РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Институт экологии растений и животных

ЭКОЛОГИЯ ОТ ЮЖНЫХ ГОР ДО СЕВЕРНЫХ МОРЕЙ

МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ,
ПОСВЯЩЕННОЙ *90*-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
АКАДЕМИКА *П.Л. ГОРЧАКОВСКОГО*

19 — 23 апреля 2010 г.

ЕКАТЕРИНБУРГ
ГОЦИЦКИЙ

УДК 574 (061.3)

Материалы конференции изданы при финансовой поддержке Президиума Уральского отделения РАН и Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 10-04-06806).

Экология от южных гор до северных морей. Материалы конф. молодых ученых, 19–23 апреля 2010 г. / ИЭРЖ УрО РАН — Екатеринбург: Гощицкий, 2010. — 224 с.

Табл. 47, Рис. 57.

ISBN 978-5-98829-025-4

В сборнике опубликованы материалы Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 90-летию со дня рождения академика П.Л. Горчаковского «Экология от южных гор до северных морей». Мероприятие проходило в Институте экологии растений и животных УрО РАН с 19 по 23 апреля 2010 г. Работы посвящены проблемам изучения биологического разнообразия на популяционном, видовом и экосистемном уровнях, анализу экологических закономерностей эволюции, поиску механизмов адаптации биологических систем к экстремальным условиям, а также популяционным аспектам экотоксикологии, радиобиологии и радиоэкологии.

ISBN 978-5-98829-025-4

© Авторы, 2010
© ИЭРЖ УрО РАН, 2010
© Оформление. Издательство «Гощицкий», 2010

ПРЕДИСЛОВИЕ

19 – 23 апреля 2010 г. на базе Института экологии растений и животных УрО РАН состоялась Всероссийская конференция молодых ученых-экологов, студентов и аспирантов «Экология от южных гор до северных морей». В 2010 г. мероприятие, насчитывающее почти 50-ти летнюю историю, было посвящено 90-летию со дня рождения академика П.Л. Горчаковского и проходило в рамках объявленного ООН Международного года Биологического разнообразия.

В работе конференции приняли участие молодые ученые и приглашенные программным комитетом лекторы. Молодые участники из 15 регионов РФ представляли 32 организации, из которых: 14 научно-исследовательских, входящих в структуру РАН и РАСХН и других министерств и ведомств РФ, 18 ВУЗов России. Общее число участников конференции составило 150 человек. Всего на конференции было представлено 22 устных, 38 коротких презентаций стендовых докладов и 22 стендовых сообщений.

В рамках конференции прошла мемориальная сессия, посвященная памяти академика П.Л. Горчаковского. С докладами выступили ученики, последователи и ведущие научные сотрудники ИЭРиЖ УрО РАН: 1) докт. биол. наук, профессор С.Г. Шиятов, докт. биол. наук, профессор В.А. Мухин (ИЭРиЖ УрО РАН) «Жизненный путь и научное наследие П.Л. Горчаковского»; 2) докт. биол. наук, профессор Г.И. Таршис, докт. биол. наук, доцент Л.Г. Таршис (Уральский госпедуниверситет) «П.Л. Горчаковский и экология растений»; 3) докт. биол. наук, профессор С.Н. Санников (Ботанический сад УрО РАН) «П.Л. Горчаковский и развитие его идей по лесной биогеографии»; 4) докт. биол. наук, профессор В.В. Туганаев (Удмуртский госуниверситет) «К проблеме современного и исторического флорогенеза»; 5) канд. биол. наук С.Н. Эктова (ИЭРиЖ УрО РАН) «Уральская школа лихенологов». Мемориальная сессия завершилась на крыльце Института, где состоялось открытие памятной доски «Здесь с 1958 по 2008 гг. работал выдающийся ботаник XX века академик П.Л. Горчаковский».

Утренние сессии и вечерние заседания конференции открывали пленарные лекции ведущих специалистов в области биологии и экологии: докт. биол. наук, профессор А.Р. Ишбирдин (Башкирский госуниверситет, Уфа) «Некоторые подходы и методики оценок стратегий жизни травянистых растений»; канд. тех. наук Ю.В. Чайковский (ИИЕТ РАН, Москва) «Из наследия С.В. Мейена: феномен разнообразия или как возникла диатропика» и «Современные представления о теории эволюции: смена картин мира»; докт. биол. наук, профессор А.В. Присный (Белгородский госуниверситет) «Феномен

человека: биосферные аспекты». В рамках конференции состоялся также открытый семинар Института. С докладами «Особенности формирования радиального прироста пихты кавказской на Юго-Западном Кавказе» и «Исследования Ново-Афонской пещеры» выступил Я.А. Экба (Институт экологии горных территорий КБНЦ РАН, Сухум, Абхазия).

В настоящем сборнике представлены результаты работ студентов, аспирантов, молодых ученых, преподавателей ВУЗов в области теоретической биологии и экологии, радиобиологии, популяционной генетики и экологии, учения об эволюции, функциональной экологии и экологического прогнозирования; обсуждаются вопросы биологического разнообразия и механизмы устойчивости биоты, проблемы биометрии и анализа данных. Электронные версии материалов молодежных конференций 2000-2009 гг. размещены на сайте http://lib.ipae.uran.ru/documents/index.php?action=view&id=1.

Конференция проводилась при поддержке Президиума Уральского отделения РАН и Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 10-04-06806).

Редколлегия

ХАРАКТЕРИСТИКА СТОМАТОГРАФИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ЛИСТА *TARAXACUM OFFICINALE* WIGG. S.L. НА ФОНОВОЙ И ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Н.В. Абакшина, С.В. Гаренских, Т.В. Жуйкова

Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия

Ключевые слова: одуванчик, листовая пластинка, устьица.

Проведено исследование реакции стоматографических признаков листа одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg. s.l.) на химическое загрязнение среды. Материал собран на четырех участках, почвы которых в разной степени подвержены загрязнению тяжелыми металлами (Свердловская область, г. Нижний Тагил). Суммарная токсическая нагрузка на участках изменялась от 1.0 до 30.0 отн. ед. (Жуйкова, Мордвина, 2003). В каждой ценопопуляции с 10 средневозрастных генеративных растений отбирали взрослые листья, закончившие фазу интенсивного роста. Учет анатомических структур эпидермы производили методом реплик (Таршис, Таршис, 1995). Всего проанализировано 2000 полей зрения.

Установлено, что эпидерма листьев *T. officinale* однорядная, слабоопушенная. Эпидермальные клетки располагаются беспорядочно. Форма клеток — овально-волнистая. Устьичные комплексы — аномоцитного типа. Листья амфистомные — адаксиальная (АД) и абаксиальная (АБ) стороны несут одинаковый тип устьиц. Число эпидермальных клеток на адаксиальной стороне изменяется от 462 до 1011 шт. клеток/мм^2, на абаксиальной — от 526 до 1065 шт. клеток/мм^2. Химическое загрязнение приводит к уменьшению числа эпидермальных клеток на обеих сторонах листа (АД: $R^2 = 0.14$; $p = 0.0001$; АБ: $R^2 = 0.13$; $p = 0.001$; $df = 1$). Число эпидермальных клеток на абаксиальной поверхности листа больше, чем на адаксиальной (однофакторный дисперсионный анализ: $F = 26.71$; $df = 1$; 1998; $p < 0.001$). Длина эпидермальных клеток увеличивается в градиенте повышающейся токсической нагрузки от 55 до 64 мкм на адаксиальной стороне и от 56 до 63 мкм — на абаксиальной, их ширина в градиенте фоновый–импактный участки на адаксиальной стороне возрастает с 27 до 48 мкм, на абаксиальной — с 28 до 47 мкм. Зависимость размера клеток от уровня химического загрязнения статистически значима (регрессионный анализ: длина — $R^2 = 0.04–0.07$, ширина — $R^2 = 0.06–0.07$; $df = 1$; 998; $p < 0.001$). Индекс эпидермальных клеток варьирует в пределах 1.6–1.7 на адаксиальной и абаксиальной сторонах, число устьиц — от 55 до 181 шт/мм^2 на адаксиальной стороне и от 104 до 250 шт/мм^2 — на абаксиальной, причем в первом

случае у растений из всех исследуемых ценопопуляций он значимо выше, чем во втором (F = 1797.37; df = 1; 1998; p <<0.001). Химическое загрязнение не влияет на число устьиц, а размеры замыкающих клеток устьиц увеличиваются: длина — от 28 до 31 мкм, ширина — от 19 до 23 мкм. Длина клеток на АД стороне больше, чем на АБ (F = 10.8; df = 1; 1998; p < 0.001). Аналогично изменяется ширина замыкающих клеток. Индекс замыкающих клеток устьиц изменяется от 1.4 до 1.5 на обеих сторонах листа.

Для установления степени близости исследуемых стоматографических показателей у растений с разных по уровню загрязнения участков проведен дискриминантный анализ. Наибольшие различия показаны между выборками с фонового и загрязненных участков (SMD = 3.67–5.44 отн. ед.). Средняя дистанция SMD между выборками с максимально загрязненных участков равна 1.79 отн. ед. Максимальное сходство установлено между выборками с фонового и буферного участков (SMD = 1.05 отн. ед.).

Таким образом, ответной реакцией эпидермального комплекса листа *T. officinale* на химическое загрязнение является уменьшение числа эпидермальных клеток и увеличение их размеров. Аналогичные результаты были получены М.М. Ишмуратовой (2006) при исследованиях *R. iremelica*, произрастающей в широтном и высотном градиентах, а также Л.С. Буболо (1984) и А.А. Бутника и О.В. Кимченко (1987). По нашему мнению, увеличение размеров клеток при уменьшении их числа может быть проявлением суккулентных экологических признаков и отражает способы адаптации растений к различным условиям обитания. Следовательно, можно предположить, что реакция эпидермы листа на химическое загрязнение нельзя считать специфичной.

Работа выполнена по тематическому плану научно-исследовательских работ НТГСПА (задание Федерального агентства по образованию в 2009–2010 гг.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Буболо Л.С. Сравнительный анализ ультраструктуры клеток хлоренхимы листа некоторых представителей флор о. Врангеля и Ленинградской области // Бот. журн. 1984. Т. 69. № 11. С. 1482—1491.

Бутник А.А., Кимченко О.В. Строение эпидермы листьев видов семейства Chenopodiaceae // Ботан. журн. 1987. Т. 72. № 8. С. 1021—1030.

Ишмуратова М.М. Родиола иремельская на Южном Урале. М.: Наука, 2006. 252 с.

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

Таршис Г.И., Таршис Л.Г. Разнообразие и диагностическое значение структурных признаков лекарственных растений // Мат-лы I Междунар. симп. Пущино. 1995.

ЗОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ВИДОВОГО СОСТАВА ЛИШАЙНИКОВ В ХОДЕ ПИРОГЕННЫХ СУКЦЕССИЙ

С.Ю. Абдульманова

Уральский госуниверситет им. А.М. Горького, г. Екатеринбург

Ключевые слова: видовой состав, лишайниковый покров, пожары, лесотундра, таежная зона.

Регулярные пожары оказывают значительное влияние на тундровые и таежные экосистемы. Суровые климатические условия определяют степень нарушения и особенности восстановления растительности этих территорий.

В современных исследованиях большое внимание уделяется изучению воздействия пожаров на сообщества таежной зоны и последующего восстановления растительности как древесного яруса, так и напочвенного покрова (Нешатаев и др., 2002). Описания послепожарного восстановления лишайников немногочисленны, схематичны и разрозненны (Douglas, Ballard, 1971; Maikawa, Kershaw, 1976; Racine, 1981; Foster, 1985; Coxson, March, 2001; Магомедова, 2006; Морозова и др., 2007). Вопросы, характеризующие специфику восстановления напочвенного покрова, особенно его лишайникового компонента, в ходе пирогенных сукцессий разных климатических зонах ранее, вероятно, не рассматривались.

Цель нашего исследования — изучение особенностей динамики видового состава сообществ с доминированием лишайников в ходе пирогенных сукцессий таежных и лесотундровых лесов Западной Сибири. В ходе работы решались следующие задачи: 1) выявить видовой состав лишайников на гарях вдоль широтного градиента (лесотундра, северная, средняя и южная тайга); 2) оценить вклад видов в структуру лишайниковых сообществ (по таким показателям, как встречаемость, обилие, покрытие) на разных стадиях послепожарного восстановления; 3) выявить зональные особенности восстановительных процессов лишайникового покрова в ходе послепожарной сукцессии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Восстановление лишайникового покрова изучали на гарях в лесотундре и тайге в лиственничных, елово-лиственничных и сосновых лесах и редколесьях. Материалы получены на четырех модельных участках:

I. Зона лесотундры вдоль восточных предгорий Полярного Урала (Приуральский район Ямало-Ненецкого автономного округа) (Морозова и др., 2007).

II. Таежная зона: 1) полоса северных редкостойных лесов (Надымский район Ямало-Ненецкого автономного округа) (Магомедова, 2006); 2) граница северной и средней тайги (территория ЗПП «Сибирские Увалы», Нижневартовский район Ханты-Мансийского автономного округа); 3) южная тайга (территория природного парка «Припышминские боры», Тугулымский район Свердловской области).

Проанализировано 103 описания сообществ лишайников, около 300 описаний лихеносинузий. Для определения видового состава лишайников разобрано 370 проб, определено 743 образца. На основе опубликованных данных и собственных определений составлены списки видов для исследуемых территорий.

Для выявления роли лишайников в растительном покрове, изучения динамики сообществ лишайников использовали общепринятые геоботанические методы с некоторой их адаптацией к особенностям объекта изучения — лишайникового покрова (Магомедова, 2006).

Возраст гарей определяли по опросным данным, фондовым материалам и состоянию подроста деревьев. На основе данных о возрасте гарей и ценотической структуре серийных сообществ выделены четыре стадии восстановления лишайникового покрова (в скобках указаны их условные обозначения и возрастные границы): молодые гари (I — до 15 лет), средневозрастные (II — 15–30 лет), старые гари (III — 40–60 лет) и сообщества, близкие к коренным (IV — старше 60 лет). Необходимо отметить, что возрастные границы могут смещаться на 5–10 лет в зависимости от климатических условий и степени нарушения сообществ. Для «Припышминских боров», из-за отсутствия данных о времени пожара была предпринята попытка провести датировку гарей методом биоиндикаторов (Викторов, Ремезова, 1988).

Сравнение видового состава разновозрастных гарей осуществляли с помощью кластерного анализа и расчета индекса Чекановского-Сьеренсена (Кс). Однородность лишайникового покрова гарей оценивали по коэффициентам Симпсона. Доли видов разной экологической и географической приуроченности сравнивали по методу Фишера (Зайцев, 1991).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Выявлен 101 вид лишайников, участвующих в послепожарных восстановительных сукцессиях лесных сообществ с доминированием лишайников. Начальные стадии восстановления наиболее богаты по видовому составу (I — 77, II — 81 вид соответственно). На третьей стадии наблюдается незначительное снижение видового разнообразия (74). Сообщества, близкие к коренным, отличаются минимальным количеством видов (54). Общими для всех территорий оказались 16 видов: 4 вида из рода *Cladina* и 12 — из рода *Cladonia*.

Наибольшим родовым и видовым разнообразием на гарях отличаются лесные участки зоны лесотундры и полосы северных редкостойных лесов, наименьшим — сообщества южной тайги (табл. 1). В рассматриваемых сукцессионных рядах с учетом зональных подразделений максимальное видовое разнообразие лишайниковых сообществ характерно для средневозрастных и старых гарей.

Таблица 1. Динамика количества родов (числитель) и видов (знаменатель) лишайников в ходе послепожарной сукцессии

Зона	Стадия послепожарной сукцессии				
	I	II	III	IV	Всего видов
Лесотундра (тундровые сообщества)	11/44	нет данных	нет данных	9/31	52
Лесотундра (лесные сообщества)	13/39	9/49	6/48	7/25	74
Северные редкостойные леса	12/27	16/60	11/44	9/31	67
Северная тайга	5/26	5/24	7/40	4/27	46
Южная тайга	4/23	2/27	3/17	нет данных	33

Возрастание числа видов лишайников в ходе восстановительных сукцессий в лесах Западной Сибири с юга на север может быть обусловлено высокой мозаичностью местообитаний, сочетанием тундровой, лесной и болотной растительности в зонах редкостойных лесов и лесотундры. В таежной зоне на песчаных субстратах формируются сосновые лишайниковые леса, для которых характерны довольно однородные микроклиматическе условия и постоянный видовой состав напочвенного покрова.

В составе пирогенных сообществ всех зональных подразделений наибольшее число видов относится к роду *Cladonia* (табл. 2), которым свойственно заселять нарушенные субстраты и формировать полидоминантые сообщества на начальных и средних этапах сукцессий.

Анализ распределения видов лишайников в зависимости от градиента и стадии послепожарной демутации свидетельствует о специфичности анализируемых зональных и сукцессионных градаций (рис. 1).

Наибольшие различия видового состава лишайников выявлены на начальных стадиях восстановления растительного покрова, что может быть обусловлено участием в пирогенных сукцессиях специфич-

Таблица 2. Динамика числа видов лишайников наиболее значимых родов в ходе восстановительных сукцессий

	Стадия послепожарной сукцессии			
Род	I	II	III	IV
Лесотундра (тундровые сообщества)				
Cladonia	19	нет данных	нет данных	15
Cladina	3	нет данных	нет данных	3
Peltigera	10	нет данных	нет данных	5
Прочие	12	нет данных	нет данных	8
Лесотундра (лесные сообщества)				
Cladonia	20	33	33	14
Cladina	3	4	4	4
Peltigera	2	5	7	2
Прочие	14	6	4	5
Северные редкостойные леса				
Cladonia	8	29	22	14
Cladina	4	5	5	5
Peltigera	2	5	3	–
Cetraria	5	5	4	4
Прочие	10	19	14	8
Северная тайга				
Cladonia	20	16	26	19
Cladina	4	4	4	4
Прочие	2	4	10	4
Южная тайга				
Cladonia	18	23	11	нет данных
Cladina	4	4	4	нет данных
Прочие	2	–	1	нет данных

ных видов местной флоры. Максимальные различия наблюдаются между наиболее удаленными точками — тундровыми сообществами зоны лесотундры и зоной южной тайги (Кс=0.35). В пределах таежной зоны сходство закономерно возрастает (Кс=0.64). Высокой долей сходства характеризуются средневозрастные и старые гари

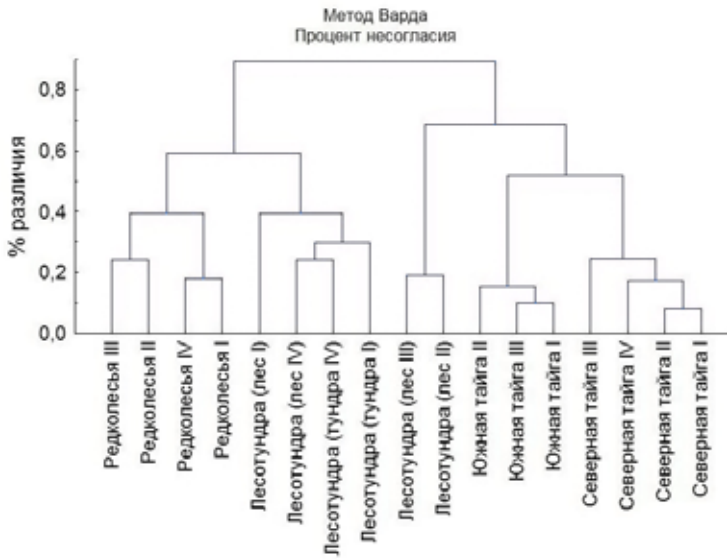


Рис. 1. Дендрограмма различий видового состава лишайников разновозрастных гарей вдоль широтного градиента.

лесных сообществ в пределах отрезка северная тайга — лесотундра (Кс=0.60). Однако максимальная близость видовых списков отмечена в сообществах, близких к коренным, в пределах полосы северных редкостойных лесов и севера таежной зоны (Кс=0.70). Обособленность лесотундры объясняется дополнительной трансформацией сообществ фактором тремплинга.

Только на гарях северных районов встречается 44 вида лишайников, 20 из которых отмечены в зоне лесотундры и 11 — в пределах полосы северных редкостойных лесов. Отличительной особенностью видового состава гарей северных редкостойных лесов является присутствие таких типичных субарктических видов, как *Alectoria nigricans* (Ach.) Nyl., *A. ochroleuca* (Hoffm.) A. Massal., встречающихся на всех стадиях, и *Arctocetraria andrejevii* (Oxner.) Kärnefelt & Thell., который появляется на средневозрастных гарях. В ходе послепожарной сукцессии встречаемость этих видов возрастает, однако их роль в рассматриваемых сообществах незначительна. На гарях лесотундры и северных редколесий довольно много видов родов *Flavocetraria, Peltigera, Stereocaulon*, обильных в аркто-альпийских экосистемах, а также видов рода *Nephroma*. В таежной зоне лишь единичные представители этих родов отмечены в увлажненных местообитаниях и на верховых лишайниковых болотах, т.е. в относительно жестких гидротермических условиях.

Представители р. *Cetraria* распространены на средневозрастных и старых гарях всех исследуемых территорий, кроме южной тайги, однако показатели покрытия этих видов невысокие.

В сообществах последних стадий восстановительных сукцессий отмечается смена доминирующих видов р. *Cladina* с юга на север. В таежной зоне, включая полосу северных редкостойных лесов, доминирует *C. stellaris* (Opiz) Brodo. На лесных участках лесотундровой зоны преобладает *C. arbuscula* (Wallr.) Hale & W.L. Culb., а в тундровых — *C. rangiferina* (L.) Nyl. Интересно, что в подзонах северной и средней тайги *C. rangiferina* также может занимать доминирующие позиции, но только в сообществах верховых болот.

В парциальной флоре пирогенных сообществ на основе отношения лишайников к режиму увлажнения выделены 4 экологические группы: криофиты, психрофиты, мезофиты, ксеромезофиты. Ведущее место занимает группа мезофитов. Среди доминантов и содоминантов в северных районах отмечены виды всех четырех групп. В таежной зоне на песчаных субстратах доминирующие позиции принадлежат исключительно видам группы мезофитов, а ксерофиты являются содоминантами на всех стадиях восстановления.

По географической приуроченности все виды лишайников, выявленные на гарях, относятся к 6 географическим элементам: арктический, арктоальпийский, арктобореальный, бореальный, гипоарктомонтанный, полизональный. Наиболее многочисленны арктоальпийские (28%), бореальные (35%), гипоарктомонтанные (18%) и полизональные (16%) виды лишайников. Доминируют в северных районах арктоальпийские, гипоарктомонтанные, бореальные и полизональные лишайники, а в таежной зоне — бореальные и полизональные.

Доли видов лишайников разных экологических и географических групп на разных стадиях восстановления исследуемых территорий сравнивали методом Фишера. Достоверные различия таежной зоны и северных территорий для I–III стадий выявлены по доле криофитов и психрофитов ($F > 6$, $p < 0.05$), для всех четырех стадий — по доле арктоальпийских, гипоарктомонтанных, полизональных и бореальных видов ($F > 4$, $p < 0.05$). В сукцессионном ряду эти различия наиболее выражены на первой стадии восстановления, а в широтно-зональном аспекте — между таежной зоной и северными редкостойными лесами.

Чтобы оценить структуру лишайниковых сообществ на разных стадиях послепожарного восстановления, удобнее рассматривать динамику не отдельных видов, а их групп, выделенных по морфологическим особенностям и роли в структуре синузий. Это способствует снижению вариабельности анализируемых параметров. При таком подходе выделяются три стадии восстановления лишайникового покрова на гарях: первая — доминирование бокальчатых и трубчатых лишайников р. *Cladonia*; вторая — содоминирование трубчатых и

кустисто-разветвленных лишайников; на последней стадии покров формируют кустисто-разветвленные лишайники р. *Cladina* (Foster, 1985; Нешатаев и др., 2002; Магомедова, 2006).

Наиболее четкая смена морфологических групп прослеживается на гарях таежной зоны в сосновых лишайниковых лесах (рис. 2). Необходимо отметить, что на молодых гарях (I и II стадии) наблюдается массовое развитие накипных лишайников (наиболее обилен *Trapeliopsis granulosa* (Hoffm.) Lumbsch), так как песчаные субстраты малопригодны для других групп. Сильные пожары на песчаных субстратах могут приводить к глубокому выгоранию маломощного почвенного слоя, и формирование напочвенного покрова на таких грунтах можно сравнить с первичной сукцессией на выходах горных пород. Более влажные условия, активное торфообразование и высокая мозаичность растительности северных территорий способствуют меньшему вы-

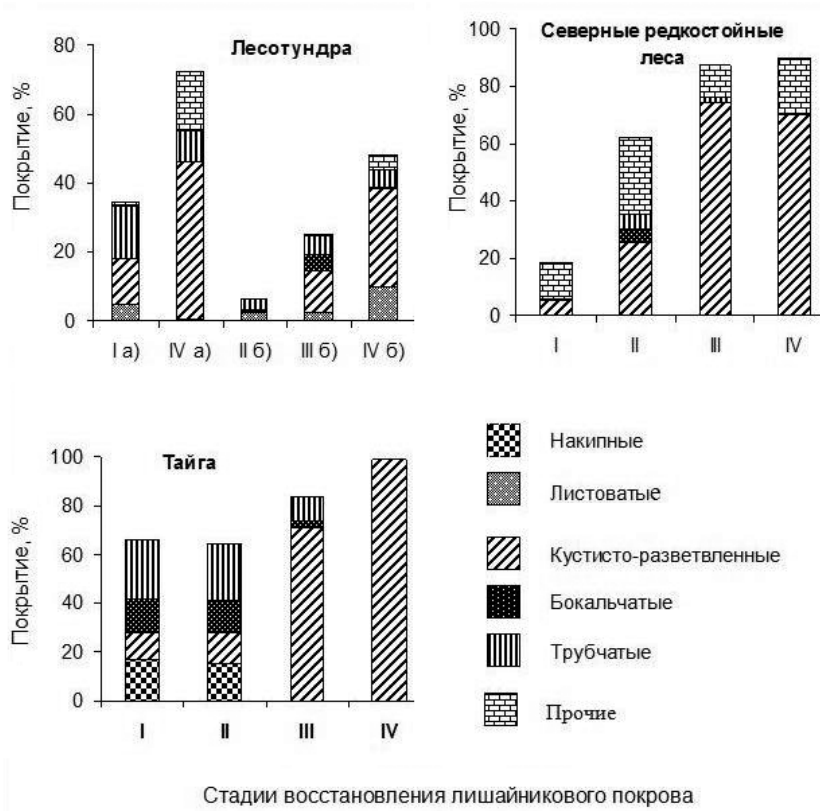


Рис. 2. Покрытие лишайников разных морфологических групп в ходе пирогенных сукцессий в тундровой (а) и лесной (б) зонах.

горанию напочвенного покрова и сохранению фрагментов лишайников. Это способствует их более быстрому восстановлению по схеме, отличающейся от классической. Наиболее явно эта особенность проявляется на территории северных редкостойных лесов, где на первой стадии покров сформирован лишайниками, наиболее характерными для исходных сообществ, вероятно, их фрагментами, так как показатели покрытия незначительны. Индикаторы нарушенных сообществ — кубковидные и трубчатые лишайники, появляются только на следующих стадиях. Для гарей лесотундровой зоны характерна значительная доля на всех стадиях восстановления листоватых лишайников родов *Peltigera* и *Nephroma*, а также довольно высокое разнообразие накипных лишайников (7 видов), которые заселяют поврежденные мхи.

Судя по значениям индекса Симпсона (табл. 3), в северных районах лишайниковый покров очень мозаичен, а синузии лишайников многовидовые и полидоминантные вдоль всего сукцессионного ряда. На гарях таежной зоны хорошо прослеживается переход от полидоминантных сообществ начальных стадий восстановления до монодоминантных с преобладанием *Cladina stellaris*.

Таким образом, значительные различия природных условий определяют темпы и характер восстановительных процессов лишайникового покрова на гарях разных зон. Комплекс условий северных территорий таков, что на них, как правило, не происходит сильного прогорания растительно-почвенных горизонтов, сохраняются фрагменты лишайниковых сообществ, моховые бугры, что обусловливает высокую мозаичность напочвенного покрова и значительное видовое разнообразие в ходе восстановительной сукцессии. В таежной зоне хорошо прослеживается сукцесионная смена лишайниковых сообществ, контролируемая условиями увлажнения и особенностями субстратов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы развития ведущих научных школ (НШ-3260.2010.4) и научно-образовательных центров (контракт 02.740.11.0279).

Таблица 3. Индекс Симпсона для лишайниковых сообществ разных стадий восстановления

Зона	Стадия послепожарной сукцессии			
	I	II	III	IV
Лесотундра (тундровые сообщества)	0.21	–	–	0.21
Лесотундра (лесные сообщества)	0.03	0.29	0.12	0.18
Северные редкостойные леса	0.21	0.08	0.28	0.18
Северная и средняя тайга	0.15	0.15	0.28	0.94

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Викторов С.В., Ремезова Г.Л. Индикационная геоботаника: Учеб. пос. М.: Изд-во МГУ, 1988. 168 с.

Зайцев Г.Н. Математический анализ биологических данных. М.: Наука, 1991. 184 с.

Нешатаев В.Ю., Потокин А.Ф., Томаева И.Ф. и др. Растительность, флора и почвы Верхне-Тазовского государственного заповедника. СПб.: Государственный природный заповедник «Верхне-Тазовский», 2002. 164 с.

Магомедова М.А. Восстановление лишайникового покрова на гарях в предтундровых лесах Западной Сибири // Биота Ямала и проблемы региональной экологии. Научный вестник. 2006. Вып. 1 (38). С. 27–38.

Морозова Л.М., Эктова С.Н., Рябицева Н.Ю. Восстановление растительного покрова на гарях в зоне лесотундры // Экосистемы Субарктики: структура, динамика, проблема охраны / Научн. вестн. 2007. Вып. 6 (50), Ч. 1. С. 17–32.

Coxson D.S., March J. Lichen chronosequences (postfire and postharvest) in lodgepole pine (*Pinus contorta*) forests of northern interior British Columbia // Can. J. Bot. 2001. № 79. P. 1449–1464.

Douglas G.W., Ballard T.M. Effects of fire on alpine plant communities in the North Cascades, Washington // Ecology. 1971. Vol. 52. № 6. P. 1058–1064.

Foster D.R. Vegetation development following in *Picea Mariana* (black spruce)-Pleurozium forests of south-eastern Labrador, Canada // J. of Ecology. 1985. № 73. P. 517–534.

Maikawa E., Kershaw K. Studies on lichen-dominated systems. XIX. The postfire recovery sequence of black spruce- lichen woodland in the Abitau Lake Region, N.W.T. // Can. J. Bot. 1976. № 54. C. 2679–2687.

Racine C.H. Tundra fire effects on soil and three plant communities along a Hill-slope gradient in the Seward Peninsula, Alaska // Arctic. 1981. Vol. 34. № 1. C. 71–84.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ СТВОЛОВ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ В г. ЕКАТЕРИНБУРГЕ

А.Л. Агафонова

Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург

Ключевые слова: городское озеленение, липа мелколистная, радиальный прирост.

Липа мелколистная (*Tillia cordata* Mill.) занимает одно из ведущих мест в озеленении г. Екатеринбурга — на ее долю приходится до 75% посадок на отдельных улицах (в среднем 33%). Цель нашей работы — выявить отклик радиального прироста липы мелколистной, произрастающей на ул. Горького в г. Екатеринбурге, на климатические условия.

В качестве материалов для анализа древесно-кольцевых хронологий (Шиятов и др., 2000) были взяты 23 образца от 15 деревьев липы. Улица Горького имеет центральное расположение в городе относительно сторон света, и не сильно загружена автотранспортом. Судя по состоянию живого напочвенного покрова, крон деревьев, их форме и общему виду объекта, мероприятия по повышению качества условий произрастания проводились давно или вообще не проводились. Все эти условия уменьшают вероятность сильного искажения параметров прироста.

С помощью специального пакета программ DPL (не учитывающих влияние возраста на величину прироста) был построен обобщенный ряд радиальных приростов и рассчитаны индексы прироста по годам. Полученные данные свидетельствуют о том, что на протяжении всего онтогенеза толщина годичных колец у липы на данной улице изменяется так, что графики имеют общую тенденцию в зависимости от возрастной группы, к которой принадлежит дерево.

Статистически достоверные данные обеспечиваются наличием всего 8 образцов, онтогенез которых включает период с 1940 по 2008 г. По индивидуальным графикам прироста были выбраны годы с наибольшим количеством резких спадов прироста. Установлена прямая стохастическая связь между температурой воздуха и спадами прироста стволов в мае, а также обратная — в апреле (рис. 1).

В программе RESPO были обработаны данные отклика радиального прироста на температуру воздуха в течение 12 месяцев, предшествующих последнему месяцу текущего вегетационного периода. Наиболее тесная (r = -0.33) обратная связь установлена между радиальным приростом и температурой воздуха в июле текущего вегетационного периода (рис. 2).

Таким образом, связь прироста по диаметру с температурой воздуха в целом является обратной. В годы с наибольшим количеством спадов прироста наибольшее влияние оказывали температурные показатели мая (r = 0.63), а на прирост по диаметру — апреля текущего года (r = -0.51). Несмотря на очевидное влияние комплекса антропогенных факторов, значение температуры для радиального прироста липы мелколистной в г. Екатеринбурге также велико (установлено, что количество осадков не имеет значимого влияния на радиальный прирост).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Шиятов С.Г., Ваганов Е.А., Наурзбаев М.М. и др. Методы дендрохронологии. Часть 1. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: Учебно-методич. пос. Красноярск, 2000. 80 с.

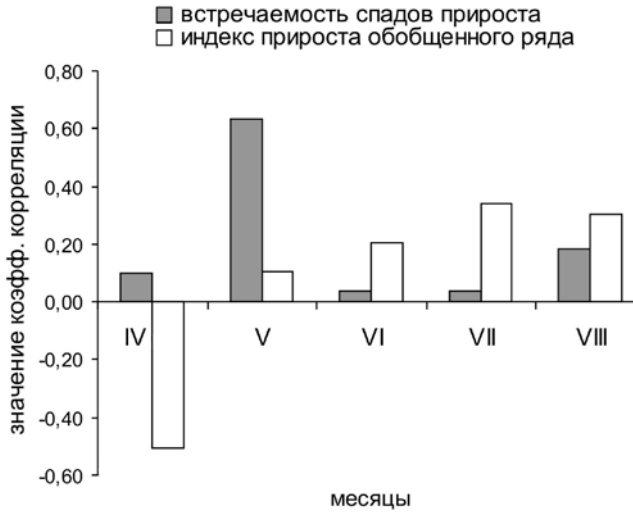


Рис. 1. Связь температурного режима со встречаемостью минимумов радиального прироста и индексом прироста обобщенного ряда для исследуемых годов.

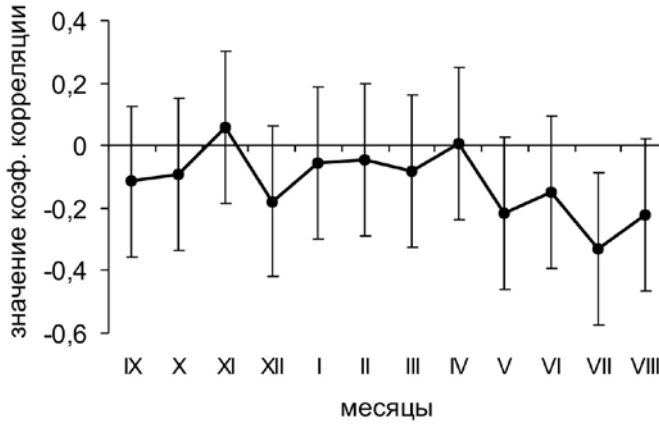


Рис. 2. Влияние среднемесячных температур воздуха предшествующего года на радиальный прирост.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РЕК БЫДВАЙКА И МАРТЬЯНКА ПО ОРГАНИЗМАМ МАКРОЗООБЕНТОСА (УДМУРТИЯ, ЗАВЬЯЛОВСКИЙ РАЙОН)

Е.С. Бахтиярова

Удмуртский госуниверситет, г. Ижевск

Ключевые слова: макрозообентос, сельское хозяйство, биоиндикация.

Для сельскохозяйственных районов характерны загрязнение малых рек неочищенными стоками животноводческих хозяйств и смывами с полей, а также трансформация русел как следствие выпаса скота. Реки Быдвайка и Мартьянка, протекающие по территории Завьяловского района Удмуртской республики, подвержены значительному загрязнению сельскохозяйственными стоками. Цель настоящей работы — оценка экологического состояния рек Быдвайка и Мартьянка по организмам макрозообентоса. Задачи: 1) определить видовой состав макрозообентоса рек Быдвайка и Мартьянка; 2) оценить влияние антропогенной нагрузки на состояние макрозообентоса; 3) провести биоиндикацию загрязнения рек по организмам макрозообентоса.

Реки Быдвайка и Мартьянка — малые реки протяженностью до 15 км, относящиеся к водосборному бассейну р. Позимь. Сбор материала (макрозообентос, донные отложения) проводили в 2008–2009 гг. по общепринятым методикам (Методические рекомендации..., 1984). Всего собрано 169 проб бентоса с 22 станций. Для оценки состояния водотоков использовали гидробиологические показатели: индекс сапробности по Пантле и Букку, биотический индекс Вудивисса, индекс Гуднайта-Уитлея, индекс Шеннона-Уивера и выравненность по Э. Пиелу.

В р. Мартьянка обнаружено 83 вида макрозообентоса из 14 отрядов и 40 семейств, в р. Быдвайка — 129 видов из 13 отрядов и 53 семейств. Доминирующими группами по численности на р. Мартьянка являются олигохеты (20%) и хирономиды (35%), по биомассе — брюхоногие моллюски (34%). На р. Быдвайка по численности преобладают хирономиды (31%), по биомассе — двустворчатые моллюски (23%).

Выявлена значимая положительная корреляция (коэффициент корреляции Спирмена) между уровнем антропогенной нагрузки и количеством органических веществ в грунте ($r_s = 0.55$; $n = 122$; $p < 0.001$), что свидетельствует о попадании в реки сельскохозяйственных стоков. При увеличении степени антропогенной нагрузки уменьшается доля двустворчатых моллюсков ($r_s = -0.37$; $n = 122$; $p < 0.001$), снижаются значения индекса Вудивисса ($r_s = -0.36$; $n = 119$; $p < 0.001$), воз-

растают значения индексов сапробности ($r_s = 0.46$; $n = 97$; $p < 0.001$) и Гуднайта-Уитлея ($r_s = 0.30$; $n = 122$; $p < 0.001$).

На р. Мартьянке значения информационного индекса Шеннона-Уивера варьируют от 0.64 до 2.04 бит/экз., выравненности по Э. Пиелу — от 0.58 до 0.90. На основании значений индексов Вудивисса, сапробности и Гуднайта-Уитлея она характеризуется как умеренно загрязненная. На р. Быдвайке значения индекса Шеннона-Уивера изменяются от 0.77 до 1.98 бит/экз., выравненность — от 0.47 до 0.96. По индексу сапробности воды в 2008 г. эта река относилась к загрязненным, в 2009 г. — к умеренно загрязненным. На основании индекса Вудивисса она характеризуется как умеренно загрязненная, по индексу Гуднайта-Уитлея — как чистая.

ФАУНА МЕЙОБЕНТОСНЫХ ТУРБЕЛЛЯРИЙ БЕЛОГО МОРЯ

С.В. Бердник

Институт проблем экологии и недропользования АН Республики Татарстан, г. Казань

Ключевые слова: Белое море, новые виды, фауна, Plathelminthes, *Turbellaria*.

Свободноживущие плоские черви, или турбеллярии, являются существенным компонентом морского мейобентоса, обычно составляя 7–25% от его общей численности (Martens, Schockaert, 1986). К сожалению, эта группа беспозвоночных слабо изучена в морях России. Фауну турбеллярий Белого моря изучали зоологи из Санкт-Петербурга и Казани в конце XIX в. (Мережковский, 1878; Забусов, 1900) и середине XX в. (Богомолов, 1965; Мамкаев, 1965; Евдонин, 1977), но первый список видов появился лишь в 2001 г. (Мамкаев и др., 2001). Цель настоящей работы — ревизия имеющихся данных по турбелляриям Белого моря и составление на их основе определителя, включающего все достоверно известные виды.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сбор материала проводился в течение пяти летних сезонов — с 1998 по 2004 г., на базе Беломорской биостанции Казанского государственного университета на о-ве Средний, Беломорской биостанции Зоологического института РАН «Картеш» и во время экспедиции на Соловецкие острова. Пробы отбирали на литорали и сублиторали в 34 точках Керетского архипелага (Кандалакшский залив) и в 10 точках Соловецкого архипелага (Онежский залив). Всего собрано и

изучено 3 417 экз. мейобентосных турбеллярий из 129 проб (из них 74 смыва с водорослей и 55 проб грунта).

Смыв с водорослей осуществляли путем промывания в кювете с морской водой талломов водорослей из нижнего горизонта литорали. Пробы грунта на литорали отбирали чашкой Петри диаметром 9.5 см и высотой 1.5 см. Из грунта турбеллярий извлекали по стандартной методике с применением хлорида магния (Hulings, Gray, 1971). Определение видового состава велось на живых экземплярах. Для изучения кутикулярного вооружения готовили тотальные препараты в жидкости Фора-Берлезе.

Определено 69 мейобентосных видов, относящихся к 51 роду, 32 семействам и 7 отрядам, из них 20 видов — новые для Белого моря, 15 — новые для фауны России:

Отряд Macrostomida Meixner, 1926:

1) *Macrostomum tenuicauda* Luther, 1947. Материал: 2 экз. из пробы грунта с илисто-песчаной литорали пр. Узкая Салма о. Средний, 4.07.2001 г.

2) *Microstomum* sp.1. Материал: 1 экз. из смыва с водорослей с илисто-песчаной литорали у мыса Толстик о. Соловецкий, 15.07.2003 г.

3) *Microstomum* sp.2. Материал: 1 экз. из смыва с водорослей с илисто-песчаной литорали у мыса Толстик о. Соловецкий, 15.07.2003 г.

Отряд Prolecithophora Karling, 1940:

4) *Archimonotresis* sp. Материал: 1 экз. из пробы грунта с илисто-песчаной литорали Юшковой губы о. Средний, 15.07.2001 г.

Отряд Proseriata Meixner, 1938:

5) Otoplanidae gen. sp. Материал: 4 экз. из грунта с илисто-песчаной литорали Кислой губы о. Соловецкий, 12.07.2003 г.; 2 экз. из грунта с илисто-песчаной литорали у мыса Толстик о. Соловецкий, 15.07.2003 г. Представители этого семейства в России известны в Баренцевом море (Мамкаев и др., 2001).

Отряд Tricladida Lang, 1881:

6) *Pentacoelum* sp. Материал: 1 экз. из грунта с илисто-песчаной литорали Монастырской бухты о. Соловецкий, 05.07.2003 г.

Отряд Rhabdocoela Meixner, 1925:

7) *Provortex karlingi* Ax, 1951. Материал: 6 экз. из грунта с крупновалунной литорали бухты Левой у мыса Картеш, 06.08.2003 г.

Червей, определявшихся как *P. balticus* (Schultze, 1851) (Забусов, 1900; Богомолов, 1965) и *P. karlingi* Ax, 1951 (Иоффе, Мамакаев, 1981), я рассматриваю как вид *P. impeditus* Ax, 2008 на основании идентичности строения стилета с описанием Акса (Ax, 2008). Всего изучено 680 экз. *P. impeditus* — это самый распространенный вид в фитали Белого моря.

8) Byrsophlebidae gen. sp. Материал: 2 экз. из грунта с илисто-песчаной литорали о. Малый Андронин,17.06.2003 г.; 2 экз. из грунта с илисто-песчаной литорали западного берега о. Соловецкий (за Летней губой), 08.07.2003 г.; 2 экз. из грунта с каменистой литорали в западной части Юшковой губы о. Средний, 15.08.2004 г.

9) *Promesostoma paracochlearis* Ax, 1952. Материал: 2 экз. из грунта с сублиторали (глубина 5 м) из пролива между о. Луда-Черемшиха и Седловатая Луда, 24.06.2004 г. В России вид известен из Баренцева моря (Мамкаев и др., 2001).

10) *Promesostoma karlingi* Ehlers, 1974. Материал: 2 экз. из смыва с водорослей скальной литорали о. Флинта, 17.06.2003 г.; 2 экз. из смыва с водорослей с илисто-песчаной литорали у мыса Толстик о. Соловецкий, 15.07.2003 г.; 2 экз. из смыва с водорослей с крупновалунной литорали о. Бол. Муксалма, 19.07.2003 г.; 3 экз. из смыва с водорослей с илисто-песчаной литорали бухты Сельдяной у мыса Картеш, 02.08.2003 г.

11) *Promesostoma kristenseni* Ax, 1993. Материал: 1 экз. из смыва с водорослей с илисто-песчаной литорали у мыса Толстик о. Соловецкий, 15.07.2003 г.

12) *Messoplana falcata* (Ax, 1953). Материал: 1 экз. из грунта с илисто-песчаной литорали западного берега о. Соловецкий (за Летней губой), 08.07.2003 г.

13) *Proxenetes multidentatus* Ax, 1971. Материал: 1 экз. из смыва с водорослей с литорали бухты Круглой у мыса Картеш, 09.08.2003 г. В России вид известен из Баренцева моря (Мамкаев и др., 2001).

Отряд Kalyptorhynchia Graff, 1905:

14) *Paracicerina maristoi* Karling, 1952. Материал: 1 экз. из грунта с крупновалунной литорали бухты Левой у мыса Картеш, 06.08.2003 г.; 3 экз. из грунта с нижнего горизонта литорали в западной части Юшковой губы о. Средний, 16.08.2003 г., 14.06. и 08.08.2004 г.

15) *Cytocystis* sp. Материал: 1 экз. из грунта с илисто-песчаной литорали бухты Сельдяной у мыса Картеш, 02.08.2003 г.

16) *Neognathorhynchus suecicus* Karling, 1956. Материал: 3 экз. из грунта с илисто-песчаной литорали у мыса Толстик о. Соловецкий, 15.07.2003 г. В России вид известен из Баренцева моря (Евдонин, 1977).

17) *Porrocystis assimilis* (Levinsen, 1879). Материал: 1 экз. из смыва с друзы балянусов с сублиторали у о. Песья Луда, 19.07.2003 г. В России вид известен из Баренцева моря (Евдонин, 1977).

18) *Cheliplanilla karlingi* Boaden, 1963. Материал: 1 экз. из грунта с сублиторали (глубина 5 м) из пролива между о. Луда-Черемшиха и Седловатая Луда, 24.06.2004 г.

19) *Karkinorhynchus* sp. Материал: 1 экз. из грунта с илисто-песчаной литорали Кислой губы о. Соловецкий, 12.07.2003 г.

20) *Proschizorhynchus* sp. Материал: 1 экз. из грунта с сублиторали (глубина 5 м) из пролива между о. Луда-Черемшиха и Седловатая Луда, 24.06.2004 г.

ВЫВОДЫ

1. Определено 69 мейобентосных видов, относящихся к 51 роду, 32 семействам и 7 отрядам, из них 20 видов — новые для Белого моря, 15 — новые для фауны России.

2. На основании собственных исследований, литературных данных и персональных сообщений составлен систематический список видов беломорских турбеллярий. Он включает 114 видов из 9 отрядов, из них 110 относятся к мейобентосным.

3. Проведена ревизия большинства сомнительных и слабо изученных видов, позволившая выявить их систематическое положение и синонимию.

4. Впервые составлен определитель, включающий все достоверно известные на Белом море виды турбеллярий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Богомолов С.И. Наблюдения над ресничными червями Кандалакшского залива Белого моря // Уч. зап. Казан. ун-та. 1965. Т. 124. Кн. 10. С. 208–224.

Евдонин Л.А. Хоботковые ресничные черви *Kalyptorhynchia* фауны СССР и сопредельных стран // Фауна СССР. Нов. серия. № 115. Л.: Наука, 1977. С. 1–400.

Забусов И.П. Наблюдения над ресничными червями (Turbellaria) Соловецких островов // Тр. Об-ва естествоисп. при Имп. Казан. ун-те. 1900. Т. 34. Вып. 4. С. 1–208.

Иоффе Б.И., Мамкаев Ю.В. Ключ 9. Плоские черви Turbellaria // Зоологические экскурсии на Белом море / А.Д. Наумов, А.В. Оленев. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1981. С. 82–85.

Мамкаев Ю.В. Очерки по морфологии бескишечных турбеллярий Баренцева и Белого морей: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1965. 17 с.

Мамкаев Ю.В., Петров А.А., Бердник С.В. Phylum Plathelminthes // Исследования фауны морей. Вып. 51(59). Список видов свободноживущих беспозвоночных евразийских морей и прилежащих глубоководных частей Арктики. СПб., 2001. С. 38–41.

Мережковский К.С. О новых турбелляриях Белого моря // Тр. Санкт-Петерб. Об-ва естествоисп. 1878. Т. 9. С. 270–292.

Ax P. Plathelminthes aus Brackgewässern der Nordhalbkugel. Stuttgart: Franz Steiner Verlag, 2008. 696 S.

Hulings N.C., Gray J.S. A Manual for the Study of Meiofauna // Smithsonian Contributions to Zoology. Vol. 78. Washington: Smithsonian Institution press, 1971. P. 1–83.

Martens P.M., Schockaert E.R. The importance of turbellarians in the marine meiobenthos: a review // Hydrobiologia. 1986. Vol. 132. P. 295–303.

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЯДЕНИЦ (LEPIDOPTERA, GEOMETRIDAE) ЯКУТИИ

А.П. Бурнашева

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск

Ключевые слова: типы ареалов, фауна, Якутия, Lepidoptera, Geometridae.

Территория Якутии занимает обширное пространство в бореальном и субарктическом поясах Восточной Палеарктики, находясь при этом преимущественно в зоне экстраконтинентального климата. На формирование современной биоты Якутии решающее влияние оказали климатические трансформации плейстоцена и голоцена, во время которых происходили кардинальные изменения соотношения площадей, занятых лесными, степными и тундровыми сообществами. Одним из подходов к анализу фауны, проливающему свет на те или иные особенности ее исторического становления, служит биогеографический анализ.

Объектом для анализа ареалов были выбраны чешуекрылые из семейства пядениц (Lepidoptera, Geometridae) — одного из крупнейших семейств высших разноусых бабочек, насчитывающих около 21 тыс. видов в мировой фауне. Семейство характеризуется почти космополитным распространением, тесными экологическими связями с растительными ассоциациями и низкой миграционной активностью, что делает его удобным объектом для биогеографических исследований (Беляев, 2006).

Цель работы — изучение видового разнообразия и особенностей распространения пядениц Якутии. Задачи: 1) изучить таксономический состав пядениц Якутии; 2) провести анализ ареалов геометрид; 3) выделить основные моменты в становлении современной фауны.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Основу работы составили материалы, собранные автором в Центральной и Юго-Западной Якутии (2001–2009 гг.), а также фондовые материалы из коллекции чешуекрылых Института биологических проблем криолитозоны СО РАН (ИБПК СО РАН, Якутск). Общий объем изученного материала составил свыше 3.5 тыс. экз. В ходе работы был произведен анализ широтно-долготной характеристики ареалов с использованием номенклатуры, предложенной К.Б. Городковым (1984). Зоогеографическое деление Палеарктики принято по монографии О.Л. Крыжановского (2002).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время фауна пядениц Якутии насчитывает 165 видов из 82 родов и 5 подсемейств (табл. 1).

Таблица 1. Таксономическая структура фауны пядениц Якутии

Подсемейство	Количество			Соотношение видов (в %)
	родов	в т. ч. политипических	видов	
Archiearinae	2	–	2	1.2
Ennominae	29	7	44	26.8
Geometrinae	6	–	6	3.6
Sterrhinae	6	3	24	14.5
Larentiinae	40	13	89	53.9
Всего:	83	23	165	100

Максимальное видовое разнообразие зарегистрировано в подсемействе Larentiinae (89 видов, 54% всей фауны пядениц Якутии), что характерно для всех северных и высокогорных фаун пядениц с экстремальными условиями существования (Василенко, 1992). Также довольно обильны виды подсемейств Ennominae (44 вида, 27%) и Sterrhinae (24 вида, 15%).

Используя оригинальные данные и литературные сведения (Skou,1986; Haussmann, 2001, 2004; Mironov, 2003; и др.), традиционно были рассмотрены широтные и долготные составляющие ареала. По долготной составляющей ареала выделено 10 групп (табл. 2).

Наиболее широкоареальные пяденицы Якутии (трансевразиатские, транспалеарктические и голарктические) в сумме насчитывают 104 вида (63% всей фауны). Среди ограниченноареальных (ареал которых не простирается от океана до океана) наиболее крупной оказалась евро-сибирская группа (31 вид, или 51% от 61 ограниченноареальных видов пядениц Якутии). Это свидетельствует о наиболее тесной связи фауны Якутии с европейской фауной пядениц. Три долготные группы — сибиро-дальневосточная, восточносибирская и сибирская (в сумме 23 вида, или 38% от ограниченноареальных) — представляют наиболее оригинальную часть фауны пядениц Якутии, эндемичную или субэндемичную Ангаро-Охотской надпровинции Бореальной области.

По широтной составляющей ареала выделено 7 групп (см. табл. 2). Преобладают виды, относящиеся к температной группе (100 видов, 61% всей фауны). Также довольно многочисленны бо-

Таблица 2. Распределение пядениц Якутии по широтным и долготным группам ареалов

Широтная группа	Долготная группа										Всего	
	Голарктическая	Транспалеарктическая	Трансевразиатская	Евросибирская	Сибирская	Сибиротуранская	Центральновосточно-палеарктическая	Сибиро-дальневосточная	Восточносибирская	Сибироамериканская	Число видов	%
Аркто-альпийская	2	-	1	1	-	-	-	-	-	2	6	4
Аркто-бореальная	3	-	1	1	1	-	-	1	-	-	7	4
Аркто-температная	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2
Бореальная	4	-	2	2	-	-	-	2	3	3	16	10
Бореомонтанная	2	-	6	2	-	-	-	3	2	-	15	9
Суббореальная	-	1	6	5	1	1	1	2	-	-	17	10
Температная	18	3	51	20	-	-	-	4	4	-	100	61
Число видов	33	4	67	31	2	1	1	12	9	5	165	100
%	20	2	41	19	1	1	1	7	5	3		

реальная и бореомонтанная группы (в сумме 31 вид, или 19%), чьи виды очень близки по своим экологическим предпочтениям, отличаясь главным образом по особенностям распространения на южной границе ареала за пределами Якутии. В этой паре наблюдается наиболее интересная картина: широкоареальных пядениц насчитывается 14 видов, евро-сибирских видов всего 4, тогда как сибиро-дальневосточных и восточносибирских — 10 видов, т.е. более чем в 2 раза больше, чем евро-сибирских. Эти величины резко контрастируют с результатами анализа долготной составляющей ареалов, которые показали преобладание евро-сибирских видов над аборигенной фауной по Якутии в целом. Таким образом, формирование автохтонного элемента в фауне пядениц Якутии, очевидно, было связано именно с бореальным поясом Ангаро-Охотской надпровинции.

