИЗ ПОЙМЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ Р. ТЕЧИ Е.В. Ульянова	286
ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПИЧЕСКОЙ СРЕДЫ НА ГЕНОТОКСИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ <i>DROSOPHILA MELANOGASTER</i> А.Е. Умутбаева	296
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БИОТЫ МИКСОМИЦЕТОВ УРАЛА К.А. Фефелов	299
ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ В ОНТОГЕНЕЗЕ ПЧЕЛЫ МЕДОНОСНОЙ (<i>APIS MELLIFERA MELLIFERA</i>) О.Н. Фрунзе, Е.Н. Бессонова	307
ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ФЛОР О.В. Харитонова	309

РАЗМНОЖЕНИЕ РЫЖЕЙ ПОЛЕВКИ В РАЗНЫЕ ФАЗЫ ПОПУЛЯЦИОННОГО ЦИКЛА В ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСАХ УДМУРТИИ А.В. Хворенков	313
ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПАРАМЕТРОВ РОСТА И СТРУКТУРЫ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ ФЛАГОВОГО ЛИСТА У РАЗНОВИДНОСТЕЙ ПШЕНИЦЫ <i>TRITICUM DICOCUM</i> (SCHRANK) SCHUEBL. Е.В. Храпцова	317
РОЛЬ СВОБОДНЫХ АМИНОКИСЛОТ В ПРОЦЕССАХ АДАПТАЦИИ ГИДРОБИОНТОВ Л.В. Черная, Е.А. Басмаждан, Л.А. Ковальчук	319
АДАПТАЦИЯ РАСТЕНИЙ МОНГОЛИИ К РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЯМ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ПРИМЕРЕ СТРУКТУРЫ БИОМАССЫ И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЛИСТЬЕВ М.Л. Чечулин, Л.А. Иванов	322
ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ ГАБИТУАЛЬНОГО РАЗНООБРАЗИЯ ALTICINAE (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) ХОРТОБИОНТНОГО КОМПЛЕКСА АГРОЦЕНОЗОВ МЕТОДОМ ЭТАЛОННОГО СРАВНЕНИЯ НА КРУГОВЫХ МАТРИЦАХ Б.М. Чичков	326
СУКЦЕССИЯ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В БЕРЕЗНЯКАХ ЛЕСОСТЕПНОГО ЗАУРАЛЬЯ А.С. Ширпужева	335
ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СКЕЛЕТА БЕСХВОСТЫХ АМФИБИЙ МЕТОДОМ ДАУСОНА И.М. Штирберг	337
ВЛИЯНИЕ ВЫПАСА СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ НА ЛИШАЙНИКИ В ГРАДИЕНТЕ ВЫСОТНОЙ ПОЯСНОСТИ С.Н. Эктова	338
СИНАНТРОПНЫЙ КОМПОНЕНТ ФЛОРЫ ВОДОЕМОВ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ СРЕДНЕГО УРАЛА М.М. Юдин	348
МЕЖВИДОВЫЕ СРАВНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ РАДИОРЕЗИСТЕНТНОСТИ ГРЫЗУНОВ Р.А. Яковлев	351
ЧАСТОТА ХРОМОСОМНЫХ НАРУШЕНИЙ У ОБЫКНОВЕННОЙ ПОЛЕВКИ (<i>MICROTUS ARVALIS</i>) ИЗ ПРЕДУРАЛЬЯ Л.Э. Ялковская	355

Научное издание

ПРОБЛЕМЫ ГЛОБАЛЬНОЙ И РЕГИОНАЛЬНОЙ
ЭКОЛОГИИ

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Редактор: Т.В. Струкова

Компьютерная верстка, оформление обложки: С.С. Трофимова

ЛР № 071852 от 30.04.99 г.

Подписано в печать 08.10.2003 г. Формат 60х84 $\frac{1}{16}$.

Бумага писчая. Гарнитура Times. Печать офсетная.

Печатных листов 23,25. Тираж 250 экз. Заказ №

АО «Полиграфист», г.Екатеринбург.

Цена договорная.

Издательство «Академкнига»

620034, Екатеринбург, ул. Толедова, 43а.