При пересечении обеих характеристик ареалов получается, что весь комплекс Geometridae Якутии состоит из 34 типов. Ядром фауны пядениц Якутии служат трансевразиатские (51 вид), евро-сибирские (20 видов) и голарктические (18 видов) температные виды, что вполне соответствует географическому положению рассматриваемой территории.

ВЫВОДЫ

1. В настоящее время фауна пядениц Якутии насчитывает 165 видов из 82 родов и 5 подсемейств. Наибольшее видовое разнообразие отмечается в подсем. Larentiinae (89 видов, 54% от всей фауны Якутии).

2. По сочетанию обеих составляющих ареалов 165 известных видов пядениц Якутии можно разделить на 34 типа ареалов. Явное преобладание видов из трансевразиатской, транспалеарктической и голарктической долготных групп (104 вида, 63% всей фауны) свидетельствует о невысокой оригинальности фауны пядениц Якутии, несмотря на очень большую территорию и суровые условия среды региона.

3. Преобладание среди ограниченноареальных видов евро-сибирской долготной группы ареалов (31 вид) свидетельствует о наиболее тесной связи фауны Якутии с европейской фауной пядениц. Наиболее оригинальную часть фауны пядениц Якутии, эндемичную или субэндемичную Ангаро-Охотской надпровинции Бореальной области, представляют виды из сибиро-дальневосточной, восточносибирской и сибирской долготных групп ареалов (23 вида, 38% от 61 ограниченноареального вида). Малые доли голарктических и трансевразиатских видов и преобладание сибиро-дальневосточных и восточносибирских видов пядениц над евро-сибирскими в бореаль-

ной и бореомонтанной широтных группах ареалов свидетельствуют о вероятном формировании автохтонного элемента фауны пядениц Якутии в бореальном поясе Ангаро-Охотской надпровинции Бореальной области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Беляев Е.А. Пяденицы (Lepidoptera, Geometridae) в редких экосистемах Западного Приморья: биоразнообразие, хорология и экология // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. Владивосток: Дальнаука. Вып. XVII., 2006. С. 29–66.

Василенко С.В. Пяденицы (Lepidoptera, Geometridae) лесостепной зоны Западно-Сибирской равнины: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1992. 24 с.

Городков К.Б. Типы ареалов насекомых тундры и лесных зон европейской части СССР // Ареалы насекомых европейской части СССР. Атлас. Карты 179–221. Л.: Наука, 1984. 21 с.

Крыжановский О.Л. Состав и распространение энтомофаун земного шара. М.: Т-во научных изданий КМК, 2002. 237 с.

Hausmann A. The Geometrid Moths of Europe. Vol. 1. Introduction. Archiearinae, Orthostixinae, Desmobathrinae, Alsophilinae, Geometrinae. Vol. 2. Sterrhinae. Stenstrup: Apollo Books, 2001. 282 p.; 2004. 600 p.

Skou P. The Geometridae Moths of North Europe (Lepidoptera: Drepanidae and Geometridae) // E.J. Brill / Scandinavian Science Press Ltd., 1986. 348 p.

Mironov V. Larentiinae II (Perizomini and Eupitheciini) // A. Hausmann (ed.). The Geometrid Moths of Europe. Stenstrup: Apollo Books, 2003. Vol. 4. 463 p.

АНАЛИЗ БИОТЫ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ ГРИБОВ ПРИ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.В. Васильев

Институт проблем освоения Севера СО РАН, г. Тюмень

Ключевые слова: экосистема, биота, древостой, моделирование, индикация.

Афиллофоровые грибы считаются основными деструкторами древесины, контролируют поток вещества и энергии в лесных экосистемах, а многие из них – паразиты лесных пород. Они отвечают базовым требованиям к биоиндикаторам. В частности, трутовики отличаются высоким разнообразием, хорошо обнаруживаются в природе в течение всего бесснежного периода. На территории Тюменской области трутовики достаточно изучены для детальной разработки индикационных методик и их практического применения. Данная

группа грибов представляет собой интересный объект для индикации лесорастительных условий, состояния древостоев и определяющих его естественных и антропогенных экологических факторов.

Цель нашего исследования — изучение свойства биоты трутовых грибов как биоиндикаторов состояния лесов юга Тюменской области. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: 1) изучить микобиоту трутовых грибов в разнотипных лесах юга Тюменской области; 2) дать сравнительную характеристику биоты трутовых грибов в различных природно-климатических зонах Тюменской области; 3) сравнить биоты трутовых грибов в лесах с различным режимом использования; 4) оценить состояние исследуемых лесов с учетом характеристики состояния биоты трутовых грибов.

Работы проводилось на территории Тюменской области в границах четырех административных районов: Тюменского, Тобольского, Викуловского, Казанского. Учет осуществлялся по общепринятой методике, сплошной учет — по границам лесного массива. При площади лесного массива, превышающей 10 га, выделяли контрольные участки величиной 2% от общей площади массива, расположенные на одинаковом расстоянии друг от друга, согласно материалам проведения лесопатологического обследования, рекомендованного Рослесхозом. Обследование лесных участков проводили по ходовым линиям, маршрут прокладывался в зависимости от площади участка. При сборе учитывали следующие таксационные параметры: полнота, сомкнутость, травостой, а также диаметр и состояние субстрата, отмечали также географические координаты экспериментального участка. Применяли метод балльной оценки заселенности субстрата: 1–5 баллов в зависимости от площади заселения субстрата. При камеральной обработке учитывалась заранее подготовленная характеристика исследуемых участков.

В период полевых работ 2008–2009 гг. проведен количественный учет трутовых грибов в 30 пунктах, обследовано 744 субстрата. Собранный материал обработан с помощью пакета программ STATAN и STATISTICA 6.0. При описании биоты трутовых грибов использовалась методика оценки видового разнообразия, а также методика декодирования структуры ксиломикокомплекса (Арефьев, 2006).

Результаты проведенной работы по выявлению индикационных свойств трутовых грибов в лесах Тюменской области показали, что видовой состав микоценозов, их биометрические параметры в определенной степени зависят от природно-климатических условий произрастания пород, составляющих лесные экосистемы (на протяжении от лесостепи до подтайги), а также фактора антропогенного влияния на древостои, причем данное влияние выражается как в прямом негативном воздействии (поджоги, незаконные рубки и т.д.), так

и при осуществлении хозяйственной деятельности, направленной на сохранение лесных массивов, улучшение товарности древесины и обеспечение возобновления (см. рисунок).

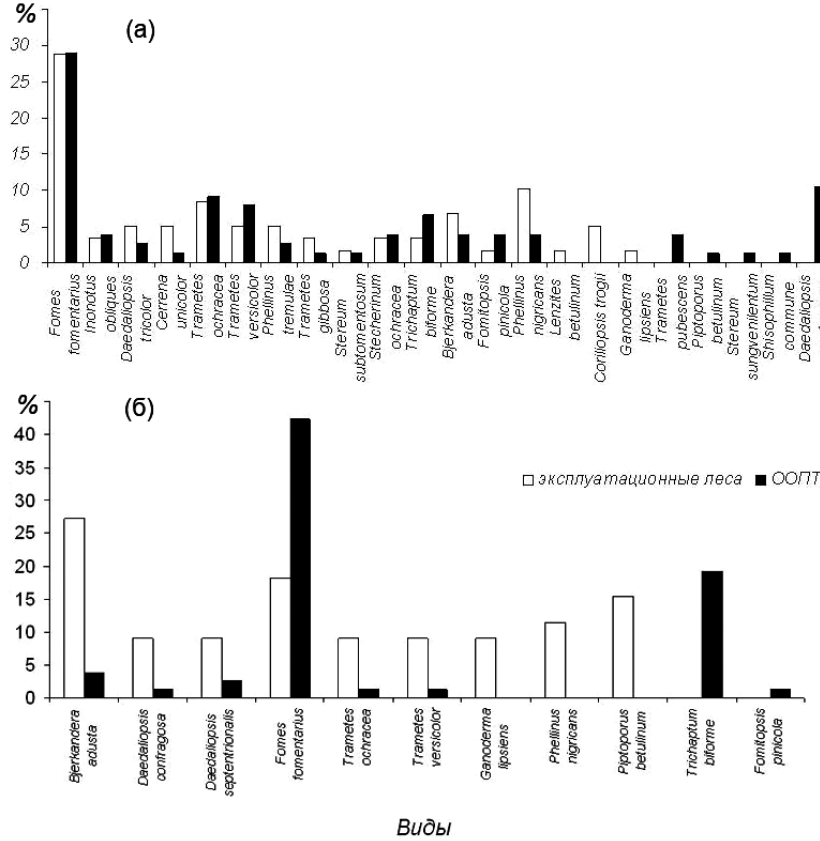


Рисунок. Соотношение видов микобиоты в лесах с различным режимом использования (а — Викуловский район, б — Тобольский).

ВЫВОДЫ

1. Микобиота трутовых грибов юга Тюменской области представлена основными, наиболее активными видами: стволовые виды — *Gloeoporus dichrous, Inonotus obliquus, Phellinus ignarius, Fomes fomentarius, Fomitopsis pinicola, Oxyporus corticola;* вершинные виды — *Inonotus radiatus, Piptoporus betulinus, Daedaleopsis confragosa, Trichaptum*

biforme, Stereum subtomentosum, Steccherinum ochraceum; раневые виды — *Chondrostereum purpureum, Cylindrobasidium evolvens, Stereum hirsutum, Cerrena unicolor, Trametes versicolor, Bjerkandera adusta, Lenzites betulina, Trametes gibbosa*.

2. На территории лесов различных природно-климатических зон преобладают как широко распространенные, так и специфические виды, характерные для определенной зоны.

3. При сравнении микобиоты трутовых грибов в лесах с различным режимом использования отмечены различия в таксономическом составе и развитии активных видов.

4. Метрические характеристики состояния исследуемых лесов коррелируют с биометрическими показателями микобиоты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Арефьев С.П. Системный анализ биоты дереворазрушающих грибов. Тюмень, ИПОС СО РАН, 2006. 46 с.

АККУМУЛЯЦИЯ ^{90}SR У *SYLVAEMUS URALENSIS* РАЗНЫХ ТИПОВ ОНТОГЕНЕЗА В ЗОНЕ ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОГО РАДИОАКТИВНОГО СЛЕДА

М.С. Верхотурцев

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Ключевые слова: ВУРС, грызуны, тип онтогенеза, ^{90}Sr.

Известно, что основой устойчивости природных популяций мелких млекопитающих является их генетическая и функциональная гетерогенность. Цель нашего исследования — изучить удельную скорость накопления ^{90}Sr у сеголеток малой лесной мыши *(Sylvaemus uralensis* Pall., 1771) разных типов онтогенеза, отловленных в головной части Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРСа).

В работе использован функционально-онтогенетический подход (Оленев, 2002). Основной критерий для определения типа онтогенеза — функциональный статус особи, определен по массе тела и комплексу экстерьерных и интерьерных признаков. Хронологический возраст грызунов оценен по степени стертости верхних моляров (Колчева, 1992). Удельная скорость накопления ^{90}Sr рассчитана как отношение удельной активности радионуклида в костной ткани к возрасту особи. Проанализировано 226 экз., отловленных в зоне ВУРСа.

Максимальная скорость накопления ^{90}Sr отмечена у несозревающих сеголеток (3.76 Бк/г·день), у которых, несмотря на низкую интенсивность метаболизма, удельная скорость аккумуляции радионуклида значительно выше, чем у созревших репродуктивно активных сеголеток (1.73 Бк/г·день) (критерий Манна-Уитни — $U = 73$, $p < 0.001$). Сходные результаты описаны у копытных из зоны ВУРСа — депонирование ^{90}Sr в скелете молодых животных на 30% выше, чем у взрослых (Тарасов, 2000).

Анализируемые группировки животных существенно различаются по интенсивности обмена веществ и завершенности ростовых процессов, что объясняет различия в скорости накопления радионуклида сеголетками разных типов онтогенеза. Ранее было установлено (Любашевский, 1980), что поведение радиоизотопов в скелете позвоночных реализуется через систему морфофизиологических факторов обмена токсических веществ (накопления и выведения), т.е. через модификацию роста и ремоделирование матрицы костной ткани.

ВЫВОДЫ

1. Впервые определена удельная скорость накопления ^{90}Sr в костной ткани у сеголеток *Sylvaemus uralensis* разных типов онтогенеза, обитающих в зоне ВУРСа.

2. Установлено, что удельная скорость депонирования радиостронция существенно (в 2 раза) выше у несозревающих (II тип онтогенеза), чем у созревших сеголеток (I тип онтогенеза).

3. Показано, что аккумуляция остеотропных радионуклидов, следовательно, хроническое радиационное воздействие, преломляется через функциональную структурированность популяции, т.е. через специфику двух типов онтогенетического развития грызунов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Колчева Н.Е. Динамика экологической структуры популяции лесной мыши на Южном Урале: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. ИЭРиЖ УрО РАН. Екатеринбург, 1992. 20 с.

Любашевский Н.М. Метаболизм радиоизотопов в скелете позвоночных. М.: Наука, 1980. 255 с.

Оленев Г.В. Альтернативные типы онтогенеза цикломорфных грызунов и их роль в популяционной динамике (экологический анализ) // Экология. 2002. № 5. С. 341–350.

Тарасов О.В. Радиоэкология наземных позвоночных Восточно-Уральского радиационного заповедника: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. ИЭРиЖ УрО РАН. Екатеринбург, 2000. 19 с.

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ РАС ПО ХОЗЯИНУ У ГАМАЗОВОГО КЛЕЩА *LAELAPS CLETHRIONOMYDIS* LANGE, 1955 (ACARI: GAMASINA)

Н.П. Винарская[*,], М.В. Винарский[***]**

[*] *Омский НИИ природноочаговых инфекций Роспотребнадзора*
[**] *Филиал Российского заочного института текстильной и легкой промышленности, г. Омск*
[***] *Омский государственный педагогический университет*

Ключевые слова: гамазовые клещи, морфологическая дифференциация, расы по хозяину, серые и лесные полевки.

В паразитологической литературе рассматриваются два основных варианта видообразования у эктопаразитических организмов. В первом случае происходит дивергенция паразита вслед за дивергенцией хозяина с образованием двух дочерних видов паразита, эксплуатирующих два дочерних вида хозяев. Во втором случае видообразование начинается с возникновения популяции паразита на несвойственном ему доселе виде хозяина (Johnson et al., 2003; Huyse et al., 2005). Если исходный и новый виды хозяев в достаточной степени разделены экологически, то между популяциями паразитов возникает эффективная изоляция, приводящая к образованию сначала экологических рас (или рас по хозяину), затем подвидов и, наконец, при длительной изоляции самостоятельных видов (Page, 1994; Magalhães et al., 2007). При этом экологическая специализация предшествует возникновению морфологических различий между вновь образовавшимися видами. Так возникают виды-двойники, нередкие у эктопаразитов (Богданов, 1987; Давыдова, 1990). В частности, у гамазовых клещей такие виды обнаруживаются благодаря различиям в образе жизни, экологии, а также по предпочтениям в выборе хозяина (Muma, Denmark, 1969; Зуевский, 1970; Klimov et al., 2004).

И.И. Богдановым (1987) было высказано предположение, что широко распространенный в Палеарктике вид паразитического гамазового клеща *Laelaps clethrionomydis* Lange, 1955 может представлять собой комплекс из двух видов-двойников, специализированных к обитанию на разных родах грызунов-хозяев — *Myodes* (лесные полевки) и *Microtus* (серые полевки). В основе гипотезы лежат данные о значительных экологических различиях между полевками указанных родов, которые могут затруднять или даже полностью предотвращать обмен эктопаразитами между ними в природе.

Можно считать твердо установленным, что роды *Myodes* и *Microtus* отделились от общего ствола Arvicolinae в позднем неогене, т.е. около 2.5–3.0 млн лет назад (Borodin et al., 1995; Conroy, Cook, 2000;

Тесаков, 2003). Эти роды представляют собой два различных пути эволюционного развития полевочьих, связанные с пищевой специализацией. Виды рода *Microtus* наиболее приспособлены к зеленоя-денью и полностью освоили такие биомы Северного полушария, как лесостепи, степи и полупустыни. Полевки рода *Myodes* адаптированы к тайге Северного полушария с разреженным травостоем, где питание исключительно зелеными кормами невозможно. Важным источником питания *Myodes* являются семена хвойных, которые не могут потреблять виды *Microtus* с их специализированным зубным аппаратом. Поэтому в тайге серые полевки относительно редки и заселяют только интразональные биотопы (Агаджанян, 2003).

Основные хозяева *L. clethrionomydis* — виды *Myodes rutilus* и *Microtus gregalis* (Коралло, 2004), достаточно несходные экологически. Красная полевка обитает в таежной и лесной зоне, считается типичным представителем кустарничково-моховой и травянисто-моховой тайги. Живет в норках, проложенных в лесной почве, гнезда устраивает в пустотах валежин, низко расположенных дуплах деревьев, моховых кочках (Громов, Поляков, 1977; Смирнов и др., 1986; Бородин, 1988; Малькова и др., 2003). Современное распространение узкочерепной полевки связано с открытыми ландшафтами (Громов, Поляков, 1977; Дупал, 1987). Вид ведет колониальный образ жизни. Северный подвид *M. gregalis* является типичным представителем тундрового фаунистического комплекса (Смирнов и др., 1986). Отсюда, можно предполагать, что прямой контакт между представителями данных видов в природных условиях происходит сравнительно редко, а паразитирующие на них клещи надежно изолированы друг от друга. Это создает благоприятные условия для внутривидовой дифференциации, вплоть до формирования рас по хозяину.

Цель нашей работы — изучение морфологических различий между клещами *L. clethrionomydis*, живущих на серых и лесных полевках, с использованием методов многомерной статистики.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования послужили самки клещей *L. clethrionomydis* из различных местностей бывшего СССР, хранящиеся в коллекциях ряда научных учреждений (Зоологический институт РАН, Московский государственный университет, Институт систематики и экологии животных СО РАН, Омский НИИ природноочаговых инфекций). Общее количество промеренных клещей составило 327 экз., из них 189 экз. собрано на полевках рода *Microtus* (*M. gregalis, M. middendorffi*) и 138 экз. — с трех видов рода *Myodes* (*M. rutilus, M. rufocanus, M. glareolus*). В географическом отношении использованные выборки клещей представляют самые различные

природные зоны и регионы бывшего СССР — от Заполярья Западной Сибири до Таджикистана.

Промеры осуществляли по стандартной методике (Брегетова, 1956). С каждой особи снято 18 промеров, характеризующих основные элементы наружного скелета тела, представленные у гамазовых клещей тремя щитами. Использованы следующие признаки: 1) длина и ширина спинного щита; 2) длина грудного щита, расстояние между выступами, ширина между каждой парой стернальных щетинок; 3) генито-вентральный щит: длина, ширина перед расширением, ширина в самой расширенной части, расстояние между каждой парой щетинок; 4) анальный щит: длина, ширина, расстояние между аданальными щетинками.

Статистическая обработка промеров проводилась в программной среде STATISTICA 6.0 с использованием дискриминантного и канонического анализа, а также анализа главных компонент. Перед расчетами данные стандартизировали. Расчеты проводились дважды. В первом случае все промеры клещей, обитающих на зверьках одного рода, объединяли в один массив данных. При этом особи разных популяций, иногда географически удаленных, анализировали в составе одной большой выборки. Затем, в целях устранения возможного влияния внутривидовой географической изменчивости сравнивали между собой отдельные выборки с разных родов хозяев, а также отдельные выборки, собранные с разных популяций одного рода хозяев. В этом случае использовались только наиболее крупные выборки (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика наиболее крупных выборок, использованных в работе

Музейная коллекция	Регион	*n*, экз.
Зоологический институт РАН (Санкт-Петербург)	Оз. Себяки (Эвенкия)	25
Институт систематики и экологии животных СО РАН (Новосибирск)	Новый Порт (п-ов Ямал)	86
	Мыс Каменный (п-ов Ямал)	66
Омский НИИ природноочаговых инфекций	Оз. Тенис (Омская обл.)	63
	Каргасок (Томская обл.)	11

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Дискриминантный анализ двух объединенных выборок клещей, — с лесных и с серых полевок, показывает, что эти выборки морфологически хорошо различимы (табл. 2). Точность дискриминации составила 95.5%. Однако результаты анализа главных компо-

нент (рис. 1) свидетельствуют о том, что морфологические различия между клещами с разных родов хозяев довольно слабые, поэтому исследованные выборки не образуют изолированных облаков точек в пространстве первой и второй главных компонент. Вероятно, внутривидовая морфологическая дифференциация находится на начальных стадиях, что подтверждает высказанное в литературе мнение о том, что заметные морфологические различия возникают позже, чем экологическая изоляция.

*Таблица 2. Результаты дискриминантного анализа клещей, паразитирующих на полевках родов Myodes и Microtus**

Группа (фактическая)	Доля правильно классифицированных клещей, %	Группа (предсказанная)	
		Клещи с полевок *Microtus*	Клещи с полевок *Myodes*
Клещи с полевок *Microtus*	97.1	168	5
Клещи с полевок *Myodes*	93.8	8	122

** – значение показателя λ (лямбда Уилкса) составило 0.29.*

На сравнительную слабость морфологических различий указывает и тот факт, что во всех доступных нам таксономических работах, включая определители (Брегетова, 1956), вид *L. clethrionomydis* рассматривается как единое целое, без выделения внутри него каких-либо подвидов или морфологических рас. Таким образом, обнаруженные нами морфологические различия столь невелики, что находятся ниже «порога чувствительности» восприятия таксономистов. Они проявляются в ходе многомерного анализа, но не воспринимаются как четкие диагностические различия практикующими систематиками. Эти различия меньше тех диагностически ценных различий между таксонами, которые включаются в определительные таблицы.

Для уточнения полученных результатов были проанализированы отдельные крупные выборки клещей (см. табл. 1), собранные с разных видов хозяев, причем использованы только выборки, собранные на территории Западной и Центральной Сибири, чтобы максимально исключить воздействие географической изменчивости на морфологию клещей.

Дискриминантный анализ (табл. 3) выявил сравнительно высокую степень морфологической дифференциации между отдельными популяциями клещей, собранных как с одного, так и с разных родов хозяев. Выборки, собранные с одного рода грызунов, достаточно на-

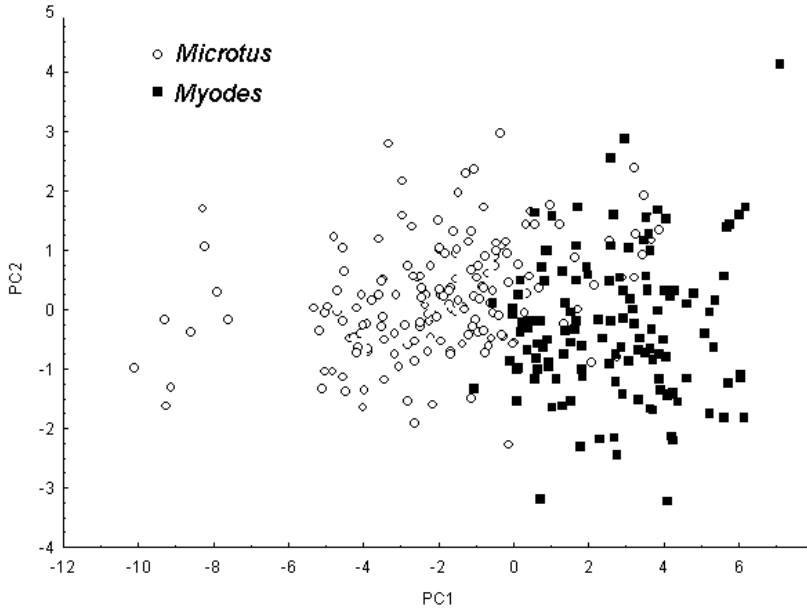


Рис. 1. Расположение особей L. clethrionomydis с разных родов хозяев в плоскостях первой и второй главных компонент.

дежно отличаются как между собой, так и от выборок, собранных с хозяев другого рода. Однако точность дискриминации заметно ниже, чем при сравнении двух объединенных выборок, и составляет в среднем 81%. Это показывает, что различия между разными популяциями, заселяющими полевок одного и того же рода, несколько меньше, чем между выборками с разных родов хозяев.

Это подтверждают и результаты канонического анализа (рис. 2). Кроме того, они указывают на наличие определенной географической изменчивости внутри популяций с одного рода хозяев. Так, две популяции с узкочерепной полевки, собранные на Ямале, демонстрируют довольно сильное перекрывание, тогда как выборки с красной полевки, собранные в удаленных местностях Сибири (Эвенкия, Омская и Томская области) показывают расхождение. Причем географически более близкие выборки из Эвенкии и Томской области оказались ближе между собой, чем к выборке из Омской области. Однако вопрос о географической изменчивости клещей этого вида нуждается в специальном анализе.

Следует отметить, что даже наличие достоверных морфологических различий не является решающим свидетельством в пользу существования гостальных рас у паразитов. В современной паразитологии наиболее широко применяются генетические критерии,

*Таблица 3. Результаты дискриминантного анализа отдельных выборок L. clethrionomydis (полужирным выделены выборки, собранные с полевок рода Microtus)**

Группа (фактическая)	Доля правильно классифицированных клещей, %	Группа (предсказанная)				
		Мыс Каменный	**Новый Порт**	Тенис	Эвенкия	Каргасок
Мыс Каменный	69.5	41	16	1	1	0
Новый Порт	75.9	19	63	0	1	0
Озеро Тенис	96.6	0	0	57	2	0
Эвенкия	88.0	0	0	2	22	1
Каргасок	81.8	0	0	1	1	9

** – значение показателя λ (лямбда Уилкса) составило 0.07.*

позволяющие определить степень генетической дифференциации и уровень репродуктивной изоляции между внутривидовыми группировками. Они же в какой-то степени позволяют установить таксономический ранг исследуемых группировок.

В частности, Дре и Мэллет (Drés, Mallet, 2002) предложили ряд критериев, которые позволяют обнаружить расы по хозяину и отличать их от видов-двойников. Авторы считают, что расы по хозяину должны различаться по крайней мере по одному локусу и между ними должен существовать постоянный поток генов с интенсивностью не менее 1%. Имеющиеся в нашем распоряжении данные не позволяют оценить величину потока генов между клещами *L. clethrionomydis*, обитающими на лесных и серых полевках.

ВЫВОДЫ

1. Процесс морфологической дифференциации внутри вида *Laelaps clethrionomydis* более выражен у популяций, паразитирующих на представителях разных родов полевок, чем у популяций с одного рода хозяев.

2. Отсутствие морфологического хиатуса и слабая выраженность различий не позволяют уверенно диагностировать популяции с разных родов хозяев методами классической систематики. Различия, улавливаемые с помощью методов многомерной статистики, очевидно недостаточны, для описания популяций с лесных и серых полевок как отдельных рас по хозяину, так и подвидов или видов-двойников.

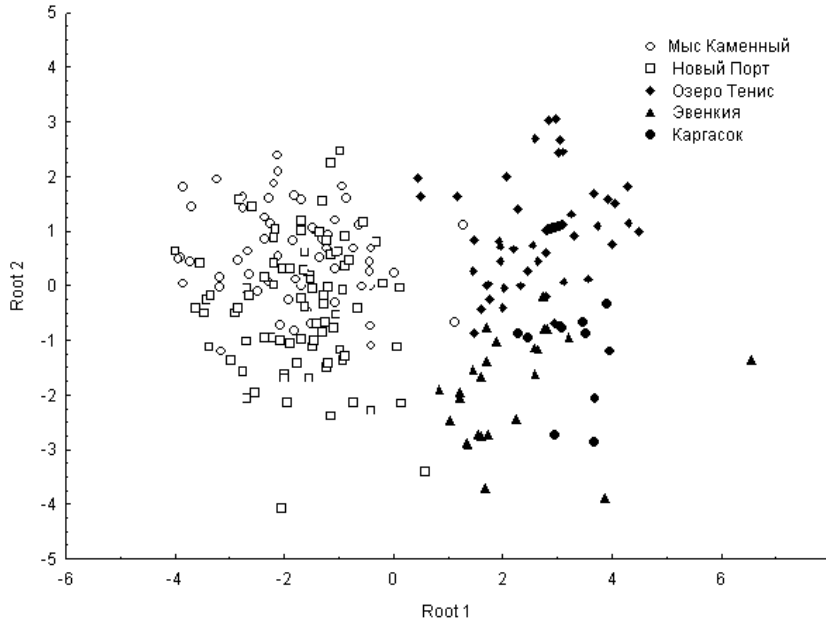


Рис. 2. Результаты канонического анализа (по отдельным выборкам клещей).

3. Учитывая, что у клещей морфологическая дифференциация «отстает» от экологической, можно предполагать, что расы по хозяину у *Laelaps clethrionomydis* все-таки существуют, однако для решения этого вопроса необходимо привлечение генетических данных.

Авторы признательны научным сотрудникам учреждений, где хранятся использованные для промеров коллекции клещей: канд. биол. наук М.К. Станюкович (Зоологический институт РАН), канд. биол. наук Ю.В. Лопатиной (Московский государственный университет), канд. биол. наук И.И. Марченко (Институт систематики и экологии животных СО РАН), а также докт. биол. наук. В.В. Якименко, канд. биол. наук М.Г. Мальковой (Омский НИИ природноочаговых инфекций) за сбор акарологического материала, использованного в работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Агаджанян А.К. Направления и уровни специализации полевковых Arvicolinae // Систематика, филогения и палеонтология мелких млекопитающих. СПб., 2003. С. 21–23.

Богданов И.И. Некоторые вопросы эволюции гамазовых клещей (Gamasina, Parasitiformes) // Экология и география членистоногих Сибири. Новосибирск: Наука, 1987. С. 207–208.

Бородин А.В. История полевок рода *Clethrionomys* Западно-Сибирской низменности // Современное состояние и история животного мира Западно-Сибирской низменности. Свердловск, 1988. С. 21–31.

Брегетова Н.Г. Гамазовые клещи (Gamasoidea). Краткий определитель // Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР. Л.: Наука, 1956. Вып. 61. С. 1–246.

Громов И.М., Поляков И.Я. Полевки (Microtinae) // Фауна СССР. Млекопитающие. Л.: Наука, 1977. Т. 3, Вып. 8. С. 1–507.

Давыдова М.С. Особенности изменчивости гамазовых клещей // 6-е Всесоюзное совещание по проблемам теоретической и прикладной акарологии. Л., 1990. С. 44–45.

Дупал Т.А. Филогения и изменчивость узкочерепной полевки (*Microtus gregalis* Pall.) в Западной Сибири // Фауна, таксономия, экология млекопитающих и птиц. Новосибирск: Наука, 1987. С. 79–88.

Зуевский А.П. О двух видах рода *Hirstionyssus* (Parasitiformes, Hirstionyssidae), паразитирующих на мышах // Зоол. журн. 1970. Т. 49. № 9. С. 1342–1348.

Коралло Н.П. Биоценотические связи гамазовых клещей (Acari: Parasitiformes: Gamasina) с мелкими млекопитающими на юге Западной Сибири (по материалам Омской области). Дис. ... канд. биол. наук. Омск, 2004. 148 с.

Малькова М.Г., Сидоров Г.Н., Богданов И.И., Крючков В.С., Станковский А.П. Млекопитающие. Серия «Животные Омской области»: Справочник-определитель. Омск: Издатель-Полиграфист, 2003. 277 с.

Смирнов Н.Г., Большаков В.Н., Бородин А.В. Плейстоценовые грызуны севера Западной Сибири. М.: Наука, 1986. 145 с.

Тесаков А.С. Лесные полевки (*Clethrionomys*) в плио-плейстоцене Европы // Систематика, филогения и палеонтология мелких млекопитающих. СПб., 2003. С. 20–21.

Borodin P.M., Sablina O.V., Rodionova M.I. Pattern of X-Y chromosome pairing in microtine voles // Hereditas. 1995. Vol. 123. P. 17–23.

Conroy Ch.J., Cook J.A. Molecular systematics of a holarctic rodent (*Microtus*: Muridae) // J. of Mammalogy. 2000. Vol. 81, № 2. P. 344–359.

Drés M., Mallet J. Host races in plant-feeding insects and their importance in sympatric speciation // Philosophical Transactions of the Royal Society in London. Ser. B. 2002. Vol. 357. P. 471–492.

Johnson K.P., Adams R.J., Page R.D.M., Clayton D.H. When do parasites fail to speciate in response to host speciation? // Systematic Biology. 2003. Vol. 52, № 1. P. 37–47.

Huyse T., Poulin R., Théron A. Speciation in parasites: a population genetics approach // Trends in Parasitology. 2005. Vol. 21, № 10. P. 469–475.

Klimov P.B., Lekveishvili M., Dowling A.P.G., O'Connor B.M. Multivariate analysis of morphological variation in two cryptic species of *Sancassania* (Acari: Acaridae) from Costa Rica // Ann. Entomological Soc. of America. 2004. Vol. 97, № 2. P. 322–345.

Magalhães S., Forbes M.R., Skoracka A. et al. Host race formation in the Acari // Experimental & Applied Acarology. 2007. Vol. 42. P. 225–238.

Muma M.H., Denmark H.A. Sibling species of Phytoseiidae (Acarina: Mesostigmata) // Florida Entomologist. 1969. Vol. 52, № 2. P. 67–72.

Page R.D.M. Parallel phylogenies: reconstruction the history of host-parasite assemblages // Cladistics. 1994. Vol. 10. P. 155–173.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАКОВИН БОЛЬШОГО ПРУДОВИКА (К ВОПРОСУ О РЕАЛЬНОСТИ ПОДВИДОВ *LYMNAEA STAGNALIS*)

М.В. Винарский

Омский государственный педагогический университет

Ключевые слова: подвид, изменчивость, большой прудовик, *Lymnaea stagnalis*.

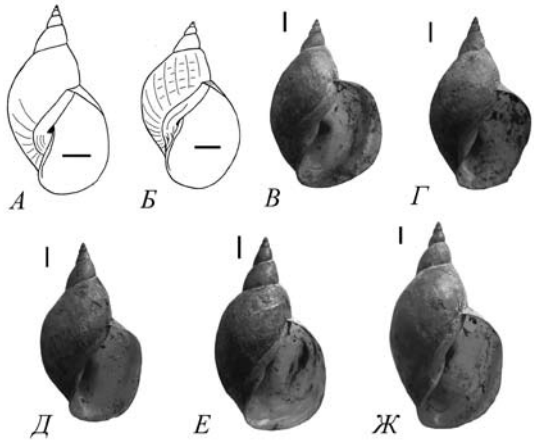
В отечественной систематике (Круглов, 2005) вид *Lymnaea stagnalis* (большой прудовик) разделяется на два подвида — *L. s. stagnalis* (L., 1758) и *L. s. turgida* (Menke in Hartmann, 1840) — на основании различий в пропорциях раковины (рис. 1, А, Б). Причем утверждается, что эти подвиды являются не географическими, а экологическими, поскольку, *L. s. stagnalis* обитает в непостоянных водоемах, а *L. s. turgida* — в крупных постоянных озерах (Старобогатов, 1996).

В то же время известно, что подвид — категория прежде всего географическая (Майр, 1971). Образование экологических подвидов у животных происходит только у паразитических видов при заселении новых хозяев (Эйхлер, 1977), а также у насекомых-фитофагов при освоении новых видов кормовых растений. Поэтому вопрос о реальности подвидов *L. stagnalis* нуждается в специальном изучении. Основная задача нашей работы — сравнительное изучение изменчивости раковин *L. stagnalis* из постоянных и временных местообитаний.

По стандартной методике промерено 525 раковин *L. stagnalis* из девяти выборок, взятых из постоянных и непостоянных водоемов (табл. 1). Постоянные водоемы представлены в основном крупными полноводными озерами (Севан, Боденское, Тенис). Промеры сняты штангенциркулем с точностью до 0.1 мм. Результаты обработаны в программе STATISTICA 6.0 с помощью дискриминантного анализа и анализа главных компонент. Перед проведением расчетов исходные данные были стандартизированы.

Дискриминантный анализ не позволяет надежно различать раковины *L. stagnalis* из постоянных и временных местообитаний, а также улавливать различия между отдельными выборками большого прудовика (табл. 2, 3). К аналогичному результату приводит и анализ главных компонент (рис. 2, 3). Особи из водоемов разного типа образуют единое «облако» в плоскости первой и второй главных компонент, что не дает оснований разделять их на морфологически дискретные группы, соответствующие подвидам.

Таким образом, по-видимому, нет оснований придавать популяциям большого прудовика из временных и постоянных водоемов



А — L. s. stagnalis.
Б — L. s. turgida.
В–Ж — L. stagnalis из озера в пойме р. Чулым (Новосибирская обл.).

Масштабная линейка — 5 мм.

А, Б — по Круглову (2005);
В–Ж — оригиналы.

Рис. 1. Раковины L. stagnalis.

*Таблица 1. Характеристика материала, использованного в работе**

	Водоем, дата сбора, колектор	n	Место хранения материала
Постоянные водоемы	Германия, Боденское озеро у г. Нуссдорф. 1927 г. К. Бюттнер.	19	SNSD
	Армения, оз. Севан. 1959 г. И.М. Хохуткин.	34	ЗМ ИЭРиЖ
	Омская обл., оз. Теренколь. 1999 г. М.В. Винарский.	32	МВМС
	Омская обл., оз. Тенис. 2001 г. М.В. Винарский.	52	МВМС
Непостоянные водоемы	Новосибирск. обл., озеро в пойме р. Чулым. 2005 г. М.В. Винарский.	85	МВМС
	Иркутская обл., озеро в пойме р. Лена у г. Киренск. 2003 г. М.В. Винарский.	118	МВМС
	Акмолинская обл., оз. Копа у г. Кокчет ав. 2004 г. М.В. Винарский.	60	МВМС
	Кустанайская обл., временный водоем у дер. Кумшик. 2002 г. М.В. Винарский.	75	МВМС
	Кустанайская обл., оз. Пресное. 1982 г. С.И. Андреева, Н.И. Андреев.	50	МВМС

** n – число промеренных раковин; ** SNSD – Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden; ЗМ ИЭРиЖ – Зоологический музей Института экологии растений и животных УрО РАН; МВМС – Музей водных моллюсков Сибири при Омском государственном педагогическом университете.*

*Таблица 2. Результаты дискриминантного анализа (по типам водоемов)**

Группа (фактическая)	n	Точность дискриминации, %	Группа (предсказанная)	
			Из постоянных водоемов	Из временных водоемов
Из постоянных водоемов	137	39.4	83	54
Из временных водоемов	386	96.1	15	371

** – значение показателя λ Уилкса составляет 0.82.*

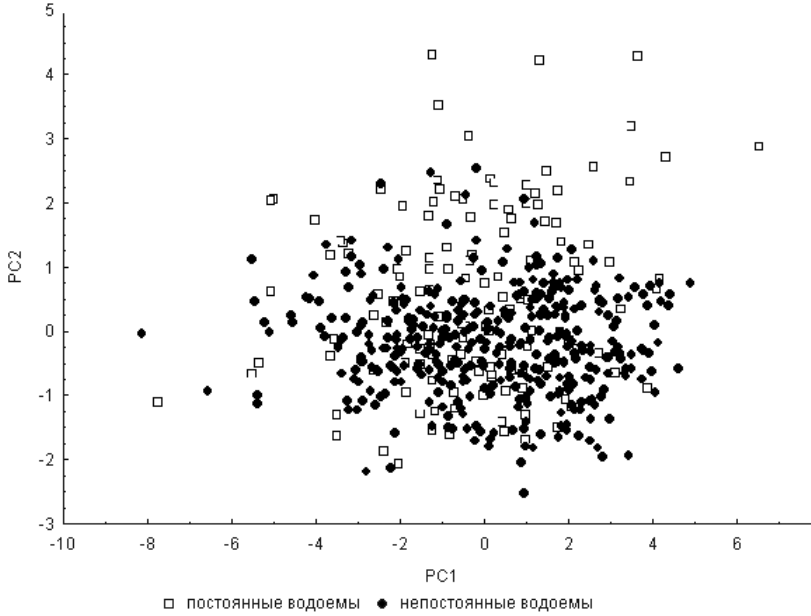


Рис. 2. Результаты анализа изменчивости раковин L. stagnalis из постоянных и непостоянных водоемов методом главных компонент: PC1 описывает 730% изменчивости, PC2 — 158%.

какой-либо таксономический (например, подвидовой) статус. Более того, размах внутрипопуляционной изменчивости раковин *L. stagnalis* в некоторых водоемах настолько широк, что в одной выборке можно обнаружить раковины, формально принадлежащие обоим «подвидам» (см. рис. 1, В–Ж). При этом морфологический хиатус между ними отсутствует, так что крайние варианты изменчивости оказываются связаны сплошным рядом переходных форм.

*Таблица 3. Результаты дискриминантного анализа (по отдельным выборкам)**

Выборка	Точность дискриминации, %
Непостоянные водоемы	
Пойменное оз. у г. Киренск	86.4
Озеро в пойме р. Чулым	57.6
оз. Пресное	42.0
оз. Копа	46.5
Кумшик	73.3
Постоянные водоемы	
оз. Тенис	23.0
оз. Теренколь	39.4
оз. Севан	88.2
Боденское оз.	23.1

** – показатель Уилкса λ = 0.13.*

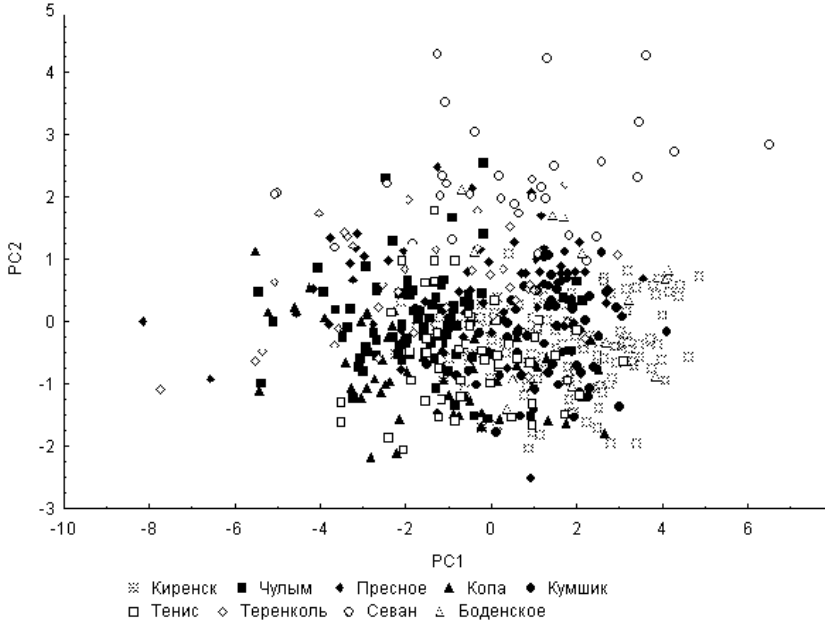


Рис. 3. Результаты анализа изменчивости раковин L. stagnalis из отдельных выборок методом главных компонент.

Отсутствие различий в строении половой системы у сравниваемых подвидов (Круглов, 2005) также является аргументом в пользу невозможности однозначно выделять подвиды большого прудовика. Эта точка зрения принята в таксономической монографии о семействе Lymnaeidae водоемов Урала (Хохуткин и др., 2009).

Автор признателен сотрудникам научных учреждений, оказавшим содействие в работе с малакологическими коллекциями: д-ру биол. наук И.М. Хохуткину, Н.Г. Ерохину и М.Е. Гребенникову (ИЭРиЖ УрО РАН), а также K. Schniebs (Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Круглов Н.Д.. Моллюски семейства прудовиков Европы и Северной Азии. Смоленск: Изд-во СГПУ, 2005. 508 с.

Майр Э. Принципы зоологической систематики. М.: Мир, 1971. 454 с.

Старобогатов Я.И. Вид в теории и в природе // Современная систематика: методологические аспекты. М.: Изд-во МГУ, 1996. С. 165–181.

Хохуткин И.М., Винарский М.В., Гребенников М.Е. Моллюски Урала и прилегающих территорий. Семейство Прудовиковые Lymnaeidae (Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeiformes). Ч. 1. Екатеринбург: Изд-во «Гощицкий», 2009. 156 с.

Эйхлер В. Критерий подвида у эктопаразитов (на примере пухоедов) // Паразитология. 1977. Т. 11, № 6. С. 467–473.

ОЦЕНКА СООТНОШЕНИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ И ТЕХНОГЕННО-БИОТОПИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ МАЛОЙ ЛЕСНОЙ МЫШИ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ МЕТОДАМИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОРФОМЕТРИИ

Ю.В. Городилова, И.А. Васильева

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Ключевые слова: ВУРС, геометрическая морфометрия, морфологическая изменчивость, фториды, *Sylvaemus uralensis.*

Изменчивость — одно из важнейших свойств живых организмов, которое заключается в их способности отвечать морфофизиологическими изменениями на внешние воздействия (Шварц, 1963, 1980; Яблоков, 1966). От изменчивости напрямую зависят другие свойства живого организма, в том числе экологические характеристики видов, приспособляемость, способность к эволюции. При изучении изменчивости животных выделяют ее проявления (временная, весовая, линейная и др.), типы (морфологическая, физиологическая, биохимическая и др.) и формы (возрастная, половая, хронографи-

ческая, географическая и биотопическая) (Яблоков, 1966). В связи с возрастанием степени антропогенного воздействия на окружающую среду можно выделить особую форму изменчивости — техногенно-биотопическую.

Обычно в природных условиях для конкретной группы организмов характерно сочетанное проявление различных форм изменчивости. В частности, импактные территории характеризуются не только специфическими локально-биотопическими условиями, но и повышенной техногенной нагрузкой. Выявление специфики, соотношения направлений и масштаба различных форм групповой изменчивости составляет одну из приоритетных задач эволюционной экологии (Шварц, 1980).

Цель настоящей работы — анализ соотношения географической и техногенно-биотопической изменчивости на примере малой лесной мыши (*Sylvaemus uralensis* Pall. 1811) на Южном Урале на основе методов геометрической морфометрии.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Проанализировать изменчивость формы и размера нижней челюсти малой лесной мыши в контрольных и импактных популяциях в окрестностях Южно-Уральского криолитового завода (ЮУКЗ) в Оренбургской области и в зоне влияния Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС) в Челябинской области на основе методов геометрической морфометрии.

2. Соотнести размах и направления географической и техногенно-биотопической изменчивости формы нижней челюсти у малой лесной мыши на Южном Урале.

3. Оценить специфику морфогенетической реакции на различные виды техногенного загрязнения окружающей среды в виде определенного изменения формы нижней челюсти малой лесной мыши.

Рабочими гипотезами исследования были предположения о наличии географической и техногенно-биотопической изменчивости размера и формы нижней челюсти малой лесной мыши на Южном Урале и возможной специфичности морфогенетической реакции у животных на воздействие техногенных факторов разной природы (фториды, радиация).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Изучали четыре однородные по возрасту (сеголетки) группировки животных, две — с контрольных территорий и две — с импактных. Всего проанализировано 68 экз., отловленных в 2001 г. в Оренбургской области и в 2005 г. — в Челябинской (рис. 1). На юге, вблизи Южно-Уральского криолитового завода (г. Кувандык, Оренбургская обл.), воздействие на импактную группировку обусловлено

выбросами фторидов, а на севере (окр. ЗАТО Озерск, Челябинская обл.) — хроническим облучением в зоне ВУРСа. Расстояние между районами отлова в Челябинской и Оренбургской областях составляло более 500 км, а внутри каждой области между контрольными и импактными территориями — около 10 км.

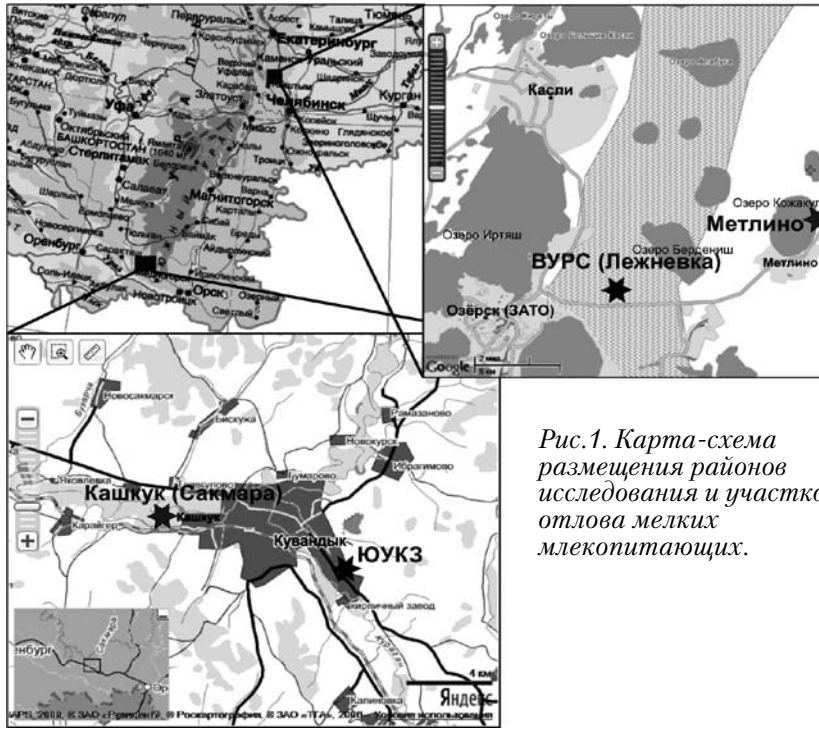


Рис.1. Карта-схема размещения районов исследования и участков отлова мелких млекопитающих.

Известно, что такие техногенные поллютанты, как ^{90}Sr и F, являются остеотропными химическими элементами (Стариченко и др., 1993). Содержание фторидов в костях импактных животных достигает 6000 мг/кг (окрестности ЮУКЗа), тогда как у контрольных — не более 500 мг/кг (п. Кашкук) (по неопубликованным данным Ю.В. Городиловой и М.В. Чибиряка). Концентрация ^{90}Sr в костной ткани зверьков с территории ВУРСа составляет 600–700 Бк/г, в контроле этот показатель в среднем не превышает 100 Бк/г (по неопубликованным данным О.В. Тарасова и М.В. Чибиряка). Плотность радиоактивного загрязнения почвы в головной части ВУРСа (Лежневка) по ^{90}Sr составляет

23900–39800 кБк/м², тогда как на контрольном участке (Метлино) — 43.7 кБк/м² (Позолотина и др., 2008).

В работе использовали метод геометрической морфометрии (Павлинов, 2000; Павлинов, Микешина, 2002; Zelditch et al., 2004). Изображения челюстей зверьков были получены с помощью планшетного сканера. Расстановку 16 меток (landmarks) проводили по отработанной схеме в программе tpsDig (Rohlf, 2010). Статистическую обработку данных выполнили с помощью пакета программ IMP (Zelditch et al., 2004) и PAST 2.00 (Hammer et al., 2001).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для уточнения и коррекции выборок животных предварительно была проведена оценка эффекта повторности расстановки меток на устойчивость характеристик формы нижней челюсти малой лесной мыши. Оценивали также вероятную связь изменчивости формы нижней челюсти с полом животных. Установлено, что данные факторы не оказывают значимого воздействия на проявления мандибулярной изменчивости, поэтому в дальнейшем материал анализировали на основе однократной расстановки меток и по объединенным выборкам самцов и самок.

Описание размерной изменчивости проводили по размеру центроида (centroid size) с учетом конфигурации 16 меток (рис. 2). Установлено, что животные из северной (челябинской) группировки достоверно крупнее, чем из южной (оренбургской) (критерий Краскела-Уоллиса $H_c = 17.4$; $p << 0.0001$). Этот факт, в частности, согласуется с эколого-географическим правилом Бергмана.

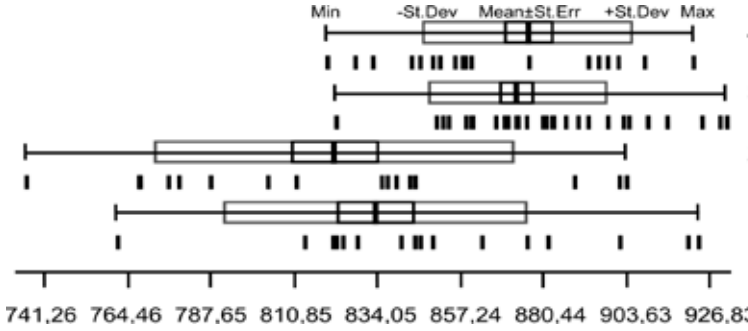


Рис. 2. Изменчивость размера центроида нижней челюсти Sylvaemus uralensis челябинской и оренбургской популяционных группировок: 1, 2 — контроль и импакт в Оренбургской области; 3, 4 — контроль и импакт в Челябинской области.

Изменения формы нижней челюсти мыши изучали на основе канонического анализа относительных деформаций (RW), полученных по прокрустовым остаткам. Показано (рис. 3), что географическая изменчивость формы нижней челюсти малой лесной мыши в широтном направлении в популяциях Оренбургской и Челябинской областей проявляется вдоль первой канонической оси (CVA1 — около 80% дисперсии). Вдоль второй канонической оси (CVA2 — около 15% дисперсии) выражены межгрупповые различия по форме челюсти между контрольными и импактными группировками животных — техногенно-биотопическая изменчивость. Различия вдоль третьей канонической оси статистически недостоверны (табл. 1).

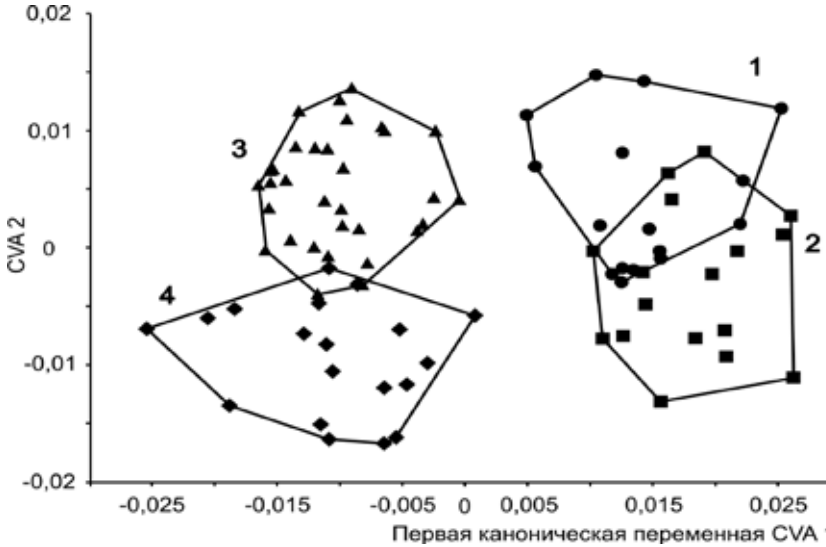


Рис. 3. Результаты канонического анализа формы нижней челюсти Sylvaemus uralensis (CVA1–CVA2). Обозначения выборок см. на рис. 2.

Таблица 1. Межгрупповая дисперсия вдоль канонических переменных (CVA1–CVA3)

Каноническая переменная	Собственное значение	Доля дисперсии, %	Накопленная дисперсия, %	Уровень значимости, *p*
CVA1	9.188	79.32	79.32	< 0.001
CVA2	1.724	14.89	94.21	< 0.001
CVA3	0.671	5.79	100	ns

Таким образом, вопреки нашей гипотезе, в северной и южной импактных популяционных группировках малой лесной мыши проявилась неспецифическая морфогенетическая реакция на техногенное загрязнение разной природы, которая представляет собой однонаправленные параллельные изменения формы нижней челюсти. При этом географическая составляющая существенно больше, чем техногенно-биотопическая. Это отражает относительно высокий уровень внутривидовой дифференциации *S. uralensis* на Южном Урале.

Эффект хронического радиоактивного воздействия на морфогенез животных в зоне влияния ВУРСа сопоставим по масштабу с влиянием высокого содержания фторидов в костной ткани, как опосредованного воздействия ЮУКЗа. Это было показано при помощи кластерного анализа обобщенных расстояний Махаланобиса (D^2) методом средней связи UPGMA (рис. 4).

При проведении многомерного двухфакторного рангового анализа сходства (Two-way ANOSIM) по 26 относительным деформациям (RW) на основе хордовых дистанций (как наиболее соответствующих геометрической морфометрии) выявлено достоверное влияние на межгрупповые различия факторов географического положения (север, юг) и техногенного загрязнения (радиация, фториды). Установлено, что величина рангового показателя межгрупповых различий *R* для первого фактора вдвое больше, чем для второго (табл. 2). При выборе других метрик дистанций (евклидовы и манхеттеновские расстояния) соотношение показателей *R* остается сходным.

Рис. 4. Результаты кластерного анализа сравниваемых выборок S. uralensis по обобщенным расстояниям Махаланобиса (D^2) методом UPGMA.

Таблица 2. Результат многомерного двухфакторного рангового анализа сходства (Two-way ANOSIM)

Фактор	Показатель *R*	Уровень значимости, *p*
«География»	0.296	< 0.0001
«Импакт»	0.153	< 0.001

Для выявления конкретных преобразований формы нижней челюсти малой лесной мыши были построены деформационные решетки вдоль первой и второй канонических переменных (рис. 5). Северные животные, ординаты которых расположены в зоне отрицательных значений первой канонической переменной — CVA1(–), отличаются укороченной резцовой частью челюсти, укороченным зубным рядом, более мощными венечным и угловым отростками, причем венечный отросток более изогнут в дорзальном направлении. Южные зверьки, ординаты которых смещены в зону положительных значений CVA1(+), напротив, имеют удлиненные резцовую часть и зубной ряд, а также тонкий направленный назад венечный отросток и более массивный сочленовный отросток.

Все импактные животные (зона CVA2(–)) отличаются относительно укороченным зубным рядом и более расширенной в дорзовентральном направлении нижней челюстью, причем венечный отросток у них смещен кпереди. Эти деформации можно рассматривать как неспецифическую морфогенетическую реакцию животных, обитающих в условиях техногенной нагрузки, поскольку направление изменений формы нижней челюсти сходно в зонах влияния ВУРСа и ЮУКЗа.

Межгрупповые различия, оцененные с помощью коэффициента Qst по размерам центроида и нелинейным переменным формы нижней челюсти, оказались значимыми для размера центроида и первых шести относительных деформаций (табл. 3). Это было подтверждено двумя методами ресэмплинга (перестановочный тест, бутстреп-тест). Коэффициент Qst показывает соотношение внутри- и межгрупповой дисперсии и является эквивалентом коэффициента Fst, используемым в генетических исследованиях. Он рассчитывается по следующей формуле: $Qst = Va / (Va + 2\ Vw)$, где Va — межгрупповая дисперсия, а Vw — внутригрупповая.

Для того чтобы выяснить, с какими факторами связаны переменные, характеризующие размер и форму нижней челюсти, провели ранговый корреляционный анализ Спирмена (табл. 4).

Фактор географического положения достоверно коррелирует с размером центроида, аффинными (линейными) деформациями, а

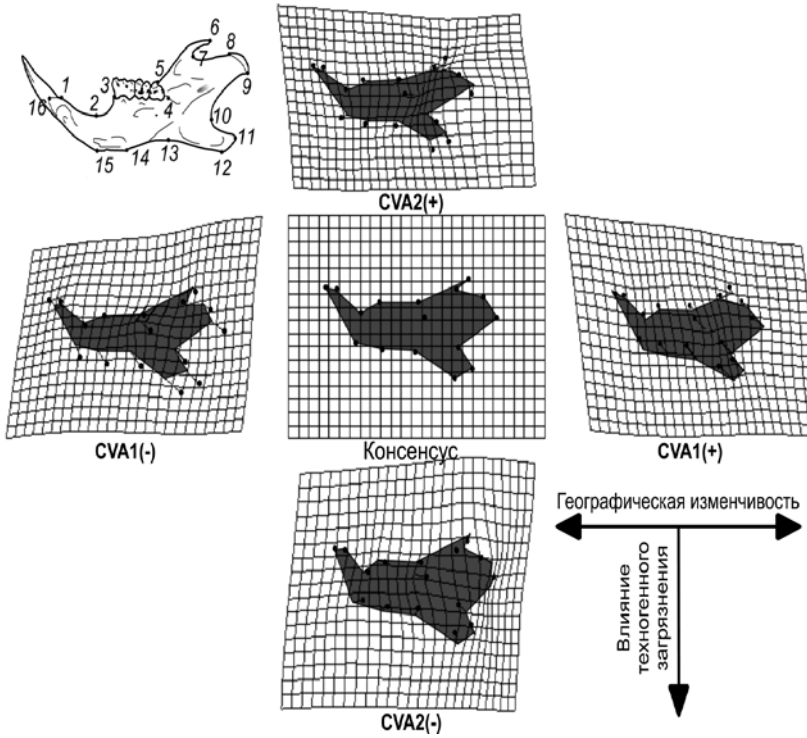


Рис. 5. Деформационные решетки, характеризующие изменения формы нижней челюсти вдоль CVA1 и CVA2. В верхнем левом углу показана схема расстановки меток, в нижнем правом — направления географической и техногенно-биотопической изменчивости.

также с относительными деформациями RW2, RW3, RW4 и первой канонической переменной CVA1. Фактор присутствия в среде техногенного загрязнения высоко коррелирует со второй канонической переменной CVA2, а также с RW4 и RW6.

Таким образом, в ходе исследования подтвердилась гипотеза о наличии географической и техногенно-биотопической изменчивости и было опровергнуто предположение о специфичности направления морфологической изменчивости мелких млекопитающих на Южном Урале. Для разделения биотопической и техногенной составляющих групповой изменчивости необходимы дальнейшие исследования.

ВЫВОДЫ

Установлено, что южная (оренбургская) и северная (челябинская) популяции малой лесной мыши различаются по размерам и

Таблица 3. Коэффициент Qst для размера центроида (CS) и относительных деформаций (RW1–RW6)

Переменная	Значение Qst	Уровень значимости, p
CS	0.86	< 0.001
RW 1	0.92	< 0.001
RW 2	0.87	< 0.001
RW 3	0.61	< 0.05
RW 4	0.62	< 0.05
RW 5	0.64	< 0.05
RW 6	0.80	< 0.001

Таблица 4. Корреляция переменных, характеризующих размер и форму нижней челюсти, с факторами географического положения, техногенного загрязнения и половой принадлежности (r Спирмена)

Переменная	Факторы		
	«География»	«Импакт»	Пол
Размер центроида	0.46***	- 0.31*	- 0.07
Аффинные (линейные) деформации			
UnifX	0.80***	- 0.09	- 0.07
UnifY	- 0.40**	- 0.07	0.12
Относительные (нелинейные) деформации			
RW1	- 0.21	0.24*	0.15
RW2	0.47***	- 0.16	- 0.08
RW3	0.46***	0.18	0.09
RW4	0.37**	- 0.38**	- 0.04
RW5	0.09	0.13	- 0.19
RW6	0.22*	0.35**	- 0.21
Канонические переменные			
CVA1	0.84***	- 0.26	- 0.16
CVA2	- 0.14	0.73***	- 0.07
CVA3	- 0.27	- 0.18	- 0.09

*Примечание: * – p < 0.05; ** – p < 0.01; *** – p << 0.001.*

форме нижней челюсти, что свидетельствует о проявлении географической изменчивости вида в пределах Южного Урала. Нижняя

челюсть зверьков челябинской популяции по сравнению с оренбургской имеет большие размеры и вытянутую в переднезаднем направлении продолговатую форму.

Выявлены однонаправленные и совпадающие по размаху изменения формы нижней челюсти в импактных группировках малой лесной мыши как в челябинской популяции при радиоактивном воздействии (ВУРС), так и в оренбургской при загрязнении фторидами (ЮУКЗ). Это косвенно указывает на неспецифический характер воздействия техногенных факторов разной природы на морфогенез. Зверьки импактных участков отличаются более массивной челюстью, относительно расширенной в дорзо-вентральном направлении.

Географическая изменчивость размеров и формы нижней челюсти зверьков по размаху превышает величину техногенно-биотопической изменчивости и не совпадает с ней по направлению морфологических изменений.

Авторы благодарны д-ру биол. наук А.Г. Васильеву за неоценимую помощь в освоении методов геометрической морфометрии и обсуждение полученных результатов, а также канд. биол. наук М.В. Чибиряку за большую помощь и поддержку в полевом сборе материала.

Исследования выполнены при поддержке программы развития ведущих научных школ (НШ-3260. 2010.4) и научно-образовательных центров (контракт 02.740.11.0279), а также программы Президиума УрО РАН по совместным проектам УрО, СО (№ 09-С-4–1004) и ДВО РАН (№ 09-С-4–1005).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Павлинов И.Я. Геометрическая морфометрия черепа мышевидных грызунов (Mammalia, Rodentia): связь формы черепа с пищевой специализацией // Журн. общ. биол. 2000. Т. 61. № 6. С. 583–600.

Павлинов И.Я., Микешина Н.Г. Принципы и методы геометрической морфометрии // Журн. общ. биол. 2002. Т. 63. № 6. С. 473–493.

Позолотина В.Н., Молчанова И.В., Караваева Е.Н., Михайловская Л.Н., Антонова Е.В. Современное состояние наземных экосистем зоны Восточно-Уральского радиоактивного следа. Екатеринбург: Изд-во «Гощицкий», 2008. 204 с.

Стариченко В.И., Любашевский Н.М., Попов Б.В. Индивидуальная изменчивость метаболизма остеотропных токсических веществ. Екатеринбург: Наука, 1993. 164 с.

Шварц С.С. Внутривидовая изменчивость млекопитающих и методы ее изучения // Зоол. журн. 1963. Т. 42. Вып. 3. С. 417–433.

Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. М.: Наука, 1980. 277 с.

Яблоков А.В. Изменчивость млекопитающих. М.: Наука, 1966. 364 с.

Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis [Электронный ресурс] // Palae-

ontologia electronica. 2001. Vol. 4(1). 9 p. Режим доступа: http://folk.uio.no/ohammer/past/.

Rohlf F.J. TpsDig version 2.15. Ecology & Evolution. N.Y.: SUNY at Stony Brook., 2010. (program).

Zelditch M.L., Swiderski D.L., Sheets H.D. et al. Geometric morphometrics for biologists: a primer. Elsevier: Acad. Press. 2004. 443 p.

CH_4- ЭМИССИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ПРИ МИКОГЕННОМ РАЗЛОЖЕНИИ ДРЕВЕСИНЫ

Д.К. Диярова

Уральский госуниверситет им. А.М. Горького, г. Екатеринбург

Ключевые слова: дереворазрушающие грибы, древесина, метан, углеродный цикл.

Традиционно считалось, что при микогенном разложении древесины единственное выделяющиеся газообразное соединение углерода — диоксид углерода, или CO_2. Однако В.А. Мухин и П.Ю. Воронин (2007) показали, что при микогенном разложении древесины выделяется также и метан. Авторы объясняют данный феномен тем, что метан является продуктом бактериально-грибной симбиотической ассоциации. Предварительные оценки возможного объёма эмиссии CH_4 при микогенном разложении древесины,выполненные В.А. Мухиным и П.Ю. Ворониным (2009), позволили прийти к выводу, что разлагаемый грибами древесный дебрис является новым источником биогенного метана имеющим глобальное значение. Это вызвало интерес к детальному изучению феномена метаногенной активности древесного дебриса и роли грибов в данном процессе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены с образцами древесины *Betula pendula* Roth и *Pinus sylvesrtris* L., разрушаемыми *Piptoporus betulinus* (Bull.: Fr.) P. Karst., *Fomes fomentarius* (L.: Fr.) Kickx и *Fomitopsis pinicola* (Sw.: Fr.) Karst. Образцы были заготовлены в июне–августе 2009 г. в сосново-березовых лесах Среднего Урала и представляли собой отрезки валежных и сухостойных стволов длиной 15–17 см и диаметром 4–5 см с плодовыми телами соответствующих видов грибов.

В первой серии экспериментов по изучению динамики эмиссии CH_4, H_2 и O_2 (в единицах ppm) образцы помещали в герметичные стеклянные камеры объемом 1.68–2.53 л, которые содержали при комнатной температуре (18–20°C). Периодически на протяжении нескольких суток в них проводили оценку концентрации исследуе-

мых газов. Во второй серии по изучению температурной зависимости метаногенной активности камеры с образцами в открытом виде помещали в термостат на 8–10 ч (за это время образцы нагревались до требуемой температуры), затем камеры герметично закрывали и оставляли в термостате на 24 ч при заданной температуре. По истечении этого времени измеряли концентрацию газов (O_2, CH_4, H_2) в камерах. Затем камеры открывали, проветривали и повторяли все операции при новой заданной температуре.

Оценку концентрации метана и водорода проводили на хроматографе АХТ-ТИ (Россия, ООО «Микросенсорная техника»). Газ-носитель — воздух, скорость потока 8 см^3/мин, которую стабилизировали системой авторегулирования. Управление хроматографом и обработку информации осуществляли встроенной микро-ЭВМ с выводом цифрового материала и хроматограмм на дисплей. Дополнительно данные обрабатывали с использованием специальной компьютерной программы «Analyser». Погрешность измерений ± 5 ppm.

Концентрацию O_2 в газовых пробах измеряли с помощью газоанализатора модели «Газоанализатор CO_2 /O_2» (Россия, «Микросенсорная техника»), представляющего собой прибор комбинированного инфракрасного и электрохимического принципа действия. Газоанализатор снабжен автоматизированной системой проточного отбора проб, а управление и обработку информации осуществляли встроенной микро-ЭВМ. Содержание O_2 определяли в объёмных%. В диапазоне от 0 до 5 об.% погрешность измерений составляла ±0.2 об.%, свыше 5 об.% — ± 3%.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что при разложении древесины всеми протестированными дереворазрушающими грибами выделяется не только метан, но и молекулярный водород (рис. 1). Накопление CH_4 и H_2 в экспозиционных камерах носит кумулятивный характер, но количественно преобладает метан, а соотношение CH_4 / H_2 варьирует от 6:1 до 8:1 у разных видов (рис. 2).

Выделение молекулярного водорода служит прямым доказательством симбиотического происхождения древесного метана. Как известно, молекулярный водород необходим для синтеза метана метаногенными археями: из 12 известных родов только 6 при синтезе метана не нуждаются в нем. Источником H_2 являются бактерии-бродильщики, находящиеся в симбиотических отношениях с метаногенными бактериями (Воробьева, 2007).

В природных условиях субстраты, разлагаемые грибами, имеют различную массу и размеры. Показано, что при разложении древесины одним и тем же видом грибов метаногенная активность заметно

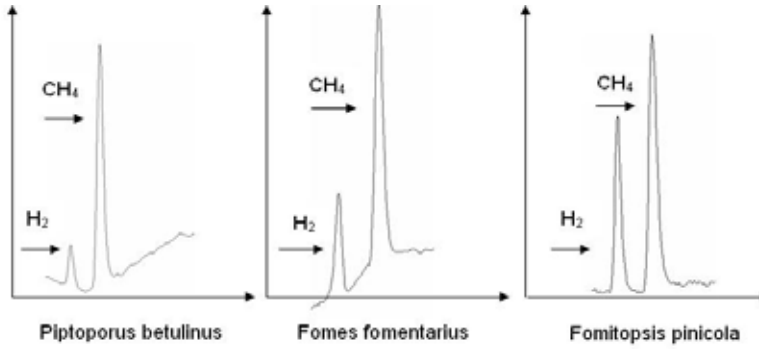


Рис. 1. Фрагменты хроматограмм, демонстрирующие образование и выделение метана и водорода при микогенном разложении древесины.

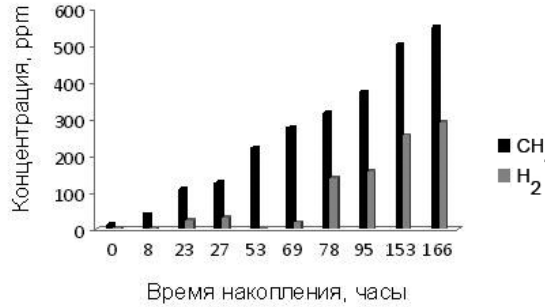


Рис. 2. Динамика накопления и соотношение метана и водорода в экспозиционной камере с образцом древесины, разрушаемой Fomitopsis pinicola.

отличается в зависимости от массы образцов, взятых из одного ствола: чем меньше образцы, тем меньше они выделяют метана (рис. 3).

Известно, что температура окружающей среды, определяет активность многих биологических процессов, их годичную, сезонную и суточную динамику. Как свидетельствуют результаты наших исследований, метаногенная активность обнаруживает сильную зависимость от температуры. При отрицательных температурах образование и выделение метана прекращаются, и наблюдается резкий пик эмиссии водорода. С восстановлением режима положительных температур метаногенная активность возобновляется (рис. 4). На рис. 5 представлены температурные кривые эмиссионной активности образцов, разрушаемых настоящим трутовиком. Видно, что при 5–30°С метаногенная активность пропорциональна температуре окружающей среды, достигает своего максимума при 30°С, а затем резко снижается.

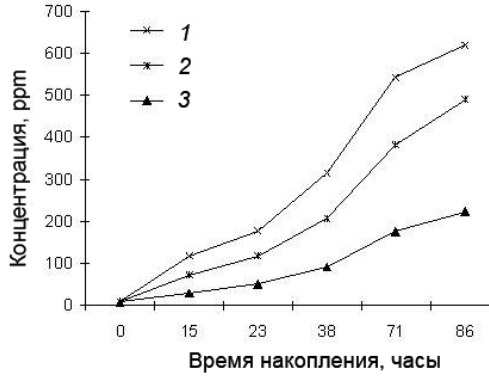


Рис. 3. Метаногенная активность образцов древесины березы различной массы, разрушаемых Fomes fomentarius: (Масса, г.: 1 — 222.2; 2 — 121.3; 3 — 39.1).

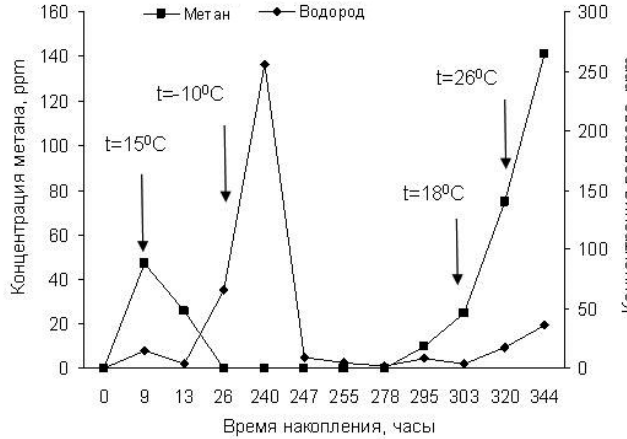


Рис. 4. Эмиссия метана и водорода при положительных и отрицательных температурах (гриб-деструктор Fomitopsis pinicola).

Нами установлено, что физиологическая активность грибного организма является фактором метаногенной активности. На рис. 6 представлены результаты изучения сопряженности между дыханием гриба и эмиссией метана. Корреляционный анализ показывает, что сопряженность между активностью потребления кислорода (дыхательной активностью грибного организма) и эмиссией метана и водорода очень высокая: $r = 0.95–0.96$. Другими словами, чем более активно гриб разрушает древесину в силу своих биоэкологических особенностей, тем активнее образуется и выделяется метан.

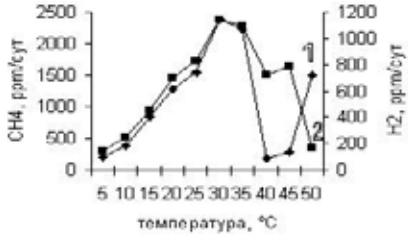


Рис. 5. Температурная зависимость эмиссии метана (1) и водорода (2) при разложении древесины березы (гриб деструктор Fomes fomentarius).

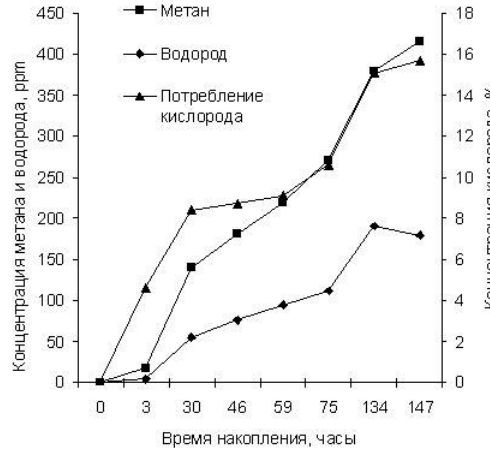


Рис. 6. Динамика потребления кислорода, эмиссии метана и водорода при разложении древесины березы Fomitopsis pinicola.

При анализе CH_4-эмиссионной активности закономерно возникает вопрос, каковы возможные объемы эмиссии CH_4 при разложении древесины грибами? По нашим данным, для трех исследуемых видов в сутки с 1 кг древесных субстратов в атмосферу эмитируется в среднем 2.2 мг метана, т.е. не очень много. Однако с учетом массы древесных остатков в природных условиях, а для предлесостепных лесов это порядка 6–8 т/га, в год в с 1 га атмосферу поступает 2.8 кг метана, или примерно 4 м^3. В этих же условиях с 1 га выделяется 340 кг CO_2 за вегетационный сезон (Мухин, Воронин, 2009). Таким образом, соотношение CO_2/CH_4 в доле парниковых газов составляет около 120:1. Однако следует учитывать, что парниковая активность метана в 20 раз выше активности диоксида углерода (Заварзин, 2006).

ВЫВОДЫ

1. Микогенное разложение древесных остатков в лесных экосистемах сопряжено не только с образованием и эмиссией в атмосферу CO_2, но и с образованием и эмиссией метана.

2. «Древесный» метан, скорее всего, является продуктом бактериально-грибной симбиотической ассоциации, развивающейся в древесной толще, на что указывает присутствие молекулярного водорода, являющегося необходимым предшественником для синтеза метана.

3. Метаногенная активность обладает четко выраженной температурной зависимостью и обнаруживает прямую положительную связь со скоростью потребления O_2. Общее количество продуцируемого метана прямо пропорционально размеру и массе древесных остатков.

Работа выполнена при финансовой поддержке научно-образовательных центров (контракт 02.740.11.0279).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Воробьева Л.И. Археи: Учеб. пос. М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. 447 с.

Заварзин Г.А. Углеродный баланс России // Возможности предотвращения изменения климата и его негативных последствий: проблема Киотского протокола: Материалы Совета-семинара при Президенте РАН / Под ред. Ю.А. Израэля. М., 2006. С. 134–151.

Мухин В.А., Воронин П.Ю. Метаногенез, сопровождающий разложение древесины трутовыми грибами // Докл. РАН. 2007. Т. 413. № 6. С. 848–849.

Мухин В.А., Воронин П.Ю. Метаногенная активность древесного дебриса // Экология. 2009. № 3. С. 163–167.

К БИОТОПИЧЕСКОМУ РАСПРЕДЕЛЕНИЮ СТРЕКОЗ (INSECTA, ODONATA) НА ЮЖНОМ УРАЛЕ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЯХ

Е.Е. Ерёмина

Челябинский государственный педагогический университет

Ключевые слова: биотопическое распределение, стрекозы, фауна, Южный Урал.

Расположение Южного Урала на границе Европы и Азии и наличие нескольких природных зон с характерными биотопами обусловливает высокое разнообразие и неоднородный состав фауны стрекоз. Кроме того, являясь мобильной группой, стрекозы встречаются далеко за пределами известных ареалов, а в структуре одонатофауны прослеживаются элементы как сезонной, так и межгодовой динамики (Попова, Харитонов, 2008). В связи с этим целью данной работы стало исследование биотопической приуроченности стрекоз в условиях южноуральского региона и прилегающих территорий. Выявлен состав одонатофауны, характерный для разных типов водоемов, и начато изучение сезонной смены одонатокомплексов на отдельных водоемах, выбранных в качестве мониторинговых площадок.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили с апреля по ноябрь 2009 г. в основном на территории Челябинской области, с отдельными выездами в смежные регионы. Всего обследовано 46 локалитетов на 42 водоемах, при этом некоторые биотопы, с богатой одонатофауной, включающей редкие виды, обследованы в разные периоды и выбраны в качестве мониторинговых площадок для изучения сезонной смены видовых комплексов, а в перспективе — и многолетнего мониторинга.

При отлове имаго стрекоз использовался энтомологический воздушный сачок диаметром 59 см. Всего было отловлено 2242 экз. Сезонная динамика имаго для более репрезентативного сравнения биотопов частично нивелировалась сбором вручную наяд с помощью водных сачков и экзувиев.

Биотопы различного типа сравнивали между собой с использованием коэффициента Чекановского–Серенсена:

$$I_{CЗ} = \frac{2a}{(a+b)+(a+c)},$$

где a и b — число видов в сравниваемых типах биотопов, c — число общих видов (Лебедева, Криволуцкий, 2002).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследования были собраны имаго, личинки и экзувии 47 видов из 68 известных для Южного Урала, в том числе четыре новых вида для региона (*Coenagrion glaciale* (Selys, 1872), *Aeshna caerulea* (Stroem, 1783), *Aeshna subarctica* Walker, 1908, *Somatochlora arctica* (Zetterstedt, 1840)) и один новый для Челябинской области (*Anax imperator* (Leach, 1815)) (Ерёмина, 2010).

Выявлены как эвритопные виды, распространенные по всей территории Южного Урала, так и виды, характерные только для определенного типа биотопов: *Leucorrhinia albifrons* (Burmeister, 1839) (единичные экземпляры, отмеченные только на карьере у пос. Моховички, лесостепная зона), *Ischnura aralensis* Haritonov, 1979 (обычен на пресных озерах лесной зоны), *Coenagrion glaciale* (отмечен на единственном водоеме — пруд у пос. Слюдорудник, лесная зона), *Gomphus vulgatissimus* (Linnaeus, 1758), *Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy, 1785), *Anax imperator* Leach, 1815 (обитают исключительно в реках), *Onychogomphus forcipatus* (Linnaeus, 1758), *Calopteryx splendens* (Harris, 1782), *Calopteryx virgo* (Linnaeus, 1758), *Platycnemis pennipes* (Pallas, 1771) (характерны для рек и приустьевых частей водохранилищ и прудов).

Об эвритопности стрекоз отдельных видов может свидетельствовать их наличие в соленых озерах на востоке Челябинской области. Например, в соленых озерах Саламатка, Катаи, Чучкалы (минерали-

Таблица. Сравнительная характеристика одонатокомплексов на разных типах водоемов

Типы водоемов		1	2	3	4	5	6	7
1	Водохранилища и пруды	34	**27**	**6**	**21**	**26**	**14**	**4**
2	Пресные озера	0.81	35	**6**	**18**	**26**	**14**	**5**
3	Соленые озера	0.32	0.29	6	**5**	**6**	**6**	**1**
4	Реки с быстрым течением	0.74	0.62	0.35	23	**19**	**9**	**4**
5	Реки с медленным течением	0.79	0.77	0.32	0.96	32	**13**	**3**
6	Небольшие антропогенные водоемы	0.58	0.77	0.60	0.50	0.55	14	**2**
7	Верховое болото	0.20	0.77	0.07	0.24	0.15	0.18	8

Примечание – жирным шрифтом в верхней части таблицы дано количество общих видов, курсивом в нижней – значения коэффициента Чекановского-Серенсена, по центральной диагонали – количество видов в биотопах каждого типа.

зация 3 950–4 400 мг/л) Красноармейского района были обнаружены личинки *Aeshna grandis* (Linnaeus, 1758), *Ischnura elegans* (Van der Linden, 1823) и многочисленные *Enallagma cyathigerum* (Charpentier, 1840), а также жирующие имаго *Sympetrum danae* (Sulzer, 1776), *S. flaveolum* (Linnaeus, 1758), а на соседних, менее минерализованных озерах (Б. Курейное), отмечены виды, характерные для биотопов такого типа: *Coenagrion ecornutum* (Selys, 1872), *C. hastulatum* (Charpentier, 1825), *C. puella* (Linnaeus, 1758), *C. pulchellum* (Van der Linden, 1823), *Erythromma najas* (Hansemann, 1823), *Enallagma cyathigerum, Somatochlora metallica* (Van der Linden, 1825), *Libellula quadrimaculata* (Linnaeus, 1758).

Наибольшим видовым богатством из изученных биотопов обладают озера и водохранилища (см. таблицу), а с учетом физико-географического районирования (Андреева, Маркова, 2002) — равнинные озера и водохранилища провинции восточных предгорий лесной зоны Уральской горной страны. Одонатофауна горной провинции менее разнообразна, но содержит специфичные только для нее элементы. Так, при обследовании уникального биотопа — Тыгынского болота, расположенного на высоте почти 1000 м между горой Большой Иремель и хребтом Аваляк (Белорецкий район Республики Башкортостан), обнаружены сразу три новых для Южного Урала вида стрекоз — *Somatochlora arctica*, *Aeshna caerulea* и *Aeshna subarctica*. Эти виды принадлежат к одной экологической группе, характерной для более северных районов. При наличии трех новых для региональной фауны видов в целом выявленный видовой состав стрекоз болота Тыгын довольно беден — 8 видов.

Обнаружена многолетняя динамика численности и распространения стрекоз в сравнении с литературными источниками. Некоторые виды (*Aeshna cyanea* (Mueller, 1764), *Orthetrum cancellatum* (Linnaeus, 1758), *Ischnura elegans*, *I. aralensis* Haritonov, 1979, *Coenagrion ecornutum* (Selys, 1872), *Anax parthenope* (Selys, 1839)), ранее считавшиеся редкими (Попова, Харитонов, 2008; Yanybaeva et al., 2006), отмечены нами как обычные, а на ряде водоемов — даже массовые. Несколько видов (*Coenagrion lunulatum* (Charpentier, 1840), *Lestes barbarus* (Fabricius, 1798), *L. macrostigma* (Eversmann, 1836), *L. virens* (Charpentier, 1825)), напротив, считавшиеся обычными и широкораспространенными (Попова, Харитонов, 2008; Yanybaeva et al., 2006), несмотря на достаточно репрезентативную, на наш взгляд, выборку, включающую редкие и новые для региона виды, нами не отмечены. В региональной одонатофауне прослеживаются также значительные сезонные изменения видового состава, что не может не влиять на процесс изучения видового состава стрекоз.

Таким образом, на Южном Урале и прилегающих территориях известно обитание 68 видов стрекоз. Помимо высокого разнообразия, одонатофауна Южного Урала является динамичной, что подтверждают как многолетние изменения качественного и количественного состава и сезонные смены одонатокомплексов, так и обнаружение новых для региона видов. Это говорит о необходимости дальнейшего мониторингового изучения одонатофауны с учетом сезонных изменений видового состава и различных сроков лёта стрекоз на биотопах, находящихся в разных природных зонах. При этом южноуральская одонатофауна неоднородна, а видовой состав стрекоз на различных водоемах может сильно отличаться в зависимости от конкретных условий при наличии общего набора эвритопных видов. Биотопы одного типа, в том числе находящиеся в разных природных зонах, обычно обладают схожим видовым составом, что указывает на первоочередную роль при формировании одонатокомплексов характеристик отдельных биотопов, а не их географического расположения в пределах изученной территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андреева М.А., Маркова А.С. География Челябинской области. Челябинск: Южно-Урал. кн. изд-во, 2002. 320 с.

Ерёмина Е.Е. Новые для фауны Южного Урала виды стрекоз (Insecta: Odonata) // Евразиатский энтомол. журн. 2010. Т. 9. Вып.1. С. 19–21.

Лебедева Н.В., Криволуцкий Д.А., Пузаченко Ю.Г. и др. География и мониторинг биоразнообразия. М.: Изд. Научного и учебно-методического центра, 2002. 432 с.

Попова О.Н., Харитонов А.Ю. Межгодовые изменения структуры фауны стрекоз (Insecta, Odonata) Южного Урала // Экология. 2008. № 6. С. 427–435.

Yanybaeva V. A., Dumont H. J., Haritonov A.Y,. Popova O.N. The Odonata of South Ural, Russia, with special reference to Ischnura aralensis Haritonov, 1979 // Odonatologica. 2006. Vol. 35. № 2. P. 167–185.

ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ФОНОВОЙ И ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В.А. Жуйкова, К.С. Волохина, И.С. Волохин, Т.В. Жуйкова

Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия

Ключевые слова: потенциальная скорость деструкции.

В ходе создания первичной биологической продукции луговыми сообществами следует различать два идущих одновременно, но противоположно направленных процесса: 1) первичный синтез живого вещества и 2) его разрушение, ведущее к пополнению в почве запасов гумуса и элементов минерального питания (Продуктивность луговых..., 1974). Целью работы было изучение продуктивности луговых растительных сообществ фоновой и техногенно нарушенных территорий.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Изучение луговых сообществ проведено на территории одного из промышленных центров Свердловской области (г. Нижний Тагил) в вегетационный сезон 2009 г. Исследована фитомасса пяти сообществ, расположенных на участках с различным уровнем загрязнения почв, который оценивали по содержанию в них тяжелых металлов (Zn, Cu, Pb, Cd, Fe, Mn, Ni, Cr). По данным Т.В. Жуйковой и Е.С. Мордвиной (2003), уровень общего токсического загрязнения почвы (S_1) на участках изменялся от 1 до 30 отн. ед.

Для определения надземной и подземной фитомассы в исследуемых луговых сообществах методом случайной выборки закладывали по 10 учетных площадок размером 25×25 см. Отбор проб проводили методом монолитов (Шалыт, 1960). Глубина взятия образца составила 28 см. Растения в пределах одной учетной площадки дифференцировали по видам и помещали в отдельные пакеты. В лаборатории растительные образцы отмывали от почвы, высушивали до воздушно-сухого состояния, фитомассу (г/м^2) определяли на электронных весах (Denver Instrument Compony AA – 200).

Потенциальную скорость деструкции измеряли в соответствии с методическими рекомендациями (Экологическая токсикология..., 2001). Воздушно-сухие растительные образцы (бобовые, злаки, раз-

нотравье) с трех участков (S_i = 1.00, 6.19 и 22.78 отн. ед.) помещали в чашки Петри между слоями почвы, контроль — вариант без почвы. Чашки Петри выдерживали в термостате при температуре 28°С, влажности 60 % в течение одного месяца. О скорости разложения судили по убыли фитомассы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Установлена четкая связь между надземной и подземной фитомассами растений. Коэффициенты детерминации во всех случаях статистически значимы (см. таблицу).

Таблица. Зависимость фитомассы наземных (y) от массы подземных органов (x)

Токсическая нагрузка, отн. ед.	Показатели			
	R^2 $p<0.001$	*df*	*F*-критерий	*Уравнение регрессии*
1.00	0.68	1; 73	156.96	y_x=(6.94±2.84)+(0.66±0.05)x
3.33	0.4	1; 57	37.28	y_x=(24.48±5.09)+(0.405±0.07)x
6.19	0.34	1; 56	29.11	y_x=(20.34±0.48)+(5.52±0.09)x
22.78	0.87	1; 48	333.44	y = (5.23 ± 2.64) + (8.425±0.14)x
30.0	0.60	1; 31	47.37	y_x=(45.76±1.12)+(17.52±0.16)x

Надземная фитомасса сообществ загрязненных участков была выше в биотопах со слабым уровнем загрязнения (рис. 1). Связь данного показателя с уровнем токсической нагрузки статистически значима (R^2 = 0.95; p = 0.007). Подземная фитомасса в градиенте загрязнения изменяется аналогично: фоновый участок — 260 г/м^2, максимально загрязненный — 351 г/м^2. В сообществах буферной зоны отмечено незначительное снижение подземной фитомассы по сравнению с фоновой и сильно загрязненной территориями.

С ростом уровня загрязнения усиливается роль злаков. Выявлена статистически значимая зависимость фитомассы злаков от уровня химического загрязнения на участках. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена (R_s) равен 0.90 (p = 0.037). Доля разнотравья уменьшается (R_s = –0.90; p = 0.037), доля бобовых изменяется незначительно (R_s = 0.60; p = 0.280).

Наблюдаемое увеличение надземной фитомассы может быть обусловлено влиянием погодно-климатических условий вегетаци-

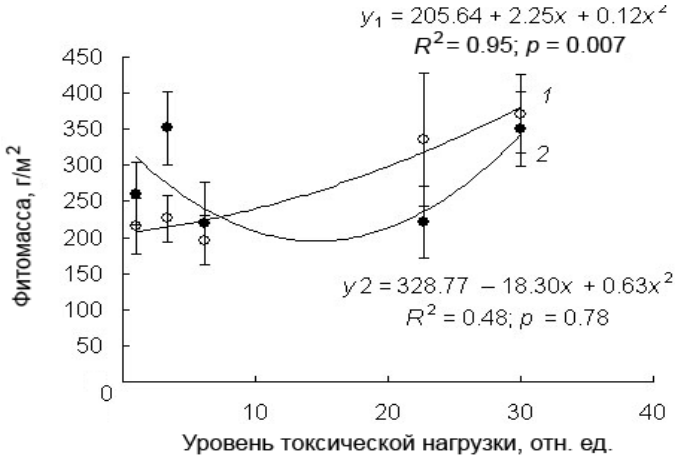


Рис. 1. Изменение надземной (1) и подземной (2) фитомасс в градиенте токсической нагрузки (2009 г.).

онного сезона (Горчаковский, Коробейникова, 1975; Жуйкова, 2009). Сравнение полученных величин надземной фитомассы в данных сообществах с оценками других лет (Жуйкова, 2009) показывает, что в годы с достаточно высокими температурами мая происходит значительное увеличение фитомассы во всех исследуемых сообществах. Наиболее ярко этот процесс выражен в сообществах фоновой и буферной зон. На загрязненных участках фитомасса надземных и подземных органов снижалась в 2.8 раза. На фоновом участке в 2006 г. фитомасса надземных органов составляла 490 г/м^2 по сравнению с 216 г/м^2 в 2009 г. На загрязненных участках в 2006 г. фитомасса сообщества была 176 г/м^2, в 2009 г. — 336–371 г/м^2. Таким образом, значение показателя на загрязненных участках в 2009 г. не выходит за пределы его максимальных значений на фоновом участке в 2006 г.

В ходе анализа потенциальной скорости разложения растительных остатков установлена ее зависимость от токсической нагрузки, а также различия в скоростях разложения растительных фракций. По потере веса исследованные растительные остатки составляют следующий ряд: бобовые > разнотравье > злаки (рис. 2).

Разложение растительных остатков наблюдается даже в контрольном варианте (от 25 до 40% в зависимости от состава агроботанических групп). Скорость разложения растительных остатков из загрязненной зоны ниже, чем с фонового участка. Исключение составляют бобовые в варианте с почвой. Возможная причина разложения растительных остатков в контрольном варианте может быть обусловлена сохранением на поверхности образцов микроорганизмов-

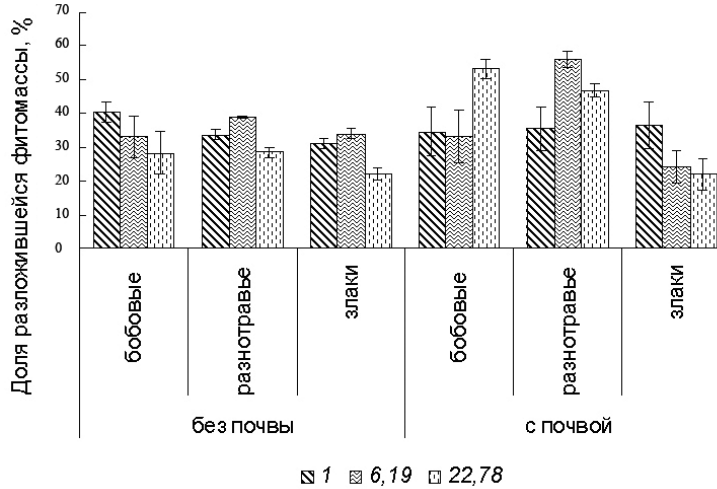


Рис. 2. Скорость деструкции образцов растений разных агроботанических групп.

деструкторов, находящихся в латентном состоянии. Создание оптимальных лабораторных условий способствует активизации процессов их жизнедеятельности, следствием чего является наблюдаемый нами процесс разложения остатков в варианте без почвы.

В варианте с почвой с фонового участка скорость разложения бобовых, злаков и разнотравья сходна (в пределах 35%). В почве с буферного участка быстрее всего разлагается разнотравье (до 56%), с загрязненного — бобовые (до 53%). Можно предположить, что различия в скорости разложения агро-ботанических групп в варианте с почвой обусловлены качественным химическим составом растительного субстрата, который является важнейшим фактором, определяющим величину потери его веса (Гришкан, 1995; Курачев, Батурина, 2005). Известно, что бобовые богаты зольными элементами, легко гидролизуемыми углеводами, имеющими узкое соотношение C:N. Злаки, наоборот, имеют низкое содержание зольных элементов и широкое отношение C:N. Разнотравье может характеризоваться большим количеством восков, смол, дубильных веществ.

ВЫВОДЫ

1. В градиенте химического загрязнения надземная и подземная фитомасса сообществ увеличивается. В сообществах буферной зоны отмечено незначительное снижение подземной фитомассы по сравнению с фоновой и импактной.

2. Химическое загрязнение приводит к усилению роли злаков, снижается доля разнотравья, доля бобовых изменяется незначительно.

3. По скорости разложения агро-ботанические группы образуют следующий ряд: бобовые > разнотравье > злаки. В контрольном варианте скорость разложения растительных остатков варьирует от 25 до 40%, в опытном (с почвой) — от 35 до 56%.

Работа выполнена по тематическому плану научно-исследовательских работ НТГСПА (задание Федерального агентства по образованию в 2009–2010 гг.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Г*орчаковский П.Л., Коробейникова В.П.* Первичная продуктивность некоторых луговых сообществ Южного Урала // Экология. 1975. № 3. С. 5–17.

Гришкан И.Б. Разложение растительного опада в основных сообществах бассейна верховий Колымы // Экология. 1995. № 1. С. 9–12.

Жуйкова Т.В. Реакция ценопопуляций и травянистых сообществ на химическое загрязнение среды: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Екатеринбург, 2009. 40 с.

Жуйкова Т.В., Мордвина Е.С. Трансформация травянистой растительности техногенно нарушенных территорий и оценка ее участия в биогенных циклах химических элементов // Уч. зап. НТГСПА. Нижний Тагил, 2003. С. 155–165.

Курачев В.М., Батурина В.Б. Темпы разложения растительных остатков в почвах техногенных ландшафтов // Сибирский эколог. журн. 2005. № 5. С. 789–793.

Продуктивность органической и биологической массы леса / Под ред. А.А. Молчалова. М.: Наука, 1974. 255 с.

Шалыт М.С. Методика изучения морфологии и экологии подземной части отдельных растений и растительных сообществ // Полевая геоботаника. М.: Л., 1960. Т. 2. С. 369–447.

Экологическая токсикология: Учеб. пос. / Под общ. ред. проф. В.С. Безеля. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2001. 136 с.

ПРОБЛЕМА ВЫБОРА МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ЗНАЧИМОСТИ КОРМОВ В ПИТАНИИ БАРСУКА

О.С. Загайнова

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Ключевые слова: азиатский барсук, питание, Средний Урал, *Meles leucurus.*

Азиатский барсук (*Meles leucurus* Hodgson, 1847) относится к типичным полифагам. При анализе данных по питанию барсука основ-

ная проблема состоит в оценке относительной значимости различных кормовых объектов в его рационе.

Цель исследования — установить возможности различных методов анализа экскрементов для оценки относительной роли кормов в питании барсука.

Задачи: 1) по литературным источникам охарактеризовать основные методы исследования питания барсука по экскрементам; 2) проанализировать данные по питанию барсука на Среднем Урале разными способами и сравнить возможности их применения для анализа значимости кормов в рационе хищника.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Анализ рациона барсука осуществляли по непереваренным кормовым остаткам в экскрементах. Сбор материала проводили в последнюю декаду июня и в первую декаду июля в 2003–2005 гг. (23, 51 и 19 проб соответственно) на границе южной тайги и северной лесостепи Среднего Урала (Свердловская область, Каменский район, окрестности д. Старикова). Камеральную обработку образцов проводили с помощью набора стандартных методов (Kruuk, Parish, 1981).

Значимость кормовых объектов в питании барсука оценивали тремя методами: 1) по встречаемости непереваренных остатков (% проб с данным видом корма от общего числа проб); 2) по величине потребленной биомассы с использованием поправочных коэффициентов (Martin et al., 1995; Goszczenski et al., 2000); 3) по минимальному числу съеденных особей. Для оценки потребленной биомассы вес непереваренных остатков амфибий, рептилий и млекопитающих (данные за 2003–2005 гг.) умножали на значения поправочных коэффициентов, затем определяли долю биомассы каждого вида корма. При оценке значимости кормов третьим методом подсчитывали характерные остатки для амфибий, рептилий и млекопитающих (данные за 2003 г.).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Отечественные исследователи оценивают относительную значимость кормов в питании барсука по встречаемости кормового компонента в выборке (Гептнер и др., 1967; Горшков, 1997). Для этого достаточно установить наличие в пробе определенного вида корма. Основной недостаток метода заключается в том, что не учитывается количество потребленных кормовых объектов, поэтому может придаваться высокая значимость кормам, которые встречаются часто, но в малых количествах. Большинство иностранных исследователей наряду с оценкой частоты встречаемости также оценивают относительный объем непереваренных остатков или проводят оценку по-

требленной биомассы (Zabala, Zuberogoitia, 2003). Относительный объем непереваренных остатков кормов определяют глазомерно по семибалльной шкале (Kruuk, Parish, 1981). На наш взгляд, этот способ весьма субъективен, и мы отказались от использования его для анализа собственных данных.

Потребленная биомасса оценивается по весу непереваренных кормовых остатков в выборке с использованием поправочного коэффициента (КП), который учитывает степень переваривания жертвы. Метод позволяет получить количественный показатель, который можно использовать для оценки энергетической роли кормов в питании. Основные затруднения в его применении заключаются в необходимости определения КП, что требует постановки эксперимента с содержанием зверей в вольерах, больших затрат времени и кропотливых подсчетов. Одни исследователи (Martin et al., 1995; Goszczenski et al., 2000) рассчитывают КП как отношение веса кормового объекта к весу непереваренного остатка, другие (Rosalino et al., 2005) учитывают вес несъеденного кормового объекта. Для одних и тех же видов жертв КП отличаются у разных авторов. Наиболее близкие показатели приводятся для млекопитающих, рептилий и амфибий. Сильно варьируют КП для птиц, насекомых и растительных кормов.

При оценке минимального числа потребленных особей требуется извлечение только тех остатков, которые позволяют подсчитать количество съеденных жертв. В то же время показатель нельзя рассчитать для всех видов кормов. Если хищник потребляет яйца птиц, то по остаткам скорлупы нельзя подсчитать количество съеденных яиц. Если в питании используются ягоды с мелкими и многочисленными семенами, трудно подсчитать их число и установить, сколько съедено плодов.

При анализе питания барсука на Среднем Урале кормовые объекты были объединены в 8 групп (табл. 1).

Чаще всего в пробах отмечались остатки насекомых, амфибий, рептилий, млекопитающих и растительных кормов. Все они, кроме плодов, характеризуются стабильно высокой встречаемостью в разные годы. На основании данных по встречаемости можно говорить, что они играют сходную роль в питании барсука.

При оценке потребленной биомассы мы ограничились тремя группами кормов: амфибии, рептилии и млекопитающие; КП были взяты из литературы (табл. 2).

При расчете встречаемости относительная значимость этих групп кормов была сходная, а при оценке биомассы их роль меняется. К примеру, в 2003 г. доминирующим кормом были амфибии, заметно меньше потреблялись рептилии и млекопитающие. Показатель биомассы отражает межгодовую динамику значимости кормов. Напри-

Таблица 1. Встречаемость кормовых остатков в пробах, %

Год	Группы кормов							
	плоды	дождевые черви	насекомые	моллюски	амфибии	рептилии	птицы	млекопитающие
2003	95.7	*	100.0	26.1	100.0	87.0	47.8	87.0
2004	74.5	*	98.0	33.3	96.1	90.2	37.3	100.0
2005	100.0	26.3	100.0	75.0	100.0	100.0	50.0	95.0

Примечание: проверку на наличие дождевых червей не проводили.

Таблица 2. Доля биомассы групп кормов в разные годы, %

Вид корма	Год и способ расчета								
	2003			2004			2005		
	1*	2	3	1	2	3	1	2	3
Амфибии	61.2	59.9	65.1	11.5	11.3	9.9	49.4	48.3	49.7
Рептилии	24.4	25.8	16.4	4.6	4.9	2.5	19.7	20.8	12.5
Млекопитающие	14.3	14.3	18.6	83.9	83.8	87.6	30.9	30.8	37.8

** — здесь и в табл. 3 приведены поправочные коэффициенты: 1 — Martin et al., 1995; 2, 3 — Goszczenski et al., 2000.*

мер, амфибии потреблялись в 2003 и 2005 гг. в большем количестве, по сравнению с млекопитающими, а в 2004 г. их роль резко снизилась. Оценки значимости кормов зависят от выбора коэффициента, например третий КП для рептилий занижает их роль относительно двух других видов корма.

Мы рассчитали минимальное количество особей в пробе для амфибий, рептилий и млекопитающих по материалам 2003 г. Для того чтобы выяснить, как связаны между собой потребленная биомасса и количество съеденных особей, мы попарно сравнили эти показатели для разных видов корма. Данные табл. 3 показывают, во сколько раз один вид корма потребляется больше, чем другой.

Сравнительный анализ выявил наиболее близкие значения показателей «отношение амфибий к млекопитающим» и «отношение рептилий к млекопитающим» по числу особей и биомассе с использованием первого и второго коэффициентов.

Таблица 3. Относительная значимость кормов, полученная разными методами

Сравниваемые группы кормов	Отношение числа особей	Отношение биомасс		
		1	2	3
Амфибии / млекопитающие	4.6	4.3	4.2	3.5
Амфибии / рептилии	3.1	2.5	2.3	4.0
Рептилии / млекопитающие	1.5	1.7	1.8	0.9

ВЫВОДЫ

1. Сравнительный анализ данных по относительной роли потребленных кормов, полученных разными способами, показал разную степень значимости кормовых объектов в питании барсука.

2. При анализе экскрементов барсука чаще всего используется оценка встречаемости кормовых остатков. Этот способ наименее трудоемкий и имеет высокую степень сравнимости с результатами исследователей в других регионах.

3. Методы измерения объема потребленных жертв и оценки биомассы с помощью поправочных коэффициентов ограниченно применимы для сравнительного анализа данных по питанию барсука в разных частях ареала.

4. Метод подсчета количества особей в пробе менее трудоемкий, по сравнению с другими способами оценки потребленных жертв, и он может использоваться для сравнения результатов по питанию барсука, полученных в разных районах исследования.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы развития ведущих научных школ (НШ-3260.2010.4) и научно-образовательных центров (контракт 02.740.11.0279).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гептнер В.Г., Наумов Н.П., Юргенсон П.В. Млекопитающие Советского Союза Т. 2. Ч.1 Морские коровы, хищные. М.: Высшая школа, 1967. С. 839–842.

Горшков П.К. Барсук в биоценозах Республики Татарстан. Казань: Табигать, 1997. С. 50–79.

Goszczynski J., Jedrzejewska B., Jedrzejewski W. Diet composition of badgers (*Meles meles*) in pristine forest and rural habitats of Poland compared to other European populations // J. Zool. 2000. Vol. 250. P. 495–505.

Kruuk H., Parish T. Feeding specialization of the European badger *Meles meles* in Scotland // J. of Animal Ecology. 1981. Vol. 50. P. 773–788.

Martin R., Rodriguez A., Delibes M. Local feeding specialization by badgers (*Meles meles*) in a mediterranean environment // Oecologia. 1995. Vol. 101. P. 45–50.

Rosalino L.M., Loureiro F., Macdonald D.W., Santos-Reis M. Dietary shifts of the badger (*Meles meles*) in Mediterranean woodlands: an opportunistic forager with seasonal specialisms // Mamm. biol. 2005. Vol. 70, № 1. P. 12–23.

Zabala J., Zuberogoitia I. Badger, Meles meles (Mustelidae, Carnivora), diet assessed through scat-analysis: a comparison and critique of different methods // Folia Zool. 2003. Vol. 52, № 1. P. 23–30.

ФОРМОВАЯ СТРУКТУРА ЕЛИ В ОКРЕСТНОСТЯХ г. ТЮМЕНИ

Е.Л. Зенкова

Институт проблем освоения севера СО РАН, г. Тюмень

Ключевые слова: ель сибирская, формовая структура, дискриминантный анализ.

Город Тюмень расположен за Уралом в юго-западной части Западной Сибири. Здесь проходит южная граница ареала ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.). Предварительные исследования показали наличие у деревьев ели в окрестностях Тюмени некоторого числа шишек с заметно выраженной угловатостью семенных чешуй, которая может свидетельствовать о генетическом влиянии ели, произрастающей на Урале и в Предуралье. Цель работы — изучить формовую структуру и относительное положение популяций ели в окрестностях Тюмени по отношению к ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.), сибирской (*P. obovata* Ledeb.) и их промежуточной форме.

Материал для работы собран в популяционных выборках еловых шишек вблизи населенных пунктов Успенское, Леваши, Велижаны, Янтык, Юшала, расположенных в пределах 50 км от Тюмени. Обработку данных проводили по методике П.П. Попова (2005) с определением показателей формы семенных чешуй (C_n и C_p) и применением стандартных приемов математической статистики и дискриминантного анализа (Боровиков, 1998). В качестве «эталонных» популяций ели европейской использовали выборку шишек из Закарпатской обл. Украины, ели сибирской — из Якутии (Олекминск) и Витимского биосферного заповедника (Иркутская обл.), «промежуточной» или гибридной ели — выборку шишек из Карелии (пос. Реболы).

Средние значения C_n в выборках шишек из окрестностей Тюмени составили 60–63%, C_p — 43–45%. Средние значения C_n здесь значительно больше, а C_p — меньше, чем на европейской части ареала ели

(Попов, 2005). Частота фенотипов промежуточной ели варьирует от 9 до 21%, сибирской — от 79 до 91%, фенотипа европейской ели не оказалось ни в одной выборке.

Средние значения дистанции на шкале R1 «эталонных» выборок ели европейской равны 4.37, сибирской — 3.89, «промежуточной» — около нуля, анализируемых выборок — 3.06. Коэффициент вариации выборок промежуточной ели и ели из окрестностей Тюмени оказался выше, чем у сибирской и европейской, что может свидетельствовать в пользу влияния гибридизации на структуру этих популяций. Дистанция Махаланобиса всех анализируемых выборок из окрестностей Тюмени от ели европейской в среднем близка к 54, от «промежуточной» — к 10.5 (8.94–13.03), от сибирской — 0.91 (0.32–1.51).

Таким образом, совокупность полученных нами оценок свидетельствует о том, что популяции ели в окрестностях Тюмени по строению семенных чешуй шишек в целом близки к ели сибирской из Восточной Сибири. Присутствие 10–20% особей с угловато-заостренной формой семенных чешуй свидетельствует о влиянии интрогрессивной гибридизации на структуру популяций ели в этом районе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Боровиков В.П. Популярное введение в программу STATISTICA. М.: КомпьютерПресс, 1998. 267 с.

Попов П.П. Методические аспекты определения формы семенных чешуй ели европейской и сибирской // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. Тюмень: ИПОС СО РАН, 2005. № 6. С. 81–89.

ДИНАМИКА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ УЛЬТРАРАННЕГО И РАННЕСПЕЛОГО ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В ЛЕСОСТЕПИ ЗАУРАЛЬЯ

Н.И. Казакова

Институт агроэкологии — филиал Челябинской государственной агроинженерной академии, с. Миасское

Ключевые слова: динамика содержания хлорофилла и углерода, площадь листьев, фотосинтез.

Условием успешного выращивания кукурузы на зерно в Зауралье является использование ультраранних гибридов, эффективно использующих свет. Как злак тропического происхождения кукуруза осуществляет фотосинтез по эффективной схеме C_4 и испытывает

потребность в прямой радиации преимущественно ультрафиолетовой части спектра. Состав спектра и продолжительность светового дня распределены по периоду вегетации неравномерно. Даже незначительное изменение качества и интенсивности света приводит к изменениям соотношений в пигментной системе листьев. Это позволяет предположить различную эффективность фотосинтетической деятельности разновременно созревающих гибридов кукурузы.

Целью работы было изучение особенностей развития фотосинтетического аппарата разновременно созревающих гибридов кукурузы. В задачи работы входило изучение динамики формирования площади листовой поверхности, содержания хлорофилла и углерода в листьях гибридов кукурузы в течение вегетационного периода.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В 2008–2009 гг. на опытном поле Института агроэкологии были изучены два гибрида кукурузы: ультраранний Кубанский 101СВ и раннеспелый Кинбел 181СВ. Условия вегетации в годы исследований варьировали от теплых и избыточно влажных с засушливыми периодами (2008 г.) до остро засушливых (2009 г.). Наблюдения проведены в период с мая по август. Площадь листьев определяли методом высечек, содержание хлорофилла и углерода — фотометрически. Динамические ряды аппроксимировали методом регрессионного анализа с использованием в качестве модели уравнения модифицированной экспоненты.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Одним из основных показателей фотосинтетической деятельности является величина площади листьев и динамика ее формирования (рис. 1).

Установлено, что до фазы 5–7-го листа нарастание листового аппарата происходит медленно, достигая максимума к фазе выметывания, и зависит от скороспелости гибрида. Максимальная площадь листовой поверхности у раннеспелого гибрида отмечается примерно на две недели позднее. В последующие периоды развития происходит уменьшение площади листовой поверхности в связи с некрозом листьев нижних ярусов.

Максимальное содержание хлорофилла в листьях совпадает с периодом наибольшей продолжительности дня. Удлинение утренних и вечерних сумерек, увеличение доли волн красной части спектра и количества дней с повышенной облачностью в последующий период подавляет его синтез. Обнаружено значительное преимущество раннеспелого гибрида по суммарному содержанию хлорофилла (рис. 2), что свидетельствует о его повышенном потенциале.

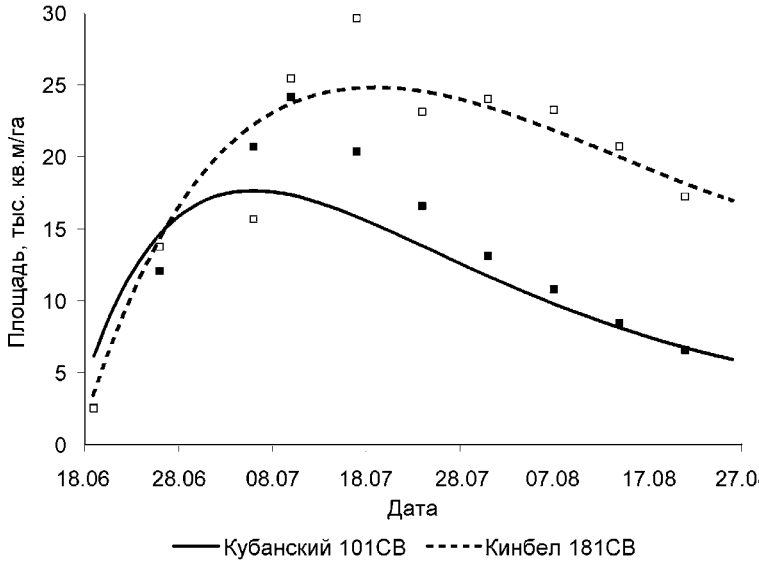


Рис. 1. Динамика площади листовой поверхности гибридов кукурузы (2008 г.) Здесь и на рис. 2 по оси абсцисс приводится порядковый номер суток с 1 мая.

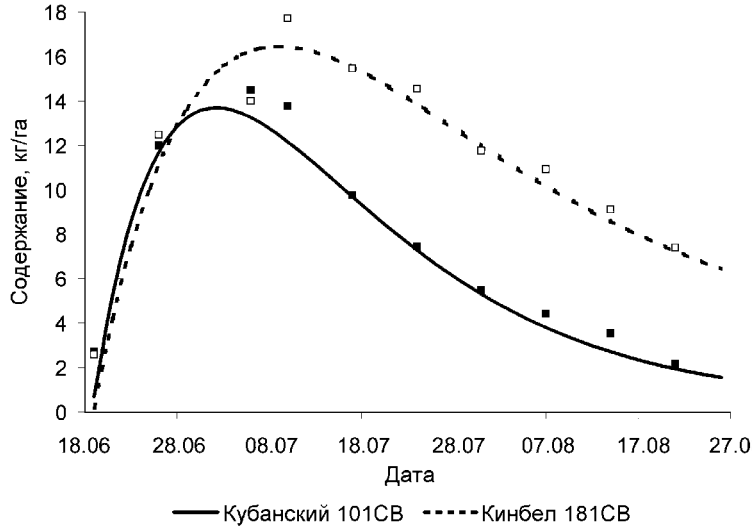


Рис. 2. Суммарное содержание хлорофилла в листьях гибридов кукурузы (2008 г.).

Однако максимумы в развитии ассимилирующего аппарата и содержания хлорофилла не совпадают. Для гибрида Кубанский 101СВ характерен незначительный (до 4 сут) разрыв во времени между максимумами этих показателей (см. таблицу). У гибрида Кинбел 181СВ формирование листовой поверхности продолжается в течение 6–11 сут после достижения максимума по хлорофиллу, что косвенно свидетельствует о пониженной эффективности использования природных ресурсов.

Таблица. Показатели фотосинтетической активности гибридов кукурузы и распределение их максимумов (Институт агроэкологии, 2008–2009 гг.)

Гибрид	Год	Максимум		Разрыв между максимумами, дней	ФП, тыс. м^2/га	Урожайность, т/га
		Содержание хлорофилла	Площади листьев			
Кубанский 101СВ	2008	03.07	06.07	3	856.4	7.56
	2009	03.07	07.07	4	919.2	7.13
Кинбел 181СВ	2008	09.07	20.07	11	1406.3	6.72
	2009	14.07	20.07	6	1705.5	6.98

Известно, что между интенсивностью фотосинтеза и площадью ассимилирующей поверхности существуют определенные компенсаторные отношения (Быков, Зеленский, 1982; Колов и др., 2009). В засушливых условиях 2009 г. на фоне снижения содержания хлорофилла фотоассимиляция растения обеспечивалась преимущественно за счет расширения листовой поверхности.

Величину площади листьев и время ее функционирования объединяет фотосинтетический потенциал. В целом за вегетацию по фотосинтетическому потенциалу гибрид Кинбел 181СВ закономерно превосходит Кубанский 101СВ. Однако сопоставление урожайности и фотосинтетического потенциала показывает обратную зависимость между этими показателями. Следовательно, фактическая урожайность в умеренном климате определяется не фотосинтетическим потенциалом посева, а тем, насколько данный потенциал реализуется в конкретной обстановке. Эта закономерность, установленная ранее в условиях Зауралья для более позднеспелых форм (Панфилов, 2004), связана со снижением массы зерен из-за недостатка ресурсов тепла.

Распределение ассимилятов в целом растении происходит в соответствии с потребностью тканей в пластических материалах (Курсанов, 1976). Вещества, образованные в процессе фотосинтеза, расходуются не только на удовлетворение потребностей самого листа (создание аппарата фотосинтеза, комплекса ферментных систем, необходимых для фотосинтетических реакций), но и на построение корневой системы (Андреева, 1969). Позднее ассимиляты направляются к зонам интеркалярного и апикального роста стебля.

В 2008–2009 гг. года с начала вегетации в листьях наблюдалась положительная динамика содержания углерода, завершавшаяся максимумом в фазу цветения и сменявшаяся спадом в связи с оттоком ассимилятов к формирующемуся початку. Это подтверждает существование критического периода углеродного питания (Петинов, Коршунова, 1958), совпадающего с периодом налива зерна.

Максимумы содержания углерода у разновременно созревающих гибридов также различны по величине и времени их наступления. У ультраранего гибрида содержание хлорофилла, углерода и площадь листьев ниже, чем у раннеспелого, однако распределение максимумов этих показателей сбалансировано во времени. В 2009 г. на фоне засухи отмечается существенное снижение содержания углерода в листьях. Одной из причин подобного явления можно считать несбалансированность фотосинтеза и оттока ассимилятов.

ВЫВОДЫ

1. Интенсивность фотосинтеза характеризуется динамикой трех показателей — площади листьев, содержания хлорофилла и углерода. Максимальные значения этих показателей не совпадают во времени. Наибольшее содержание хлорофилла достигается к фазе выметывания, максимумы площади листовой поверхности совпадают по времени с этой фазой, а содержание углерода продолжает нарастать до начала формирования зерна.

2. У ультраранего гибрида разрыв между максимумами перечисленных показателей минимален и составляет 3–4 сут., что косвенно свидетельствует о повышенной эффективности использования природных ресурсов.

3. Результаты исследования не только подтверждают высокую адаптированность ультраранего гибрида к условиям Зауралья, но и объясняют ее на уровне фотосинтетической деятельности растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андреева Т.Ф. Фотосинтез и азотный обмен листьев. М.: Наука, 1969. 200 с.

Быков О.Д., Зеленский М.И. Фотосинтез и продуктивность сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. 1982. Т. 17. № 1. С.14–27.

Колов О.В., Костина Г.И., Буенков А.Ю. Фотосинтетическая продуктивность различных видов сорговых культур // Кукуруза и сорго. 2009. № 5. С. 7–8.

Курсанов А.Л. Транспорт ассимилятов в растении. М.: Наука, 1976. 647 с.

Панфилов А.Э. Культура кукурузы в Зауралье. Челябинск: ЧГАУ, 2004. 356 с.

Петинов Н.С., Коршунова К.М. Продуктивность листового аппарата кукурузы при орошении // Физиология растений. 1958. Т. 5. № 2. С. 141–146.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛУГОВОГО БИОЦЕНОЗА, ДЛИТЕЛЬНО ПОДТАПЛИВАЕМОГО ПРИ ТЕХНОГЕННОМ ПОВЫШЕНИИ УРОВНЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

А.А. Калганов

Институт агроэкологии — филиал Челябинской государственной агроинженерной академии, с. Миасское

Ключевые слова: осушение, фитоценоз, шкала увлажнения, экологический ряд.

В результате открытой выработки и ликвидации угольной шахты «Красная Горнячка» на территории Челябинского угольного бассейна в зоне г. Копейска возникла критическая необходимость в осушении территории, подвергшихся длительному техногенному затоплению высокоминерализованными шахтными и грунтовыми водами. В связи с этим с 2006 г. реализуется проект по снижению уровня озер, в том числе оз. Четвертое, береговые территории которого используются как пастбища.

Цель работы — оценка экологического состояния и развития фитоценозов при осушении береговых территорий, длительно подтапливаемых при техногенном повышении уровня поверхностных вод. Задачи работы: выявление флористического состава и экологической структуры нарушенного и ненарушенного подтоплением фитоценозов.

Работы проведены на пробных площадях, расположенных на территориях, осушение которых проводилось с 2006 по 2009 г., а также на прилегающем целинном участке луга, не подвергшемся подтоплению.

На целинном участке произрастает 31 вид высших сосудистых растений, относящихся к 13 семействам. Наиболее многочисленны по количеству видов семейства Poaceae, Asteraceae, Fabaceae и Brassicaceae. Преобладают мезофитные виды, составляющие основу кормового рациона скота.

Снятие длительного затопления высокоминерализованными поверхностными водами привела к изменению условий почвообразования в сторону осолонцевания, что негативно повлияло на развитие фитоценоза. В первый год осушения отмечено разрастание *Phalaroides arundinacea*, проективное покрытие которого практически достигло 100%. Последующие годы осушения характеризовались увеличением количества мезофитных видов при полном отсутствии ксеромезофитных на протяжении трех лет осушения. Наблюдалось увеличение числа кормовых видов.

При оценке условий местообитания по растительному покрову, предложенной Л.Г. Раменским (1956), целинный луговой фитоценоз находится на ступени увлажнения, соответствующей сухим и свежим лугам, фитоценоз первого года осушения — на ступени болотно-лугового увлажнения. В последующие годы наблюдается смещение условий в сторону более сухих местообитаний.

Таким образом, длительное затопление высокоминерализованными поверхностными и грунтовыми водами и последующее осушение оказали заметное влияние на развитие растительного сообщества. Видовое разнообразие фитоценозов возрастает от простых сообществ ранних стадий вторичных сукцессий до богатых видами более поздних стадий, что способствует восстановлению растительности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Раменский Л.Г. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 472 с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ТЕРРИТОРИИ АРХИТЕКТУРНОГО ПАМЯТНИКА «ДАЧА БАШЕНИНА» (г. САРАПУЛ)

Е.С. Калентьева, В.А. Шадрин

Удмуртский госуниверситет, г. Ижевск

Ключевые слова: флора, растительность, антропогенная трансформация.

Цель исследования — выявление состояния растительного покрова территории архитектурного памятника «Дача Башенина» в г. Сарапуле. Были поставлены следующие задачи: 1) выявить видовой состав растительности и закономерности ее распределения; 2) проанализировать основные флористические параметры; 3) опи-

сать растительные сообщества; 4) изучить основные процессы антропогенной трансформации растительного покрова.

Сбор материала проводился в течение вегетационных сезонов 2008–2009 гг. Использованы метод описания пробных геоботанических площадок и методы сравнительной флористики. Всего на территории площадью 3 га было заложено 49 пробных площадок.

Антропогенные преобразования на территории дачи привели к нарушению естественного ландшафта. Нами выделено 10 экотопов, где развиваются отдельные парциальные флоры. В зависимости от сочетания и уровней проявления антропогенных факторов экотопы объединены в более крупные типологические составляющие в виде 5 биотопов.

В настоящее время выявлено произрастание 210 видов сосудистых растений, относящихся к 142 родам и 49 семействам, что свидетельствует о флористическом богатстве на довольно малой территории. Существенную роль в флоре играют синантропные виды (особенно заносные), появление которых приводит к временному всплеску разнообразия — на их долю приходится 58.6% от общего числа видов. Дальнейший антропогенный прессинг со временем может привести к снижению разнообразия флоры.

Особенности флор, в том числе и их трансформацию, наглядно отражает спектр 10 ведущих семейств, который выглядит следующим образом: Asteraceae (26 видов), Rosaceae (22), Poaceae (19), Fabaceae (14), Ranunculaceae (10), Lamiaceae (9), Scrophulariaceae (8), Brassicaceae (8), Pinaceae (6), Cyperaceae (6). Их доля в целом составляет 61% видов, что соответствует стадии синантропизированной естественной флоры.

Распределение по основным биоморфам (малолетние — 21.9%, многолетние — 78.1%) показывает, что исследуемая территория сохраняет тенденции естественного развития, поскольку для антропогенно трансформированных флор доля малолетников составляет 30% и более.

На территории дачи представлены 49 ценозов, входящих в состав лесных (широколиственные, мелколиственные и смешанные), луговых и антропогенных местообитаний. Более половины (27 ценозов) — рудеральные, среди которых наиболее распространены снытевые, двудомнокрапивные, монетчатовербейниковые и ползучелютиковые.

Таким образом, анализ основных параметров состояния растительного покрова свидетельствует о том, что растительный покров на территории дачи испытывает сильный антропогенный прессинг, но тем не менее он сохраняет тенденции автохтонного развития.

МАКРОЗООФИТОС БЕРЕЗОВСКОГО ЗАЛИВА ВОТКИНСКОГО ПРУДА (УДМУРТСКАЯ РЕСПУБЛИКА)

И.А. Каргапольцева

Удмуртский госуниверситет, г. Ижевск

Ключевые слова: макрозоофитос, фитофильная фауна, водная и прибрежно-водная растительность.

Изучение городских водоемов актуально как в теоретическом отношении (для выявления особенностей сукцессий урбанизированных экосистемах), так и в практическом, поскольку в городских прудах, использующихся в рекреационных целях, может циркулировать ряд эпизоотий.

В литоральной зоне развивается группировка беспозвоночных, связанная с высшей водной растительностью. Ю. Одум (1975) и другие зарубежные гидробиологи относят животное население, связанное с макрофитами, к перифитону. В отечественной гидробиологии эта экологическая группировка известна как фауна зарослей, название которой предусматривает ее экологическую специфику, т.е. приуроченность только к водной растительности. Фауну зарослей называют зоофитосом (Ляхнович, 1965). Ещё Д.А. Ласточкин (1930) при исследованиях фауны зарослей подчеркивал ее экологическую неоднородность, отмечая различную степень приуроченности животных к растениям и их распределение в зависимости от глубины.

Фитофильная фауна в совокупности с водными макрофитами образует единую систему, участвующую в процессах самоочищения водных экосистем. Изучение зависимости распространения сообществ фитофильных макробеспозвоночных от степени и типа зарастания в различных водных объектах разных природных зон может способствовать уточнению оценок ресурсного потенциала водоемов. Подобные исследования могут быть использованы в практических целях при проведении мониторинговых работ.

Цель работы — изучить пространственную структуру сообщества макрозоофитоса Березовского залива Воткинского пруда (Удмуртская Республика). Задачи: 1) выявить видовой состав водных и прибрежно-водных растений Березовского залива; 2) провести картирование растительного покрова; 3) определить таксономическую структуру сообщества фитофильных беспозвоночных; 4) изучить пространственно-временное распределение зоофитоса.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили с мая по октябрь 2009 г. в Березовском заливе Воткинского пруда (г. Воткинск, Удмуртская Республика).

Было заложено 10 трансект, которые охватывали наиболее типичные и распространенные ассоциации водной растительности. На каждой трансекте ежемесячно отбирали по 5 проб зоофитоса. Количественный сбор материала проводился с помощью аллюминевой рамки площадью 0.35 м^2, к которой был пришит газовый мешок. После погружения рамки в воду растения срезали. Далее производился смыв зоофитоса с растений. Для качественной характеристики макрозоофитоса проводили сборы сачком. Животных сразу выбирали из сачка, помещали в герметичную посуду и фиксировали в 4%-ном растворе формальдегида или 70%-ном растворе этилового спирта. Численность и биомассу макрозоофитоса рассчитывали в граммах на 1 кг сырой массы растений.

Проективное покрытие макрофитов оценивали по следующей шкале: 1 — < 10 %, 2 — 10–30 %, 3 — 31–50 %, 4 — 51–70 %, 5 — 70–90 %, 6 — 90–100 %. Классификация водной и прибрежно-водной растительности проведена в соответствии с доминантно-детерминантным подходом (Папченков, 2003).

Воткинский пруд создан в 1759 г. на р. Вотка для нужд Воткинского железоделательного завода. Площадь водного зеркала составляет 18.8 км^2, пруд вытянут по долине р. Вотки на 13 км, максимальная ширина — 2 км, максимальная глубина — 15 м, полный объем водной массы — 85 млн м^3. Березовский залив пруда представляет собой устьевой участок р. Березовки — левобережного притока Воткинского пруда, отгороженный в 80-х годах XX в. от основной части пруда насыпной дамбой, которая перегородила залив, фактически превратив его в обособленный водоем. Протяженность залива составляет 600 м, максимальная ширина — около 150 м (в нижней части у дамбы), средняя глубина — 1.2 м, максимальная — 1.9 м (в нижней русловой части). С момента строительства дамбы по настоящее время идет зарастание и обмеление залива, что рассматривается как следствие нарушения его гидрологического режима. Темпы заиления составляют 154 м^3/год, или 2.0–2.5 см/год. Максимальная мощность донных отложений в пределах залива составляет 5.5 м, преобладают отложения мощностью 3.5–4.5 м (Разработка..., 2002).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Растительность. На акватории Березовского залива выявлено произрастание 180 видов сосудистых растений из 126 родов и 46 семейств. Растительность представлена 53 ассоциациями, объединенными в 30 формаций из двух типов растительности. Наибольшим разнообразием по числу синтаксонов отличается настоящая водная растительность, включающая 24 ассоциации, а наименьшим — гигрогелофитная и травянистая береговая растительность, включающие 5 и 2 ассоциации.

Распределение водных и прибрежно-водных растений на акватории связано преимущественно с эколого-биологическими особенно-

стями растений-ценозообразователей (эдификаторов), приуроченных к определенным глубинам, донным отложениям и степени проточности. Всего зарастанию подвержено 95–97% площади залива.

Макрозоофитос. В составе макрозоофитоса Березовского залива выявлено 186 видов и таксонов более высокого ранга из 71 семейства, 13 отрядов и 6 классов. Наибольшее количество видов характерно для формаций рдестов блестящего и пронзеннолистного, элодеи канадской, стрелолиста обыкновенного, шелковника жестколистного, а наименьшее — в формациях хвоща приречного, вахты, манника большого, осоки острой, рогозов узколистного и широколистного (рис.1).

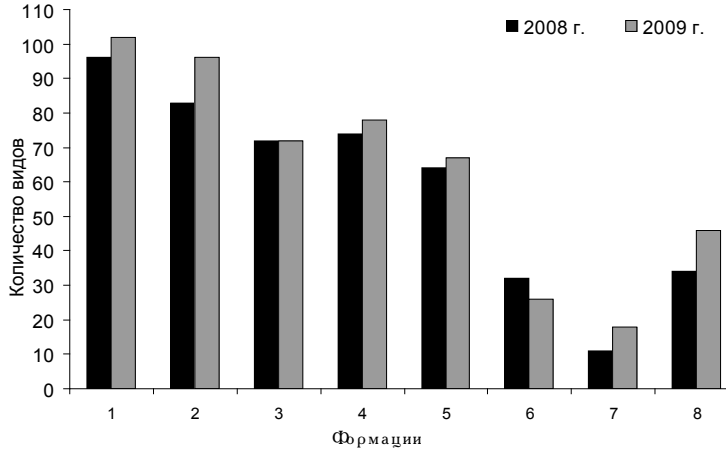


Рис. 1. Соотношение количества видов макрозоофитоса в растительных формациях: 1 — рдест блестящий, 2 — рдест пронзеннолистный, 3 — элодея канадская, 4 — стрелолист обыкновенный, 5 — шелковник жестколистный, 6 — рогоз широколистный, 7 — хвощ приречный, 8 — рясковые.

Максимально средние значения численности и биомассы макрозоофитоса наблюдались в формациях полностью погруженных в воду гидрофитов: рдестов пронзеннолистного (467 экз./кг, или 0.61 г/кг) и блестящего (413 экз./кг, 0.68 г/кг), элодеи канадской (577 экз./кг, 0.54 г/кг), а также в сообществах рясковых (634 экз./кг, 0.72 г/кг), а минимальное — в формациях гидрофитов с плавающими на поверхности воды листьями и низкотравных гелофитов (см. таблицу).

Близкая закономерность наблюдается для индексов Шеннона и выравненности по Пиелу. Значения индексов максимальны в формациях полностью погруженных гидрофитов (рдест блестящий и пронзеннолистный), рясковых и рогоза узколистного, минимальны

Таблица. Численность и биомасса макрозоофитоса в основных растительных формациях

Эдификатор растительной формации	Численность (экз./кг)	Биомасса (г/кг)
Хвощ приречный	23	0.06
Осока острая	17	0.07
Рогоз широколистный	132	0.12
Рогоз узколистный	254	0.48
Тростник южный	26	0.56
Манник большой	46	0.76
Стрелолист обыкновенный	125	0.26
Сусак зонтичный	75	0.13
Шелковник завитой	362	0.29
Рдест блестящий	413	0.68
Рдест пронзеннолистный	467	0.61
Элодея канадский	577	0.54
Кувшинка северный	63	0.07
Кубышка малая	48	0.04
Кубышка Спеннера	15	0.01
Ряска маленькая	635	0.72

— в формациях низкотравных гигрогелофитов (осока острая, хвощ приречный) (рис. 2).

Сообщества зоофитоса не специфичны для какой-либо растительной формации. Ассоциации и формации макрофитов отличаются, главным образом, по количественным показателям функционально связанных с ними сообществ макробеспозвоночных. Качественные отличия проявляются лишь при сравнении групп и классов формаций (рис. 3).

На этих уровнях прослеживаются таксономические различия в структуре зоофитоса. По нашему мнению, комплексы беспозвоночных, топически и трофически зависимые от характера поясно-зонального распределения водной растительности, следует рассматривать в качестве отдельных экологических групп макрозоофитоса, функционально различающихся, пространственно структурированных, играющих разные роли в экосистеме.

Доминирующими группами макрозоофитоса в классе формаций настоящая водная (гидрофитная) растительность (Aquiphytosa genuine) являются Oligocheta (24%; наиболее представлены *Stylaria lacustris, Nais simplex, Limnodrilus hoffmeister),* Gastropoda (15%; доминируют *Lymneae balthica, Anisus vortex, Phisa adversa),* Odonata (15%; доминируют *Erythromma najas, E. viridulum, Coenagrion hastulatum, C. armatum).*

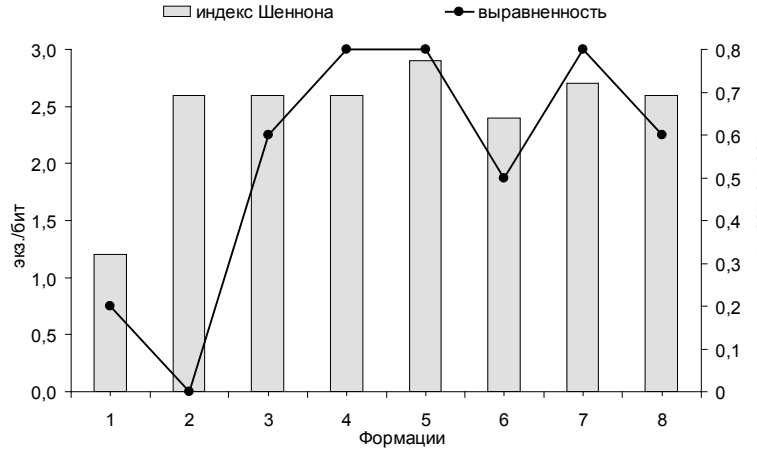


Рис. 2. Значения индекса Шеннона (H) и выравненности по Пиелу в основных растительных формациях Березовского залива. Формации: 1 — хвоща приречного, 2 — элодеи канадской, 3 — рогоза широколистного, 4 — рдеста блестящего, 5 — рдеста пронзеннолистного, 6 — стрелолиста обыкновенного, 7 — шелковника жесткольстного, 8 — рясковых.

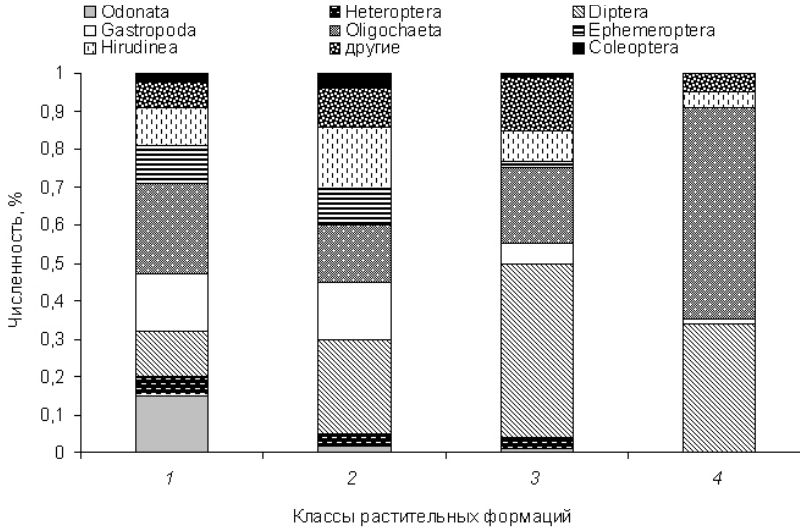


Рис. 3. Соотношение таксономических групп макрозоофитоса в исследованных классах растительных формаций: 1 – Aquiphytosa genuina; 2 – Aquiherbosa helophyta; 3 – Aquiherbosa hygrohelophyta; 4 –Riparophytosa herbosus.

В классе прибрежно-водная растительность (Aquiherbosa vadosa) наиболее представлены по численности отряды Diptera (25%), Gastropoda (15%), Hirudinea (16%), Oligocheta (15%). Из пиявок преобладают *Helobdella stagnalis, Erpobdella octoculata, Glossiphonia complanata, Protoclepsis tessulata*.

В классе формаций гигрогелофитная растительность (Aquiherbosa hygrohelophyta) доминирующие группы — Diptera (46%) и Oligocheta (20%), а в классе формаций травянистая береговая растительность (Riparophytosa herbosus) — Oligocheta (56%) и Diptera (34%).

Таким образом, результаты сравнения видового состава фауны макрозоофитоса показали высокий уровень сходства изученных групп гидробионтов, функционально связанных с формациями Potameta lucentis, Potameta perfoliati, Potameta pusilli, Elodeeta canadensis, Sagittarieta sagittifolii, Batrachieta, принадлежащих к одному классу растительности. Наименьшее сходство наблюдалось при сравнении фаунистических комплексов, связанных с различными классами и группами формаций.

ВЫВОДЫ

1. На акватории Березовского залива выявлено произрастание 180 видов сосудистых растений из 126 родов и 46 семейств. Растительность представлена 53 ассоциациями, объединенными в 30 формаций из двух типов растительности.

2. В составе макрозоофитоса Березовского залива выявлено 186 видов и таксонов более высокого ранга из 71 семейства, 13 отрядов и 6 классов. Сообщества зоофитоса не являются специфичными для какой-либо растительной формации.

3. Ассоциации и формации макрофитов отличаются главным образом по количественными показателям функционально связанных с ними сообществ макробеспозвоночных. Качественные отличия проявляются лишь при сравнении групп и классов формаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ласточкин Д.А. Ассоциация животного населения береговой области Переяславского озера. Иваново-Вознесенск: Изд-во Иваново-Вознесенского политехн. ун-та, 1930. 88 с.

Ляхнович В.П. Повышение естественной кормовой базы рыб в прудах путем удобрения // Вопросы гидробиологии: Тез. докл. I съезда Всесоюз. гидробиол. об-ва. М., 1965. С. 260–267.

Одум Ю. Основы экологии: М.: Мир, 1975. 740 с.

Папченков В.Г. Доминантно–детерминантная классификация водной растительности // Гидроботаника: методология, методы: Мат-лы школы по гидроботанике. Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2003. С. 126–132.

Разработка программы мероприятий по оздоровлению Березовского залива Воткинского пруда: Научный отчет. Ижевск, 2002. 148 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РОСТА, ИЗМЕНЧИВОСТИ РАЗМЕРОВ И ОКРАСКИ РАКОВИНЫ АФРИКАНСКИХ УЛИТОК АХАТИН (*ACHATINA FULICA*)

Л.Е. Кац

МОУ Экологический лицей № 3 Ленинского района, г. Екатеринбург

Ключевые слова: улитка ахатина, изменчивость раковины, разнообразие кормов, плотность посадки.

Цель работы — определение вероятных факторов, влияющих на скорость роста и изменчивость размеров и окраски раковины африканских тропических улиток ахатин (*Achatina fulica*). Задачи: 1) установить, существует ли зависимость размера и качества раковин улиток от состава и разнообразия корма; 2) проверить гипотезу о том, что растительные пигменты, содержащиеся в пище, могут повлиять на окраску раковины улиток; 3) оценить влияние «плотности» посадки на рост и развитие улиток.

Материалом для работы послужили 60 улиток, родившихся 23 мая 2009 г. и являющихся потомками двух годовалых улиток. Было сформировано три группы по 20 особей. Улитки 1-й группы получали только растительные корма с повышенным содержанием пигмента каротина (морковь, свекла, красный перец, красные яблоки). Улиток 2-й группы кормили водянистыми зелеными кормами (капуста, огурцы, зеленые яблоки, листья молочая). В 3-й группе улитки получали смешанный рацион питания, включающий оба типа кормов. Каждую группу из 20 особей разбили на две подгруппы с разной плотностью посадки животных — по 6 и 14 особей, в контейнерах равного объема. В возрасте 7 мес. у улиток были замерены: длина, максимальная ширина раковины и диаметр устья (мм), а также число оборотов раковины и масса тела (г). Основные расчеты, включая одно- и двухфакторный дисперсионный анализ, проводили в программе PAST (Hammer et al., 2001).

Установлено, что улитки из «смешанной» группы, получающие разнообразный корм, по размерам раковины достоверно крупнее улиток «красной» и «зеленой» групп. При этом «красные» улитки оказались крупнее «зеленых». Возможно, это связано с большим содержанием каротина и витамина А в моркови и их влиянием на рост. В частности, средняя длина раковины для особей из «смешанной» группы составила 64.9 ± 1.9 мм, масса тела — 30.6 ± 2.4 г, для «красной» – 62.4 ± 1.8 мм и 27.8 ± 1.8 г, а для «зеленой» — 57.4 ± 1.6 мм и 24.3 ± 2.4 г соответственно При сравнении выборок были выявлены однородность дисперсий и достоверные межгрупповые различия ($F = 4.41$; $p = 0.02$). Обнаружено, что раковины улиток первой («крас-

ной») группы имеют красноватый оттенок, окраска раковин второй («зеленой») группы бледная, светло-коричневого цвета, а в «смешанной» группе большинство улиток имеет полосатые раковины (в те дни, когда в корме присутствовала свекла, на раковинах формировалась отчетливая темная полоска).

Изучение влияния плотности посадки на рост улиток показало, что во всех подгруппах с высокой плотностью размеры раковины и масса тела достоверно меньше, чем в подгруппах с более разреженными и комфортными условиями содержания. Например, средняя длина раковин в «зеленой» группе в подгруппе с 14 особями составляет 54.2 ± 1.3 мм, а в подгруппе с 6 особями — 61.5 ± 1.3 мм. Двухфакторный дисперсионный анализ показал, что различия между экспериментальными группами выражены сильнее, чем при изучении влияния типа корма, т.е. «плотность» влияет на рост улиток сильнее, чем «тип и разнообразие кормов».

Автор благодарит своих руководителей — ведущего научного сотрудника ИЭРиЖ УрО РАН, д-ра биол. наук И.А. Васильеву и учителя высшей категории С.Г. Финк за полезные советы по организации экспериментов и помощь при статистической обработке материала, а также родителей за постоянную поддержку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. 4(1). 9 p. Режим доступа: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.html (program).

ВОЗРАСТНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ В МОРФОТИПИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ МОЛЯРОВ ПОЛЕВКИ-ЭКОНОМКИ (*MICROTUS OECONOMUS* PALL.) НА ПРИПОЛЯРНОМ УРАЛЕ

Ю.Э. Кропачева

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

Ключевые слова: морфологическая изменчивость, морфотипы моляров, относительный возраст, *Microtus oeconomus.*

Исследования морфологической изменчивости моляров некорнезубых полевок из виварных популяций с помощью прижизненного снятия слепков с жевательной поверхности показали, что рисунок жевательной поверхности может изменяться на постювенильных стадиях развития (Чепраков, 1983; Коурова, 1985, 1986). Это делает

актуальной проблему учета возрастной изменчивости при исследовании морфологических особенностей моляров серых полевок из природных популяций.

Цель работы — сравнить морфотипические характеристики m1 и M3 в разных возрастных классах природной популяции полевки-экономки.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Изучено 153 черепа *M. oeconomus hahlovi* Scalon (Приполярный Урал, 66°55' с.ш., 65°45' в.д. (отловы В.С. Балахонова из коллекции музея ИЭРиЖ УрО РАН).

Относительный возраст животных определяли.по методике оценки зрелости черепа обыкновенной полевки (Башенина, 1953; Ларина, Лапшов, 1974). По степени сформированности 16 краниальных структур было выделено шесть онтогенетических стадий, которые могут рассматриваться как возрастные классы. Первый возрастной класс (неоформившаяся жевательная поверхность зуба) был исключен из анализа.

При оценке морфотипических особенностей моляров учитывали степень их усложнения, выраженную в появлении дополнительных выходящих углов на буккальной и лингвальной сторонах зубов, а также количество разделений и слияний треугольных петель на жевательной поверхности моляров. По количеству входящих и выходящих углов на M3 они были отнесены к морфотипам, каждому из которых в зависимости от сложности была присвоена балльная оценка: 1 — *typica* (буккальная сторона не имеет дополнительных выходящих углов); 2 — *duplicata* (на буккальной стороне один дополнительный выходящий угол); 3 — *variabilis* (на лингвальной или буккальной сторонах два дополнительных выходящих угла); 4 — *complex* (на лингвальной и буккальной стороне по два дополнительных выходящих угла). Для m1 также были выделены морфотипы, различающиеся по степени сложности, которым соответствуют следующие баллы: 0 — лингвальная и буккальная стороны не имеют дополнительных выходящих углов; 1 — на лингвальной стороне есть, а на буккальной стороне нет дополнительных углов; 2 — на лингвальной стороне есть, а на буккальной стороне намечается дополнительный угол; 3 — на лингвальной и буккальной сторонах есть дополнительные углы.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Морфотипический состав и соотношение количества разделений и слияний треугольных петель на жевательной поверхности M3 и m1 не различаются во всех возрастных классах животных. Соотношение долей морфотипов M3 также не различается в разных возраст-

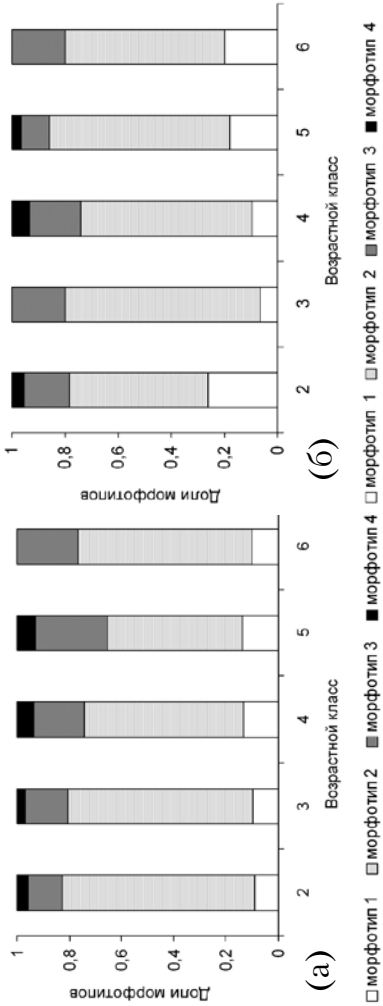


Рис. 1. Соотношение морфотипов третьих верхних моляров в разных возрастных классах:
а — правые моляры,
б — левые моляры.

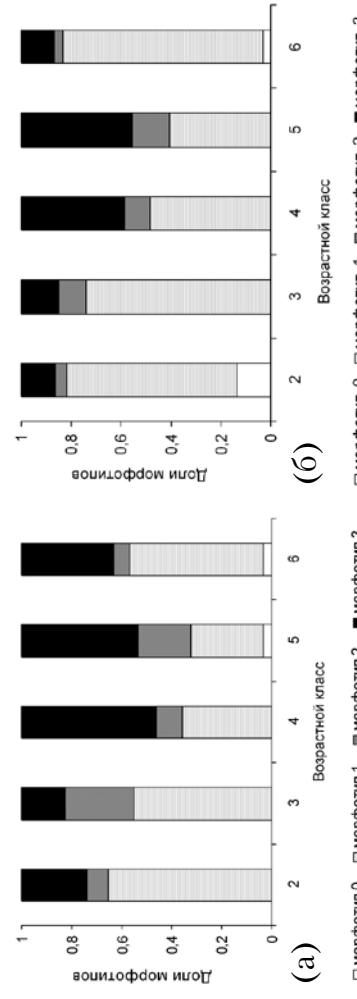


Рис. 2. Соотношение морфотипов первых нижних моляров в разных возрастных классах:
а — правые моляры,
б — левые моляры.

ных классах (Kruskal-Wallis *H*) (рис.1), но для морфотипов m1 такие различия наблюдаются (H (4, N= 136) =18.45, p =0.001 — для m1sin), (H (4, N=138) =9.0, p =0.02 — для m1dex) (рис. 2).

Таким образом, в разных возрастных классах природной популяции полевки-экономки различается соотношение долей морфотипов первых нижних моляров, по остальным исследованным морфотипическим характеристикам m1 и M3 различий между возрастными классами не обнаружено.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 08–04–00663), РФФИ-Урал (10–04–96102), Президиума РАН (программа «Эволюция геобиологических систем» № 09-П-4–1001), программы развития ведущих научных школ (НШ-3260.2010.4) и научно-образовательных центров (контракт 02.740.11.0279).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Башенина Н.В. К вопросу об определении возраста обыкновенной полевки (*Microtus arvalis* Pall.) // Зоол. журн. 1953. Вып. 4. С. 730–743.

Ларина Н.И., Лапшов В.А. К методике выделения возрастных групп у некорнезубых полевок // Физиологическая и популяционная экология животных: Межвузовский научн. сб. Саратов, 1974. Вып. 2 (4). С. 92–97.

Коурова Т.П. Возрастная изменчивость формы и размера жевательной поверхности M^3 и M_1 полевки Миддендорфа // Исследования мелких млекопитающих на Урале (Проблемы териологии на Урале). Свердловск, 1985. С. 22–24.

Коурова Т.П. Изменение рисунка жевательной поверхности зубов трех видов полевок на постювенильных стадиях развития // IV съезд Всесоюзного териологического общества: Тез. докл. М., 1986. Т. 2. С. 65.

Чепраков М.И. Возрастная изменчивость формы жевательной поверхности коренных зубов желтобрюхого лемминга // Экология, человек и проблемы охраны природы: тез. докл. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. Свердловск, 1983. 107–109.

ЖИВОТНЫЕ С «ГИПЕРТРОФИРОВАННОЙ» СЕЛЕЗЕНКОЙ: МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ ПОРТРЕТ

У.И. Кундрюкова

Уральская государственная сельскохозяйственная академия, г. Екатеринбург

Ключевые слова: рыжая полевка, селезенка, спленомегалия, гиперплазия.

Настоящая работа является продолжением исследования микроморфологии чрезмерно увеличенной селезенки мышевидных грызунов — изменения, известного среди экологов как феномен «гипертрофированной» селезенки (Башенина, 1981; Ивантер и др., 1985;

Оленев, Пасичник, 2003; и др.). Такое изменение органа без гистологического анализа может быть интерпретировано как спленомегалия (от греч. *spleen* — селезенка и *megas* — большой) — патологическое увеличение органа неясной этиологии. Из медицинской и ветеринарной практики известно, что спленомегалия — характерный ответ селезенки на множество патологических состояний. В большинстве случаев она не является первичной патологией в организме, а сопутствует какому-то другому основному патологическому процессу. Иными словами, селезенка орган, который одним из первых реагирует на различные поломки организма и которым организм «жертвует» наименее безболезненно. Не случайно при многих патологиях селезенки показана спленэктомия (хирургическое удаление).

Нами с помощью гистологического анализа в увеличенных селезенках рыжих полевок выявлены различные типы патоморфологических изменений, сопровождающих спленомегалию. Наиболее часто встречались гиперплазии (увеличение числа структурных элементов тканей путем их избыточного новообразования) защитного (реактивного) типа, относящиеся к компенсаторно-приспособительным процессам (Кундрюкова, 2009; Мухачева и др., 2009). Высокая изменчивость массы и размеров так же, как и обратимость гиперплазий свидетельствуют о «стратегии» селезенки как органа «быстрого реагирования».

Следующим шагом нашего исследования микроморфологии увеличенной селезенки (и поиска причин феномена) стал комплексный морфологический анализ животных со спленомегалией. Для 10 особей рыжей полевки (*Myodes* [*Clethrionomys*] *glareolus* Schreber, 1780), имеющих селезенку массой более 400 мг, на основании размерно-весовых характеристик и особенностей макро- и микроморфологии внутренних органов составлены «морфологические портреты».

Животные были отловлены в сентябре и октябре 2009 г. в лесных биогеоценозах Среднего Урала: 5 экз. — на территории Висимского государственного природного биосферного заповедника (ВГЗ); 5 экз. — в районе Среднеуральского медеплавильного завода (СУМЗ), в буферной и фоновой зонах, на расстоянии 7–20 км от завода. У животных измеряли массу и размеры тела, массу органов (см. таблицу); по состоянию тимуса и репродуктивных желез определяли репродуктивно-возрастную группу (неполовозрелые сеголетки — juv, половозрелые сеголетки — sad, перезимовавшие особи — ad). Внутренние органы (селезенку, тимус, печень, почки, надпочечники, легкие, репродуктивные органы) фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина, готовили гистологические срезы с использованием парафиновой заливки и окрашиванием гематоксилином-эозином (Роскин, 1951).

Осенью 2010 г. рыжие полевки со спленомегалией из ВГЗ составляли 17.8% от всех пойманных животных, из района СУМЗа — 9.1%.

Таблица. Экстерьерные и интерьерные признаки рыжей полевки с увеличенной селезенкой (особи №1-5 — район ВГЗ, № 6-10 — район СУМЗа)

Признак	№ особи									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пол	m	m	m	m	m	m	f	m	f	m
Репродуктивно-возрастная группа	juv	sad	sad	sad	juv	sad	ad	sad	sad	juv
Масса тела, г	17.5	18.3	24.0	-	18.6	19.1	31.6	20.4	27.0	20.2
Длина тела, мм	93	87	102	-	88	100	115	103	103	95
Масса селезенки, мг	946	478	964	1116	766	888	1014	658	996	1098
Индекс селезенки мг/ г	54.1	26.1	40.2	-	41.2	46.5	32.1	32.9	36.9	54.4
Тимус, мг	26	6	0	0	22	16	0	28	16	68
Масса печени, мг	1300	1152	2158	1794	1452	1318	2170	1536	2284	1326
Масса почки, мг	120	122	180	188	122	116	210	130	190	124
Масса надпочечника, мг	4	4	6	6	4	2	14	4	6	2
Масса семенников, мг	8	18	44	43	4	34	-	20	-	10
Масса семенных пузырьков, мг	-	34	28	8	-	46	-	14	-	-

Примечание – прочерк означает отсутствие данных.

Спленомегалия регистрировалась у животных обоего пола и всех репродуктивно-возрастных групп. Индекс селезенки (отношение массы органа к массе тела) у обследованных животных оказался выше 10 мг/г — условно принятого значения, определяющего границу между нормальной и увеличенной селезенкой (Оленев, Пасичник, 2003); при этом у неполовозрелых сеголеток он был больше по сравнению с другими группами животных. Увеличенные селезенки отличались от нормальных не только размерами и массой, они имели темно-бурый цвет, плотную консистенцию, при разрезе — однородную структуру.

Все остальные рассмотренные экстерьерные и интерьерные признаки полевок были в норме и соответствовали их возрасту и репродуктивному состоянию (см. таблицу), а при макроскопическом обследовании патологических изменений не выявлено.

При исследовании микроморфологии селезенки у всех особей регистрировали гиперпластические изменения — разрастание соединительной ткани и метаплазию (от греч. *metaplásso* — преобразую, превращаю; стойкое превращение одной разновидности ткани в другую, отличную от первой морфологически и функционально). В данном случае метаплазия (плазмоклеточное перерождение) представляет собой трансформацию клеток красной и белой пульпы селезенки в клетки плазматического ряда и ведет к нарушению функций тканей. У животных наблюдали разную степень гиперпластических изменений. При этом фолликулы (или лимфоидные узелки, компоненты белой пульпы селезенки, отвечающие за иммунную функцию органа) в некоторых случаях сохраняли свои контуры и герминативные центры, т.е. были функциональны, в других — были полностью или частично редуцированы. Иногда регистрировали только фрагменты белой пульпы — конгломераты неупорядоченных лимфоидных клеток. Полная редукция лимфоидных фолликулов и замещение их соединительной тканью зарегистрирована в двух случаях — у перезимовавшей самки (№ 7) и неполовозрелого самца (№ 10) и, по-видимому, не связана с репродуктивно-возрастным статусом животного.

В печени, легких, почках, семенниках выявлены различные патоморфологические изменения, которые, во-первых, носили очаговый характер, во-вторых, встречались и у животных с нормальной селезенкой; во всех случаях органы животных оставались функциональными. Исключением являлась перезимовавшая самка (№ 7) с декомпозицией всех внутренних органов, обусловленной возрастом. К возрастным изменениям относили также инволюцию тимуса, семенников и придаточных желез у половозрелых сеголеток.

Анализ микроморфологии нескольких органов у каждой особи позволил исключить ряд возможных причин спленомегалии. Например, отсутствие в надпочечниках животных морфологических изме-

нений, обычно соответствующих стресс-реакции (увеличение коры надпочечников, истончение капсулы, вакуолизация эндокриноцитов клубочковой зоны и др.), позволило исключить ее как возможную причину спленомегалии. Из-за отсутствия в пульпе увеличенной селезенки эозинофилов была исключена аллергическая реакция и т.д.

Полученные результаты позволяют предположить, что увеличение размеров селезенки связано с иммунодефицитным состоянием животных. Морфологическим свидетельством этого является плазмоклеточное перерождение тканей селезенки, приводящее к потере иммунной функции органа. Однако наши предварительные выводы должны быть подкреплены специальными исследованиями.

Автор благодарит д-ра вет. наук Л.И. Дроздову, канд. биол. наук Ю.А. Давыдову и канд. биол. наук С.В. Мухачеву за обсуждение работы.

Работа проведена при финансовой Поддержке программы научно-образовательных центров (контракт 02.740.11.0279).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Башенина Н.В. Европейская рыжая полевка. М.: Наука, 1981. 352 с.

Ивантер Э.В., Ивантер Е.В., Туманов И.Л. Адаптивные особенности мелких млекопитающих. Л.: Наука, 1985. 317 с.

Кундрюкова У.И. Гистологический анализ «гипертрофированной» селезенки рыжей полевки // Эволюционная и популяционная экология (назад в будущее). Екатеринбург: Изд-во «Гощицкий», 2009. С. 93–97.

Мухачева С.В., Давыдова Ю.А., Дроздова Л.И., Кундрюкова У.И. Увеличенная селезенка мелких млекопитающих: экологические и гистологические аспекты // Животный мир горных территорий. М.: Т-во научных изданий КМК. 2009. С. 370–376.

Оленев Г.В., Пасичник Н.М. Экологический анализ феномена гипертрофии селезенки с учетом типов онтогенеза цикломорфных грызунов // Экология. 2003. № 3. С. 208–219.

Роскин Г.И. Микроскопическая техника. М.: Сов. наука, 1951. 447 с.

КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ МЕДОНОСНО-ПЕРГАНОСНОЙ ФЛОРЫ ЗАПОВЕДНИКА «ШУЛЬГАН-ТАШ» ПО РЕСУРСНОЙ РОЛИ

Р.Г. Курманов

Башкирский госуниверситет, г. Уфа

Ключевые слова: медоносные виды, мелиссопалинологический анализ, перганосные виды, перганосно-медоносные виды.

Для сохранения и дальнейшего изучения бурзянской бортевой пчелы, представляющей собой одну из шести локальных популяций

пчел среднерусской расы в России (Биоресурсы..., 2008), необходимо сохранение естественной медоносной флоры заповедника «Шульган-Таш», так как многочисленные энтомофильные растения, произрастающие в заповеднике, являются ее основной кормовой базой.

Достоверное определение медоносной флоры региона невозможно без проведения мелиссопалинологического анализа (Jones, Bryant, 1996, Δημου, 2008). Исследуя продукты пчеловодства (мед, перга, обножка) при помощи пыльцевого анализа, можно определить основные и сопутствующие виды перганосов и медоносов, что имеет большое практическое значение для организации и сохранения кормовой базы пчеловодства (Андреев, 1925, 1926; Губин, 1937; Глухов, 1955; Белкова, 1973; Δημου, 2008).

Цель настоящей работы — выявление ресурсной роли флоры заповедника «Шульган-Таш». Задачи: 1) сбор, гербаризация пыльценосных видов растений заповедника и приготовление микропрепаратов из их пыльцы; 2) определение состава пыльцы в обножках, бортевой перге, образцах бортевого и ульевого меда; 3) выявление ресурсной роли видов флоры заповедника и их классификация с выделением медоносных, медоносно-перганосных и перганосных видов.

Сбор пыльценосных растений проводился в 2004–2007 гг. на территории пасек «Байсалян», «Бала-Тукай», «Шульган-Таш» и на урочище «Колон-ульган», где располагалась контрольная борть № 496. Составлен гербарий из 318 видов растений, относящихся к 49 семействам и 203 родам, из них 301 — травы, 17 — деревья и кустарники. Отдельно собирали образцы пыльцы данных видов растений, из которых было приготовлено 318 постоянных микропрепаратов.

Отбор обножек производился при помощи пыльцеуловителя через каждые 7 дней с момента выставки пчел до поздней осени. При этом использовалась одна сильная семья на каждой из трех пасек с рамочными ульями и одна контрольная пчелиная семья — в борти. Отбор обножек проводился в течение трех лет (2003–2005 гг.). Образцы были разделены на группы по цвету (в диапазоне от белого до темно-коричневого), после чего был изучен их пыльцевой состав.

Исследование бортевой перги проводилось весной 2005 г. Для анализа из борти был извлечен фрагмент сота с перезимовавшей пергой.

Пробы ульевого и бортевого меда для анализа их ботанического происхождения отбирали в течение трех лет (2006, 2008, 2009 гг.), всего 48 проб: 18 образцов с пасек и 30 — из бортей заповедника «Шульган-Таш» и заказника «Алтын Солок». Пробы меда хранили в пластиковых емкостях с плотными крышками и этикетками с указанием места сбора.

При подготовке микропрепаратов из образцов продуктов пчеловодства применяли разные методики. При идентификации пыльцевых зерен были использованы контрольные микропрепараты пыльцы и их рисунки, а также атласы пыльцевых зерен (Кремп, 1967; Erdtman, 1943; Halbritter et al., 2009) и электронные базы данных пыльцы (PONET, PalDat, Mediterranean atlas). После идентификации всех видов пыльцевых зерен, присутствующих в микропрепарате, проводился их количественный подсчет, с помощью непрерывных трансект, перпендикулярных продольной оси препарата и расположенных регулярно.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В составе 365 отобранных образцов обножек выявлена пыльца 134 видов растений, которые относятся к 34 семействам. Наиболее широко представлены сем. Asteraceae, Fabaceae, Apiaceae, Ranunculaceae, Rosaceae. В изученных образцах доминирует пыльца 67 видов. В список основных перганосов (табл. 1) включены виды, доля пыльцы которых в суммарных образцах за периоды сезона превышает 5%.

В составе бортевой перги идентифицирована пыльца 37 видов растений, при доминировании пыльцы двух видов: *Origanum vulgare* и *Angelica archangelica* (>45%).

В образцах ульевого меда идентифицирована пыльца 126 видов растений, которые относятся к 99 родам и 30 семействам. Число выявленных видов в пробах варьирует от 11 до 32. Основной медосбор ведется с *Tilia cordata*. Содержание пыльцевых зерен данного вида в пробах ульевого меда колеблется от 28.2 до 78.9%.

В результате анализа образцов бортевого меда выявлена пыльца 145 видов, которые принадлежат к 34 семействам и 109 родам. В пробах число выявленных видов варьирует от 13 до 46. Мелиссопалинологический анализ показал, что в 13 образцах доминирует пыльца *Tilia cordata* (в основном пробы из южной части заповедника), в 10 — *Filipendula ulmaria* (пробы из восточной части заповедника и северной части заказника «Алтын Солок»), в 3 — *Sanguisorba officinalis* (пробы из южной части заказника), в 4 — видов сем. Fabaceae: *Amoria repens, A. montana, Vicia cracca, Medicago falcata* (большая часть образцов из южной части заповедника). Пыльца *Tilia cordata* присутствует во всех образцах бортевого меда, кроме одной пробы с урочища Калгасау, причем ее содержание варьирует достаточно широко — от 1.2 до 67.2% (в среднем — 23.3%).

Кластерный анализ исследованных продуктов пчеловодства позволил выявить два класса образцов: обножка и мед (рис. 1). При этом пробы ульевого меда объединяются в группу на относительно высоком уровне сходства, а перга представляет собой монокластер,

Таблица 1. Основные виды перганосов по результатам анализа обножек

Вид	Периоды (доля пыльцы в суммарных образцах за период, %)		
	до цветения *T. cordata**	во время цветения *T. cordata*	после цветения *T. cordata*
Число проб, шт.	191	72	102
Общее число видов, шт.	78	55	58
Число доминирующих видов, шт.	38	21	29
Bunias orientalis	10.5 (50.6)	6.9 (38.4)	1.1 (31.2)
Bistorta major	10.0 (86.2)	2.8 (37.1)	-
Padus avium	7.3 (70.4)	-	-
Salix spp.	7.3 (62.1)	-	-
Centaurea sibirica	6.3 (26.8)	-	-
Taraxacum officinale	3.7 (62.3)	-	6.6 (65.5)
Filipendula ulmaria	1.6 (30.3)	20.8 (47.2)	5.5 (50.4)
Angelica archangelica	4.2 (53.2)	12.5 (60.2)	1.1 (62.1)
Tilia cordata	-	11.1 (56.3)	-
Chamerion angustifolium	0.5 (65.3)	6.9 (76.4)	4.4 (76.8)
Heracleum sibiricum	-	5.6 (28.7)	2.2 (71.0)
Campanula cervicaria	-	5.6 (93.9)	1.1 (30.5)
Origanum vulgare	-	-	14.3 (75.6)
Vicia cracca	-	-	14.3 (45.6)
Sanguisorba officinalis	-	-	7.7 (50.6)
Centaurea pseudophrygia	-	-	7.7 (45.9)
Trifolium medium	-	2.8 (60.6)	5.5 (36.6)
Veronica spuria	-	-	5.5 (84.8)

Примечание – доля пыльцы (%) в суммарных образцах за период (в скобках – ресурсное значение, %). Номенклатура видов дана по С.К. Черепанову (1995).

объединяющийся на предпоследних шагах в совокупность образцов бортевого и ульевого меда. Другими словами, обножка и мед имеют разный пыльцевой состав, а пыльцевой состав ряда бортевых медов имеет сходство с обножками ввиду наличия высокой доли в них перги. Отдельную компактную группу образует большинство образцов ульевого меда, в составе которых отсутствует перга.

В результате мелиссопалинологического анализа удалось идентифицировать пыльцу 203 видов растений. Оценку ресурсной роли растений заповедника проводили с помощью однофакторного дисперсионного анализа (табл. 2). Для сравнения выбраны две группы.

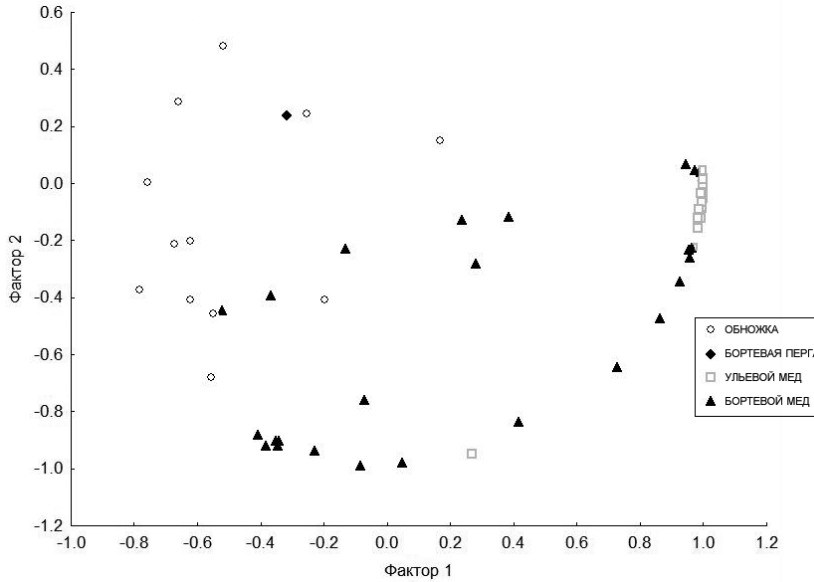


Рис. 1. Результаты однофакторного дисперсионного анализа образцов продуктов пчеловодства заповедника «Шульган-Таш» и заказника «Алтын Солок».

В первую включены образцы обножек и ульевых медов, собранные в южной части заповедника. Во второй группе мы сравнивали образцы ульевого и бортевого меда, отобранные с пасеки и бортей поляны «Бала-Тукай». Значимое преобладание пыльцы отдельных видов в бортевом (где основную массу пыльцы представляет перговая пыльца) или ульевом (пыльца медоносных растений) меде позволяет классифицировать идентифицированные в образцах меда виды растений как соответственно перганосные или медоносные.

Различия между средними значениями оказались значимыми в обоих случаях лишь для *Tilia cordata*, а для *Bunias orientalis* — в паре «обножка — ульевой мед». Следовательно, *Tilia cordata* является преимущественным медоносным видом, а *Bunias orientalis* — перганосным. Остальные вовлеченные в анализ растения (31 вид) отнесены к группе перганосно-медоносных видов. Данные для 170 других видов не анализировались, в связи с их недостаточной представленностью в образцах, поэтому их ресурсное значение выявляли по доминированию пыльцы в изученных продуктах пчеловодства.

По ресурсному значению виды распределены по четырем группам (рис. 2). Самая многочисленная (114 видов) — группа медонос-

Таблица 2. Результаты дисперсионных анализов

Виды растений	Обножка – ульевой мед			Ульевой мед – бортевой мед		
	F	*p*-значение	*F* крит.	*F*	*p*-значение	*F* крит.
Barbarea vulgaris	1.87	0.22	5.99			
Bupleurum longifolium	1.76	0.26	7.71			
Digitalis grandiflora	0.42	0.54	5.59			
Geum rivale	0.01	0.95	5.12			
Geum urbanum	0.14	0.72	5.12			
Tilia cordata	**170.03**	**2.20E-12**	**4.26**	**17.07**	**0.00057**	**4.38**
Bunias orientalis	**25.25**	**0.00015**	**4.54**	1.74	0.23	5.59
Amoria montana	0.38	0.55	4.6	4.84	0.05	4.96
Angelica archangelica	0.32	0.58	4.26	0.41	0.53	4.41
Centaurea pseudophrygia	0.83	0.38	4.75	4.79	0.05	4.96
Chamerion angustifolium	1.05	0.34	5.32	0.02	0.88	5.12
Filipendula ulmaria	0.01	0.93	4.3	1.37	0.26	4.45
Filipendula vulgaris	0.95	0.35	4.75	0.08	0.79	5.99
Heracleum sibiricum	0.07	0.79	4.32	1.98	0.18	4.54
Origanum vulgare	0.92	0.35	4.41	4.31	0.06	4.75
Seseli libanotis	0.04	0.84	4.45	0.03	0.86	4.45
Veronica teucrium	0.21	0.65	4.67	2.07	0.18	4.96
Vicia cracca	3.88	0.08	4.96	0.82	0.39	5.12
Chaerophyllum prescottii	0.84	0.38	4.96	0.94	0.35	4.54
Nepeta pannonica	3.06	0.12	5.59	0.73	0.4	4.49
Rosa glabrifolia	3.71	0.08	4.84	0.02	0.89	4.96
Sanguisorba officinalis	0.19	0.68	6.61	0.96	0.34	4.54
Silaum silaus	5.81	0.06	6.61	0.06	0.81	5.12
Centaurea scabiosa	0.01	0.91	4.96	0.29	0.6	5.12
Angelica sylvestrys				0.56	0.48	5.99
Arctium tomentosum				3.95	0.07	4.75
Bistorta major				0.68	0.43	5.12
Chelidonium majus				2.96	0.1	4.49
Cicerbita uralensis				0.15	0.71	5.59
Knautia tatarica				0.1	0.76	5.59
Serratula coronata				1.69	0.26	7.71
Solidago virgaurea				1.36	0.28	5.59
Trifolium pratense				0.04	0.84	5.99

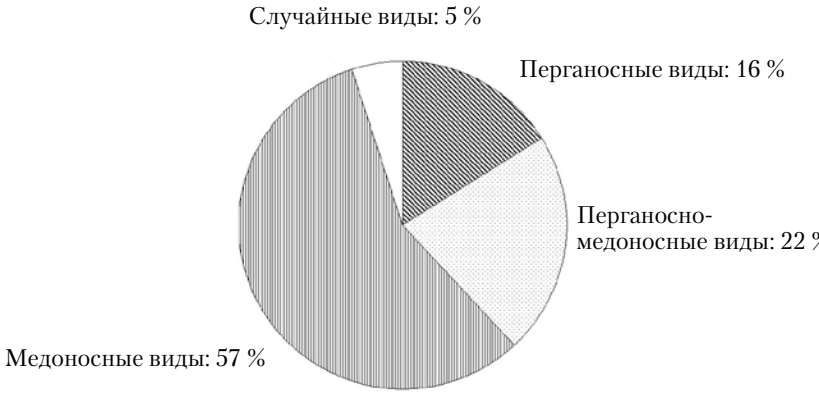


Рис. 2. Соотношение групп растений медоносно-перганосной флоры заповедника «Шульган-Таш» по ресурсному значению.

ных растений (*Tilia cordata, Amoria repens, Rubus idaeus, Echium vulgare, Aegopodium podagraria* и др.). Пчелы посещают цветки данных видов для сбора нектара, о чем свидетельствует высокая доля их пыльцы в пробах меда. В обножках пыльца этих видов представлена в меньшей степени. Несмотря на столь высокое разнообразие медоносов, основным источником нектара для бурзянских бортевых пчел является *Tilia cordata*.

Промежуточная группа перганосно-медоносных растений включает 45 видов (*Heracleum sibiricum, Chaerophyllum prescottii, Amoria montana, Chamerion angustifolium, Sanguisorba officinalis, Filipendula ulmaria, Origanum vulgare* и др.). В данную группу входят ценные виды, обеспечивающие непрерывный взяток нектара и пыльцы.

К перганосным видам, пыльца которых доминирует в обножках, присутствует в перге и практически отсутствует в пробах ульевого меда, относятся 33 вида (*Adonis vernalis, Cannabis ruderalis, Quercus robur, Bunias orientalis* и др.). Среди них преобладают весенние и раннелетние анемо– и энтомофильные виды, пыльца которых собирается для вскармливания весеннего расплода.

Кроме того, в пробах выявлена пыльца 11 ветроопыляемых видов *(Bromopsis inermis, Alopecurus pratensis, Alnus incana* и др.*)*, присутствие которых в меде случайно.

Таким образом, в исследованных продуктах пчеловодства выявлена пыльца 203 видов растений: в составе обножек — 134, бортевой перги — 37, ульевого меда — 126, бортевого меда — 145. По ресурсной роли идентифицированные виды распределены по четырем группам: перганосные — 33, перганосно-медоносные — 45, медоносные — 114, случайные — 11.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андреев В.Н. Пыльца растений, собираемая пчелами // С.-х. опытное дело. Харьков, 1925–1926. № 1(7) – № 2(8). С. 11–16.

Биоресурсы горных территорий: Учеб. пос. Екатеринбург, 2008. С. 149–156.

Белкова Л.С. О сезонных изменениях состава пыльцы в продуктах пчеловодства // Палинология в медицине. М.: Наука, 1973. С. 64–65.

Глухов М.М. Медоносные растения. М.: Сельхозгиз, 1955. С. 95–120.

Губин А.Ф., Комаров В.П. Пчеловодство. М.: Сельхозгиз, 1937. С. 43–44.

Кремп Г.О.У. Палинологическая энциклопедия / Под ред. Е.Д. Заклинской. М.: «Мир», 1967. С. 11–22.

Мейер-Меликян Н.Р. Принципы и методы аэропалинологических исследований. М.,1999. С. 5–18.

Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб: Мир и семья, 1995. 990 с.

Erdtman G. An introduction to pollen analysis. Waltham. MASS., USA, 1943. P. 46–140.

Jones G.D., Bryant V.M., Jr. Chapter 23D. Melissopalynology. // Amer. Ass. of Stratigraphic Polynologists Foundation, 1996. P. 933–938.

Halbritter H., Weber M., Zetter R. et al. Illustrated Handbook on Pollen Terminology. Vienna, 2009. P. 4–62.

PalDat. [Электронный ресурс]: PalDat. Palynological Database. URL: http://www.paldat.org/index.php?page=login&mode=sim_r (дата обращения: 05.06.2009).

PONET. [Электронный ресурс]: AGES. URL: http://www15.ages.at:7778/pls/pollen/pollen_suche (дата обращения: 06.06.2009).

Δημου Μ. και Θρασυβουλου Α. Μεθοδοι καταγραφης της μελισσοκομικης χλωριδας, Σχολη Γεωπονιας, Αριστοτέλέιο, Πανέπιστημιο Θεσσαονικης. Greece, 2008. P. 1–33.

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ВОДЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА КОРНЕВУЮ МЕРИСТЕМУ ТЕСТ-ОБЪЕКТА ЯЧМЕНЯ

Н.В. Ларикова

Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул

Ключевые слова: Новосибирское водохранилище, ячмень, токсическое воздействие.

Новосибирское водохранилище — водоем сезонного регулирования, созданный в 1957 г. в верхнем течении р. Оби с плотиной у г. Новосибирска. Водные ресурсы водохранилища используются для получения электроэнергии, ирригации, рекреации, судоходства и хозяйственно-питьевого водоснабжения (Подлипский, 1985). Основные загрязняющие вещества — фенолы, соединения, содержащие

NH_4^+, нефтепродукты, легкоокисляемые органические вещества, реже встречается NO_2^-, в отдельных случаях — соединения тяжелых металлов (Васильев и др., 1997).

Целью работы было оценить генотоксические свойства воды и донных отложений (ДО) Новосибирского водохранилища. Настоящая работа является частью комплексных исследований Новосибирского водохранилища. Цитогенетический анализ выполнен на ацетоорсеиновых давленых препаратах корневой меристемы проростков ячменя (Паушева, 1988). В качестве контроля в июне использована дистиллированная вода, в октябре — водопроводная, отстоянная в течение 10 дней и пропущенная через фильтр «Барьер». Всего исследовано 16 проб воды и донных отложений из приплотинного участка и Бердского залива, отобранных в июне и октябре 2009 г. Проанализировано около 6 тыс. клеток для подсчета митотического индекса (МИ) и около 1 тыс. анафаз и телофаз — для подсчета частоты аберраций на каждый опытный вариант и контроль. При статистической обработке данных использовали метод сравнения долей Фишера и критерий хи-квадрат.

В июне 2009 г. цитогенетические эффекты воды Новосибирского водохранилища на клетки корневой меристемы ячменя не зафиксированы. При использовании воды, отобранной в октябре у левого берега, в середине створа приплотинного участка и в устье Бердского залива, обнаружено статистически значимое снижение митотической активности корневой меристемы. Величины митотического индекса составили 5.88, 6.47 и 6.70% соответственно при 7.99% в контроле.

Водные вытяжки ДО с участков Бердского залива выше устья р. Коён и в устье залива индуцировали высокие частоты аберраций хромосом (5.04 и 5.28% соответственно), более чем в 3.5 раза превышающие уровень спонтанного мутагенеза. При воздействии вытяжкой ДО, взятой у левого берега приплотинного участка водохранилища, наблюдали статистически значимое ингибирование митозов. Митотический индекс для водной вытяжки составил 5.67%, для дистиллированной воды — 7.16%. В октябре активность отмечена только для водной вытяжки ДО из устья Бердского залива. Эта вытяжка в отличие от указанных выше эффектов стимулировала пролиферацию клеток корневой меристемы ячменя. Значение МИ составило 6.97, в контроле — 6.00%.

Таким образом, повреждающее воздействие генотоксикантов на корневую меристему ячменя носит различный характер: метаболические изменения в интерфазе, приводящие как к увеличению, так и снижению доли вступающих в деление клеток; прямое действие на структуру хромосом. Вода и донные отложения Бердского залива, у левого берега и середины створа приплотинного участка Новосибирского водохранилища проявляли генотоксическую активность, при-

чем для одного и того же участка водохранилища она отличалась в разные сезоны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Васильев О.Ф., Савкин, В.М., Двуреченская С.Я. и др. Водохозяйственные и экологические проблемы Новосибирского водохранилища // Водные ресурсы. 1997. Т. 24. № 5. С. 581–589.

Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. М.: Агропромиздат, 1988. 217 с.

Подлипский Ю.И. К вопросу организации и некоторые итоги комплек-сных исследований Новосибирского водохранилища // Комплексные исследования Новосибирского водохранилища Труды ЗапСибНИИ Госкомгидромета. М., 1985. Вып. 70. С. 3–16.

ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ГУМУСА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ г. КРАСНОУФИМСКА

И.О. Матвеева, О.А. Некрасова

Уральский госуниверситет им. А.М. Горького, г. Екатеринбург

Ключевые слова: гумус, гуминовые кислоты, серая лесная почва.

Изучение органического вещества почв, начиная с работ В.В. Докучаева и его единомышленников, занимает одно из центральных мест в теоретическом почвоведении. Результаты изучения гумуса современных почв необходимы для оценки возможности выполнения почвами своих экологических функций, прогнозирования устойчивости органического вещества к минерализации, а также при оценке пригодности территории для различного рода деятельности.

Нами в качестве объектов исследования выбраны серые лесные почвы окрестностей г. Красноуфимска, формирующиеся под пологом разных растительных сообществ. Цель работы: сравнить гумус серой лесной почвы, формирующейся под пологом березового и смешанного леса.

Были отобраны образцы серых лесных почв, формирующихся на известняках на однотипных элементах рельефа, в одинаковых климатических условиях, но под пологом разных растительных сообществ — березового и березово-соснового леса. Общий углерод определяли по методу Тюрина, групповой и фракционный состав гумуса — по методу Пономаревой-Плотниковой. Оптические плотности гуминовых кислот снимали на спектрофотометре UV-1650.

В сравниваемых почвах распределение органического углерода носит регрессивно-аккумулятивный характер, что свойственно

лесным почвам. Максимальные количества органических веществ запасаются в гумусовом горизонте и составляют 4.25–5.38%, что соответствует высокому содержанию гумуса по Д.С. Орлову (1992). В почвенном слое 0–20 см под сравниваемыми сообществами обнаружены близкие значения (от 99 до 107 т/га), что соответствует по Д.С. Орлову (1990) одной градации (средний).

Содержание различных фракций гумуса варьирует в изучаемых почвах в близких пределах. Значения коэффициента цветности суммарной фракции бурых и черных гуминовых кислот гумусового горизонта в почве березового леса составляют 3.3–3.6, смешанного леса — 3.8–3.9. Это означает, что гуминовые кислоты современного горизонта гумусообразования серой лесной почвы на участке под лиственным лесом отличаются большей зрелостью макромолекул, т.е. более развитой ядерной частью.

Таким образом, тип современного лесного сообщества не влияет на содержание гумуса в гумусовом горизонте, его фракционный состав и запас в слое 0–20 см серых лесных почв. Березовое сообщество по сравнению с сообществом смешанного леса способствует образованию гуминовых кислот второй фракции с более развитой ароматической частью макромолекул.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: Изд-во МГУ, 1990. 325 с.

Орлов Д.С. Химия почв. М.: МГУ, 1992. 400 с.

КРАТКОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ НЕСКОЛЬКИХ СТРАН

П.С. Медведева

Уральский госуниверситет им. А.М. Горького, г. Екатеринбург

Ключевые слова: медианный возраст, старение населения, демографический переход.

В мире каждую секунду в среднем рождается 21 и умирает 18 человек, а население Земли ежедневно увеличивается на 250 тыс. Практически этот прирост приходится на бедные (с уровнем ВНП менее $ 10 000 в год на душу населения) страны, достигая 4% в год. В большинстве развитых (богатых) стран скорость роста населения не превышала 0.5–1%. Тем не менее и в индустриально развитых странах угроза избыточного населения становится все более реаль-

ной. Так, США при населении более 250 млн и приросте около 1% в год к 2050 г. может выйти на 400 млн — цифра, которая многими рассматривается как катастрофическая.

Если наблюдаемый рост населения прямо (без учета механизмов саморегуляции, связанных с изменением возрастного состава) экстраполировать в будущее, то прогноз глобального будущего человечества весьма тревожен. Это указывает на актуальность анализа демографической ситуации с учетом изменения возрастной структуры населения. Важной интегральной характеристикой возрастного состава служит медианный возраст, который разделяет население на две равные части: одну — моложе, а другую — старше этого возраста.

За период 1950–1975 гг. медианный возраст мирового населения снизился с 24 до 22 лет. В большинстве развивающихся стран тогда разворачивался первый этап демографического перехода и происходило омоложение населения (медианный возраст населения в развивающихся (бедных) регионах мира снизился с 22 до 19 лет). В развитых странах демографический переход начался раньше, и в период 1950–1975 гг. уже набирал силу процесс старения населения, (медианный возраст увеличился с 29 до 31 года). В дальнейшем, по мере развития демографического перехода, медианный возраст населения начал быстро возрастать в большинстве регионов. К 2007 г. в среднем по планете он поднялся до 28 лет, в менее развитых регионах мира — почти до 25 лет, а в развитых — почти до 39 лет. Самым молодым населением отличалась Африка, где медианный возраст в 2007 г. составлял 17 лет, а самым старым — Япония (40 лет). По среднему варианту прогноза ООН, медианный возраст населения мира за период 2005–2050 гг. повысится с 28 до 38 лет, в развитых регионах он должен достичь примерно 46 лет, а в менее развитых — 37 лет.

В настоящей работе для расчетов медианного возраста население разных стран разбивалось на 15 возрастных групп с шириной возрастного интервала равной четырем годам. После этого определяли значение медианного возраста по общепринятым статистическим формулам.

По данным ООН, медианный возраст со временем увеличивался почти линейно как в развитых, так и в бедных странах. Поэтому были рассчитаны параметры линейной зависимости (регрессии) возраста от времени за период с 2007 по 2050 г., а также зависимости скорости прироста от медианного возраста.

По нашему прогнозу, к 2050 г. в Японии медианный возраст должен быть равен 57 годам, в Европе — почти 48, и даже в Африке он повысится до 27 лет. Для всего рассматриваемого с учетом линейной экстраполяции периода (1950–2050 гг.) Европа демонстрирует наиболее высокую скорость старения населения. За тот же период

ожидается резкое увеличение медианного возраста населения России — с 25 лет в 1950 г. до почти 31 года в 1970 г., и с тех пор он превышает значения, характерные для всех крупных регионов мира, кроме Европы.

С середины 1970-х годов повышение медианного возраста населения наблюдалось везде, кроме Африки, в которой оно началось лишь в 90-х годах XX в. Большинство стран Азии и Латинской Америки переживает второй этап трансформации возрастной структуры населения, на котором увеличивается удельный вес трудоспособных возрастов (от 15 до 59 лет). Однако, поскольку снижение рождаемости в этих регионах было очень резким, в перспективе ожидается и очень резкое старение их населения. Так, из 49 развивающихся стран Азии в 37 медианный возраст за 2005–2050 гг. увеличится, по крайней мере, на 12 лет. К 2050 г. он будет превышать 40 лет в 23 странах Азии, включая Китай. В Латинской Америке медианный возраст превысит 40 лет в 21 стране, включая Бразилию и Мексику. Большинство стран Африки пока переживают первый или только вступают во второй этап демографического перехода, и их население остается молодым (из 54 стран Африки в 42 в 2007 г. медианный возраст не превышал 20 лет). Для развитых стран увеличение медианного возраста сопровождается неизбежным сокращением численности.

ДИНАМИКА И ПРОСТРАНСТВЕННО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЛИШАЙНИКОВОГО СИМБИОЗА В ПОПУЛЯЦИЯХ *LOBARIA PULMONARIA*

В.С. Микрюков

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Ключевые слова: лишайники, микобионт, фотобионт, симбиотическое разнообразие, *Lobaria pulmonaria*.

Грибы играют важную роль в таких значимых мутуалистических системах, как микоризообразующие сообщества, сообщества эндофитов, а также лишайников. Из всех известных существующих видов грибов более одной пятой являются лихенообразующими и облигатно входят в состав мутуалистических ассоциаций с фотоавтотрофными зелеными водорослями и/или цианобактериями (Zoller, Lutzoni, 2003). Образование таллома лишайника с помощью двух экологически облигатных симбионтов — фото- и микобионта, обусловливает новый уровень изменчивости, который должен влиять на выживание их ассоциации в целом. Так, симбиотическая изменчивость в популяции,

отражающая генотипическое разнообразие обоих партнеров, зависит от совместимости этих симбионтов (Honeger, 1996).

Поскольку аскоспоры распространяются из апотециев гриба без фотобионта, то для процесса релихенизации необходимо, чтобы они, достигнув подходящего субстрата, проросли вблизи определенного вида водоросли. Данный механизм образования нового таллома представляет определенные трудности, так как подразумевает встречу совместимых партнеров (Piercey-Normore, 2006). Помимо описанного выше полового процесса, для многих видов лишайников доступно и бесполое размножение, при котором происходит образование вегетативных пропагул (например, соредий), представляющих собой упакованные вместе грибные гифы и клетки фотобионта. Поскольку оба партнера находятся вместе и взаимосвязаны, то новый таллом будет развиваться более эффективно. С одной стороны, это способствует поддержанию целостности данного вида, с другой, в результате данного процесса не происходит увеличения симбиотического и генетического разнообразия (Robertson, Piercey-Normore, 2007), которые, как принято считать, определяют способность видов к адаптации в новых местообитаниях, что увеличивает вероятность выживания их популяций.

В данной работе было изучено генетическое разнообразие независимых эукариотических геномов водорослевого и грибного компонентов лишайникового симбиоза в модельных популяциях, произрастающих в контрастных условиях. Объектом исследования выбран эпифитный листоватый лишайник *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., занесенный в Красную книгу России и многих европейских стран и являющийся индикатором ненарушенных старовозрастных лесов. Этот лишайник представляет собой трехкомпонентную систему из аскомицетного гриба (микобионт), зеленой водоросли *Dictyochloropsis reticulata* Tschermak-Woess, которая является основным фотосинтетическим симбионтом (фотобионт), а также азотфиксирующей цианобактерии *Nostoc* sp. Vaucher ex Bornet et Flahault (цианобионт).

Перед нами стояли следующие задачи: 1) определить количество генотипов гриба и водоросли, образующих таллом лишайника *L. pulmonaria* в изучаемых популяциях; 2) оценить симбиотическое разнообразие; 3) выявить свидетельства селективной ассоциации генотипов мико- и фотобионтов; 4) установить доминирующий способ передачи фотобионта с помощью сравнения генотипической изменчивости симбионтов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

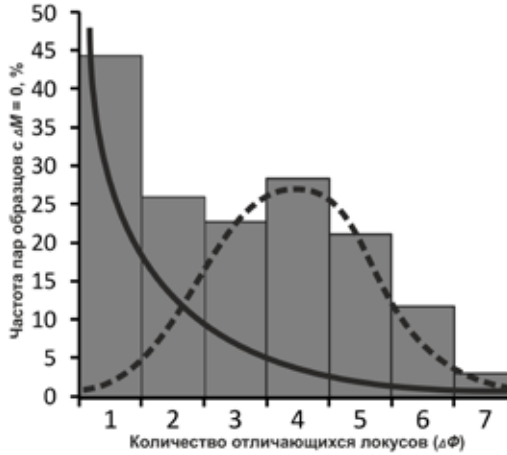
Исследования проведены в окрестностях пос. Кытлым Свердловской области (Северный Урал, 59°28’ с.ш., 59°14’ в.д.; Mikhailova et al.,

2005) и горы Иремель на границе Челябинской области и Республики Башкортостан (Южный Урал, 54°33' с.ш., 58°49' в.д.). В каждой популяции отобрано по 120 талломов лишайника. Молекулярный анализ проведен в лаборатории Федерального института исследования леса, ландшафта и снега (WSL, Бирменсдорф, Швейцария). Экстракцию ДНК осуществляли из апикальной псевдомеристемы таллома с помощью набора DNeasy (Qiagen). Талломы лишайника генотипировали с использованием высокоизменчивых микросателлитных локусов: 8 – для микобионта (Walser et al., 2003) и 7 – для фотобионта (Dal Grande et al., 2009). Электрофорез продуктов ПЦР осуществляли с помощью автоматического секвенатора ABI-3730 (Applied Biosystems), размер аллелей сравнивали с внутренним стандартом LIZ-500 (Applied Biosystems) при использовании ПО GeneMapper v.3.7 (Applied Biosystems). В популяции определяли общее количество мультилокусных генотипов (генет и рамет) для каждого из симбионтов, а также рассчитывали симбиотическое разнообразие (количество уникальных комбинаций генотипов мико- и фотобионта). Для выявления зависимости между генетическими расстояниями мико- и фотобионтов каждого индивидуума был выполнен простой тест Мантеля с 10 000 пермутаций, ПО GenAlEx v.6.3 (Peakall, Smouse, 2006).

Для того чтобы изолировать внутрипопуляционные процессы, а также оценить относительный вклад вегетативного распространения, в каждой популяции были проанализированы отличия генотипов пар талломов лишайника. Вегетативными талломами считались те, для которых генотипы обоих симбионтов были одинаковыми (т.е. ΔM и $\Delta \Phi = 0$). В вегетативно размножающейся популяции на протяжении многих поколений будут накапливаться соматические мутации. В этом случае при попарном сравнении талломов ожидается, что частотное распределение отличий локусов будет соответствовать геометрическому распределению, в котором наибольшая доля талломов будет отличаться по одному локусу, с последующим уменьшением доли при увеличении количества отличных локусов. В другом случае результату релихенизации будет соответствовать картина, когда при одинаковом микобионте частота отличий фотобионтов более чем по одному локусу будет выше, что приведет к биномиальному распределению данного признака (адаптировано по Widmer et al., 2009; см. рис.1). Проверку гипотезы об однородности законов распределения осуществляли с помощью критерия согласия Колмогорова-Смирнова *d* (ПО StatSoft STATISTICA v.8.0).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В изученных популяциях наблюдаются сходные уровни генетической изменчивости мико- и фотобионтов *L. pulmonaria*: в популяции



Пунктирная линия — половое размножение микобионта с последующим процессом релихенизации; сплошная линия — бесполое размножение; ΔM и ΔФ — количество отличающихся локусов для мико- и фотобионта при парном сравнении талломов (Widmer et al., 2009).

Рис. 1. Ожидаемое частотное распределение количества отличающихся локусов в зависимости от доминирующего способа размножения в популяции.

Северного Урала обнаружено 88% различных мультилокусных генотипов (генет) для первых и 49% для вторых, на Южном Урале — 72 и 50% соответственно. Тем не менее уровни симбиотического разнообразия несколько отличаются: на Северном Урале доля уникальных комбинаций генотипов составляет 98%, в то время как на Южном — 77%. Это указывает на то, что доля клональной составляющей гораздо выше в южной популяции, тогда как в северной значительнее частота релихенизации. Неожиданно высоким оказался уровень генетического разнообразия фотобионта (средний для обеих популяций индекс Шеннона и его стандартная ошибка для фотобионта — 1.141 ± 0.118, для микобионта — 1.301 ± 0.250), так как данный вид способен размножаться только бесполым путем (Lutzoni, Miadlikowska, 2009).

Симбионты в мутуалистических ассоциациях тесно интегрированы друг с другом, однако у них отличаются индивидуальные жизненные циклы. Следовательно, можно предположить, что оптимумы абиотических условий, а также количество и тип пищевых потребностей для них различны. Для дальнейшего существования симбиотической ассоциации такие «конфликты интересов» должны быть ослаблены. Согласно одной гипотезе это может осуществляться за счет увеличения генетической однородности внутреннего симбионта и подавления его полового размножения (Herre et al., 1999) — таким образом будут закреплены уже сформированные адаптации к совместному произрастанию. С другой стороны, было предложено, что поскольку в мутуалистических эктосимбиотических системах один

из партнеров обитает (внеклеточно) внутри другого, то для него будет характерна низкая генетическая изменчивость. Это связано с тем, что данный партнер по сравнению с его «хозяином» находится под меньшим воздействием условий окружающей среды, а также в меньшей степени испытывает влияние конкуренции со стороны других организмов (Zoller, Lutzoni, 2003). Действительно, в каждом талломе *L. pulmonaria* наблюдалось лишь по одному генотипу фотобионта, что подтверждает предложенные гипотезы.

Во многих работах было показано, что отбор водоросли микобионтом не случаен, и каждый вид гриба демонстрирует относительно высокую селективность при выборе подходящего партнера (Sanders, Lucking, 2002). Селективность наблюдается, когда один таксон или генотип гриба всегда вступает в ассоциацию лишь с одним таксоном или генотипом водоросли, даже если другие таксоны/генотипы водорослей более обильны в данном местообитании. Причина этого состоит в том, что генетическая совместимость организмов ограничивает количество комбинаций симбиотических партнеров. В случае низкой селективности в отношении фотобионта генотипы гриба должны свободно захватывать различные генотипы водоросли, обитающие в данных условиях. Несмотря на то, что в изучаемых популяциях некоторые одинаковые генотипы гриба были связаны с разными генотипами водоросли (то же справедливо и для некоторых одинаковых генотипов фотобионта), значимой ассоциации между ними не выявлено (результаты теста Мантеля: Северный Урал — $r = -0.029$, $p = 0.290$; Южный Урал — $r = 0.032$, $p = 0.122$).

Долговременная стабилизация взаимоотношений между симбионтами и уравновешивание их «интересов» достигаются главным образом за счет «вертикальной передачи» симбиотического партнера (т.е. передачи от родительского организма своему потомству), генотипической однородности симбионтов внутри хозяина, схожести пространственно-генетической структуры их популяций, а также ограничения возможностей существования какого-либо из партнеров вне симбиотической ассоциации (т.е. в свободноживущем состоянии). Так, в случае вертикальной передачи оба симбионта получают преимущество при успешном размножении организма-хозяина. Однако при данном способе передачи по прошествии многих поколений будет уменьшаться генетическая изменчивость симбионтов, что может привести к прохождению популяции через бутылочное горлышко. Таким образом, отсутствие независимых внесимбиотических стадий жизненного цикла приведет к развитию полной зависимости данных организмов друг от друга (Herre et al., 1999). Поэтому наличие механизмов горизонтальной передачи симбионтов (передачи между не связанными родственными отношениями хозяевами) мо-

жет обеспечить увеличение экологической пластичности вида, что особенно важно в изменчивых условиях среды.

Сравнение генетической изменчивости симбионтов позволяет определить доминирующий способ передачи симбионта. Для этого в каждой популяции *L. pulmonaria* сравнивали пары разных генотипов фотобионта ($\Delta\Phi > 0$), связанных с одинаковыми генотипами микобионта ($\Delta M = 0$). В случае, если одинаковые мультилокусные генотипы произошли в результате бесполого размножения (но не в результате случайных мутаций), ожидалось, что для популяции будет характерно одно из дискретных распределений количества отличающихся локусов (см. рис. 1): геометрическое (при доминировании вегетативного размножения) или биномиальное (в случае релихенизации). Установлено, что изучаемые популяции демонстрируют различные закономерности (см. таблицу и рис. 2). На Северном Урале наблюдаемая картина свидетельствует о доминировании полового размножения, на Южном Урале — о преобладании бесполого. Предполагается, что северная популяция более молодая, заселившая данную территорию с помощью половых спор гриба и восстановивших симбиоз с локальной популяцией водоросли. В свою очередь южная представляет собой более зрелую популяцию, уже перешедшую к колонизации новых деревьев-форофитов вегетативным путем.

Таблица. Соответствие количества отличающихся локусов фотобионта одному из дискретных распределений

Распределение	d	χ^2 ($df = 4$)	p
Северный Урал			
Биномиальное	0.023	0.368	0.985
Геометрическое	0.302	21.854	< 0.001
Южный Урал			
Биномиальное	0.193	17.137	0.002
Геометрическое	0.135	4.136	0.388

Несмотря на то, что лишайники обнаружены в большинстве существующих экосистем, многие лихенообразующие грибные симбионты не способны выживать при отсутствии фотобионтов, демонстрируя экологически облигатную природу микобионта в симбиозе (Honeger, 1996). В свою очередь фотобионт тоже получает преимущество — при распространении вегетативных пропагул для него обеспечивается не только более дальний перенос, но и защита клеток водоросли. Предполагаются два пути эволюции специфичности симбионтов: 1) уменьшение селективности, приводящее к увеличению вероятности

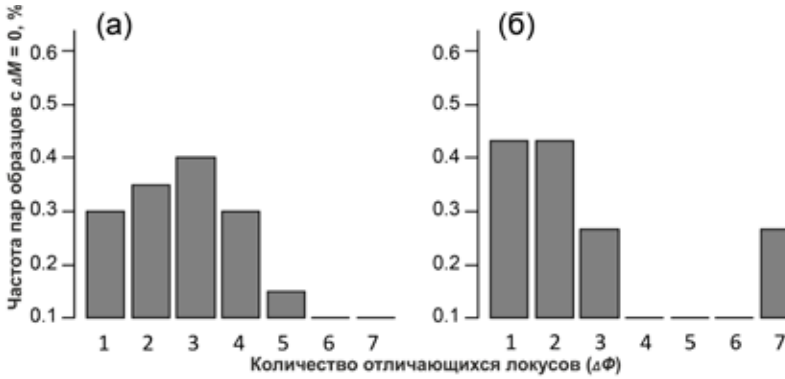


Рис. 2. Количество отличающихся локусов фотобионтов (ΔФ > 0), ассоциированных с одинаковыми генотипами микобионта (ΔM = 0), в популяциях Северного (а, n = 24) и Южного (б, n = 8) Урала.

нахождения подходящего партнера в разнообразных местообитаниях; 2) увеличение селективности, которое может привести к оптимизации симбиотических взаимоотношений (Grube, Hawksworth, 2007). С одной стороны, полученные данные свидетельствуют о высокой селективности микобионта, поскольку он ассоциирован лишь с одним видом водоросли (*D. reticulata*), а отсутствие смеси генотипов фотобионта в одном талломе, вероятно, играет важную роль в жизненной стратегии лишайника. С другой стороны, ассоциации на уровне генотипов не выявлено. Это подтверждается высоким уровнем симбиотического разнообразия в популяциях, которое увеличивается в процессе релихенизации и поддерживается с помощью бесполого размножения.

Полученные результаты показывают, что лишайники, а потенциально и другие симбиотические системы могут предоставить уникальные возможности для изучения распределения и динамики разнообразия в естественных популяциях. Вместе с тем коэволюционные исследования на популяционном уровне способны пролить свет на адаптации редких или инвазивных видов, а также ответить на вопросы, почему некоторые из них находятся под угрозой вымирания, а другие широко распространены и легко противостоят неблагоприятным условиям внешней среды (Piercey-Normore, 2006).

Авторы выражает благодарность канд. биол. наук И.Н. Михайловой, канд. биол. наук М.Р. Трубиной, докт. биол. наук Е.Л. Воробейчику, О.В. Дуле (ИЭРиЖ УрО РАН) и профессору К. Шейдеггеру (Федеральный институт исследования леса, ландшафта и снега, Швейцария, WSL) за всестороннюю помощь и обсуждение результатов, а также Ф. Даль Гранде, И. Видмеру и К. Корнехо за поддержку и активное содействие в лабораторной работе.

Работа проведена при финансовой поддержке Швейцарского национального научного фонда (SNSF, проект SCOPES IB73AO-111137/1 to CS), программы Swiss S&T по сотрудничеству с Россией (CS&IM), Программы развития ведущих научных школ (НШ-3260.2010.4) и научно-образовательных центров (контракт 02.740.11.0279), а также поддержке Президиума УрО РАН (молодежный проект).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Dal Grande F., Widmer I., Beck A., Scheidegger C. Microsatellite markers for *Dictyochloropsis reticulata* (Trebouxiophyceae), the symbiotic alga of the lichen *Lobaria pulmonaria* (L.) // Conservation Genetics. 2009. Vol. 11. № 3. P. 1147–1149.

Grube M., Hawksworth D.L. Trouble with lichen: the re-evaluation and re-interpretation of thallus form and fruit body types in the molecular era // Mycol. Res. 2007. Vol. 111. P. 1116–1132.

Herre E.A., Knowlton N., Mueller U.G., Rehner S.A. The evolution of mutualisms: exploring the paths between conflict and cooperation // Trends Ecol. Evol. 1999. Vol. 14. № 2. P. 49–53.

Honeger R. Mycobionts // Lichen Biology / T.H. Nash. New York: Cambridge University Press, 1996. P. 24–36.

Lutzoni F., Miadlikowska J. Lichens // Curr Biol. 2009. Vol. 19. № 13. P. 502–503.

Mikhailova I.N., Trubina M.R., Vorobeichik E.L., Scheidegger C. Influence of environmental factors on the local-scale ditribution of cyanobacterial lichens: case study in the North Urals, Russia // Folia Cryptogamica Estonica, Fasc. 2005. Vol. 41. P. 45–54.

Peakall R., Smouse P.E. GenAlEx 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research // Mol. Ecol. Notes. 2006. Vol. 6. № 1. P. 288–295.

Piercey-Normore M.D. The lichen-forming ascomycete *Evernia mesomorpha* associates with multiple genotypes of *Trebouxia jamesii* // New Phytol. 2006. Vol. 169. № 2. P. 331–344.

Robertson J., Piercey-Normore M.D. Gene flow in symbionts of *Cladonia arbuscula* // Lichenologist. 2007. Vol. 39. P. 69–82.

Sanders W.B., Lucking R. Reproductive strategies, relichenization and thallus development observed in situ in leaf-dwelling lichen communities // New Phytol. 2002. Vol. 155. № 3. P. 42–435.

Walser J.C., Sperisen C., Soliva M., Scheidegger C. Fungus-specific microsatellite primers of lichens: application for the assessment of genetic variation on different spatial scales in *Lobaria pulmonaria* // Fungal Genet. Biol. 2003. Vol. 40. № 1. P. 72–82.

Widmer I., Dal Grande F., Mikryukov V., Keller C., Scheidegger C. Coevolutionary history of a lichen symbiosis in Europe and its implication for conservation strategies // 2nd Europ. Congr. of Cons. Biol.: Conservation biology and beyond «From science to practice». Sept. 01—05. 2009 / Czech Univ. of Life Sc., Prague, 2009. P. 119.

Zoller S., Lutzoni F. Slow algae, fast fungi: exceptionally high nucleotide substitution rate differences between lichenized fungi *Omphalina* and their symbiotic green algae *Coccomyxa* // Mol. Phylogenet. Evol. 2003. Vol. 29. № 3. P. 629–640.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОРФОТИПИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ВТОРОГО ВЕРХНЕГО КОРЕННОГО ВИДОВ-ДВОЙНИКОВ ОБЫКНОВЕННОЙ ПОЛЁВКИ (*MICROTUS ARVALIS* S.L.)

Т.А. Миронова

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

Ключевые слова: обыкновенная полёвка, виды-двойники, второй верхний коренной, изменчивость, Центральное Черноземье.

Признаками, традиционно использующимися в филогении и таксономии млекопитающих, являются особенности строения черепа и зубной системы. У грызунов подсемейства Microtinae большое таксономическое значение имеет рисунок жевательной поверхности коренных зубов. Форма эмалевых петель и образованных ими замкнутых пространств, а также число внутренних и наружных выступающих углов имеют наследственный характер и для многих видов служат диагностическими признаками. Тёмная полёвка *(Microtus agrestis)* отличаются сложным строением второго верхнего коренного зуба (M^2), на жевательной поверхности которого находится пятая дополнительная внутренняя петля (так называемая петля agrestis), тогда как у обыкновенной полёвки их всего четыре. Строение M^2 считается самым важным признаком для разделения видов, хотя в литературе неоднократно регистрировались исключения (Rörig, Börner, 1905; Zimmermann, 1956; Reichstein, Reise, 1965; Diensce, 1969).

Изменчивость M^2 исследовалась главным образом в Западной Европе, на территории, где, по современным данным, обитает обыкновенная полёвка формы *«arvalis» (M. arvalis arvalis)*. В данной работе были изучены форма *«obscurus»* и восточноевропейская полёвка.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал собран в 2003—2009 гг. в Воронежской, Липецкой, Курской и Тамбовской областях, в зоне симпатрии обыкновенной (*M. arvalis* sensu stricto) и восточноевропейской (*M. rossiaemeridionalis*) полёвок, а также парапатрии двух кариоформ обыкновенной полёвки (*M. a. arvalis* и *M. a. obscurus*). В работе использованы черепа 176 серых полёвок: *M. rossiaemeridionalis* (MR) — 54 экз.; *M. a. obscurus* (MAo) — 50 экз.; *M. a. arvalis* (MAa) — 61 экз. и пять особей гибридного происхождения от возвратного скрещивания двух кариоформ обыкновенной полёвки (MAa×MAo). Гибридные особи были отловлены в природе, на участках контакта ареалов двух хромосомных форм обыкновенной

полёвки (*Microtus arvalis* s.str.) (Баскевич и др., 2010). В качестве внешней группы были взяты 5 черепов тёмной полёвки *M. agrestis* (Mag) из мест симпатрии с обыкновенной полёвкой. Вид и форма полёвок были установлены М.И. Баскевич (ИПЭЭ РАН) кариологическим методом. Для всех зверьков определяли приблизительный возраст на основе размеров тела, структурированности черепа, генеративных органов. Изучали морфологическую изменчивость строения второго верхнего коренного, и на основе полученных данных строили гомологический ряд.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно M.A.C. Hinton (1926, цит. по: Diensce, 1969), уменьшение числа петель в роде *Microtus* — эволюционная тенденция. Сокращение происходит постепенно, поэтому в современных популяциях могут быть обнаружены все промежуточные стадии — от хорошо выраженной, изолированной, до полностью отсутствующей петли. Самое большое количество петель (5) на M^2 обнаружено у тёмной полёвки. Сначала петля имеет такие же размеры, как и четвёртая (см. рисунок, *2*), затем она становится меньше (*I*). В дальнейшем разделение между пятой и четвёртой петлями исчезает (*H-D*). Одновременно пятая петля постепенно уменьшается (*C-A*) и, наконец, полностью исчезает (*1*).

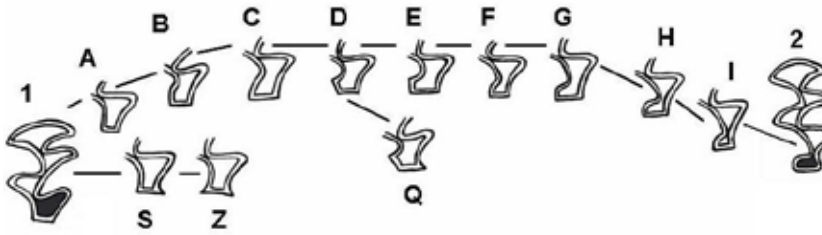


Рисунок. Гомологическая изменчивость M^2 в ряду arvalis-agrestis: 1 — зуб с четырьмя замкнутыми пространствами; 2 — зуб с пятью замкнутыми пространствами; A — Z — зубы с промежуточным строением аборальной петли.

Форма второго верхнего коренного зуба изменчива у всех рассмотренных видов полёвок (табл. 1). Видно, что качественные отличия между ними отсутствуют, но при этом обнаружены различия по частоте встречаемости морфотипов M^2. Простое строение второго верхнего коренного (морфотипы *1, A, S, Z*) отмечено у 67% MAa, 58% MR и 44% Mao, промежуточное строение (*B, C, D, E, Q*) — у 33% MAa, 42% — MR и 50% — MAo. Наиболее сложные морфотипы с частич-

ной или полной изоляцией дополнительной пятой петли (*F, G, H, I, 2*) встречались только у 6% Мао. Такое же строение M^2 характерно для 55% тёмных полёвок из той же местности. Среди гибридных особей простые морфотипы отмечены у 30% зубов, а промежуточные — у 70%. У обыкновенных полёвок из Нидерландов (форма *«arvalis»*) 84% зубов были простые, 12% — промежуточными и у 3% отмечены сложные морфотипы, но отсутствовали особи с полностью изолированной дополнительной петлёй (морфотипы *I, 2*). У одной молодой тёмной полёвки обнаружен морфотип *1*.

Значительное влияние на соотношение частот морфотипов оказывают пол и возраст зверьков (табл. 2). У МАа с возрастом наблюдается увеличение доли простых морфотипов: самки — от 67 до 87%, самцы — от 58 до 69%. У самцов MR зубы с возрастом практически не меняются, и соотношение морфотипов сохраняется на уровне 55% простых и 45% промежуточных, у самок резко возрастает доля промежуточных морфотипов — от 38% у молодых до 67% у взрослых особей. У самцов и самок МАо повышаются доли промежуточных и сложных морфотипов, причем у самок почти в 2 раза: 34% (молодые) — 63% (зрелые) и 6% (молодые) — 12% (зрелые) соответственно. У самцов также снижается доля простых морфотипов: 47% (молодые) — 33% (зрелые), незначительно падает доля промежуточных — 53 и 45% и резко увеличивается доля сложных — 0 и 22%. Все гибридные особи были молодыми: у всех самцов и 25% самок отмечены промежуточные морфотипы, у остальных самок были простые зубы.

Среди полёвок формы *«obscurus»* очень редко попадаются особи с хромосомной перестройкой в 5-й паре аутосом. Анализ 5 таких особей показал, что частота простых и промежуточных морфотипов у них составляет 85 и 15%. Это говорит о том, что данная перестройка, скорее всего, не влияет на формирование дополнительной петли на втором верхнем коренном.

Таким образом, у обыкновенных полёвок около 20% особей имеют промежуточное строение второго верхнего коренного зуба. Наибольшее количество морфотипов зубов наблюдалось у обыкновенной полёвки формы «*obscurus*»; только у этой формы присутствовали сложные морфотипы (*F, G, H, I*). Анализ 5 особей формы «*obscurus*», имеющих хромосомную перестройку, не выявил её связи с усложнением строения M^2. Напротив, у гибридов от возвратного скрещивания МАо и МАа наблюдалась тенденция повышения частоты промежуточных морфотипов по сравнению с родительскими формами. Если промежуточные и сложные морфотипы рассматривать как архаичный признак, то наиболее прогрессивной формой является *«arvalis»*, а *«obscurus»* по этому признаку — более древняя форма. Гибридные особи несут архаичные черты строения M^2.

Таблица 1. Частота встречаемости морфотипов M², %

Виды	Морфотипы													
	1	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*I*	*S*	*Z*	*Q*	*2*
MAa	36.4	19.5	20.3	2.6	5.9	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	6.8	1.7	0.0
MAo	22.2	18.2	33.3	5.1	5.1	4.1	1.0	1.0	2.0	2.0	1.0	3.0	2.0	0.0
MR	25.2	20.6	32.7	3.8	4.7	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	11.2	0.0	0.0
MAa x MAo	10.0	20.0	30.0	20.0	10.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mag	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	18.2	18.2	0.0	0.0	0.0	45.4

Таблица 2. Частота встречаемости морфотипов M² в разных поло-возрастных группах полёвок, %

Вид	Возраст	Пол	Морфотипы														
			N	*1*	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*I*	*S*	*Z*	*Q*	*2*
MAa	Ad	♂	16	6.2	37.5	12.5	0.0	18.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0
		♀	15	60.0	26.7	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sad	♂	36	33.3	13.9	22.2	8.3	5.6	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	8.3	0.0	0.0
		♀	51	41.2	15.7	25.5	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8	3.9	0.0
MAo	Ad	♂	9	0.0	33.3	44.5	0.0	0.0	0.0	11.1	0.0	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		♀	16	12.5	12.5	43.8	0.0	18.7	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sad	♂	38	39.4	7.9	26.3	5.3	5.3	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0
		♀	32	15.6	31.3	31.3	3.1	0.0	0.0	0.0	3.1	3.1	0.0	3.1	9.4	0.0	0.0
MR	Ad	♂	18	27.8	11.1	33.3	5.6	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.6	0.0	0.0
		♀	6	0.0	33.3	66.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sad	♂	33	33.3	21.2	27.3	9.1	6.1	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		♀	50	22.0	22.0	32.0	2.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	0.0	0.0
MAa x MAo	Sad	♂	6	0.0	0.0	33.3	33.3	16.7	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		♀	4	25.0	50.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Dienske H. Notes on differences between some external and skull characters of *Microtus arvalis* (Pallas, 1778) and of *Microtus agrestis* (Linnaeus, 1761) from the Netherlands // Zoolog. Mededelingen. 1969. Bd. 44. № 6. S. 83–108.

Reichstein H., Reise D. Zur Variabilität des Molaren-Schmelzschlingenmusters der Erdmaus, *Microtus agrestis* (L.) // Zeitschrift für Säugetierkunde. 1965. Bd. 30. S. 36–47.

Rörig G., Börner C. Studien über das Gebiss mitteleuropäischer recenter Mäuse // Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft. 1905. Bd. 5. S. 37–89.

Zimmermann K. Zur Evolution der Molaren-Struktur der Erdmaus, *Microtus agrestis* (L.) // Zoolog. Jahrbücher. 1956. Bd. 84. S. 269–274.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ УЧЕТА МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ, ОБИТАЮЩИХ В ЗОНАХ ТЕХНОГЕННЫХ НАРУШЕНИЙ

М.В. Модоров

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Ключевые слова: конуса, живоловушки, ВУРС, ^{90}Sr.

Из работы Н.П. Наумова (1955) нам известно, что выборки мелких млекопитающих, отловленных с использованием ловчих канавок и давилок, различаются. Автор заключает, что ловчими канавками лучше вылавливаются кочующие зверьки, а ловушками с приманкой — оседлые особи. Мы считаем, что этот феномен может оказаться важным при исследованиях мелких млекопитающих, обитающих в зонах с небольшой площадью техногенного загрязнения либо в градиенте загрязнения, так как в этой ситуации уровни накопления поллютантов, а значит, и биологические эффекты у оседлых особей и мигрантов могут существенно различаться.

Целью работы является сравнение выборок мелких млекопитающих, отловленных на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРСа) с использованием конусов и живоловушек (ж/л) с приманкой.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Зверьков отлавливали в июле 2009 г. на юго-западном берегу оз. Урускуль (55°49’ с.ш., 60°53’ в.д). До Кыштымской аварии 1957 г. на этом участке располагалась деревня, а в настоящее время здесь произрастает рудеральная растительность с высотой травостоя до 1 м. Уровень загрязнения территории ^{90}Sr составляет 7.4×10^5–3.7×10^6 Бк/м^2 (Климова и др., 2007). Необходимо отметить, что в

западно-восточном направлении уровень загрязнения ^{90}Sr резко снижается: в 1 км западнее участка наших исследований он составляет 3.7×10^6–3.7×10^7 Бк/м^2, а в 1 км восточнее — 3.7×10^4–7.4×10^4 Бк/м^2.

Линии ловчих средств выставляли через 70–100 м по направлению с запада на восток. Последовательность линий была следующей: ж/л 1 — конуса 1 — ж/л 2 — конуса 2 — ж/л 3. Количество отработанных ловушко-суток (л-с) и сроки отлова приведены в табл. 1.

В качестве модельного объекта для анализа накопления зверьками ^{90}Sr использовали малую лесную мышь. Возраст мышей определяли по методике, предложенной Н.Е. Колчевой (1992). Для исследований использовали функционально-онтогенетический подход (Оленев, 2002). Удельную активность ^{90}Sr в бедренной кости *Apodemus uralensis* проводили согласно протоколу, используемому в лаборатории популяционной радиобиологии ИЭРиЖ УрО РАН (Стариченко, 2007). Для проверки статистических гипотез применялии тесты Манна-Уитни и Краскела-Уолеса, вычисляли коэффициент корреляции Спирмена. Расчеты проведены в программе STATISTICA 6.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Данные, характеризующие население мышевидных грызунов на участке исследования, обобщены в табл. 1. Всего было отловлено 153 зверька 11 видов. Особи семи видов попались как в конуса, так и в живоловушки. Только конусами добыты *Arvicola terrestris*, *Microtus gregalis* и *Sorex minutissimus*, только живоловушками — *Apodemus agrarius* и *Mustela nivalis*. Причина данных различий может заключаться в незначительном числе отработанных ловушко-суток. Кроме того, конструкция используемой нами живоловушки не позволяет задерживать таких мелких зверьков, как *S. minutissimus*.

Отметим, что зверьки сем. Muridae лучше отлавливаются живоловушками (они составляют 56–97% выборки), а сем. Cricetidae — конусами (33–39%). Доля особей сем. Soricidae сильно варьировала в выборках, добытых на различных линиях ловушек (23–33% в конусах, 0–32% в живоловушках), и не зависела от способа отлова (см. табл. 1).

Данные по удельной активности ^{90}Sr в бедренной кости *Apodemus uralensis* приведены в табл. 2. Корреляции массы тела малых лесных мышей с удельной активностью ^{90}Sr мы не обнаружили (R=-0.05, n=86, p=0.64). Кроме того, нами не обнаружены различия в накоплении стронция между зверьками трех функционально-возрастных группировок (H(2, 86)=1.86, p=0.39). Поэтому малых лесных мышей, отловленных на каждой из линий ловушек, мы объединили в одну выборку.

Не отмечены значимые отличия между выборками, добытыми с использованием живоловушек (H(2, 73)=0.35, p=0.84). Однако между выборками, отловленными живоловушками (суммарно на трех

Таблица 1. Количество особей и сроки отлова в выборках, добытых пятью линиями ловчих средств

Вид	Ловчие средства				
	Конуса		Живоловушки		
	Линия 1	Линия 2	Линия 1	Линия 2	Линия 3
Apodemus uralensis	12	1	28	40	6
Apodemus agrarius	-	-	-	1	8
Arvicola terrestris	3	-	-	-	-
Microtus arvalis s.l	3	-	1	1	-
Microtus agrestis	2	-	-	-	2
Microtus gregalis	1	1	-	-	-
Microtus oeconomus	3	1	-	3	1
Sicista betulina	-	1	-	1	-
Sorex araneus	7	-	-	15	8
Sorex minutissimus	-	2	-	-	-
Mustela nivalis	-	-	-	1	-
Всего зверьков	31	6	29	62	25
Количество ловушко-суток	50	28	33	132	69
Срок отлова	7-15 июля	11-15 июля	12-15 июля	8-15 июля	11-15 июля

Таблица 2. Удельная активность ^{90}Sr (Бк/г) в бедренных костях Apodemus uralensis в выборках, отловленных пятью линиями ловчих средств

Показатель	Ловчие средства				
	Конуса		Живоловушки		
	Линия 1	Линия 2	Линия 1	Линия 2	Линия 3
Размер выборки	12	1	28	40	5
Среднее	34	25	51	51	41
min / max	12 / 76	25 / 25	23 / 128	12 / 170	24 / 53
CV, %	56	-	46	57	32

линиях) и конусами (суммарно на двух линиях), такие различия существуют (U=241, p=0.005). Коэффициенты вариации признака (CV, %) в выборках, добытых на разных линиях, оказались сходными.

Таким образом нами установлены определенные различия между выборками мелких млекопитающих, отловленных конусами и живоловушками, а также между выборками, добытыми тремя линиями живоло-

вушек. Последний феномен может быть объяснен рядом факторов (срок установки линий, микробиотопические особенности в пределах участка), анализ которых в данной работе не представляется возможным. Различная удельной активность ^{90}Sr в костной ткани мышей, отловленных сравниваемыми методами, подтверждают предположение, выдвинутое нами на основании работы Н.П. Наумова (1955). Однако малый размер выборки на линии конусов 2 не позволил показать воспроизводимость этих различий. Поэтому вывод о влиянии способа отловов на показатель «средняя удельная активность ^{90}Sr у *Apodemus uralensis* с территории ВУРСа» мы считаем преждевременным.

Автор выражает благодарность В.В. Власову за помощь в отлове животных, канд. биол. наук О.А. Толкачеву — за определение видов рода *Sorex*, д-ру биол. наук В.И. Стариченко — за проведение радиометрических анализов, канд. биол. наук Л.Е. Лукьяновой — за полезные рекомендации, канд. биол. наук И.А. Кшнясеву — за консультации по основам статистической обработки материала.

Работа выполнена при финансовой поддержке Междисциплинарного проекта УрО РАН (№ 09-М-24–2001), программы развития ведущих научных школ (НШ-3260.2010.4) и научно-образовательных центров (контракт 02.740.11.0279), а также гранта Президиума УрО РАН для молодых ученых на 2010 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Климова Т.И., Глаголев А.Р., Гусева Е.И. Атлас геоэкологических карт на территорию зоны наблюдения ФГУП «ПО «Маяк». М. — Озерск, 2007. 106 с.

Колчева Н.Е. Динамика экологической структуры популяций лесной мыши на Южном Урале: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 1992. 25 с.

Наумов Н.П. Изучение подвижности и численности мелких млекопитающих с помощью ловчих канавок // Вопросы краевой, общей и экспериментальной паразитологии и медицинской зоологии. М., 1955. Т. 9. С. 179–202.

Оленев Г.В. Альтернативные типы онтогенеза цикломорфных грызунов и их роль в популяционной динамике: (экологический анализ) // Экология. 2002. № 5. С. 341–350.

Стариченко В.И. Индивидуальные особенности кинетики остеотропных веществ: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Челябинск, 2007. 51 с.

ТОЧКА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЗИМОСТОЙКОСТИ МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ

А.В. Мурылёв, А.В. Петухов, В.Ю. Липатов

Пермский педагогический госуниверситет

Ключевые слова: зимостойкость медоносных пчел, точка кристаллизации, точка максимального переохлаждения.

Прикамская популяция пчел, выделенная на севере ареала, имеет целый ряд адаптационных механизмов, позволивших ей освоить северные части региона (Петухов, Шураков, 1996). Поэтому изучение механизмов адаптации к суровым климатическим условиям, в частности вопросов терморегуляции, и определение крайних температурных точек может внести ясность в характеристики биологических особенностей данной популяции и всего вида *Apis mellifera*. Регистрация точки максимального переохлаждения (ТМП) основана на фиксации тепла, выделяемого во время образования кристаллов при переходе из одного агрегатного состояния в другое (Еськов, 1995). Данный показатель позволяет охарактеризовать физиологические изменения разных генераций и пчел разных экотипов. Цель настоящей работы — изучение ТМП у разных генераций пчел медоносной пчелы среднерусской расы прикамской популяции.

Работа по изучению точки кристаллизации у пчел прикамской популяции среднерусской расы, обитающей в условиях отрицательных среднегодовых температур, проводилась с 2003 по 2009 г. в лаборатории кафедры зоологии Пермского государственного педагогического университета. Исследовали пробы весенней, летней и осенней генераций. Точки кристаллизации измеряли в трех отделах тела (голова, грудь, брюшко) с помощью хром-копелевой термопары, укрепленной на деревянной основе и фиксировали с помощью цифрового вольтметра.

Максимальные (по модулю) значения точки кристаллизации составили: -11.5±0.9°С — голова (март); -8.0±0.9°С — грудь (февраль); -8.2±1.2°С — брюшко (март). Установлено, что точка кристаллизации у разных генераций пчел отличается. Самая низкая ТМП характерна для пчел осенней генерации. С началом летной активности увеличивается количество воды в организме пчелы, и в этот период температура кристаллизации повышается. У пчел летней генерации наблюдается самая минимальная температура точки кристаллизации: в частности, в июле она составила для головы пчелы +1.7±0.63°С.

Таким образом, температура точки компенсационного переохлаждения в течение года у медоносных пчел изменяется. Пчелы осенней генерации в конце зимы — начале весны обладают наибольшей устойчивостью к замерзанию. У пчел весенней генерации точка кристаллизации уменьшается и достигает минимальных значений во второй половине лета. Динамика температуры кристаллизации в отделах тела пчелы в течение года зависит от внешних и внутренних факторов. Однако точка кристаллизации тканей каждого отдела отличается — самая низкая точка кристаллизации характерна для головного отдела.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Еськов Е.К. Экология медоносной пчелы. Рязань, 1995. 336 с.

Петухов А.В., Шураков А.И. Морфологическая характеристика среднерусских пчел верхнекамской популяции // Пчеловодство. 1996. № 5. С. 8–10.

АНАЛИЗ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИЙ КЛЕЩЕЙ *IXODES PERSULCATUS* SHULZE НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Т.А. Мухачева, А.Ю. Якушкина

Уральский госуниверситет им. А.М. Горького, г. Екатеринбург

Ключевые слова: генетическая структура, гаплотипы, рефугиум, рРНК, *Ixodes persulcatus.*

Клещи *Ixodes persulcatus* Shulze — основной переносчик возбудителей клещевого энцефалита и Лайм-боррелиоза в России, вследствие чего имеют большое эпидемиологическое значение. Из-за длительного совместного существования элементов одной паразитарной системы для понимания закономерностей распространения трансмиссивных инфекций необходимо изучать эволюцию не только возбудителей, но и их переносчика. Объективным отражением эволюционных процессов является генетическая структура популяций, которая может быть установлена на основе анализа вариабельности различных генетических маркеров. Цель настоящей работы — анализ генетической структуры популяций клещей *I. persulcatus* на территории России. Были поставлены следующие задачи: 1) изучить генетическую изменчивость популяций клещей *I. persulcatus* по двум генетическим маркерам: фрагментам 12S и 28S рРНК; 2) сопоставить уровни внутривидового разнообразия *I. persulcatus* с другими видами рода *Ixodes*, объяснить существующие различия; 3) иссследовать связь генетического разнообразия популяций *Ixodes persulcatus* и распределения определенных генетических вариантов с глобальными климатическими явлениями прошлого.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследовано 67 клещей *I. persulcatus*, собранных на территории России в период 2007–2009 гг. Выборка клещей включала особей, собранных на территориях Башкортостана, Свердловской и Тюменской областей, Ханты-Мансийского АО, Курганской, Омской, Иркутской областей, а также Сахалина. Для изучения генетической структуры популяций использовали два генетических маркера — фрагменты генов 12S и 28S рРНК (вариабельный участок D3). Ана-

лиз проводился с помощью молекулярно-генетических методов: ПЦР, секвенирование по Сэнгеру. Выравнивание последовательностей ДНК и построение дендрограмм проводили с помощью программы MEGA 4 (Tamura et al., 2007).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученые последовательности участков генов 28S и 12S рРНК 17 и 63 клещей соответственно, были депонированы в международную базу генетических последовательностей GenBank (регистрационные номера HM234619–HM234640). Установлено отсутствие изменчивости популяций по последовательности 28S рРНК. Другими словами, популяции *I. persulcatus* гомогенны по данному маркеру на всем изученном ареале. Похожая картина наблюдалась и по 12S рРНК, однако по данному маркеру нами выделены 4 гаплотипа (рис. 1). Гаплотип А доминирует на всем изученном ареале от европейской части России до Сахалина и встречается в 96.8% случаев. Два минорных гаплотипа В и С обнаружены в окрестностях г. Тавды (Свердловская область) в единственном числе (1.6% каждый) и имеют по одной нуклеотидной замене по сравнению с гаплотипом А. Четвертый гаплотип D выявлен в результате анализа полного митохондриального генома *I. persulcatus* из Японии. Данный гаплотип отличается наличием двух мутаций. Доля вариабельных нуклеотидов по исследуемому участку гена 12S рРНК составила 1.14%.

Таким образом, маркеры, применяемые для изучения гетерогенности популяций других видов рода *Ixodes*, не обладают достаточным разрешением для анализа популяций *I.persulcatus*. В частности, можно сравнить уровни внутривидовой изменчивости филогенетически близких видов, используя показатель доли вариабельных нуклеотидов. Клещи *Ixodes ricinus* L., распространенные в Западной Европе, хорошо изучены с этой точки зрения и отличаются небольшой степенью гетерогенности по нескольким маркерам (Casati et al., 2008, De Meeus et al., 2002), но количество вариабельных сайтов в составе участка 12S рРНК *I. ricinus* составляет 2.5% (Casati et al., 2008); у *I. pacificus* Cooley & Kohls (западное побережье США) и *I. scapularis* Say (восточное побережье США) соответствующий показатель составляет 12.6% (Norris et al., 1996).

В целом мы наблюдаем крайне низкую внутривидовую вариабельность, а также отсутствие выраженной филогеографической структуры популяций *I. persulcatus* в России. Наши выводы косвенно подтверждают данные по вариабельности внутреннего транскрибируемого спейсера 2 (ITS2) (Fukunaga et al., 2000). Вероятно, объяснение низкой генетической гетерогенности на всем ареале необходимо искать не в эволюционной молодости вида, а во влия-

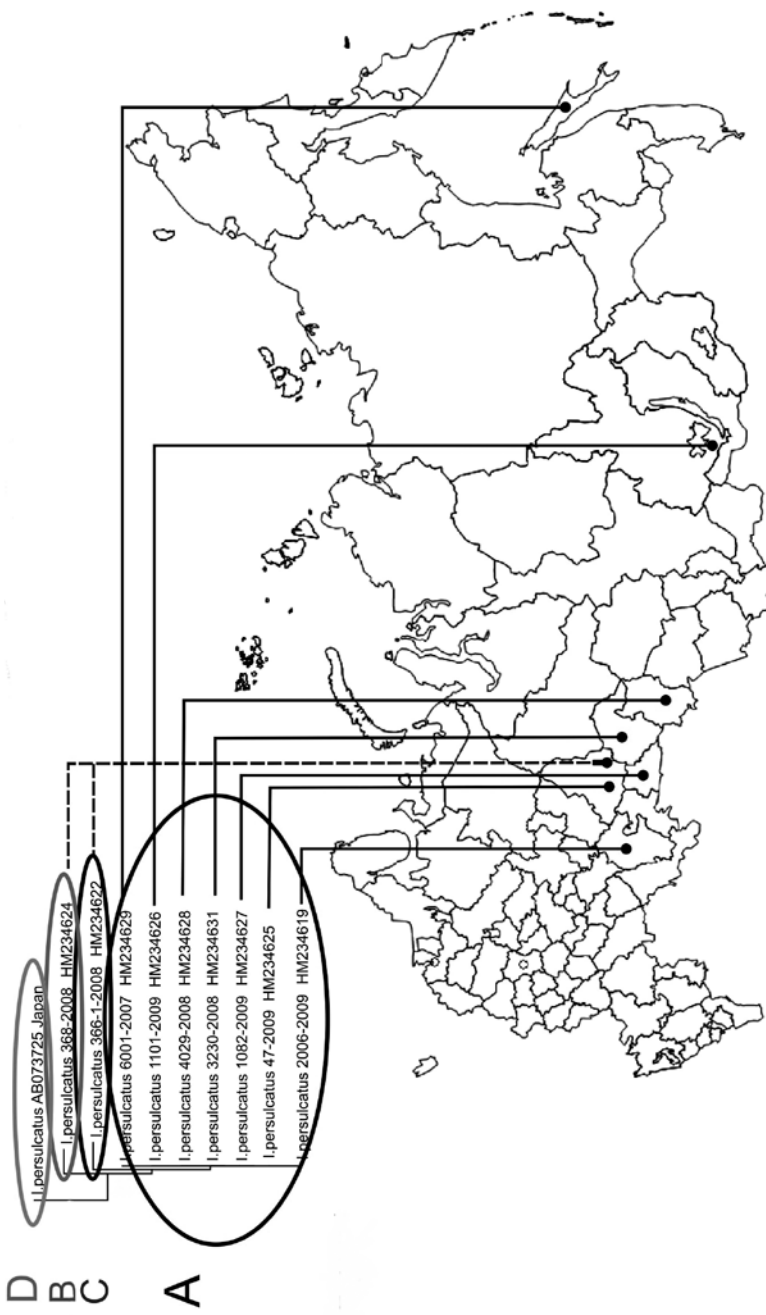


Рис. 1. Дендрограмма, демонстрирующая вариабельность участка 12S рРНК I. persulcatus, построенная методом Neighbor-joining. Указаны выделенные гаплотипы I. persulcatus и их распространение.

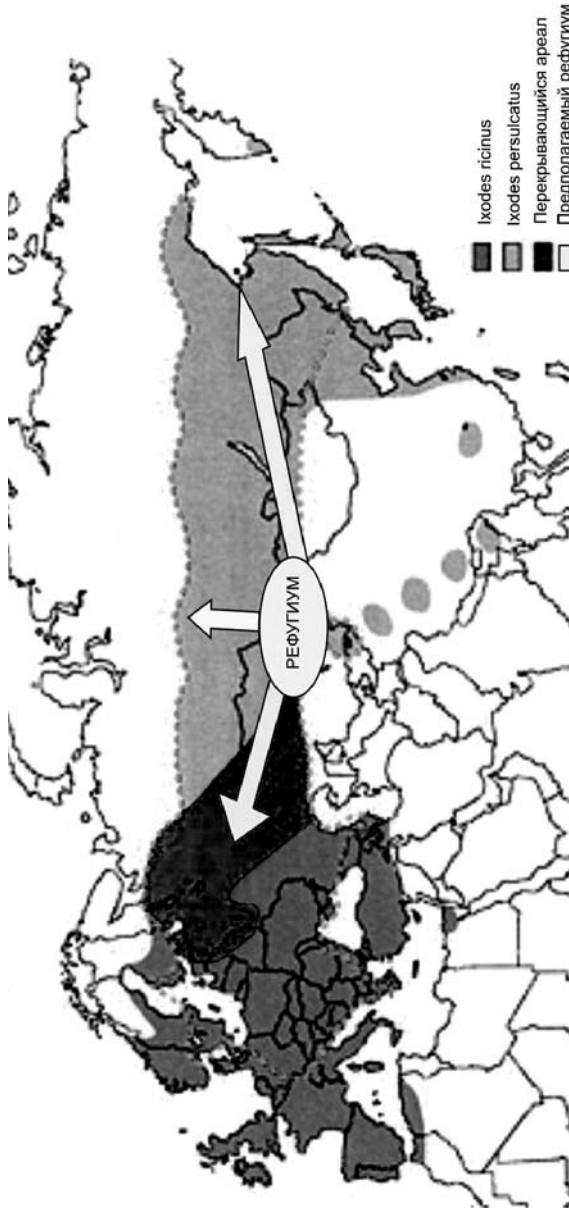


Рис. 2. Расположение предполагаемого рефугиума и пути расселения из него популяции I. persulcatus после оледенения.

нии глобальных климатических изменений в прошлом, в частности последнего плейстоценового оледенения, закончившегося приблизительно 10 тыс. лет назад. Предположительно единственная популяция *I. persulcatus* сформировала один рефугиум в предгорьях Алтая, откуда затем расселилась по всей таежной зоне Евразии (рис. 2).

Особенный интерес представляет обнаружение двух из четырех гаплотипов 12S рРНК (B и C) в одной точке на Среднем Урале (г. Тавда). Дальнейшие исследования помогут выяснить особенности популяционной структуры *I. persulcatus* в данной местности и исторические причины её формирования. Необходимо отметить, что гаплотип D (Япония) имеет наибольшие различия (1 вставка и 1 нуклеотидная замена) по сравнению с остальными гаплотипами. Вероятно, японская популяция *I. persulcatus* происходит из того же рефугиума, но испытала влияние географической изоляции от материковых популяций.

ВЫВОДЫ

1. Выявлена гомогенная генетическая структура популяций *I. persulcatus* по региону D3 28S рРНК и участку 12S рРНК. Доля вариабельных нуклеотидов по гену 12S рРНК составила 1.14%.

2. Показано, что клещи *I. persulcatus* обладают наименьшей внутривидовой изменчивостью по сравнению с изученными видами комплекса *Ixodes ricinus (I. ricinus, I. pacificus, I. scapularis)*.

3. Высказано предположение о существовании единственного рефугиума *I. persulcatus* во время последнего плейстоценового оледенения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Casati S., Bernasconi M.V., Gern L. et al. Assessment of intraspecific mtDNA variability of European Ixodes ricinus sensu stricto (Acari: Ixodidae) // Infect Genet. Evol. 2008. Vol. 8. № 2. P. 152–158.

de Meeus T., Beati L., Delaye C. et al. Sex-biased genetic structure in the vector of Lyme disease, Ixodes ricinus // Evolution. 2002. Vol. 56. № 9. P. 1802–1807.

Fukunaga M., Yabuki M., Hamase A. et al. Molecular phylogenetic analysis of ixodid ticks based on the ribosomal DNA spacer, internal transcribed spacer 2, sequences // J. Parasitol. 2000. Vol. 86. № 1. P. 38–43.

Norris D.E., Klompen J.S., Keirans J.E. et al. Population genetics of *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) based on mitochondrial 16S and 12S genes // J. Med. Entomol. 1996. Vol. 33. № 1. P. 78–89.

Tamura K., Dudley J., Nei M. et al. MEGA4: Molecular evolutionary genetics analysis (MEGA) software version 4.0 // Molecular Biology and Evolution. 2007. Vol. 24. № 8. P. 1596–1599.

ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СКЕЛЕТА БЕСХВОСТЫХ АМФИБИЙ В ГРАДИЕНТЕ ТРАНСФОРМИРОВАННОСТИ СРЕДЫ

Н.С. Неустроева

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Ключевые слова: адаптация, амфибии, девиантные формы скелета.

К настоящему времени нормальный онтогенез амфибий изучен достаточно хорошо, однако влияние экологической составляющей онтогенетических процессов на изменчивость до сих пор актуально, так как работ, посвященных специфике процессов адаптации и морфогенеза в градиенте антропогенной трансформации среды мало. В связи с этим целью данной работы было изучение стабильности онтогенеза скелета бесхвостых амфибий в градиенте антропогенно преобразованной среды и оценка специфики канализации морфогенеза дефинитивных скелетных структур.

Нами было проанализировано 509 экз. остромордой лягушки (*Rana arvails* Nilss, 1842), 284 экз. травяной лягушки (*R. temporaria* Linnaeus, 1758.) и 104 экз. озерной лягушки (*R. ridibunda* Pallas, 1771). Материал собран в 1980–2006 гг. на территории городской агломерации Екатеринбурга. В работе использован метод просветления мягких тканей Даусона (Dawson, 1926).

В ходе работы была разработана типизация скелетных аномалий и выявлен спектр девиантных форм для природных популяций трех видов рода *Rana*. Установлены спектр, частота и различия, обусловленные видовой принадлежностью и степенью антропогенной трансформации среды. У остромордой лягушки в градиенте урбанизированной среды доля животных со скелетными аномалиями максимальная в лесопарках и зоне малоэтажной застройки. На наш взгляд, наибольшая (38.3%) частота животных со скелетными девиациями в лесопарковой зоне связана с тем, что именно на эти популяции приходится пик инвазированности бигенетическими трематодами, цисты которых способствуют формированию девиаций скелета. Встречаемость скелетных аномалий максимальна в зоне малоэтажной застройки и чуть ниже — в лесопарковой зоне. У травяной лягушки наибольшая встречаемость животных с аномалиями скелета приходится на зону малоэтажной застройки, хотя в сравнении с остромордой лягушкой этот показатель заметно ниже. По озерной лягушке получены данные только для лесопарковой зоны и зоны многоэтажной застройки, где доля животных с аномалиями максимальны.

ВЫВОДЫ

1. Выявлен спектр скелетных аномалий для природных популяций трех видов рода *Rana*. 2. Встречаемость отклонений скелета сеголеток изученных видов при антропогенной трансформации среды убывает в ряду *R. avails* — *R. ridibunda* — *R. temporaria*. 3. Зараженность трематодами в сочетании с изменением химизма среды может существенно влиять на формирование девиантных форм скелета у *R. arvalis*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Dawson A.B. A note on the staining of the skeleton of cleared specimens with alizarin red S. Stain. Technology. 1926. Vol. 1. P. 123–125.

ВЛИЯНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНО ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА СОСТОЯНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО ФОНДА ТКАНЕЙ МЕДИЦИНСКИХ ПИЯВОК (*HIRUDO MEDICINALIS* L.) В МОДЕЛЬНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Е.С. Нохрина

Областная детская клиническая больница № 1, г. Екатеринбург

Ключевые слова: медицинская пиявка, тяжелые металлы, аминокислотный состав.

Учитывая, что гомогенаты тканей медицинской пиявки (*Hirudo medicinalis* L.) все шире используются в косметологии, фармацевтике и пищевой промышленности, актуальны исследования, направленные на всестороннее изучение биологически активных соединений в тканях этих гидробионтов, в том числе и при повышенном содержании в водной среде приоритетных загрязнителей — тяжелых металлов (ТМ). Наши исследования показали, что медицинские пиявки, выращенные на биофабрике, отличаются от своих «предков» — пиявок из природных популяций — как более высоким уровнем основного и азотистого обменов, так и повышенным содержанием микроэлементов в тканях (Ковальчук и др., 2007; Нохрина и др., 2008).

Цель исследования — оценить влияние экстремально высоких концентраций тяжелых металлов на состояние аминокислотного пула тканей медицинских пиявок в модельном эксперименте.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В лабораторном эксперименте использовали медицинских пиявок *H. medicinalis* из природных популяций (р. Челбас, Краснодар-

ский край) и выращенных в искусственных условиях на биофабрике («ГирудоМед-Юг», Краснодарский край).

Контрольные группы пиявок содержали в банках с отстоянной водой. Опытных особей помещали в банки с растворами ионов меди, цинка, кадмия, свинца и их смеси. Концентрации металлов в экспериментальных растворах соответствовали экстремально высоким уровням загрязнения водоемов рыбохозяйственного назначения, мг/л: Cu — 0.05, Zn — 0.5, Pb — 0.03, Cd — 0.025, что соответствует 50 ПДК (предельно допустимые концентрации) для меди и цинка и 5 ПДК — для свинца и кадмия (Сборник..., 1991).

Содержание свободных аминокислот (АК), (мкмоль/л; %) изучали методом ионообменной хроматографии на автоматическом аминокислотном анализаторе «ААА-339М» на 7, 14 и 21 сутки эксперимента (Казаренко, 1975).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В растворах кадмия и смеси тяжелых металлов отмечена гибель всех особей из природных популяций на третьей неделе эксперимента, в то время как пиявки, выращенные на биофабрике, оставались жизнеспособными. Выявлена четкая тенденция роста суммарных концентраций свободных АК в тканях пиявок обеих групп. При этом максимальные значения обнаружены на 14 сутки нахождения пиявок в растворе смеси ТМ. Здесь суммарные концентрации АК превысили контрольные значения в 2.5 раза в тканях пиявок с биофабрики и в 4 раза — у природных ($p<0.05$) (см. рисунок).

Повышение концентраций суммарного пула АК в тканях медицинских пиявок обеих групп происходит главным образом за счет существенного роста количества аланина и аспарагиновой кислоты. Кроме того, практически на всех этапах эксперимента отмечено повышение концентраций цистеиновой кислоты, серина, глицина, валина, цистеина, метионина и лизина ($p<0.05$).

Обнаружено падение соотношения незаменимых АК к заменимым у пиявок, выращенных на биофабрике, при экспозиции меди, свинца и смеси тяжелых металлов (см. таблицу), а возрастание соотношения НАК/ЗАК в тканях опытных пиявок из природных популяций связано, скорее всего, с обвальным снижением процентного содержания глутаминовой кислоты + глутамина, исходные значения которых в контроле достигали 29.4%, а к концу эксперимента не превышали 6.6%.

Наиболее сильный эндотоксикоз развивался у пиявок из природных популяций при нахождении их в растворе смеси ТМ на 14-е сутки — антитоксический ИФ превысил норму в 5 раз. При этом по сравнению с контрольными значениями, содержание меди в их тканях увеличилось в 2 раза, свинца — в 2, а кадмия — в 20 раз ($p<0.05$).

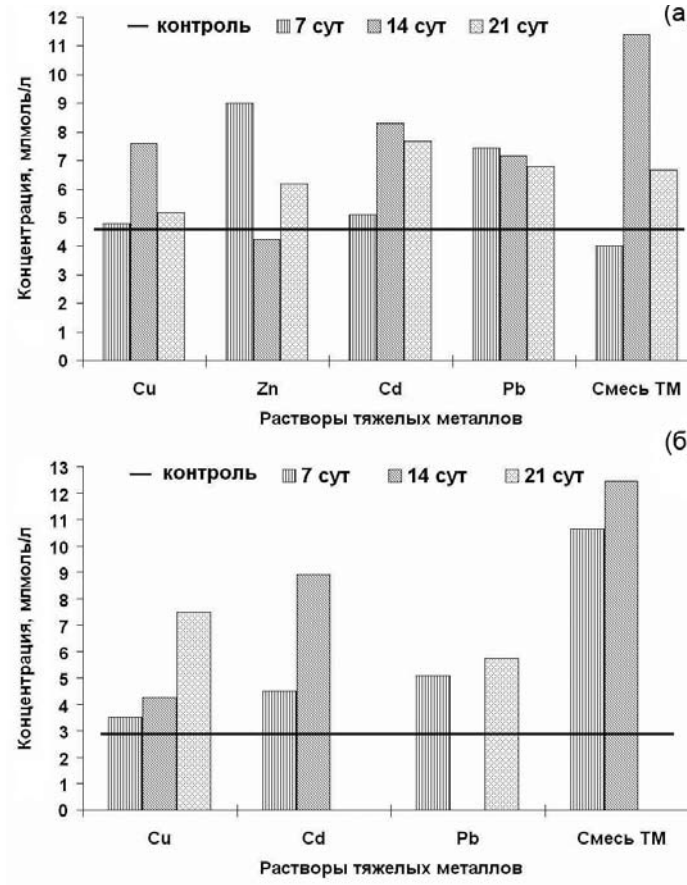


Рисунок. Динамика концентраций суммарного фонда АК в тканях пиявок при хроническом воздействии тяжелых металлов и их смеси на биофабрике (а) и в природной популяции (б).

Наблюдаемое снижение процентного содержания глутаминовой кислоты, глутамина, γ-аминомасляной кислоты и аргинина в тканях пиявок обеих групп на фоне повышения аминокислотного фонда на всем протяжении опыта указывает на ключевую роль данных аминокислот в процессах детоксикации и адаптации пиявок к избыточному присутствию токсикантов в водной среде.

Таким образом, наибольшую токсическую нагрузку медицинские пиявки из природных популяций и выращенные на биофабрике испытывают при сочетанном влиянии меди, цинка, свинца и кадмия — в смеси ТМ. Обнаружено, что пиявки, выращенные на биофабрике, обладают

Таблица. Значения соотношения отдельных групп свободных АК в тканях опытных пиявок

ТМ	Контроль		сутки					
			7		14		21	
	б/ф	дикие	б/ф	дикие	б/ф	дикие	б/ф	дикие
Cu								
НАК/ЗАК	0.32	0.31	0.20	0.31	0.25	0.32	0.30	0.26
ИФ	3.42	3.24	4.17	4.45	8.54	5.16	4.23	3.71
Cd								
НАК/ЗАК	0.32	0.31	0.39	0.44	0.35	0.44	0.34	гибель
ИФ	3.42	3.24	3.42	3.31	3.47	2.52	3.20	гибель
Pb								
НАК/ЗАК	0.32	0.31	0.20	0.31	0.24	–	0.28	0.31
ИФ	3.42	3.24	3.90	3.56	4.42	–	3.36	3.19
ТМ								
НАК/ЗАК	0.32	0.31	0.22	0.43	0.14	0.46	0.24	гибель
ИФ	3.42	3.24	5.32	7.60	4.52	16.39	6.12	гибель

большей устойчивостью к токсической нагрузке, чем пиявки из природных популяций. По-нашему мнению, высокой резистентности выращенных на биофабрике особей способствует повышенный исходный уровень основного, микроэлементного и аминокислотного обменов.

Показано, что медицинские пиявки способны накапливать в своих тканях значительные концентрации как биофильных элементов, так и ксенобиотиков, что необходимо учитывать при искусственном разведении этих гидробионтов и использовании их гомогенатов в практике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Казаренко Т.Д. Ионообменная хроматография аминокислот. Новосибирск: Наука, 1975. 133 с.

Ковальчук Л.А., Черная Л.В., Тарханова А.Э., Нохрина Е.С. Основной обмен и содержание микроэлементов в тканях медицинских пиявок (*Hirudo medicinalis* L.) из природных популяций и выращенных в искусственных условиях биофабрики // Вестник Уральской медицинской академической науки. Екатеринбург, 2007. № 4 (18). С. 49–53.

Нохрина Е.С., Ковальчук Л.А., Черная Л.В., Тарханова А.Э. Состояние микроэлементного и азотистого обмена при адаптации медицинских пиявок (*Hirudo medicinalis* L.) к условиям искусственного разведения на биофабрике //Микроэлементы в медицине, 2008. Т. 9. Вып. 12. С. 26–27.

Сборник санитарно-гигенических нормативов и методов контроля вредных веществ в объектах окружающей среды. М., 1991. 225 с.

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РИСУНКА ОПЕРЕНИЯ БОЛЬШОГО ВЕРЕТЕННИКА *LIMOSA LIMOSA* L.

В.Е. Поляков

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Ключевые слова: популяция, птицы, внутривидовая систематика, окраска, кулики.

Анализ географической изменчивости морфологических признаков часто применяется при реализации популяционно-географического подхода в систематике птиц (Майр, 1947). Однако при исследовании популяционной структуры вида и выявлении филогенетических отношений между популяциями использование только морфологической дифференциации недопустимо и должно сопровождаться исследованием изменчивости других признаков, включая экологические и молекулярно-генетические (Береговой, 1969). Таким образом, популяционная структура должна отражать не только морфологические (как принято в систематике) различия, но и филогенетическую судьбу вида, хотя дифференциация по морфологическим признакам наиболее эффективна при наименьшей трудоемкости.

Большой веретенник — политипический вид (Aves, Charadriiformes) с обширным гнездовым ареалом в умеренных широтах Евразии. Различают 3 подвида большого веретенника (Cramp, Simmons, 1983). Этот вид внесен в Красную книгу МСОП с категорией «находящийся в состоянии, близком к угрожаемому» (Near Threatened) вследствие повсеместного сокращения численности номинативного подвида *L. limosa limosa* в Европе.

Сведения о популяционной структуре большого веретенника крайне важны для оценки масштабов сокращения численности и разработки стратегии его охраны. В то же время четкие диагностические признаки подвидов (популяций) не разработаны. Одним из систематических признаков является густота поперечного рисунка перьев брюха и подхвостья (Степанян, 2003). Так, у подвида *L. limosa limosa* рисунок на этих участках оперения развит слабо или отсутствует у подвидов *L. limosa islandica* и *L. limosa melanuroides* рисунок из поперечных полос покрывает все брюхо и подхвостье. Однако изменчивость окраски описана весьма субъективно, поскольку не имеет количественного выражения. В настоящей работе проведен количественный анализ географической изменчивости окраски брюха и подхвостья для оценки пригодности этих признаков в систематике и при выявлении популяционной структуры большого веретенника.

Проанализировано 35 экз. большого веретенника из коллекции зоологического музея МГУ (г. Москва) и собственных сборов. Особи

были сгруппированы в пять выборок: запад Восточной Европы, Нижнее Поволжье, Зауралье, Алтайский край и Дальний Восток. Первые четыре выборки собраны с ареала подвида *L. limosa limosa*, пятая — с ареала подвида *L. limosa melanuroides*. Проанализировано два признака: число перьев с поперечным рисунком на брюхе внутри рамки размером 5х5 см и общее число перьев с рисунком в подхвостье. Рамку накладывали дважды с одного и другого бока птицы, полученные значения усредняли. Статистический анализ выполнен в пакете программ STATISTICA (6.0), использовали ANOVA и *t*-критерий Стьюдента.

В результате исследования установлено, что рисунок на брюхе самцов гуще, чем у самок ($t(34)=2.24$, $p<0.05$). В дальнейшем при анализе этого признака выборки разделили по полу. Исследованные выборки различаются по густоте окраски брюха как у самцов ($F(4, 13) = 7.74$, $p = 0.002$), так и у самок ($F(3, 12) = 27.7$, $p < 0.001$), а также по густоте окраски подхвостья, ($F(4, 29) = 4.22$, $p < 0.01$). Только выборка больших веретенников подвида *L. limosa melanuroides* с Дальнего Востока отличается от остальных выборок по обоим исследованным признакам (см. рисунок).

Исследованные признаки варьируют в выборках с ареала подвида *L. limosa limosa*. Так, в выборке из Зауралья преобладают особи с густым рисунком на брюхе и подхвостье, а выборка с Алтая — наименьшим числом перьев с рисунком на брюхе и подхвостье. В выборке из Зауралья отмечена высокая индивидуальная изменчивость густоты рисунка брюха и подхвостья у самцов, что подтверждают и полевые наблюдения без количественной оценки густоты рисунка. Возможно, что большие веретенники, гнездящиеся в Восточной Европе и Западной Сибири, являются представителями различных подвидов или популяций. Это подтверждают и значимые различия между выборками с территории Европы и Западной Сибири по массе тела и морфометрическим признакам: длине крыла, клюва, цевки (Engelmoer, Roselaar, 1998; Groen, Yurlov, 1999). Географическая изменчивость густоты рисунка оперения брюха и подхвостья большого веретенника в целом подчиняется правилу Глогера (Gloger, 1833; цит по: Дементьев, 1948) и может быть объяснена природно-климатическими различиями территорий, населяемых в период размножения.

Таким образом, количественный учет густоты рисунка оперения на брюхе и подхвостье большого веретенника позволяет диагностировать подвиды *L. limosa limosa* и *L. limosa melanuroides* даже при наличии минимальных выборок. Для анализа географической изменчивости окраски больших веретенников из ареала подвида *L. limosa limosa* необходимо увеличить объем выборок.

Автор признателен заведующему орнитологическим сектором Зоомузея МГУ д-ру биол. наук П.С. Томковичу и сотруднику музея

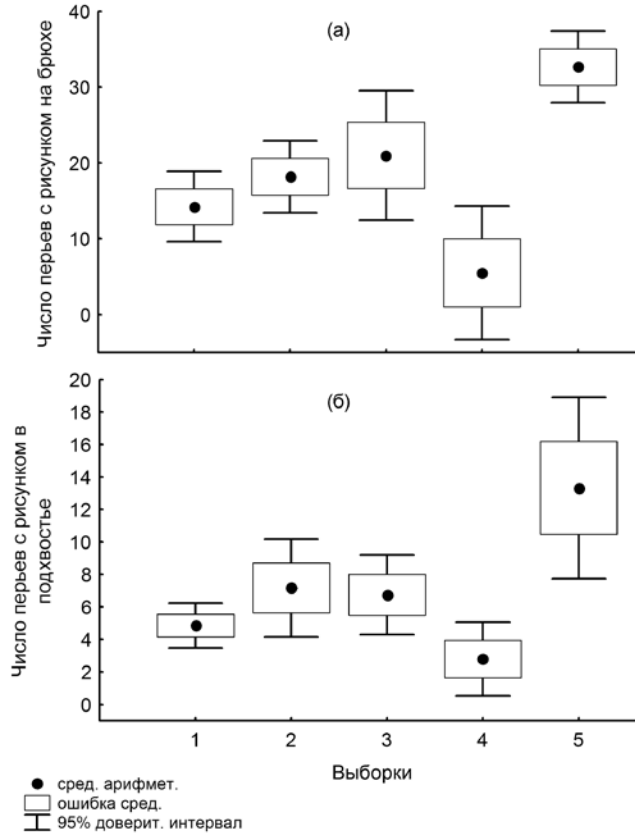


Рисунок. Географическая изменчивость густоты рисунка брюха у самцов (а) и подхвостья (б) большого веретенника. 1 — запад Восточной Европы, 2 — Нижнее Поволжье, 3 — Зауралье, 4 — Алтай, 5 — Дальний Восток.

канд. биол. наук Я.А. Редькину за помощь в работе с коллекцией. Кроме того, я благодарен канд. биол. наук М.В. Модорову и канд. биол. наук Н.В. Синевой за полезные комментарии при проведении работы и подготовке рукописи.

Работа выполнена при финансовой поддержке федеральной целевой программы развития научно-образовательных центров (контракт 02.740.11.0279) и программы Президиума РАН «Биологическое разнообразие».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Береговой В.Е. Географическая изменчивость и популяционная структура вида // Труды Института экологии растений и животных. Свердловск, 1969. Вып. 71. С. 16–27.

Дементьев Г.П. Исследования по окраске позвоночных животных. III. Правило климатических вариаций окраски птиц и млекопитающих // Зоол. журн. 1948. Т. 27. Вып. 1. С. 47–52.

Майр Э. Систематика и происхождение видов с точки зрения зоолога: Пер. с англ. / Под ред. Гептнера В.Г. М., 1971. 504 с.

Степанян Л.С. Конспект орнитологической фауны России и сопредельных территорий (в границах СССР как исторической области). М., 2003. 808 с.

BirdLife International 2008. *Limosa limosa*. [Электронный ресурс] / IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.1. Режим доступа: http://www.iucnredlist.org, свободный. Цит. с экрана.

Cramp S., Simmons K.E.L. The birds of the Western Palearctic. Oxford, 1983. Vol. 3. 913 p.

Engelmoer M., Roselaar C.S. Black-tailed Godwit // Geographical variation in waders / M. Engelmoer, C.S. Roselaar. Eds. Dordrecht, 1998. P. 171–180.

Groen N., Yurlov A.K. Body dimensions and mass of breeding and hatched Black-tailed Godwits (*Limosa l. limosa*): a comparison between a West Siberian and a Dutch population // J. Ornithol. 1999. Vol. 140. P. 73–79.

ДОМИНАНТНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ РЕЖИМНЫХ МЕРЗЛОТНЫХ ПОЛИГОНОВ НА ТЕРРИТОРИИ УРЕНГОЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

К.А. Попов, Н.Г. Украинцева

Институт криосферы Земли СО РАН, г. Тюмень, г. Москва

Ключевые слова: сезонно-талый слой, растительный покров, фитомасса.

В целях создания комплексного Западно-Сибирского зонального трансекта мониторинга сезонно-талого слоя (СТС) экспедиционным отрядом ИКЗ СО РАН в 2008 году были организованы два режимных полигона. Они расположены в центральных континентальных районах Западной Сибири, на левобережье р. Пур, в подзонах южной лесотундры и южной тундры в районе Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения (НГКМ). Главная задача наших исследований — оценить влияние почвенно-растительного покрова на локальную изменчивость мощности СТС и состояние многолетнемерзлых пород (ММП) в разных геосистемах и в разных природных зонах. В качестве гипотезы принята теория об «экосистемно-обусловленных» и «климатически-обусловленных экосистемно-модифицированных» мерзлых толщах, характерных соответственно для южной криолитозоны с несплошным распространением неустойчивых высокотемпературных ММП и северной криолитозоны со сплошной низкотемпературной мерзлотой.

Для решения поставленной задачи на полигонах проведены комплексные ландшафтно-геохимические исследования, разработана типизация природных геосистем локального уровня (в ранге фаций), с

применением ГИС-технологий построены крупномасштабные (1:5000) карты-схемы природных геосистем, определена надземная фитомасса доминантных растительных сообществ. Ежегодно в конце теплого сезона проводились измерения мощности СТС и температуры ММП.

В южной лесотундре полигон расположен на IV озерно-аллювиальной равнине, сложенной суглинисто-песчаными отло-жениями (нередко перекрытыми торфом). На водораздельной поверхности многолетнемерзлые породы залегают с поверхности, а ландшафтная (фациальная) структура разнообразна и мозаична: мелкобугристые тундры, лога с кустарниками, торфяники, болота. На полигоне доминируют плоский кочковатый багульниково-морошково-лишайниково-сфагновый и полигональный морошко-во-багульниково-сфагново-лишайниковый торфяники с обводнёнными морошково-сфагновыми канавками и мочажинами. Полигон пересекает кочковато-сфагновая ложбина стока с примыкающими к ней мелкобугристыми ерниково-кустарничково-моховыми водосборными понижениями. Запасы надземной фитомассы (включая моховую подстилку и мортмассу) достигают 3 кг/м^2. Глубина протаивания четко связана с мощностью органогенного горизонта почв (Мт). На торфяниках, где Мт = 0.5–3 м, она минимальна и составляет 30–50 см, в мелкобугристых тундрах (Мт = 0.2–0.4 м) — 0.7–1.2 м, в кустарниковых логах (Мт = 0.05–0.4 м) — 1–1.6 м. Песчаные придолинные участки заняты лиственично-лишайниковыми редколесьями (местами — западинно-бугристыми), где кровля ММП опущена на глубину 3–8 м. Глубина сезонного промерзания, которую удалось определить щупом в августе 2009 г., изменяется от 0.8–1 до 1.4–1.6 м.

В южной тундре полигон расположен на III морской равнине, сложенной преимущественно суглинистыми отложениями. На площадке доминируют травяно-кустарничково-мохово-лишайниковые тундры с редкими пятнами-медальонами. Запасы фитомассы снижаются (1.5–2.5 кг/м^2), мощность органического горизонта почв достаточно однородна и составляет 4–10 см. Растительность южной тундры менее пестрая, чем растительность южной лесотундры, снижается биоразнообразие доминантных экосистем.

Таким образом, в южной лесотундре, где растительный покров разнообразен и мозаичен, растительность оказывает существенное влияние на локальные особенности сезонно-талого слоя, обусловливает чередование участков с пониженной кровлей ММП и поверхностным их залеганием. В тундре роль почвенно-растительного покрова существенно снижается.

Исследования проводятся при поддержке РФФИ (грант 08–05–00872а), ОНЗ РАН и международного Проекта CALM (Циркумполярный мониторинг сезонно-талого слоя).

ФИТОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АСПЕКТ

Л.А. Пустовалова

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Ключевые слова: фиторазнообразие, трансформация, резерваты.

Уральской школой фитоэкологического картографирования, созданной П.Л. Горчаковским, предложены оригинальные методики оценки состояния растительного покрова. Для территории Урала созданы разноуровневые фитоэкологические карты (Горчаковский и др., 2008). Но сравнительной оценки состояния растительности территорий одной размерности ранее не проводилось. Цель настоящего исследования – выявление закономерностей антропогенной трансформации растительного покрова на локальном уровне на примере особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

Работы проведены в природном парке (ПП) «Оленьи ручьи» и в Ильменском заповеднике (ИГЗ). Согласно полученным данным, в состав флоры парка входят 924 вида сосудистых растений, относящихся к 102 семействам и 402 родам; флора ИГЗ насчитывает 954 вида из 106 семейств и 406 родов. В парке отмечены 84 эндемичных и реликтовых вида, в заповеднике — 83. Составлены карты растительности этих ООПТ (М 1:100 000). В результате картометрического анализа установлено, что в парке наиболее распространены пихтово-еловые и елово-пихтовые леса сложные, а также производные от них (30% от общей площади), а в ИГЗ – сосновые леса вейниково-кустарничково-зеленомошные (19% от площади ключевого участка), сосновые и березовые леса разнотравно-злаковые (38%). Однако в обеих ООПТ имеются сообщества, содержащие значительное число реликтов и эндемиков. На карте растительности ПП «Оленьи ручьи» отмечен 21 уникальный фитоценоз общей площадью 434 га, а на подобной карте ключевого участка ИГЗ — 29 фитоценозов площадью 234 га. В парке эти сообщества приурочены к выходам горных пород в долине р. Серги и повышению рельефа в его юго-западной части, в заповеднике – к Ильменскому хребту.

Составлены фитоэкологические карты изученных ООПТ (М 1:100 000) с применением индекса антропогенной трансформации в рамках типологических подразделений (T_1). Картометрический анализ показал, что 33% территории парка занято очень сильно трансформированной растительностью (T_1>1), а 51% — сильно трансформированной (T_1>0.6). В ИГЗ 68% площади ключевого участка занято сильно трансформированной растительностью. Большая нарушенность растительного покрова парка по сравнению с ИГЗ, на наш взгляд, объясня-

ется временем существования в статусе ООПТ (заповедник образован в 1920 г., парк — в 1999 г.) и разным режимом современного природопользования (в парке разрешена рекреация). Однако наличие полных рядов трансформации, включающих смешанные и мелколиственные леса, луга разной степени зарастания, сенокосы и т.д., как в парке, так и в заповеднике свидетельствует о длительном характере антропогенного воздействия, не прекращающегося до сих пор.

В заключение отметим, что для оценки состояния растительного покрова на локальном уровне в ООПТ применим индекс антропогенной трансформации в рамках типологических подразделений. Составленные фитоэкологические карты парка «Оленьи ручьи» и Ильменского заповедника в комплексе с картами растительности могут быть использованы в программах фитомониторинга.

Автор благодарит канд. биол. наук Н.Н. Никонову за материалы по ПП «Оленьи ручьи».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Горчаковский П.Л., Никонова Н.Н., Иванова Л.А. Фитоэкологическое картографирование ООПТ: состояние и перспективы // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: Мат-лы всерос. конф. Петрозаводск, 2008. Ч. 5. С. 65–67.

О ХАРАКТЕРИСТИКАХ ФИТОГЕННОГО ПОЛЯ ВЕЙНИКА НАЗЕМНОГО НА ЗОЛООТВАЛАХ НИЖНЕТУРИНСКОЙ ГРЭС

Е.А. Раков

Уральский госуниверситет им. А.М. Горького, г. Екатеринбург

Ключевые слова: ценопопуляция, фитогенное поле.

Концепция фитогенного поля была предложена А.А. Урановым (1965), который определил его как пространство, в пределах которого среда приобретает свойства, обусловленные присутствием в ней данной особи растения.

Настоящая работа проводилась на разновозрастных золоотвалах Нижнетуринской ГРЭС (НТГРЭС). Характеристики трёх золотвалов, а также описание ценопопуляций вейника наземного опубликованы ранее (Раков, 2009). Площадки размером 0.25 м^2 закладывали от модельного куста по основным сторонам света — по 4 площадки на 4 направления у 10 модельных кустов на трех золоотвалах. Кроме того, внутри каждой площадки закладывали микроплощадки размером 0.01 м^2. На площадках оценивали проективное

покрытие (в%) и обилие (шкала Друде) видов сосудистых растений. В лаборатории исследовали изменение этих параметров в зависимости от расстояния от куста. Колебание средних значений оценивали при помощи непараметрического критерия Краскелла-Уолеса (Н). Кроме того, была построена регрессионная зависимость.

В результате проведенных исследований установлено, что изменение коэффициента Чекановского-Съёренсена в зависимости от возраста золоотвала не характеризуется достаточным уровнем значимости критерия Краскелла-Уоллеса. Кроме того, изменение проективного покрытия и обилия при удалении от куста вейника (таблица) проявляет сходную тенденцию, однако достаточный уровень значимости достигнут только на самом старом отвале (45 лет).

Таблица. Изменение проективного покрытия и обилия при удалении от модельного куста вейника наземного на золоотвалах НТГРЭС

Удаление		Золоотвал		
		№ 1	№ 2	№ 3
0.5	ПП	81.3±6.3	72.5±4.8	45.8±6.3
	О	21.8±2.1	19.5±1.2	21.9±1.5
1.0	ПП	31.3±6.3	67.2±7.5	37.5±4.8
	О	24.4±2.7	20.5±1.8	20.5±1.6
	ПП	50.0±10.2	80.6±4.1	45.8±4.8
	О	24.7±2.6	20.1±1.4	22.1±1.4
2.0	ПП	43.8±6.3	87.8±53.2	43.3±5.6
	О	24.7±2.8	18.9±1.3	23.7±1.6
Значения критерия Краскелла-Уолеса	ПП	H(3;N=64)=39.6 #	H(3;N=64)=7.2	H(3;N=48)=1.4
	О	H(3;N=90)=0.7	H(3;N=80)=1.5	H(3;N=59)=2.5
Значения *F*	ПП	*F*(1,62)=21.1#	*F*(1,62)=6.59	*F*(1.46)=0.001
	О	*F*(1.88)=0.73	*F*(1.78)=0.04	*F*(1.57)=0.91

*Примечание: * — данные проективного покрытия; # — p<0.05.*

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» 2009–2013 гг. (ГК № П826 от 17.08.2009) и программы развития научно-образовательных центров (контракт 02.740.11.0279)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Раков Е.А. Ценопопуляционный анализ вейника наземного на разновозрастных золоотвалах Нижнетуринской ГРЭС / Вестн. Оренбургского гос. уни-та., 2009. № 10. С. 328–330.

Уранов А.А. Фитогенное поле // Проблемы современной ботаники. М., 1965. Т.1. С. 251–254.

ВЫПОЛНЕННОСТЬ СЕМЯН *CIRSIUM SETOSUM* (WILLD.) BESS. ИЗ ЗОНЫ ВУРСА И ЗА ЕГО ПРЕДЕЛАМИ

Д.Ю. Росяева*, Е.В. Антонова**

**Уральский госуниверситет им. А.М. Горького, г. Екатеринбург*
***Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург*

Ключевые слова: выполненность семян, радионуклидное загрязнение, *Cirsium setosum* (Willd.) Bess.

Развитие ядерных технологий и испытание ядерного оружия в XX в. стали причинами серьезного радионуклидного загрязнения окружающей среды (Позолотина, 2003). Эта проблема особенно важна для Уральского региона, где сосредоточены такие предприятия ядерно-топливного цикла, как ПО «Маяк» (г. Озерск) и Белоярская атомная станция (г. Заречный). В результате аварии 1957 г. на ПО «Маяк» сформировался Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС). Одним из факторов, позволяющим снизить уровень загрязнения, является время, т.е. естественный распад радиоактивных элементов (Радиоактивные беды..., 2000), но даже спустя два периода полураспада радионуклидов популяции растений и животных, обитающие на территории ВУРСа, испытывают на себе действие ионизирующей радиации.

Одним из механизмов адаптации растений к изменяющимся условиям среды является выполненность семенного потомства. Она играет ключевую роль в судьбе популяции, поэтому целью нашей работы стало изучение последствий хронического действия радиации на выполненность семенного потомства бодяка щетинистого (*Cirsium setosum* (Willd.) Bess.), произрастающего в ценопопуляциях зоны ВУРСа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Бодяк щетинистый, или осот розовый *Cirsium setosum* (Willd.) Bess, — многолетнее сорное растение из семейства Asteraceae, высотой от 30 до 150 см, корневище ползучее. Этот вид способен давать до 40 тыс. семян, а жизнеспособность семян в почве — до 20 лет (Определитель..., 1994). Плоды — семянки. К влажности почвы безразличен, более требователен к содержанию в ней гумуса. Встречается повсюду — от равнин до горного пояса. Вид полиплоидный: $2n = 34$ (Флора..., 1997).

Расчет выполненности проведен на семенах из четырех фоновых выборок (Рассоха — фоновая-1, Шеелит — фоновая-2, Скородум — фоновая-3, Зайково — фоновая-4), двух буферных (МП «Бугай» (северная граница ВУГЗа) — буферная-1, западная граница ВУГЗа — буферная-2) и трех импактных (оз. Урускуль — импактная-1, оз. Бердениш — импактная-2, Лежневка — импактная-3). Семена были собраны в 2009 г., за исключением участка «Лежневка» (сбор

семян в 2007 г.). Во всех фитоценозах, произрастающих на выбранных участках, бодяк щетинистый занимает доминирующие положения или представлен как сопутствующий вид.

Семена собирали в конце августа — начале сентября. Выполненность воздушно-сухих семян оценивали на организменном (сбор с каждого отдельного растения) и популяционном (смесь семян с не менее чем 40 растений) уровнях. При расчете выполненности смеси семян использовали метод конверта. Выполненными считали плотные семена с зародышем, т.е. отбраковывали щуплые семена. Общее число семян — 18 439 шт.

Полученные данные были обработаны статистически с использованием однофакторного дисперсионного анализа. Проверка статистических гипотез проведена в программе STATISTICA 6.0 (StatSoft Inc., 2001).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как видно из рисунка, в фоновых выборках выполненность семенного потомства варьирует от 2.3 до 24.2%, в буферных — от 28.4 до 31.8%, в импактных — от 9.5 до 43.5%. Это значит, что наибольший диапазон изменчивости признака характерен для фоновых и импактных зон.

Этот факт подтверждают и результаты множественного сравнения выборок (тест Шеффе). Наиболее близки между собой буферные ценопопуляции (p = 0.99), выборки импактная-2 и импактная-3 (p = 0.50–0.81). Остальные выборки так или иначе различаются между собой. В целом влияние фактора «участок» значимо (однофакторный дисперсионный анализ, $F(8, 303) = 36.79$, $p = 0.0000$).

Средние значения признака не всегда объективно отражают происходящие в популяциях процессы. Рассмотрим распределение признака в разных ценопопуляциях. Во всех фоновых выборках доминируют растения со 100% невыполненными семенами (от 25 до 75%). В буферной зоне ВУРСа наиболее часто встречаются растения с выполненностью семян 15 и 30% (в обеих выборках доминанта равна 30%). Наибольший диапазон изменчивости признака характерен для выборок фоновая-3 и импактная-3. Наиболее интересна ценопопуляция импактная-2, в которой преобладали растения с долей выполненности семян 0, 5 и 50% (наполняемость классов — по 20%), а также импактная-3, в которой преобладали растения с долей выполненности семян 45, 50 и 55% (от 11.5 до 12.8%). В выборке импактная-1 обнаружены результаты, аналогичные фоновым выборкам.

Таким образом, выполненность семян бодяка щетинистого варьирует в большом диапазоне вне зависимости от уровня радионуклидного загрязнения участка исследования. Наибольший диапазон

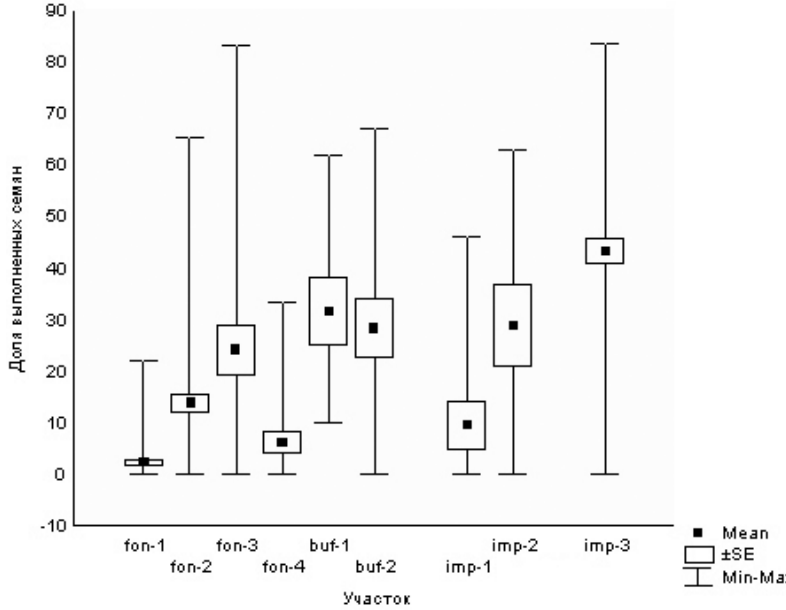


Рисунок. Средние значения и стандартные ошибки, минимумы и максимумы выполненности семян бодяка щетинистого из ценопопуляций зоны ВУРСа и фоновых выборок. Mean — среднее значение, SE — стандартная ошибка среднего, Min-Max — минимальные и максимальные значения.

изменчивости признака и низкая выполненность характерны для фоновых и импактных ценопопуляций. Это может быть связано с действием различных биотических и абиотических факторов (погодные условия в период формирования семян, поражение растений личинками насекомых и т.д.), а также с вегетативным типом размножения бодяка щетинистого.

Работа выполнена при финансовой поддержке Междисциплинарного проекта УрО РАН (№ 09-М-24–2001), программы развития ведущих научных школ (НШ-3260.2010.4) и научно-образовательных центров (контракт 02.740.11.0279).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Позолотина В.Н. Отдаленные последствия действия радиации на растения. Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2003. 244 с.

Радиоактивные беды Урала / В.И. Уткин [и др.]. Под ред. В.И. Уткина. Екатеринбург: УрО РАН, 2000. 94 с.

Определитель сосудистых растений среднего Урала / П. Л. Горчаковский [и др.]. М.: Наука, 1994. 525 с.

Флора Сибири: В 14 т. / Под ред. И.М. Красноборова. Новосибирск: Наука, 1997. 472 с.

ФАУНА РОЮЩИХ ОС (HYMENOPTERA: APOIDEA: SPHECIDAE, CRABRONIDAE) СРЕДНЕГО И ЮЖНОГО УРАЛА

П.В. Рудоискатель
Уральский госуниверситет им. А.М. Горького, г. Екатеринбург

Ключевые слова: роющие осы, фауна, Средний и Южный Урал.

История изучения роющих ос на Среднем и Южном Урале насчитывает более 160 лет. Первой сводкой по Южному Уралу была работа Э.А. Эверсмана (Eversmann, 1849), в которой приводится 46 видов сфецид. Спустя 50 лет В.В. Редикорцев (1907) для Среднего Урала указывает 9 видов. В течение следующих 30 лет П.А. Воронцовским (1930), Ю.М. Колосовым (1924, 1934), В.В. Редикорцевым (1911) и А. Шестаковым (1927) для Среднего и Южного Урала было выявлено еще 14 видов. С 1930-х годов и до наших дней П.Г. Немков (1986, 1990, 2007, 2008), В.Г. Маршакова (1975), Э.Р. Будрис (1986) и В.В. Пулавский (Pulawski, 1971, 2009) к списку сфецидофауны Среднего и Южного Урала добавили еще 100 видов.

Таким образом, к настоящему времени из литературных источников и коллекционных сборов Зоологического института (ЗИН РАН, г. Санкт-Петербург), для Среднего Урала было известно 44 вида роющих ос из 106, для Южного — 116 видов из 189.

Актуальность исследования данной группы, помимо значительного интереса, обусловлена также практическими задачами: роющие осы, являясь энтомофагами, способны выступать как регуляторы численности насекомых, многие из которых относятся к опасным вредителям сельского (Казенас, Есенбекова, 1995) и лесного (Благовещенская, 1997) хозяйств, а также насекомых, имеющих отрицательное ветеринарное и медицинское значение (Порчинский, 1911). Важно также учитывать, что из-за интенсивного антропогенного воздействия соотношение отдельных компонентов экосистем быстро изменяется, вследствие чего возникают очаги размножения вредителей. В таких условиях при своевременно организованных мерах роющие осы способны выступать как реальный фактор, лимитирующий численность вредителей. В бывшем СССР некоторых роющих ос рассматривали как потенциальных естественных энтомофагов для борьбы с вредителями сельского и лесного хозяйств. Широко известен случай подавления популяции атбасарской кобылки *Dociostaurus kraussi* (Ingenizkij, 1897) роющими осами *Prionyx viduatus mocsarii* Christ и *Tachysphex pompiliformis* Panz. на полуострове Мангышлак (Мальковский, 1962).

Несмотря на важное хозяйственное значение роющих ос на Среднем и Южном Урале, они до наших исследований специально практически не изучались.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Настоящая работа выполнена на основе сборов роющих ос сотрудниками и студентами кафедры зоологии Уральского госуниверситета в течение 23 лет (1988–2010 гг.), зоологических коллекций кафедры зоологии беспозвоночных Пермского государственного университета (г. Пермь), коллекционного фонда Зоологического института РАН и сборов автора (1996–2010 гг.). Определение ос осуществлял автор. Большая часть материала сверена с коллекцией ЗИН РАН (г. Санкт-Петербург) и проверена П.Г. Немковым (БПИ ДВО РАН, г. Владивосток).

Сбор ос проводился по стандартными методикам отлова крылатых насекомых: индивидуальный сбор энтомологическим сачком или кошение сачком с цветущих растений. Ос собирали также непосредственно в различных укрытиях, нишах, под камнями, на растениях в непогоду или в сумеречное время, когда они впадают в оцепенение. Кроме того, для сбора ос использовались различные ловушки: Малеза, Мэрике, Барбера, оконная. Для изучения биологии некоторых роющих ос на Среднем Урале применяли приманочные гнездовья различных конструкций (Рудоискатель и др., 2009). Всего собрано более 30 000 экз. роющих ос.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Роющие осы — одно из крупнейших семейств жалящих перепончатокрылых, включающее 9646 видов фауны мира, относящихся к 269 родам (Немков, 2009). Длительное время роющих ос рассматривали в составе единого семейства Sphecidae, которое затем было разделено на четыре семейства: Heteroginidae, Ampulicidae, Sphecidae и Crabronidae (Melo, 1999). По нашим данным, на территории Среднего и Южного Урала встречаются только два семейства роющих ос — Sphecidae и Crabronidae. Из семейства Sphecidae на изучаемой территории выявлено всего 14 видов из 5 родов. Ядро фауны составляют осы из семейства Crabronidae: 192 вида из 35 родов.

На основании всех сборов насекомых и литературных данных, в том числе электронного ресурса (Catalog of Sphecidae of the world (Pulawski, 2009)), нами было выявлено 206 видов роющих ос и выяснено распределение роющих ос в природных зонах Среднего и Южного Урала (см. таблицу). В расчеты не включали, или включали с поправками 17 видов роющих ос, для которых места обитания в литературных источниках указаны неточно: *Gorytes procrustes* Handl., *Alysson lunicornis* F., *Eremiasphecium longiceps* Guss., *Pemphredon rugifer* Dahl., *Pemfredon morio* Lind., *Stigmus pendulus* Panz., *Crabro maeklini* A. Mor., *Crabro loewi* Dahl., *Lestica clypeata* L., *Lestica camelus* Eversm., *Ectemnius crassicornis* Spin., *Ectemnius cephalotes* Oliv., *Ectemnius rubicola*

Таблица. Распределение роющих ос в природных зонах Среднего и Южного Урала

№	Вид	Зона тайги		Предлесостепная	Неморальная	Степная	Источник
		Средняя	Южная				
1	*Podalonia affinis* (W. Kirby, 1798)	-	+	+	+	+	
2	*Podalonia atrocyanea* Eversmann, 1849	-	-	-	-	+ +*	Pulawski, 2009
3	*Podalonia hirsuta* (Scopoli, 1763)	-	+ +*	+	+	+	Редикорцев, 1907
4	*Ammophila terminata* F. Smith, 1856	-	-	-	-	+*	Коллекция ЗИН
5	*Ammophila heydeni* Dahlbom, 1845	-	-	-	-	+*	Pulawski, 2009; Коллекция ЗИН
6	*Ammophila campestris* Latreille, 1809	-	+ +*	+	+	+	Редикорцев, 1907
7	*Ammophila pubescens* Curtis, 1836	+	+	+	+	+	
8	*Ammophila sabulosa* (Linnaeus, 1758)	+	+ +*	+	+	+	Редикорцев, 1907, 1911
9	*Sphex maxillosus* Fabricius, 1793	-	+	+	+	+	
10	*Prionyx viduatus viduatus* (Christ, 1791)	-	-	-	-	+*	Коллекция ЗИН
11	*Sphex funerarius* Gussakovskij, 1934	-	-	-	-	+*	Pulawski, 2009
12	*Prionyx subfuscatus* Dahlbom, 1845	-	-	-	-	+*	Pulawski, 2009
13	*Prionyx nudatus* (Kohl, 1885)	-	-	-	-	+*	Коллекция ЗИН
14	*Sceliphron destillatorium* (Illiger, 1807)	-	+*[1]	-	-	+ +*[2]	1. Колосов, 1934 2. Pulawski, 2009
15	*Philanthus triangulum* (Fabricius, 1775)	-	+	+	+	+ +*	Шестаков, 1927; Pulawski, 2009
16	*Philanthus venustus* (Rossius, 1790)	-	-	-	-	+ +*	Коллекция ЗИН

Продолжение табл.

№	Вид	Зона тайги		Предлесостепная	Неморальная	Степная	Источник
		Средняя	Южная				
17	*Philanthus coronatus* Fabricius, 1790	-	-	-	-	+ +*	Pulawski, 2009
18	*Philahthus decemmaculatus* Eversmann, 1849	-	-	-	-	+*	Pulawski, 2009
19	*Cerceris circularis* (Fabricius, 1804)	-	-	-	-	+*	Шестаков, 1927 (для *C. dacica* Schlett.); Pulawski, 2009; Коллекция ЗИН
20	*Cerceris dorsalis* Eversmann, 1849	-	-	-	-	+*	Шестаков, 1927; Pulawski, 2009
21	*Cerceris lunata* A. Costa, 1869	-	-	-	-	+*	Коллекция ЗИН
22	*Cerceris fimbriata* (Rossius, 1790)	-	-	-	-	+*	Шестаков, 1927 (для *C. funerea* Costa); Pulawski, 2009; Коллекция ЗИН
23	*Cerceris eryngii* Marquet, 1875	-	-	-	-	+ +*	Pulawski, 2009; Коллекция ЗИН
24	*Cerceris rybyensis* (Linnaeus, 1771)	-	+	+	+	+ +*	Eversmann, 1849; Pulawski, 2009; Коллекция ЗИН
25	*Cerceris sabulosa* (Panzer, 1799)	-	-	-	-	+ +*	Pulawski, 2009; Коллекция ЗИН
26	*Cerceris bupresticida* Dufour, 1841	-	-	-	-	+*	Шестаков, 1927; Pulawski, 2009 Коллекция ЗИН
27	*Cerceris stratiotes* Schletterer, 1887	-	-	-	-	+*	Коллекция ЗИН
28	*Cerceris bicincta* Klug, 1835	-	-	-	-	+*	Pulawski, 2009
29	*Cerceris rubida* (Jurine, 1807)	-	-	-	-	+*	Шестаков, 1927; Pulawski, 2009 Коллекция ЗИН
30	*Cerceris fodiens* Eversmann, 1849	-	-	-	-	+*	Pulawski, 2009

Продолжение табл.

№	Вид	Зона тайги		Предлесостепная	Неморальная	Степная	Источник
		Средняя	Южная				
31	*Cerceris arenaria* (Linnaeus, 1758)	-	+ +*[1]	+	+	+ +*[2]	1. Редикорцев, 1911 2. Шестаков, 1927; Eversmann, 1849; Pulawski, 2009; Коллекция ЗИН
32	*Cerceris somotorensis* Balthasar, 1956	-	-	-	+	+ +*	Коллекция ЗИН
33	*Cerceris quadrifasciata* (Panzer, 1799)	-	+	+	+	+ +*	Шестаков, 1927; Eversmann, 1849; Pulawski, 2009; Коллекция ЗИН
34	*Cerceris quadricincta* (Panzer, 1799)	-	-	-	+	+*	Шестаков, 1927; Eversmann, 1849; Pulawski, 2009
35	*Cerceris quinquefasciata* (Rossius, 1792)	-	-	-	+	+ +*	Шестаков, 1927; Pulawski, 2009 Коллекция ЗИН
36	*Cerceris interrupta* (Panzer, 1799)	-	-	-	-	+*	Шестаков, 1927; Eversmann, 1849; Pulawski, 2009, Коллекция ЗИН
37	*Cerceris bracteata* Eversmann, 1849	-	-	-	-	+*	Шестаков, 1927 (*C. mirabilis* nov. sp.) Pulawski, 2009
38	*Cerceris eversmanni* Schulz, 1912	?	?	?	?	+*	Шестаков, 1927 (Предгорья Урала, Оренб. степи); Eversmann, 1849; Pulawski, 2009: Волго-Уральский регион
39	*Cerceris flavilabris* (Fabricius, 1793)	?	?	?	+	+ +*	Шестаков, 1927 (для *C. ferreri* v.d. Lind) (Предгорья Урала); Eversmann, 1849; Pulawski, 2009; Коллекция ЗИН
40	*Cerceris ruficornis* (Fabricius, 1793)	-	+	+	-	+ +*	Шестаков, 1927 (для *C. labiata* F.); Pulawski, 2009; Коллекция ЗИН

Продолжение табл.

№	Вид	Зона тайги		Предлесостепная	Неморальная	Степная	Источник
		Средняя	Южная				
41	*Cerceris flavicornis* Brullé, 1833	-	-	-	-	+*	Шестаков, 1927 (для *C. conigera* Dahlb.) Pulawski, 2009; Коллекция ЗИН
42	*Cerceris media* Klug, 1835	-	-	-	-	+ +*	Шестаков, 1927 (для *C. capitata* Sm.); Eversmann, 1849; Pulawski, 2009; Коллекция ЗИН
43	*Cerceris albofasciata* (Rossius, 1790)	-	-	-	-	+*	Шестаков, 1927 (для *C. luctuosa* Costa); Pulawski, 2009; Коллекция ЗИН
44	*Cerceris specularis* A. Costa, 1869	-	-	-	-	+*	Шестаков, 1927; Pulawski, 2009
45	*Cerceris tuberculata* (de Villers, 1787)	-	-	-	-	+ +*	Шестаков, 1927; Pulawski, 2009; Коллекция ЗИН
46	*Cerceris elegans* Eversmann, 1849	-	-	-	-	+*	Pulawski, 2009
47	*Argogorytes mystaceus* (Linnaeus, 1761)	+	+ +*[1]	+	+	+ +*[2]	1. Редикорцев, 1907, 1911 2. Немков, 1986: Урал; Pulawski, 2009
48	*Argogorytes fargeii* (Shuckard, 1837)	?	+	+	+	+ +*	Немков, 1986: Урал; Pulawski, 2009
49	*Gorytes tumidus* (Panzer, 1801)	-	+	+	-	-	
50	*Gorytes albidulus* (Lepeletier, 1832)	-	-	-	-	+	
51	*Gorytes quadrifasciatus* (Fabricius, 1804)	-	+	+	+	+*	Pulawski, 2009
52	*Gorytes laticinctus* (Lepeletier, 1832)	+	+	+	+	-	
53	*Gorytes quinquecinctus* (Fabricius, 1793)	-	+	+	+	-	
54	*Gorytes sulcifrons* (A. Costa, 1869)	-	+	+	+	-	

Продолжение табл.

№	Вид	Зона тайги		Предлесостепная	Неморальная	Степная	Источник
		Средняя	Южная				
55	*Gorytes procrustes* Handlirsch, 1988	-	-	?	?	?	Немков, 1990: Челябинская обл.; Pulawski, 2009
56	*Gorytes pleuripunctatus* (A. Costa, 1859)	-	-	-	-	+*	Немков, 1990: Челябинская обл.; Pulawski, 2009
57	*Gorytes neglectus* Handlirsch, 1895	+	-	-	-	-	
58	*Sphecius conicus* (Germar, 1817)	-	-	-	-	+*	Pulawski, 2009
59	*Stizus ruficornis* (J. Förster, 1771)	-	-	-	-	+*	Pulawski, 2009
60	*Stizus rufiventris* Cresson, 1872	-	-	-	-	+ +*	Pulawski, 2009
61	*Stizus fasciatus* (Fabricius, 1781)	-	-	-	-	+ +*	Pulawski, 2009
62	*Stizus perrisii* Dufour, 1838	-	-	-	-	+	
63	*Stizoides tridentatus* (Fabricius, 1775)	-	-	-	-	+ +*	Pulawski, 2009
64	*Bembix rostrata* (Linnaeus, 1758)	-	+ +*[1]	+	+	+ +*[2]	1. Редикорцев, 1911 2. Eversmann, 1849; Pulawski, 2009
65	*Nysson maculosus* (Gmelin, 1790)	-	-	+	+	+*	Немков, 2008
66	*Nysson spinosus* (J. Förster, 1771)	-	+	+	+	+	
67	*Nysson interruptus* (Fabricius, 1798)	-	+	+	+	+ +*	Pulawski, 2009
68	*Nysson tridens* Gerstaecker, 1867	-	+	+	+	+	
69	*Nysson maculatus* (Fabricius, 1787)	-	+	+	+	+	
70	*Nysson niger* Chevrier, 1868	-	+	+	+	+	

Продолжение табл.

№	Вид	Зона тайги		Предлесостепная	Неморальная	Степная	Источник
		Средняя	Южная				
71	*Nysson quadriguttatus* Gerstaecker, 1866	-	-	+	+	+	
72	*Nysson dimidiatus* Jurine, 1807	-	+	+	-	-	
73	*Nysson variabilis* Chevrier, 1867	-	-	-	-	+*	Коллекция ЗИН
74	*Alysson ratzeburgi* Dahlbom, 1843	+	-	-	-	-	
75	*Alysson lunicornis* Fabricius, 1798	-	-	(Башкортостан) +*			Pulawski, 2009; Коллекция ЗИН
76	*Alysson zimini* Pulawski, 1978	-	-	-	-	+*	Коллекция ЗИН
77	*Mellinus arvensis* (Linnaeus, 1758)	?	+	+	+	+	Pulawski, 2009: Урал.
78	*Mellinus crabroneus* (Fabricius, 1787)	-	+	+	+	+ +*	Pulawski, 2009
79	*Tachysphex panzeri* (Van der Linden, 1829)	-	-	-	-	+*	Pulawski, 2009; Коллекция ЗИН
80	*Tachysphex fulvitarsis* (A. Costa, 1867)	-	-	-	-	+*	Pulawski, 2009
81	*Tachysphex pompiliformis* (Panzer, 1805)	-	+	+	+	+ +*	Pulawski, 1971, 2009
82	*Tachysphex mocsaryi* Kohl, 1884	-	-	-	-	+*	Коллекция ЗИН
83	*Tachysphex incertus* Radoszkowski, 1877	-	-	-	-	+*	Pulawski, 1971; Коллекция ЗИН
84	*Tachysphex psammobius* (Kohl, 1880)	-	+	+	+	+ +*	Pulawski, 1971
85	*Tachysphex helveticus* Kohl, 1885	-	-	-	-	+*	Pulawski, 1971
86	*Tachytes etruscus* (Rossius, 1790)	-	-	-	-	+*	Pulawski, 2009; Коллекция ЗИН
87	*Tachytes obsoletus* (Rossius, 1792)	-	-	-	-	+*	Pulawski, 2009; Коллекция ЗИН
88	*Tachytes europaeus* Kohl, 1883	-	-	-	+	+ +*	Коллекция ЗИН

Продолжение табл.

№	Вид	Зона тайги		Предлесостепная	Неморальная	Степная	Источник
		Средняя	Южная				
89	*Miscophus bicolor* Jurine, 1807	-	-	+	-	-	
90	*Miscophus spurius* (Dahlbom, 1832)	-	-	-	-	+	
91	*Miscophus niger* Dahlbom, 1844	-	-	-	-	+	
92	*Eremiasphecium longiceps* Gussakovskij, 1930	-	-	-	-	-	Коллекция ЗИН (Мугоджары)
93	*Nitela borealis* Valkeila, 1974	-	+	+	-	-	
94	*Nitela fallax* Kohl, 1883	-	-	+	-	-	
95	*Palarus variegatus* (Fabricius, 1781) ssp. *variegatus* (Fabricius, 1781)	-	-	-	-	+ +*	Pulawski, 2009
96	*Astata boops* (Schrank, 1781)	-	+	+	+	+ +*	Pulawski, 2009
97	*Psen ater* (Fabricius, 1794)	-	+	+	-	+ +*	Будрис, 1986; Pulawski, 2009
98	*Mimumesa dahlbomi* (Wesmael, 1852)	+	+	+	+	-	
99	*Mimumesa atratinus* (Morawitz, 1891)	-	+	+	+	-	
100	*Mimumesa unicolor* (Vander Linden, 1829)	-	+	+	+	-	
101	*Mimumesa littoralis* Bondroit, 1933	-	+	+	+	+*	Коллекция ЗИН
102	*Mimesa lutaria* (Fabricius, 1787)	-	-	-	-	+*	Pulawski, 2009
103	*Mimesa nigrita* Eversmann, 1849	?	?	?	?	+*	Немков, 1986: Урал Pulawski, 2009
104	*Mimumesa sibiricana* R. Bohart, 1976	-	+	+	+	+	
105	*Mimesa bicolor* Jurine, 1807	-	-	-	-	+*	Pulawski, 2009; Коллекция ЗИН

Продолжение табл.

№	Вид	Зона тайги		Предлесостепная	Неморальная	Степная	Источник
		Средняя	Южная				
106	*Psenulus fuscipennis* (Dahlbom, 1843)	-	+	+	+	-	
107	*Psenulus pallipes* (Panzer, 1798)	-	+	+	+	?	Pulawski, 2009: Ю. Урал.
108	*Psenulus concolor* (Dahlbom, 1843)	-	+	-	-	-	
109	*Pemphredon flavistigma* (Thomson, 1874)	-	+	+	+	-	
110	*Pemphredon lugens* Dahlbom, 1842	+	+	+	+	-	
111	*Pemphredon lugubris* Latreille, 1805	+	+ +*1	+	+	?*2	1. Редикорцев, 1911 2. Pulawski, 2009: Ю. Урал
112	*Pemphredon montanus* Dahlbom, 1845	+	+	+	+	-	
113	*Pemphredon rugifer* (Dahlbom, 1844)	?	+	+	+	?	Pulawski, 2009: Урал
114	*Pemphredon inornata* Say, 1824	+	+	+	+	-	
115	*Pemphredon lethifer* (Shuckard, 1837)	-	+	+	+	-	
116	*Pemphredon carinatus* Thomson, 1870	-	+	+	+	-	
117	*Pemphredon morio* Van der Linden, 1829	?	?	?	?	?	Pulawski, 2009: Урал
118	*Diodontus minutus* (Fabricius, 1793)	-	+	+	+	+	
119	*Diodontus medius* Dahlbom, 1844	-	+	+	+	+	
120	*Diodontus luperus* Shuckard, 1837	-	-	-	-	+	
121	*Diodontus tristis* (Van der Linden, 1829)	-	-	-	-	+	

Продолжение табл.

№	Вид	Зона тайги		Предлесостепная	Неморальная	Степная	Источник
		Средняя	Южная				
122	*Passaloecus monilicornis* Dahlbom, 1842	+	+	+	+	-	
123	*Passaloecus gracilis* Curtis, 1834	-	+	+	+	-	
124	*Passaloecus borealis* Dahlbom, 1844	+	+	+	+	-	
125	*Stigmus pendulus* Panzer, 1805	?	+	+	?	?	Pulawski, 2009: Ю. Урал
126	*Stigmus solskyi* A. Morawitz 1864	-	-	+	+	-	
127	*Ammoplanus coarctatus* Spinola, 1808	-	-	-	-	+*	Коллекция ЗИН
128	*Trypoxylon scutatum* Chevrier, 1867	-	-	-	-	+*	Коллекция ЗИН
129	*Trypoxylon figulus* (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	Pulawski, 2009: Ю. Урал
130	*Trypoxylon attenuatum* F. Smith, 1851	-	+	+	+	-	
131	*Rhopalum coarctatum* (Scopoli, 1763)	-	+	+	+	-	
132	*Rhopalum gracile* Wesmael, 1852	+	+	+	+	-	
133	*Rhopalum clavipes* (Linnaeus, 1758)	-	+	+	+	-	
134	*Entomognathus brevis* (Vander Linden, 1829)	-	+	+	+	-	
135	*Lindenius mesopleuralis* (F. Morawitz, 1890)	-	-	-	-	+*	Pulawski, 2009; Коллекция ЗИН
136	*Lindenius parkanensis* Zavadil, 1948	-	-	-	-	+*	Коллекция ЗИН

Продолжение табл.

№	Вид	Зона тайги		Предлесостепная	Неморальная	Степная	Источник
		Средняя	Южная				
137	*Lindenius albilabris* (Fabricius, 1793)	-	-	-	+	+	
138	*Lindenius laevis* A. Costa, 1871	-	-	-	-	+*	Коллекция ЗИН
139	*Lindenius panzeri* (Van der Linden, 1829)	+	+	+	+	+	
140	*Lindenius pygmaeus* (Van der Linden, 1829)	-	-	-	-	+	
141	*Crossocerus quadrimaculatus* (Fabricius, 1793)	-	+	+	+	+*	Pulawski, 2009
142	*Crossocerus vagabundus* (Panzer, 1798)	-	+	+	+	-	
143	*Crossocerus subulatus* (Dahlbom, 1845)	+	+	+	+	?	Pulawski, 2009: Урал
144	*Crossocerus binotatus* Lepeletier et Brullé, 1834	-	+	+	+	-	
145	*Crossocerus dimidiatus* (Fabricius, 1781)	-	+	+	+	+*	Pulawski, 2009
146	*Crossocerus palmipes* (Linnaeus, 1767)	-	+	+	+	+*	Pulawski, 2009
147	*Crossocerus ovalis* Lepeletier & Brullé, 1835	-	+	+	+	-	
148	*Crossocerus wesmali* (Shuckard, 1837)	?	+	?	?	+ +*	Pulawski, 2009: Урал Коллекция ЗИН;
149	*Crossocerus elongatulus* (Vander Linden, 1829), ssp. *annulatus* Lepeletier de Saint Fargeau and Brullé	+	+	+	+	+	Pulawski, 2009: Урал
150	*Crossocerus podagricus* (Van der Linden, 1829)	-	+	+	+	-	
151	*Crossocerus assimilis* (F. Smith, 1856)	-	+	+	+	-	
152	*Crossocerus exiguus* (Vander Linden, 1829)	-	-	-	-	+*	Pulawski, 2009
153	*Crossocerus walkeri* (Shuckard, 1837)	-	+	-	-	-	

Продолжение табл.

№	Вид	Зона тайги		Предлесостепная	Неморальная	Степная	Источник
		Средняя	Южная				
154	*Crossocerus annulipes* (Lepeletier & Brullé, 1835)	-	+	+	+	-	
155	*Crossocerus cinxius* (Dahlbom, 1838)	-	+	+	+	-	
156	*Crossocerus barbipes* (Dahlbom, 1845)	-	+	+	+	-	
157	*Crossocerus megacephalus* (Rossius, 1790)	-	+	+	+	-	
158	*Crossocerus nigritus* Lepeletier & Brullé, 1835	-	+	+	+	-	
159	*Crossocerus leucostoma* (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	-	
160	*Crossocerus cetratus* (Shuckard, 1837)	+	+	+	+	-	
161	*Crossocerus varus* Lepeletier & Brullé, 1835	?*2	?*2	?*2	?*2	+*1	1. Немков, 2007 2. Pulawski, 2009: Урал
162	*Crossocerus congener* (Dahlbom, 1844)	-	-	?*2	?*2	+*	1. Немков, 2007 2. Pulawski, 2009: Ю. Урал
163	*Crossocerus heydeni* Kohl, 1880	-	-	+	-	-	
164	*Crabro peltarius* (Schreber, 1784)	-	-	-	-	+*	Pulawski, 2009; Коллекция ЗИН
165	*Crabro scutellatus* (Scheven, 1781)	-	-	+	-	-	
166	*Crabro cribrarius* (Linnaeus, 1758)	-	++*1	+	+	++*2	1. Редикорцев, 1907 2. Pulawski, 2009
167	*Crabro maeklini* A. Morawitz, 1866	?	?	-	-	-	Немков, 1986: Свердловская обл.

Продолжение табл.

№	Вид	Зона тайги		Предлесостепная	Неморальная	Степная	Источник
		Средняя	Южная				
168	*Crabro ingricus* F. Morawitz, 1888	-	+	-	+	-	
169	*Crabro loewi* Dahlbom, 1845	?*[1]	?*[1]	-	-	+*[2]	1. Немков, 1986: Свердловская обл.; 2. Коллекция ЗИН
170	*Lestica clypeata* (Linnaeus, 1767)	?	+	+	+	?	Pulawski, 2009: Урал
171	*Lestica camelus* Eversmann, 1849	?	+	+	+	?	Pulawski, 2009: Урал
172	*Lestica alata* (Panzer, 1797)	-	+	+	+	+*	Pulawski, 2009
173	*Lestica subterranea* (Fabricius, 1775)	-	+	+	+	-	
174	*Lestica plushtschevskyi* F. Morawitz, 1891	-	-	-	-	+*	Маршаков, 1975; Коллекция ЗИН
175	*Ectemnius crassicornis* (Spinola, 1808)	?	?	?	?	?	Pulawski, 2009: Урал
176	*Ectemnius fossorius* (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	Pulawski, 2009: Урал
177	*Ectemnius cephalotes* (Olivier, 1792)	?	+	?	?	?	Pulawski, 2009: Урал
178	*Ectemnius spinipes* (A. Morawitz, 1866)	-	+	+	+	-	
179	*Ectemnius nigritarsus* (Herrich et Schaeffer, 1841)	-	+	+	+	-	
180	*Ectemnius lituratus* (Panzer, 1805)	-	+	+	+	-	
181	*Ectemnius lapidarius* (Panzer, 1804)	+	+	+	+	+*	Pulawski, 2009
182	*Ectemnius ruficornis* (Zetterstedt, 1838)	+	+	+	+	-	
183	*Ectemnius cavifrons* (Thomson, 1870)	-	+	+	+	-	

Продолжение табл.

№	Вид	Зона тайги		Предлесостепная	Неморальная	Степная	Источник
		Средняя	Южная				
184	*Ectemnius rugifer* (Dahlbom, 1845)	-	+	+	+	-	
185	*Ectemnius dives* (Lepeletier & Brullé 1835)	+	+	+	+	+ +*	Pulawski, 2009
186	*Ectemnius guttatus* (Van der Linden, 1829)	-	-	+	+	-	
187	*Ectemnius borealis* (Zetterstedt, 1838)	+	+	+	+	-	
188	*Ectemnius continuus* (Fabricius, 1804)	-	+	+	+	+*	Pulawski, 2009
189	*Ectemnius rubicola* (Dufour & Perris, 1840)	?	+	+	?	?	Pulawski, 2009: Урал
190	*Ectemnius schlettereri* Kohl, 1988	-	-	+	-	-	
191	*Ectemnius confinis* (Fabricius, 1804)	-	-	-	-	+*	Коллекция ЗИН
192	*Ectemnius varentzowi* F. Morawitz, 1894	-	-	-	-	+*	Коллекция ЗИН
193	*Oxybelus latro* Olivier, 1811	-	-	-	-	+*	Коллекция ЗИН
194	*Oxybelus maculipes* F. Smith, 1856	-	-	-	-	+*	Коллекция ЗИН
195	*Oxybelus lineatus* (Fabricius, 1787)	?	?	?	?	?	Pulawski, 2009: Урал
196	*Oxybelus argentatus* Curtis, 1833	-	-	-	-	+*	Коллекция ЗИН
197	*Oxybelus bipunctatus* Olivier, 1812	+	+	-	-	-	
198	*Oxybelus mandibularis* Dahlbom, 1845	-	-	-	?	+ +*	Pulawski, 2009: Урал, Оренбургская обл.
199	*Oxybelus quattuordecimnotatus* Jurine, 1807	-	-	-	-	+*	Pulawski, 2009: Урал, Коллекция ЗИН
200	*Oxybelus victor* Lepeletier, 1845	-	-	-	-	+	

Окончание табл.

№	Вид	Зона тайги		Предлесостепная	Неморальная	Степная	Источник
		Средняя	Южная				
201	*Oxybelus variegatus* Wesmael, 1852	-	-	-	-	+	
202	*Oxybelus uniglumis* (Linnaeus, 1758)	-	+	+	+	-	
203	*Oxybelus trispinosus* (Fabricius, 1787)	?	+	+	+	+	Pulawski, 2009: Урал
204	*Oxybelus mucronatus* (Fabricius, 1793)	-	+	-	-	-	
205	*Oxybelus dissectus* Dahlbom, 1845 ssp. *eburneofasciatus* Dahlbom	?	?	?	?	?	Pulawski, 2009: Урал
206	*Oxybelus haemorroidalis* Olivier, 1812	?	?	?	?	?	Pulawski, 2009: Урал

*Примечание: * — виды, указанные в литературных источниках или имеющиеся в коллекции Зоологического института РАН.*

Duf., *Oxybelus mandibularis* Dahl., *Oxybelus trispinosus* F., *Oxybelus dissectus* Dahl., *Oxybelus haemorroidalis* Oliv.

Подразделение растительного покрова Урала нами принято по П.Л. Горчаковскому (1986).

Фауна роющих ос Среднего и Южного Урала к настоящему времени насчитывает 206 видов, относящихся к 41 роду, 9 подсемействам и 2 семействам. В подзоне средней тайги нами выявлено 26 видов, южной — 104, в предлесостепной зоне — 105, в неморальной — 100, в степной — 130. Среди них исключительно среднетаежных — 2 вида, южнотаежных — 4, обитающих в предлесостепной зоне — 5, степных — 76, полизональных — 8.

Выражаю благодарность моим коллегам, любезно предоставившим свои сборы насекомых, и особо С.А. Белокобыльскому, куратору коллекций отделения перепончатокрылых насекомых Зоологического института РАН, за возможность работы с коллекционным фондом и П.Г. Немкову за проверку определения роющих ос.

Работа выполнена при финансовой поддержке научно-образовательных центров (контракт 02.740.11.0279).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Благовещенская Н.Н. Биоэкология жалящих перепончатокрылых Ульяновской области (опылителей растений и энтомофагов — защитников урожая). Ульяновск: Симбирская книга, 1997. 232 с.

Будрис Э.Р. Роющие осы рода *Psen* Latr. (Hymenoptera, Sphecidae) Дальнего Востока СССР // Перепончатокрылые Восточной Сибири и Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. С. 138–147.

Воронцовский П.А. К фауне ос *Cerceris* Latr. Оренбургского округа // Труды об-ва изучения Оренбургского округа. 1930. Т. 1. Вып. 2. (XXVII). С. 63–66.

Горчаковский П.Л. Растительность // Урал и Приуралье. М.: Наука, 1986. С. 211–261.

Мальковский М.П. Роль роющей осы *Tachysphex pompiliformis* (Panz.) в снижении численности атбасарской кобылки *Dociostaurus kraussi* Ingen // Тр. Казах. НИИ защиты растений. Алма-Ата, 1962. Т. 7. С. 342–346.

Казенас В.Л., Есенбекова П.А. Цикадовые (Homoptera, Auchenorrhyncha) — добыча роющих ос (Hymenoptera, Sphecidae) в Казахстане // Selevinia. 1995. Т. 3. С. 79–81.

Колосов Ю.М. Список ос-церцерис (Cerceris *Latr.*) музея Уральского общества любителей естествознания // Записки УОЛЕ. 1924. Т. 39. С.114–115.

Колосов Ю.М. О гнездовании осы пелопея. Добавление // Материалы к познанию энтомофауны Урала. XVI. Новые и интересные насекомые Среднего Урала. Ч. 2. Изв. Урал. лесотехн. ин-та. Свердловск, 1934. Вып. 2. С. 99–100.

Маршаков В.Г. Обзор родов трибы Crabronini (Hymenoptera, Sphecidae) фауны СССР. Род *Lestica* Billberg, 1820 // Энтомол. Обозрение.1975. Т. 54. Вып. 1. С. 151–163.

Немков П.Г. К фауне роющих ос (Hymenoptera, Sphecidae) Прибайкалья // Перепончатокрылые Восточной Сибири и Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. С. 92–110.

Немков П.Г. Роющие осы трибы Gorytini (Hymenoptera, Sphecidae) фауны СССР. Роды *Gorytes* Latreille, *Pseudoplisus* Ashmead, *Kohlia* Handlirsch // Энтомол. обозрение.1990. Т. 69. Вып. 3. С. 675–690.

Немков П.Г. Фауна роющих ос (Hymenoptera, Sphecidae, Crabronidae) Курильских островов // Евразиатский энтомол. журн. 2007. Т. 6. Вып. 1. С. 67–76.

Немков П.Г. Роющие осы рода *Nysson* Latreille (Hymenoptera, Crabronidae) фауны России // Евразиатсий энтмол. Журн. 2008. Т. 7. Вып. 3. С. 217–221.

Немков П.Г. Аннотированный каталог роющих ос (Hymenoptera: Sphecidae, Crabronidae) азиатской части России. Владивосток: Дальнаука, 2009. 194 с.

Порчинский И. Слепни (Tabanidae) и простейшие способы их уничтожения. 5-е изд. Спб., 1911. 55 с.

Редикорцев В.В. Матеріалы къ энтомофаунъ Урала // Зап. УОЛЕ. Екатеринбург, 1907. Т. 26. С. 75–80.

Редикорцев В.В. Матеріалы къ энтомофаунъ Урала. Ч. II // Зап. УОЛЕ. Екатеринбург, 1911. Т. 31. Вып. 1. С. 86–93.

Рудоискатель П.В., Николаенкова А.В., Фадеев К.И. Использование приманочных гнёзд для изучения биологии гнездования одиночных складчатокрылых, роющих и дорожных ос (Hymenoptera: Vespidae, Crabronidae, Pompilidae) в окрестностях г. Екатеринбурга // Эволюционная и популяционная экология (назад в будущее). Екатеринбург, 2009. С. 193–197.

Шестаков А. Очерк географического распространения ос подсемейства Philanthinae (Hym. Crabronidae) в пределах европейской части СССР // Ярославль: Яросл. пед. ин-т, 1927. 21 с.

Eversmann E. Fauna Hymenopterologica Volgo-Uralensis // Bull. soc. nat. Moscou. 1849. Vol. 22. P. 359–367.

Melo de G.A.R. Phylogenetic relationships and classification of the major lineages of Apoidea (Hymenoptera), with emphasis on crabronid wasps // Scientific Papers. Natural History Museum. The University of Kansas. 1999. Vol. 14. P. 1–55.

Pulawski W.J. Les *Tachysphex* Kohl (Hym., Sphecidae) de la region palearctique occidentale et centrale. Wroclaw: Panstw. Wyd. Nauk, 1971. 464 p.

Pulawski W.J. Sphecid wasps of the world 2009. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://research.calacademy.org/research/entomology/Entomology_ Resources/Hymenoptera/sphecidae/Genera_and_species_PDF

ПЛУТОНИЙ В ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ ИМПАКТНОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОГО РАДИОАКТИВНОГО СЛЕДА

О.В. Рукавишникова

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Ключевые слова: изотопные отношения, плутоний, радионуклиды, экосистемы.

Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС) образовался в 1957 г. в результате аварии на производственном объединении «Маяк», расположенном в Челябинской области. Спустя 9 лет в его наиболее

загрязненной части (импактной зоне) был организован Восточно-Уральский государственный заповедник (ВУГЗ) общей площадью 16 616 га, который на долгое время стал полигоном для экспериментов в природе, аналогов которому не было в мире. В 1967 г. территория ВУРСа подверглась вторичному загрязнению в результате ветрового сдува донных отложений с берегов оз. Карачай, являющегося природным хранилищем радиоактивных отходов ПО «Маяк». Многочисленные исследования, проведенные на территории ВУРСа, в большей степени посвящены изучению поведения долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs, поведению плутония уделялось мало внимания (Позолотина и др., 2008).

Настоящая работа посвящена изучению распределения плутония в почвенно-растительном покрове наземных экосистем импактной зоны Восточно-Уральского радиоактивного следа и определению вклада двух аварий в формирование плутониевого загрязнения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2003–2009 гг. на территории ВУГЗа в районе оз. Бердениш, удаленном от эпицентра аварии на 13 км. В типичных лесных и луговых экосистемах закладывали почвенные разрезы, из которых отбирали пробы почвы 5-сантиметровыми слоями с учетом площади. В непосредственной близости от разрезов срезали надземные части травянистых растений: щавеля конского (*Rumex confertus*), костреца безостого (*Bromopsis inermis*), пустырника пятилопастного (*Leonurus quinquelobatus*), лопуха паутинистого (*Arctium tomentosum*). Пробы высушивали до воздушно-сухого состояния, затем озоляли при температуре 450°С.

Удельную активность изотопов плутония в образцах определяли радиохимическим методом (Chen et al., 1993). Активность изотопов плутония измеряли на α-спектрометре типа Alpha Analyst фирмы «Canberra Packard» (США) с полупроводниковыми детекторами (PIPS), программным обеспечением GENIE-2000 и пределом обнаружения 0.001 Бк.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Запас плутония в почвенном слое 0–40 см обследованной лесной экосистемы примерно в 2 раза меньше, чем в луговых, и составляет 25.0±6.0 кБк/м² и 54.8±15.1 кБк/м² соответственно. Различия достоверны при p=0.05, $t_{эксп.}$ = 9.39, $t_{теор.}$ = 3.18. Наблюдаемые различия объясняются тем, что в лесных экосистемах значительное количество радионуклидов может накапливаться и долгое время удерживаться в биомассе древесных растений, что снижает темпы их поступления в почвенный покров (Алексахин, Нарышкин, 1977).

Изучение вертикального распределения плутония в почвах показало, что в обоих типах экосистем его максимальная удельная активность 380–470 Бк/кг обнаруживается в слое 0–5 см и закономерно снижается с глубиной (см. рисунок). Максимальная плотность загрязнения, рассчитанная с учетом удельного веса почвы, смещена в слой 5–10 см. В луговой экосистеме плутоний более подвижен по сравнению с лесной. Так, через 50 лет после аварии в верхнем корнеобитаемом слое (0–20 см) лесной экосистемы находится 90% от общего запаса плутония в почвенном профиле, а в луговой — 70%. Вниз по профилю мигрирует 10% и 30% соответственно.

Известно, что идентифицировать источник поступления плутония в окружающую среду можно, если использовать величину изотопного отношения $^{238}Pu/^{239,240}Pu$ (Aarkrog et al., 1997). Количественно вклад каждого из источников можно рассчитать, с помощью следующего уравнения:

$$K_1(A-x)+K_2x=K_3A,$$

в котором величины изотопного отношения $^{238}Pu/^{239,240}Pu$: K_1 — 0.0115 для аварийных выпадений 1957 г.; K_2 – 0.088 для ветрового сдува донных отложений оз. Карачай; K_3 — для почв в каждой из обследованных экосистем; *A* — запас $^{239,240}Pu$ (кБк/м^2) на обследованных участках за вычетом глобального фона; *X* — запас $^{239,240}Pu$ (кБк/м^2) для аварийных выпадений; (*A*–*X*) — запас $^{239,240}Pu$ (кБк/м^2), обусловленный ветровым сдувом с берегов оз. Карачай.

Проведенные расчеты показали, что почвенный покров двух обследованных экосистем загрязнен преимущественно (88.8%) аварийными выпадениями 1957 г. В результате ветрового переноса донных отложений с берегов оз. Карачай в 1967 г. поступило 11.0%, а доля глобальных радиоактивных выпадений не превышала 0.2%.

Аккумулирующую способность растений оценивали величиной коэффициента перехода (КП), которую рассчитывали как отношение удельной активности радионуклида в надземной массе растений (Бк/кг воздушно-сухой массы) к плотности загрязнения опробованного слоя почвы (кБк/м^2) (Корнеев, Сироткин, 1986). В таблице приведены коэффициенты перехода для четырех видов лугового разнотравья. Для сравнения здесь же приведены коэффициенты перехода для ^{90}Sr и ^{137}Cs. Максимальный коэффициент перехода плутония оказался у костреца безостого, а минимальный — у пустырника пятилопастного. Видовая специфичность отмечена и в накоплении ^{90}Sr, тогда как ^{137}Cs накапливается всеми исследованными видами примерно одинаково. Для изученных видов растений значения коэффициентов перехода сравнимы с таковыми для ^{137}Cs и на один-два порядка величин меньше коэффициентов перехода для ^{90}Sr.

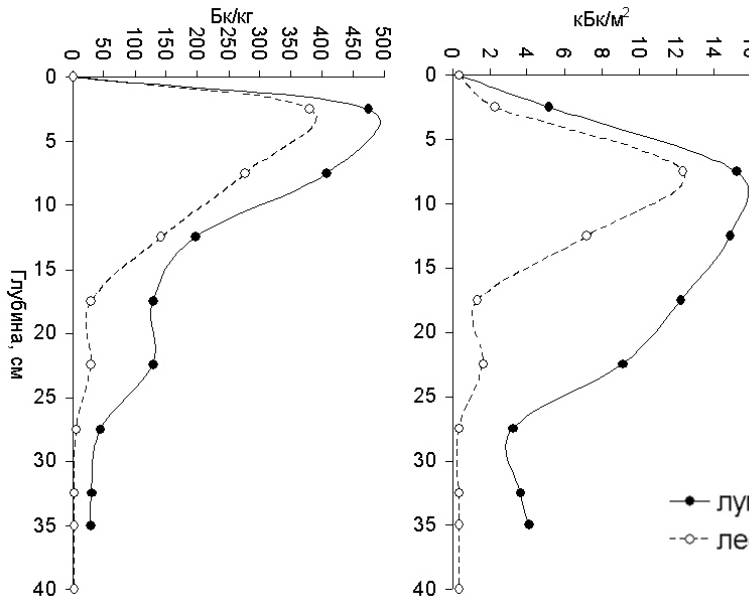


Рисунок. Вертикальное распределение ^{239,240}Pu в почвах различных типов экосистем.

Таблица. Коэффициенты перехода радионуклидов в растения

Вид	Коэффициенты перехода		
	^{239,240}Pu	^{90}Sr	^{137}Cs
Щавель конский	0.015±0.007	1.2±0.2	0.02±0.004
Кострец безостый	0.030±0.004	0.6±0.1	0.02±0.007
Пустырник пятилопастный	0.005±0.002	1.2±0.2	0.02±0.005
Лопух паутинистый	0.018±0.017	0.6±0.3	0.03±0.01

ВЫВОДЫ

1. На обследованной территории почвенный покров лесных экосистем загрязнен плутонием в меньшей степени, чем луговых. Вертикальное распределение плутония по профилю почв свидетельствует о большей подвижности этого элемента в луговых экосистемах.

2. Плутониевое загрязнение обследованного участка сформировалось преимущественно в результате Кыштымской аварии 1957 г. (88.8%), доля ветрового переноса донных отложений с берегов оз. Карачай 1967 г. составляет 11.0%.

3. Исследованные виды травянистых растений характеризуются низкой накопительной способностью по отношению к плутонию. По мере увеличения накопительной способности радионуклиды можно расположить в следующий ряд: $^{239,240}Pu \leq ^{137}Cs < ^{90}Sr$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексахин Р.М., Нарышкин М.А. Миграция радионуклидов в лесных биогеоценозах. М.: Наука, 1977. 64 с.

Корнеев Н.А., Сироткин А.Н. Итоги и проблемы радиоэкологического мониторинга в кормопроизводстве и животноводстве // Сельскохозяйственная биология. 1986. № 7. С 51–59.

Позолотина В.Н., Молчанова И.В., Караваева Е.Н. и др. Современное состояние наземных экосистем Восточно-Уральского радиоактивного следа: уровни загрязнения, биологические эффекты. Екатеринбург, 2008. 204 с.

Aarkrog A., Dahlgaard H., Nielsen S. P. et al. Radioactivity inventories from the Kyshtym and Karachay accidents: estimates based on soil samples collected in the South Urals (1990–1995) // Sci. of the Total Environment. 1997. Vol. 201. P. 137–154.

Chen Q., Aarkrog A., Nielsen S.P. et al. Determination of plutonium in environmental samples by controlled valence in anion exchange // J. of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. Articles. 1993. Vol. 172. № 2. P. 281–288.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА РОЛИ ИНБРИДИНГА И РАДИОАКТИВНОГО ОБЛУЧЕНИЯ В ПРОЯВЛЕНИИ ИЗМЕНЧИВОСТИ ФОРМЫ КРЫЛА ДРОЗОФИЛ ЛИНИИ *CANTON-S* МЕТОДАМИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОРФОМЕТРИИ

Д.С. Саидмагомедова

Уральский госуниверситет им. А.М. Горького, г. Екатеринбург

Ключевые слова: геометрическая морфометрия, дрозофила, инбридинг, радиоактивное облучение, форма крыла.

Проблема сочетанного влияния инбридинга и радиоактивного облучения на изменчивость фенотипа имеет давнюю историю и в настоящее время чрезвычайно актуальна (Ярмоненко, Вайнсон, 2004; Бурлакова и др., 2006). Прежде всего не ясна специфика морфогенетической реакции у гомозиготизированных инбредных животных по сравнению с гетерогенными (неинбредными) на хроническое воздействие радиоактивного облучения в малых дозах (Бурлакова и др., 2006).

Геометрическая морфометрия позволяет исключить влияние размеров на результаты анализа формы морфологических структур (Павлинов, Микешина, 2002). Опираясь на методы геометрической морфометрии, можно строго разграничить влияние межлинейных (ге-

нотипических) и экспериментальных (средовых) факторов радиационного облучения, в частности на размеры и форму крыла дрозофил.

Цель работы состояла в оценке последствий влияния инбридинга и хронического облучения в малых дозах на изменчивость размеров и формы крыла у экспериментальных групп инбредных и аутбредных сублиний дрозофилы *Canton-S* методами геометрической морфометрии. Для этого предполагалось решить две задачи: а) соотнести размах и направления изменчивости размеров и формы крыла у аутбредных и инбредных самок дрозофил на индивидуальном и групповом уровнях; б) оценить сопряженность линейных (аффинных) и нелинейных (неаффинных) деформаций крыльев дрозофил при влиянии инбридинга и хронического облучения родителей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Изучено 484 экз. самок дрозофил *Drosophila melanogaster* линии *Canton-S* (Блумингтон), среди которых — неинбредная (НИ) и инбредная (И) линии были представлены различными экспериментальными сублиниями. Варианты и повторности эксперимента, а также порядковые номера групп приведены в таблице. Экспериментальный материал для настоящей работы получен в Институте биологии Коми НЦ УрО РАН в 2008 г.

Неинбредных мух линии дикого типа *Canton-S* (Блумингтон) содержали в условиях массового разведения, а мухи инбредной сублинии — в условиях тесного инбридинга 14–15 поколений. В различных вариантах эксперимента облучали инбредную и аутбредную сублинии, являющиеся отводками от контрольных линий. Облучению подвергали родителей анализируемых особей на всех стадиях развития (вариант «потомки облученных родителей»). Воздействовали облучением на предимагинальных стадиях развития (вариант «F1 облучение»). Облучали родителей анализируемых особей на протяжении всего жизненного цикла и самих особей на предимагинальных стадиях развития (вариант «F2 облучение») Экспериментальные линии *Drosophila melanogaster* содержали в условиях хронического гамма-облучения при мощности экспозиционной дозы 2.5 мГр/ч. Поглощенная доза за одно поколение (около 14 дней) составляла 60 сГр.

Препараты левых крыльев дрозофил фотографировали через бинокулярный микроскоп МБС-10 с помощью цифрового фотоаппарата Nicon-CoolPix-4500. Координаты 14 основных меток (landmarks) в гомологичных узлах пересечения крыловых жилок и 2 дополнительных меток для дальнейшего масштабирования и измерения объекта в автоматическом режиме (ruler) снимали с изображений в двух повторностях и записывали в tps-файл данных с помощью дигитайзера tpsDig 2.05. Повторная расстановка ландмарок не приводит к значи-

Таблица. Экспериментальные сублинии дрозофил Canton-S (Блумингтон)

Код группы	Экспериментальная группа	Число изученных экземпляров
НИ1 (1)	Контроль	36
НИ1 (7)	Потомки облученных родителей	45
НИ1 (4)	F1 облучение	30
НИ1 (10)	F2 облучение	30
НИ2 (2)	Контроль	25
НИ2 (11)	F2 облучение	31
НИ4 (5)	F1 облучение	28
И1 (3)	Контроль F14	42
И1 (9)	Потомки облученных родителей F15	40
И1 (6)	F1 облучение F14	47
И1 (13)	F2 облучение	48
И1 (8)	Контроль F15	39
И1 (12)	F1 облучение F15	43

мым смещениям оценок, поэтому использовали данные только одной серии. Матрицу относительных деформаций (relative warps — RW) использовали для ординации морфопространств экспериментальных сублиний.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При рассмотрении линейных деформаций формы крыла (Uniform X, Uniform Y) выявлены значимые различия между инбредными и аутбредными группами в основном вдоль оси ординат (Uniform Y), что позволяет говорить о вытянутости крыла у особей в инбредных сублиниях и большей относительной высоте и округлости крыла в аутбредных группах. Для измерения нелинейных изменений формы крыла проведена оценка относительных деформаций (relative warps). Инбредные и аутбредные группы отличаются вдоль второй относительной деформации (RW2) (рис. 1 в зависимости от фактора облучения, экспериментальные группы — по первой оси (RW1) (рис. 2).

Специальное тестирование, проведенное по всем 26 относительным деформациям (RW1–RW26), на основе двухфакторного рангового многомерного анализа сходства ANOSIM, реализованного в программе PAST 2.00 (Hammer et al., 2001), показало, что и влияние инбридинга, и эффект облучения родителей статистически достоверно проявляются по всем нелинейным переменным формы.

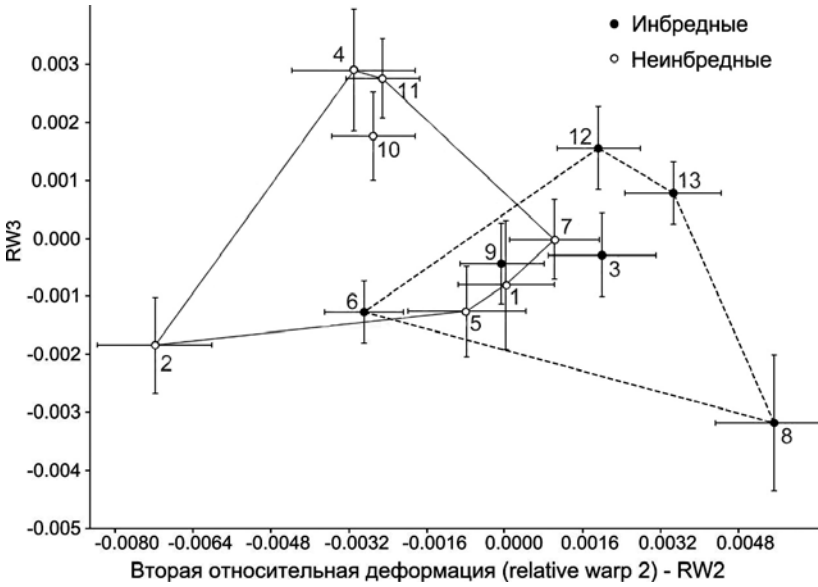


Рис. 1. Ординация центроидов инбредных и неинбредных экспериментальных групп (1–13) дрозофил с учетом внутригрупповой изменчивости (отражены значения ошибок) вдоль второй (RW2) и третьей (RW3) относительной деформации.

При использовании двух метрик дистанций (евклидовы дистанции и хордовые дистанции Роджерса) обнаружено, что в целом наибольший размах межгрупповых различий обусловлен влиянием фактора инбридинга. Коэффициент *R*, характеризующий межгрупповые различия, связанные с фактором инбридинга, в этих случаях составляет 0.160 и 0.212, а с радиоактивным облучением — 0.116 и 0.071 соответственно. В целом можно заключить, что фактор инбридинга проявляется в изменении морфогенетических процессов, вызывающих нелинейные изменения при формировании крыла дрозофил *Canton-S*, в большей степени, чем облучение родителей.

ВЫВОДЫ

1. Выявлены значимые изменения формы крыла у аутбредных и инбредных самок дрозофил после хронического радиоактивного облучения в малых дозах. На основе двухфакторного рангового многомерного анализа сходства (2-way ANOSIM) установлено, что наибольший размах межгрупповых различий обусловлен влиянием инбридинга, тогда как эффект хронического облучения родителей выражен слабее.

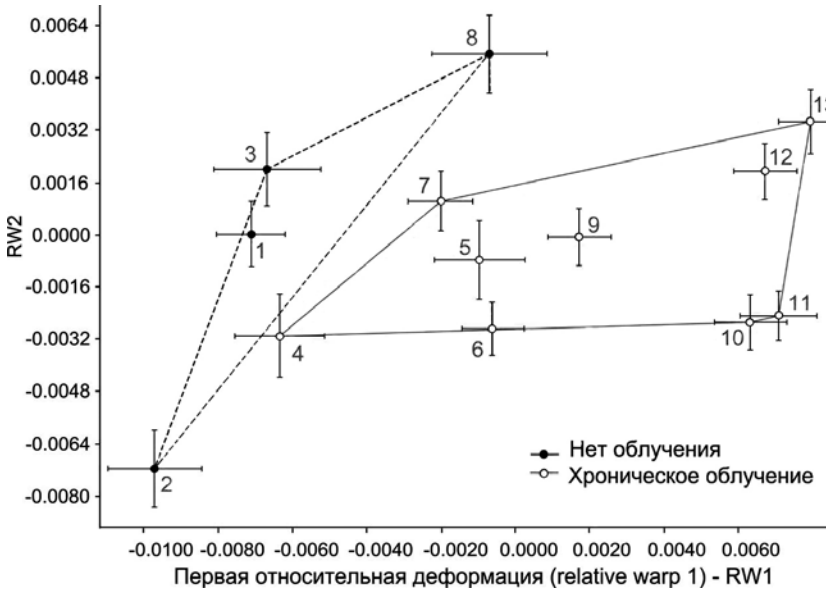


Рис. 2. Ординация центроидов экспериментальных групп (1–13) дрозофил — потомков родителей, облученных на разных стадиях развития и необлученных — с учетом внутригрупповой изменчивости (отражены значения ошибок) вдоль первой (RW1) и второй (RW2) относительной деформации.

2. Показано, что достоверные линейные аффинные изменения формы крыльев проявились в трансверзальном направлении, причем у инбредных мух крылья становятся относительно более узкими и вытянутыми по сравнению с аутбредными. Неаффинные деформации крыльев дрозофил, связанные с факторами инбридинга и облучения родителей, как правило, не совпадают по направлению (из 26 лишь в двух случаях обнаружена их конгруэнтность), что указывает на разные морфогенетические последствия действия этих факторов.

Авторы выражают признательность д-ру биол. наук профессору А.Г. Васильеву за неоценимую помощь в обработке материалов и интерпретации результатов и д-ру биол. наук А.А. Москалеву за любезно предоставленный материал. Работа выполнена при поддержке программы развития ведущих научных школ (НШ-3260.2010.4) и научно-образовательных центров (контракт 02.740.11.0279).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бурлакова Е.Б., Ерохин В.Н., Семенов В.А. Влияние малоинтенсивного облучения на возникновение и развитие злокачественных новообразований // Радиац. биология. Радиоэкология. 2006. Т. 46. № 5. С. 527–530.

Павлинов И.Я., Микешина Н.Г. Принципы и методы геометрической морфометрии // Журн. общ. биол. 2002. Т. 63. № 6. С. 473–493.

Ярмоненко С.П., Вайнсон А.А. Радиобиология человека и животных. М.: Высшая школа, 2004. 549 с.

Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis // Palaeontologia Electronica, 2001. Vol. 4(1). P. 1–9.

pH ДРЕВЕСИНЫ *BETULA PENDULA* ROTH. В ЗДОРОВОМ И ПОРАЖЕННОМ ТРУТОВЫМИ ГРИБАМИ СОСТОЯНИЯХ

А.В. Сухарева

Институт экологии растений и животных УрО РАН, Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

Ключевые слова: трутовые грибы, кислотность, деструкция древесины, pH.

Кислотность (pH) является базовым фактором, регулирующим ход биохимических реакций. Целью данной работы была оценка значений показателя pH древесины березы в ее различных физиологических состояниях.

Исследования были проведены на образцах древесины *Betula pendula* Roth., различных вариантов: 1) высушенные образцы здоровой древесины (собраны летом 2007 и 2009 г.); 2) высушенные образцы березы, пораженные трутовыми грибами *Fomes fomentarius* и *T. pargamenum* (собраны летом 2009 г.); 3) свежесобранные образцы, пораженные трутовыми грибами *Fomes fomentarius* (L.: Fr.) Fr. и *Trichaptum pargamenum* (Fr.) Cunningh (собраны непосредственно перед проведением эксперимента, октябрь 2009 г.).

Измерения pH древесной суспензии произведены лабораторным иономером И-160МИ (Россия). За методическую основу взята методика определения pH почвенной подстилки (Аринушкина, 1970). Образцы измельчали до гомогенного состояния с фракцией 1 мм. Из расчета 1:25 брали навеску опила массой 2 г, которую заливали 50 мл дистиллированной воды. Определение pH производили в трехкратной биологической повторности дважды — через 10 минут после приготовления древесной суспензии и после суток экстракции. В течение суток суспензию выдерживали при комнатной температуре в герметично закрытой стеклянной посуде. Длительность измерения pH суспензии прибором составляла 2–5 мин.

Значение pH древесины в целом не меняется в зависимости от длительности экстракции (см. рисунок). Образцы можно разделить

на три группы: первая — образцы пораженной свежесобранной древесины (*1, 2*), имеющие наиболее низкие значения pH; вторая — группа образцов с pH 6.2–6.5, представленая высушенными образцами пораженной древесины (*3–5*); третья — образцы здоровой древесины березы, имеющие нейтральный показатель pH (*6, 7*). Таким образом, образцы древесины березы, пораженные трутовыми грибами, имеют более низкие значения pH по сравнению с образцами здоровой древесины. Эта закономерность, вероятно, связан с метаболическими процессами, происходящими в организмах грибов-деструкторов.

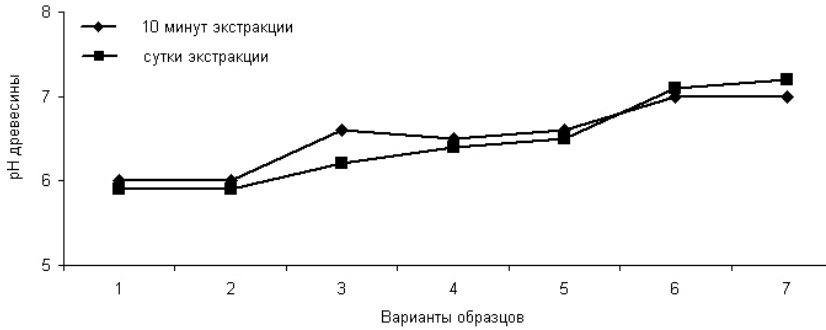


Рисунок. Значения показателя pH древесины Betula pendula для различных вариантов образцов. 1 — свежесобранный образец, пораженный Trichaptum pargamenum; 2 — свежесобранный образец, пораженный Fomes fomentarius; 3 — высушенный образец, пораженный T. pargamenum; 4, 5 — высушенный образец, пораженный F. fomentarius; 6, 7 — высушенный образец здоровой древесины.

Сравнение значений pH свежесобранных и высушенных образцов, пораженных одними и теми же видами трутовых грибов (*F. fomentarius* и *T. pargamenum*), показывает, что свежесобранные образцы имеют более низкие значения pH, чем высушенные. Поэтому нет оснований говорить о наличии видовой специфичности показателя pH у разных видов грибов, поскольку образцы, пораженные разными видами грибов, имеют примерно одинаковые значения pH.

Работа выполнена при финансовой поддержке научно-образовательных центров (контракт 02.740.11.0279).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд. МГУ, 1970. 487 с.

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО СОВРЕМЕННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ С РЕЛИКТОВЫМ ГУМУСОВЫМ ГОРИЗОНТОМ (ТОБОЛЬСКОЕ ПРИИРТЫШЬЕ)

А.П. Учаев, О.А. Некрасова

Уральский госуниверситет им. А.М. Горького, г. Екатеринбург

Ключевые слова: гумус, органическое вещество, педогумусовый метод, реликтовый горизонт.

Гумус почв обладает свойством памяти, т.е. способностью записывать и хранить информацию об условиях, в которых происходило формирование почвы. Сравнение гумуса древних почв с современными фоновыми (Дергачева, 1997) позволяет проводить климатические палеореконструкции периода функционирования первых. Цель работы — сравнить гумус современного и реликтового гумусового горизонтов почвы. Задачи: исследовать характеристики гумуса и гуминовых кислот, выявить отличия современного и реликтового гумусового горизонтов почвы.

Объектом исследования являлась современная дерново-подзолистая почва Тобольского Прииртышья с реликтовым гумусовым горизонтом. Почвенные разрезы заложили в 100 км от г. Тобольска на правом берегу Иртыша, сложенном лессами, высотой 30 м — под березовым лесом и в 0.5 км ниже по течению — под темнохвойным лесом. Общий углерод определяли по методу Тюрина, групповой и фракционный состав гумуса — по методу Пономаревой-Плотниковой. Оптические плотности гуминовых кислот снимали на спектрофотометре UV1650.

Во втором гумусовом горизонте доля углерода составляет 2.3–2.9 %, в современном гумусовом горизонте — 1.7 %. Известно, что при изъятии почвы из активного биологического круговорота содержание гумуса в ней падает, следовательно, в период своего функционирования древняя почва была еще более гумусирована.

Тип гумуса в современном гумусовом горизонте, сформированный в современных биоклиматических условиях соответствует фульватно-гуматному типу (Сгк/Сфк=1.2), во втором гумусовом горизонте в большинстве образцов — гуматному типу (Сгк/Сфк =2.0–3.5), формирующемуся в более сухих и теплых условиях.

Отношение Е4:Е6 гуминовых кислот первой и второй фракций в современном гумусовом горизонте почвы равно 4.8, во втором гумусовом горизонте — 3.4–3.6, что свидетельствует о большей развитости в гуминовых кислотах второго гумусового горизонта ароматической

части и характерно для степных условий формирования (Дергачева и др., 2002).

Таким образом, можно заключить, что исследованный реликтовый гумусовый горизонт формировался в более благоприятных по сравнению с современными условиях гумусообразования и имеет степное происхождение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Дергачева М.И. Археологическое почвоведение. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1997. 228 с.

Дергачева М.И., Некрасова О.А., Лаврик Н.Л. Гуминовые кислоты современных почв Южного Урала. Препринт. Новосибирск, 2002. 24 с.

ЭКОЛОГО-ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ТЛЕЙ (HOMOPTERA, APHIDOIDEA) НЕКОТОРЫХ БИОЦЕНОЗОВ СРЕДНЕГО УРАЛА

О.В. Ухова*, Н.В. Николаева**

** Уральский госуниверситет им. А.М. Горького, г. Екатеринбург*
***Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург*

Ключевые слова: тли, жизненные формы, состав, трофическая специализация.

В настоящее время в мировой фауне насчитывается около 4700 видов тлей. Для афидофауны бывшего СССР отмечено более 1000 видов, объединенных в 13 семейств (Шапошников, 1964; Пащенко, 1988). Своеобразие и сложность биологии тлей выражается как в чередовании партеногенетических и обоеполых поколений (гетерогония), так и в миграции с периодической сменой первичных и вторичных растений-хозяев (двудомные виды). Тли — насекомые, расширяющие свой ареал в настоящее время, в связи с глобальной антропогенной трансформацией экосистем. Вследствие этого они представляют особый интерес в качестве модельной группы для изучения процессов перестройки региональной фауны. На Среднем Урале тли остаются слабоизученной группой насекомых (Ухова и др., 2008). Отсюда следует актуальность изучения фауны и экологии тлей различных экосистем региона как основы экологического мониторинга насекомых, имеющих экономическое значение.

Целью данной работы было изучение фауны и экологии тлей двух территорий с разным уровнем антропогенной трансформации растительности — Биостанции Уральского госуниверситета и Висимского государственного природного биосферного заповедника

(ВГЗ). Оба района находятся в подзоне южной тайги. В задачи исследования входило: выявить видовой состав тлей и их распределение по характерным биоценозам; сравнить таксономический состав афидофаун двух территорий; провести анализ экологической структуры двух локальных фаун по соотношению жизненных форм (жизненных циклов) и соотношению трофических групп разной пищевой специализации; оценить особенности трофических связей тлей с их кормовыми растениями на примере Биостанции УрГУ (БГУ).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2007–2008 гг. (июнь–август) в характерных растительных сообществах БГУ и ВГЗ, выделенных по особенностям флоры (Марина, 1987; Мухин и др., 2003). На территории БГУ изучали следующие биоценозы: БГУ1 — фитоценозы с выраженным антропогенным воздействием; БГУ2 — залежный луг в пойме р. Сысерти; БГУ3 — сосняк; БГУ4 — остепненный склон водохранилища на р. Сысерть.; БГУ5 — остепненный берег р. Сысерти. На территории заповедника: ВГЗ1 — подпояс бореальных лесов; ВГЗ2 — подпояс неморальных и субнеморальных лесов; ВГЗ3 — луга; ВГЗ4 — водный и околоводный комплекс; ВГЗ5 — антропогенно трансформированная зона (д. Большие Галашки). Тлей собирали вручную и фиксировали в 70%-ном этаноле с указание вида кормового растения. Камеральную обработку проводили по общепринятой методике (Шапошников, 1964; Пащенко,1988). Для определения видовой принадлежности использовали опубликованные работы: Шапошников, 1964; Рупайс, 1969; Ивановская, 1977; Пащенко, 1988; Blackman, Eastop, 1994, 2006. На территории ВГЗ собрано 327 проб (9 346 экз.), БГУ — 212 проб (10 122 экз.). В работе применялась традиционная для российской афидологической школы систематика тлей (Шапошников, 1964).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как следует из табл. 1, на территории ВГЗ и БГУ суммарно обнаружен 161 вид тлей, принадлежащих к 61 роду 8 семейств. Из них 153 вида (95%) относятся к надсемейству Aphidoidea, 136 видов отмечены на Среднем Урале впервые. Афидофауна ВГЗ ва настоящее время представлена 118 видами 49 родов из 8 семейств, афидофауна БГУ — 105 видами 44 родов из 7 семейств. Видовой состав тлей на двух обследованных территориях в целом соответствует таковому для лесной зоны Западной Сибири (Ивановская, 1977). Видовая насыщенность родов в среднем для всего фаунистического списка составляет 2.6, что также соответствует данным О.И. Ивановской.

Анализ распределения тлей по биоценозам обеих изученных территорий (табл. 2) выявил как общие тенденции, так и особенно-

Таблица 1. Число видов тлей в семействах в ВГЗ и БГУ

Семейство	Территория					
	ВГЗ и БГУ		ВГЗ		БГУ	
	число видов	%	число видов	%	число видов	%
Adelgidae	8	5.6	7	5.9	4	3.8
Pemphigidae	6	3.7	5	4.2	1	1.0
Lachnidae	13	8.1	13	11.0	4	3.8
Anoeciidae	1	0.3	1	0.9	0.0	0.0
Thelaxidae	1	0.3	1	0.9	1	1
Callaphididae	14	8.7	12	10.2	10	10.5
Chaitophoridae	9	5.6	6	5.1	7	6.6
Aphididae	109	67.7	73	61.9	77	73.3
Итого	161	100.0	118	100.0	105	100.0

Таблица 2. Коэффициенты сходства Жаккара (в числителе) и число общих видов тлей (в знаменателе) в разных биоценозах биостанции УрГУ и Висимского государственного заповедника

Биоценозы	Биоценозы									
	БГУ 1	БГУ 2	БГУ 3	БГУ 4	БГУ 5	ВГЗ 1	ВГЗ 2	ВГЗ 3	ВГЗ 4	ВГЗ 5
БГУ 1		20	8	9	3	3	13	18	6	5
БГУ 2	0.244		5	8	2	2	14	17	6	4
БГУ 3	0.113	0.081		2	0	2	10	8	4	4
БГУ 4	0.132	0.140	0.050		0	1	6	5	5	4
БГУ 5	0.051	0.042	0	0		1	2	4	0	0
ВГЗ 1	0.041	0.032	0.051	0.026	0.043		14	9	2	2
ВГЗ 2	0.138	0.173	0.161	0.094	0.038	0.255		17	6	3
ВГЗ 3	0.175	0.185	0.103	0.063	0.062	0.122	0.175		8	11
ВГЗ 4	0.086	0.103	0.108	0.147	0.000	0.056	0.095	0.107		5
ВГЗ 5	0.068	0.063	0.100	0.105	0.000	0.051	0.043	0.147	0.139	
Всего видов	57	45	22	20	5	19	50	64	19	22

Примечание – обозначения биоценозов в тексте.

сти их видового состава. На территории ВГЗ наибольшее видовое разнообразие отмечено в сообществах лугов (ВГЗ3). Хорошая освещённость, определяющая виталитет растений, при отсутствии дефи-

цита влаги создает благоприятные условия для обнаружения тлями и заселения достаточно разнообразного круга кормовых растений.

Сравнительно высокое видовое разнообразие тлей характеризовано и для сообществ подпояса неморальных и субнеморальных лесов (ВГЗ2). Здесь наиболее полно представлены виды тлей, связанные с хвойными и лиственными деревьями и кустарниками. Заметно обеднен видовой состав тлей в антропогенно изменённом местообитании (ВГЗ5). Это связано прежде всего с заметной бедностью флоры и отсутствием интродуцированных плодово-ягодных и декоративных видов. Наиболее обеднены комплексы тлей в биоценозах подпояса бореальных лесов и околоводного комплекса (ВГЗ1, ВГЗ4).

В распределении видов тлей по биотопам на территории БГУ сохраняются общие закономерности, отмеченные нами ранее (Ухова и др., 2008). Наибольшим видовым разнообразием (см. табл. 2) отличается биоценоз в зоне повышенного антропогенного воздействия (БГУ1). Хорошие условия освещенности и эффект экотона определяют благоприятные возможности для развития здесь 57 видов тлей. В этих растительных сообществах представлены 6 семейств тлей, заселяющих хвойные и лиственные древесные растения, но особенно — травянистые, с преобладанием рудеральных видов. Достаточно высоким разнообразием характеризуется население тлей залежного луга в пойме р. Сысерти (БГУ2). Умеренное видовое богатство отмечено в биоценозе соснового леса (БГУ3), а также на остепненном склоне водохранилища (БГУ4). Наиболее обеднен видовой состав тлей на остепнённом берегу р. Сысерти (БГУ5). Для ВГЗ и БГУ выявлено 53 общих вида.

Материалы табл. 2 и рисунка показывают, что для большинства попарных сравнений видового населения тлей 10 биоценозов характерно чрезвычайно низкое сходство. Наиболее высоким сходством отличаются сообщества тлей антропогенно измененного биоценоза (БГУ1) и залежного луга (БГУ2), которые характеризуются близкими условиями освещенности, влажности и флористическим сходством. По этим же причинам повышается сходство между биоценозами БГУ1 и ВГЗ3 (луга), а также ВГЗ3 и БГУ2 (залежный луг), некоторое сходство имеется между БГУ3 (сосновый лес) и ВГЗ2, а также между ВГЗ 2 и ВГЗ3. Биоценозы БГУ3 и БГУ5, БГУ4 и БГУ5, а также БГУ5 и ВГЗ4, БГУ5 и ВГЗ5 абсолютно различны по видовому составу тлей. Низкие индексы сходства определяются как спецификой биоценозов, так и экологическими особенностями тлей. Таким образом, высокая уникальность биоценозов обеспечивает сравнительно высокое видовое богатство тлей изученных территорий.

При анализе особенностей жизненных циклов отмеченных видов они были традиционно разбиты на две основные категории: однодо-

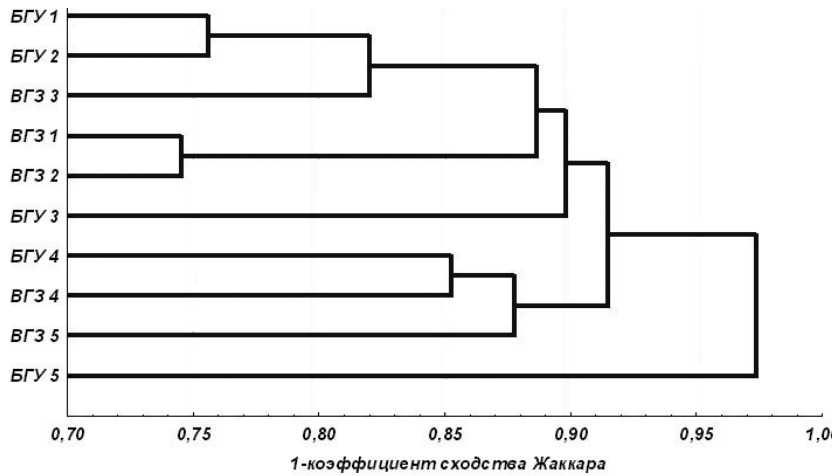


Рисунок. Дендрограмма сходства видового состава тлей разных биоценозов биостанции УрГУ и Висимского государственного заповедника.

мные и двудомные. В пределах однодомных тлей выделили две группы: облигатные дендрофилы и облигатные хортофилы, а двудомных тлей отнесли к группе дендро-хортофилов (табл. 3).

В суммарном видовом списке тлей ВГЗ и БГУ к постоянным и сезонным (периодическим) дендробионтам относятся 88 видов тлей, а к постоянным и сезонным хортобионтам — 106 видов. Наблюдаются выраженные различия по соотношению тлей разных жизненных форм для территорий ВГЗ и БГУ. Так, в ВГЗ к дендробионтам относятся 74 вида, а к хортобионтам — 72. На территории БГУ дендробионты представлены 55 видами, а хортобионты — 71. Таким образом, вклад постоянных и сезонных дендробионтов в формирование разнообразия тлей выше на территории ВГЗ, а постоянных и сезонных хортобионтов — на территории БГУ. Подобная закономерность отражает видовую структуру и обилие входящих в эти экосистемы видов растений и экологические особенности адаптированных к ним видов тлей.

Для выяснения особенностей распределения тлей разных жизненных форм по контрастным растительным сообществам мы сравнили их соотношение в биоценозах ВГЗ2 и ВГЗ3, БГУ1 и БГУ2, характеризующихся сравнительно высоким видовым разнообразием тлей. При незначительном различии в числе видов тлей-дендробионтов, тлей-хортобионтов в ВГЗ3 на 20 видов больше, чем в ВГЗ2. В биоценозах БГУ 1 и БГУ2 при сходстве числа видов дендробионтов в обоих биоценозах, доля постоянных и сезонных хортобионтов выше при антропогенном воздействии (БГУ1) на растительность. Это связано с

Таблица 3. Жизненные формы тлей

Жизненные формы тлей	Территория					
	ВГЗ и БГУ		ВГЗ		БГУ	
	число видов	%	число видов	%	число видов	%
Однодомные дендрофильные	55	34.2%	46	39.0	34	32.4
Однодомные хортофильные	73	45.3%	44	37.3	50	47.6
Двудомные дендро-хортофильные	33	20.5%	28	23.7	21	20.0
Итого	161	100.0	118	100.0	105	100.0

активным освоением тлями представителей рудеральной и сегетальной флоры. Интересно, что число видов тлей–хортобионтов в биоценозе БГУ1 (41) сходно с их числом в ВГЗ3 (44). Таким образом, при сохранении достаточного флористического разнообразия общее видовое разнообразие тлей на территории с антропогенным воздействием соизмеримо с их разнообразием в ненарушенных растительных сообществах Среднего Урала.

Анализ населения тлей по характеру их трофической специализации (табл. 4) выявил закономерности, характерные в целом для афидофауны подзоны южной тайги (Ивановская, 1977), а также некоторые особенности структуры афидофауны ВГЗ и БГУ. Для афидофауны ВГЗ отмечено большее число видов-монофагов и олигофагов и меньшее — полифагов. Увеличение числа и доли монофагов на территории ВГЗ (в основном за счет видов сем. Lachnidae и Callaphididae) связано с более высоким разнообразием хвойных и лиственных деревьев.

Особенности трофической стуктуры афидофауны в целом и в группах тлей разных жизненных форм отражают эволюционно-исторические этапы видообразования в этом подотряде Homoptera. Поскольку высокая мозаичность распределения видов тлей по территориям и отдельным биоценозам в значительной степени определяется флористическим составом и пространственной структурой их потенциальных кормовых растений, был проведен анализ трофических связей тлей с растениями на территории Биостанции УрГУ. Список кормовых растений для 105 видов тлей включает 110 видов 30 семейств сосудистых растений из 478 видов 87 семейств локальной флоры (Мухин и др., 2003), т.е. обнаружена связь между 23% видов и 34% семейств растений. Как и для мировой афидофауны в целом (Dixon,1998), лидирующее положение среди кормовых растений тлей на биостанции, занимают представители семейства Asteraceae, сравнительно многочисленны виды тлей на растениях се-

Таблица 4. Классификация тлей по трофической специализации

Трофическая группа	Территория					
	ВГЗ и БГУ		ВГЗ		БГУ	
	число видов	%	число видов	%	число видов	%
Монофаги	88	54.6	65	55.1	55	52.4
Олигофаги	65	40.4	48	40.7	43	40.9
Полифаги	8	5.0	5	4.2	7	6.7
Итого	161	100.0	118	100.0	105	100.0

мейства Rosaceae, Betulaceae, Salicaceae, Pinaceae, Fabaceae, Apiaceae, немногочисленны — на семействах Grossulariaceae, Scrophulariaceae и Poaceae. На растениях остальных 20 семейств виды тлей единичны. В общем характере распределения видов тлей по кормовым растениям разных семейств БГУ проявляется сходство с таковым на территории Западной Сибири (Ивановская, 1977) и мировой афидофауны в целом (Dixon, 1998).

Корреляционный анализ числа видов в семействах растений и числа видов обитающих на них тлей выявил положительную линейную зависимость между этими параметрами ($r = 0.615 \pm 0.141$; $p < 0.01$; $n = 30$), что кардинально отличается от вывода об отсутствии корреляции для тлей мировой афидофауны и их кормовых растений из 90 семейств флоры мира ($r = 0.08$; $n = 90$) (Eastop, 1978; цит. по: Dixon, 1998). Таким образом, можно предположить, что исторически сформировавшаяся система флоры данного региона подзоны южной тайги и приуроченной к ней афидофауны достаточно сбалансирована.

ВЫВОДЫ

1. В результате исследований 2007–2008 гг. на двух изученных территориях подзоны южной тайги Среднего Урала выявлен 161 вид тлей, относящихся к 61 роду 8 семейств, из них 136 видов отмечены на Среднем Урале впервые. Локальная афидофауна Висимского государственного заповедника представлена 118 видами 49 родов из 8 семейств, афидофауна Биостанции УрГУ — 105 видами 44 родов из 7 семейств.

2. Выявлены особенности распределения видов тлей по характерным биоценозам обеих исследованных территорий. Низкие показатели видового сходства тлей изученных биоценозов определяются пространственной гетерогенностью флоры и экологическими особенностями тлей.

3. Наблюдаются выраженные различия в соотношении тлей разных жизненных форм в видовых комплексах Висимского заповедника и Биостанции УрГУ. Сделано заключение о более существенном вкладе постоянных и сезонных дендробионтов в формировании общего разнообразия тлей на территории заповедника и более значительном вкладе постоянных и сезонных хортобионтов на территории биостанции.

4. Выявлена сложная структурированность локальных афидофаун Висимского заповедника и Биостанции УрГУ по характеру трофической специализации тлей. Характер трофических связей тлей с растениями 30 семейств флоры Биостанции УрГУ отражает общие эволюционные закономерности формирования связей тлей с ведущими семействами сосудистых растений.

5. Общее видовое богатство в биоценозах, находящихся под антропогенным воздействием соизмеримо с их разнообразием в ненарушенных растительных сообществах Среднего Урала.

Выражаем благодарность с.н.с. Н.В. Беляевой и с.н.с. Н.Л. Уховой (ВГПБЗ), с.н.с., канд. биол. наук А.В. Гилёву и м.н.с. Г.А. Замшиной (ИЭРиЖ УрО РАН), доценту, канд. биол. наук А.Ю. Тептиной (УрГУ) за помощь в сборе и обработке материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ивановская О.И. Тли Западной Сибири. В 2-х том. Новосибирск: Наука, 1977. Т. 1. 272 с. ; Т. 2. 328 с.

Марина Л.В. Сосудистые растении Висимского заповедника//Флора и фауна заповедников СССР (оперативно-информационный материал). М., 1987. 43 с.

Мухин В.А., Третьякова А.С., Тептина А.Ю. и др. Флора и растительность биологической станции Уральского государственного университета: Учеб. пособ. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2003. 123 с.

Пащенко Н.Ф. Определитель насекомых Дальнего Востока СССР//Равнокрылые и полужесткокрылые. Л.: Наука, 1988. С. 546–686.

Рупайс А.А. Атлас дендрофильных тлей Прибалтики. Рига: «Зинатне», 1969. 364 с.

Ухова О.В., Замшина Г.А., Николаева Н.В. Фауна и экология тлей (Homoptera, Aphidinea) биостанции Уральского государственного университета//Биосфера Земли: прошлое, настоящее, будущее: Мат-лы конф. Екатеринбург: Изд-во «Гощицкий», 2008. С. 288–292.

Шапошников Г.Х. Подотряд Aphidinea — тли. Определитель насекомых европейской части СССР. Т.1. М.; Л.: Наука, 1964. С. 489–616.

Blackman R.L., Eastop V.F. Aphids on the World's Trees. CAB. INTERNATIONAL, Wallingford, 1994. 1003 p.

Blackman R.L., Eastop V.F. Aphids on the World's Herbaceous Plants and Shrubs. London: John Wiley and Sons, 2006. Vol. 1–2. 1439 p.

Dixon A.F.G. Aphid ecology. An optimization approach. Second edition. London: Chapman and Hall, 1998. 300 p.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ГНЕЗДОВИЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ БИОЛОГИИ ОДИНОЧНЫХ ОС (HYMENOPTERA: VESPIDAE, CRABRONIDAE, POMPILIDAE), ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ДЛЯ ГНЕЗДОВАНИЯ ГОТОВЫЕ ПОЛОСТИ

К.И. Фадеев

Уральский госуниверситет им. А.М. Горького, г. Екатеринбург

Ключевые слова: искусственные гнездовья, Vespidae, Crabronidae, Pompilidae.

Одиночные осы — важный компонент экосистем. Являясь хищниками, они заготавливают провизию для своих личинок, которая, как правило, представлена насекомыми-фитофагами и пауками. Многие осы гнездятся в готовых полостях. Для гнездования они используют полые стебли растений, ходы стволовых вредителей, а также прошлогодние гнезда тех ос и пчел, которые самостоятельно выгрызают гнездовые ходы в стеблях с рыхлой сердцевиной или гнилой древесине. С середины прошлого столетия в целях борьбы с вредителями сельского и лесного хозяйств стали применять искусственные гнездовья для привлечения к гнездованию некоторых полезных складчатокрылых и роющих ос. Цель настоящего исследования — изучение биологии складчатокрылых, роющих и дорожных ос, заселяющих искусственные гнезда.

Материалом для работы послужили сборы гнезд ос из гнездовий, заселенных в летние периоды 2007–2009 гг. Способы изготовления гнездовий заимствованы из литературных источников. Для привлечения ос использовали «ульи Фабра» — деревянные ящики (20х20х10–20 см) с нависающей крышкой с набивкой из трубок. Гнездовья вывешивали на стволах деревьев, стенах построек и т.п. на высоте до 2 м с мая по октябрь на территории биостанции Уральского госуниверситета (окр. дер. Ключи, Сысертский район Свердловской области) — 18 ульев и в окрестностях г. Арамиль (Сысертский район Свердловской район — один улей). Для изготовления 10.5 тыс. трубок были использованы отрезки полых стеблей зонтичных диаметром от 1 до 15 мм, соломинки для напитков 5 мм и стеклянные трубки 4 и 6 мм. Заселенность трубок определяли по наличию гнездовых пробок и (или) по факту прилета ос. Полученные гнезда препарировали, выводили ос и их паразитов. Гнезда, заселенные осами в течение лета 2009 г., перезимовали в естественных условиях.

За период наблюдений 2007–2009 гг. одиночными осами было заселено около 1200 гнезд. Отмечено гнездование представителей

трех семейств: Crabronidae (роющие осы) — 4 рода (*Passaloecus* Shuc., *Rhopalum* Kirb., *Crossocerus* Lep., *Trypoxylon* Latr.), 5 видов; Vespidae (складчатокрылые осы) — 2 рода (*Ancistrocerus* Wesm., *Symmorphus* Wesm.), 8 видов; Pompilidae (дорожные осы) — один род (*Dipogon* Fox), один вид. Отмечены случаи постройки смешанных гнезд (совместные с осами других видов и пчелами). Для ряда видов одиночных складчатокрылых и роющих ос определяли провизию и паразитов.

Осы явно предпочитают селиться в трубках из естественных материалов: осы родов *Passaloecus* и *Rhopalum* — в стеблях диаметром 2–4 мм, рода *Symmorphus* — в стеблях диаметром 3–5 мм. Зимующей стадией изученных представителей роющих и складчатокрылых ос является предкуколка. Для ряда видов ос предполагается не более двух поколений за сезон. Питание личинок длится около двух недель. Метаморфоз и вылет имаго у моновольтинных видов происходят весной следующего года (середина мая — первая декада июня). Гнездование большинства ос длится с июня по август–начало сентября.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ФЛОРЫ БОТАНИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ

М.Р. Файзуллин

Уральский госуниверситет им. А.М. Горького, г. Екатеринбург

Ключевые слова: ботанический памятник природы, флора, Красноуфимск.

В Свердловской области имеется 423 памятника природы, из них ботанических — 141. Красноуфимском районе располагаются 30 ботанических памятников. В отношении большинства памятников информация крайне скудная: отсутствуют описания местонахождений, видового состава и их ботаническая характеристика. В связи с этим нам представляется актуальным вести исследования по инвентаризации флоры ботанических памятников природы Красноуфимского района. В настоящей работе впервые рассмотрена флора ботанических памятников природы в пределах г. Красноуфимска: сосновая и березовая рощи на левом берегу р. Сарги.

Красноуфимская сосновая роща представляет собой известняковую сопку, на котрой расположен сосновый массив с примесью березы (*Betula pendula*), наиболее хорошо сохранившийся на северном склоне холма. Площадь рощи относительно невелика (29 га).

В составе флоры сосновой рощи отмечено 126 видов сосудистых растений из 102 родов и 39 семейств. В древостое встречаются единичные экземпляры *Picea obovata* и *Abies sibirica*. Преобладают бореальные растения — *Pyrola rotundifolia, Orthilia secunda, Oxalis acetosella, Majanthemum bifolium* и др. В подлеске отмечены неморальные виды *Tilia cordata* и *Viburnum opulus*. К ним примешиваются лесостепные (*Anemone sylvestrys, Silene baschkirorum, Polygala sibirica, Leontodon hispidus*) и степные (*Artemisia armeniaca, Stipa pennata*) растения, доля которых около 15%. На территории сосновой рощи встречаются три европейских вида, находящиеся на восточном пределе ареала: *Alchemilla nemoralis, Leontodon hispidus* и *Campanula persicifolia*. Обнаружен единственный вид, занесенный в Красную книгу Свердловской области (2008): *Lilium pilosiusculum*.

Красноуфимская березовая роща на левом берегу р. Сарги также представляет собой известняковую сопку с березовым массивом площадью 81 га. Во флоре обнаружено 214 видов сосудистых растений из145 родов и 42 семейств. Древостой слагают *Betula pendula* и *B. pubescens*. В подлеске встречаются *Crataegus sanguinea, Padus avium, Sorbus aucuparia*. В травяном покрове к обычному лугово-лесному разнотравью (*Polygonatum odoratum, Geranium sylvaticum, Potentilla erecta*) примешиваются в большом количестве степные и лесостепные растения (*Artemisia armeniaca, Inula hirta, Onosma simplicissima, Campanula sibirica, Oxytropis pilosa, Phleum phleoides, Adonis vernalis, Spirea crenata, Helictotrichon schellianum, Stipa pennata*). Доля степных и лесостепных видов — 29%. В юго-западной части холма склоны обрывистые, известняки выходят на поверхность. С этим участком связано произрастание каменисто-степных видов: *Allium rubens, Allium strictum, Asplenium ruta-muraria, Aster alpinus, Polygala sibirica*. Часть видов находится на восточном пределе своего распространения (*Pyrethrum corymbosum, Cephalanthera rubra, Campanula persicifolia*) и встречаются исключительно на западном макросклоне Урала в Красноуфимском районе. В составе флоры отмечены два эндемичных вида: *Seseli krylovii* и *Euphorbia korshinskyi*, а шесть видов занесены в Красную книгу Свердловской области (2008): *Digitalis grandiflora, Adonis vernalis, Epipactis atrorubens, Gymnadenia conopsea, Cephalanthera rubra, Asparagus officinalis*.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант РФФИ-Урал № 10–04–96055).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Красная книга Свердловской области: Животные, растения, грибы / Науч. ред. Н.С. Корытин. Екатеринбург: Баско, 2008. 256 с.

ВНУТРИПОПУЛЯЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ АСИММЕТРИИ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ У РЫЖЕЙ ПОЛЕВКИ

М.А. Фоминых, Л.Э. Ялковская

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Ключевые слова: Myodes glareolus, внутрипопуляционная изменчивость, модульное строение нижней челюсти, Висимский заповедник.

Изучение морфологической изменчивости как одного из основных свойств биологических объектов является одной из актуальных задач при оценке состояния популяций и экосистем и с точки зрения проблемы сохранения биоразнообразия. Флуктуирующая асимметрия — особая форма изменчивости, позволяющая в силу своих особенностей (случайные, ненаправленные, генетически не обусловленные отклонения от строгой симметрии вследствие несовершенства процессов онтогенеза) оценить степень онтогенетической нестабильности. Согласно традиционным представлениям, стрессирующее воздействие как средовых, так и факторов генетической природы сопровождается изменениями величины флуктуирующей асимметрии, в связи с чем данный подход может использоваться для оценки благополучия популяции (Захаров, 1987; Atchley, Hall, 1991; Leamy, 1984; Palmer, Strobek, 2003; Van Dongen, 2003).

Актуальность нашего исследования обусловлена тем, что, несмотря на огромное количество работ, посвященное различным аспектам анализа феномена флуктуирующей асимметрии, практически отсутствуют данные о межгодовой изменчивости этого показателя и возможном влиянии стрессирующих нагрузок, связанных с изменениями популяционной численности.

Цель настоящей работы — изучение влияния внутрипопуляционных факторов (пола, возраста), динамики численности и сезона отлова на величину асимметрии отделов нижней челюсти в циклической популяции рыжей полевки (*Myodes* (=*Clethrionomys*) *glareolus* Schreber, 1780).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Асимметрию нижней челюсти исследовали у 324 особей рыжих полевок, отловленных с 2001 по 2006 гг. на стационарном участке (57°22’ с.ш., 59°50’ в.д., южная темнохвойная тайга) в Висимском государственном природном биосферном заповеднике (табл.1). Отлов грызунов проводился три раза в год — весной, летом и осенью. Динамика плотности и структуры населения рыжей полевки в районе

Таблица 1. Количественный и возрастной состав (возрастные классы по Разореновой, 1952) изучаемых выборок M. glareolus из Висимского заповедника на разных фазах популяционного цикла

Год отлова	Фаза популяционного цикла	Возрастной класс		
		1-й	2-й	3-й
2001	Пик	21	30	28
2002	Депрессия	3	5	3
2003	Рост	48	34	4
2004	Пик	8	38	15
2005	Депрессия	3	3	1
2006	Рост	19	45	16

исследования охарактеризована (Кшнясев, Давыдова, 2005) трехлетними популяционными циклами с чередованием фаз с низкой плотностью — «депрессия» (2002 и 2005 гг.), высокой — «пик» (2001 и 2004 гг.) и промежуточной по отношению к первым численностью особей — фазой «роста» (2003 и 2006 гг.).

Исследованы самцы и самки рыжей полевки трех возрастных классов, выделенных по выраженности альвеолярного бугорка в устье сфеноорбитальной щели (Разоренова, 1952).

Анализ асимметрии нижней челюсти проведен с использованием оцифрованных изображений нижних челюстей полевок методом геометрической морфометрии (Klingenberg, McIntyre, 1998) на основании значений координат 12 меток, вычисление и выравнивание которых относительно размера центроида в прокрустовом пространстве выполняли в пакете программ TPS (Rohlf, 1998, 2001). Схема расстановки меток, методология анализа и методика вычисления индексов асимметрии для каждой метки, включающих как флуктуирующую, так и направленную асимметрию, описаны в предыдущих работах (Фоминых (Елькина), Ялковская, 2008, 2009).

Функционально и с позиции последовательности развития нижняя челюсть грызунов представлена, по крайней мере, двумя отделами (модулями): I — передний, включающий область диастемы; II — задний, состоящий из нижнечелюстной дуги и трех отростков (Фоминых (Елькина), Ялковская, 2008, 2009; Atchley, Hall, 1991; Klingenberg et al., 2001; Leamy, 1993). Интегральные оценки асимметрии модулей для каждого животного были получены путем усреднения индексов асимметрии соответствующих меток.

Статистический анализ данных выполнен в пакете программ STATISTICA v.6.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Внутрипопуляционные сравнения интегральных показателей асимметрии двух отделов нижней челюсти проведены с помощью дисперсионного анализа — двухфакторная модель с факторами «пол» и «возраст» (табл. 2). Значимые эффекты рассматриваемых факторов и их взаимодействия для I и II модуля не выявлены.

Таблица 2. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа интегральных показателей асимметрии I и II модуля нижней челюсти M. glareolus

Модуль	Источник изменчивости	*df* фактора; *df* остатка	*F*	*p*
I	Пол	1; 318	0.357	0.551
	Возраст	2; 318	0.237	0.789
	Взаимодействие факторов	2; 318	0.150	0.860
II	Пол	1; 318	0.847	0.358
	Возраст	2; 318	0.942	0.391
	Взаимодействие факторов	2; 318	0.137	0.872

Межгодовые различия индексов асимметрии были незначимы для I модуля ($F(5; 318) = 0.534$; $p = 0.751$), но значимы для II модуля ($F(5; 318) = 3.704$; $p = 0.003$), что могло быть связано со стрессирующими нагрузками, обусловившими изменения плотности населения в ходе популяционных циклов. Такой эффект показан в ходе исследования ряда морфологических параметров (Chitty, 1967; Boonstra, Krebs, 1979; Lidicker, Ostfeld, 1991; и др.) и уровня онтогенетической нестабильности (Zakharov et al., 1991). На рис. 1 представлены средние значения интегрального индекса асимметрии II модуля нижней челюсти у рыжей полевки за период исследования. Видно, что однозначная связь между фазой популяционного цикла и уровнем онтогенетической нестабильности отсутствует.

В ходе попарных сравнений (метод контрастов) обнаружено, что значимость межгодовых различий обусловлена большим уровнем асимметрии II модуля в 2006 г. по сравнению с 2001, 2003 и 2004 гг. ($p < 0.05$).

Анализ сезонной изменчивости индексов асимметрии II модуля нижней челюсти, проведенный на наиболее репрезентативных выборках (2001, 2003, 2004 и 2006 гг.), выявил тенденцию к увеличению этого показателя от лета к осени во все годы исследований (рис.

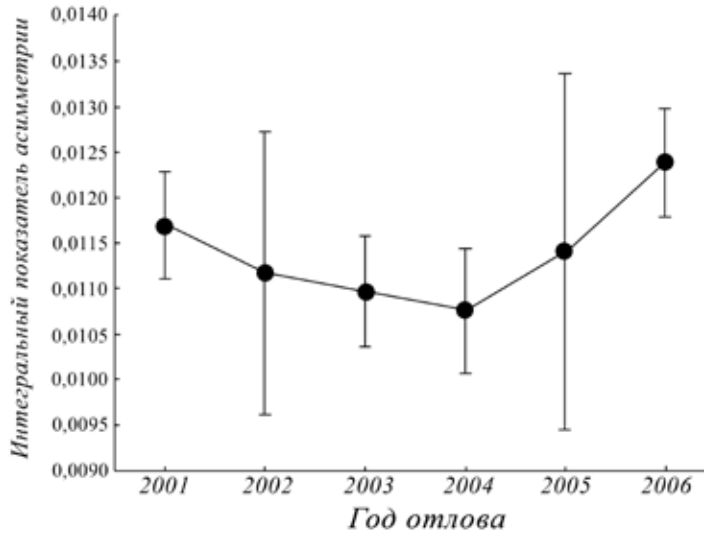


Рис. 1. Интегральный показатель асимметрии (среднее значение и 95% доверительный интервал) II модуля нижней челюсти M. glareolus из Висимского заповедника, отловленных в фазу «пика» (2001, 2004 гг.), «депрессии» (2002, 2005 гг.) и «роста» (2003, 2006 гг.) численности популяции.

2), причем в 2006 г. этот эффект был значим ($F(1; 48) = 8.653$; $p = 0.005$). Кроме того, значения уровня асимметрии в 2006 г. выше как в летний, так и осенний сезоны по сравнению с 2001, 2003 и 2004 гг. Для осеннего периода межгодовые различия были значимы ($p = 0.0002$).

Таким образом, наибольшие уровни онтогенетической нестабильности нижней челюсти обнаружены у полевок, пойманных в 2006 г. в осенний сезон.

По устному сообщению наших коллег (канд. биол. наук Ю.А. Давыдовой и канд. биол. наук И.А. Кшнясева), ведущих многолетнее непрерывное наблюдение в Висимском заповеднике за изучаемой популяцией рыжей полевки, в 2007 г. был отмечен сбой трехлетнего цикла динамики численности. В результате вместо наступления предполагаемой фазы «пика» на основании данных по плотности и структуре населения рыжих полевок зарегистрирована фаза «роста», а в 2008 г. — фаза «пика» вместо «депрессии». Вполне вероятно, что процессы, приведшие к нарушению чередования фаз, могли проявиться в изменении уровня асимметрии уже у полевок, отловленных осенью 2006 г., поскольку в основном именно животные позднелетней генерации (отлавливаемые осенью) участвуют в воспроизводстве популяции следующего года.

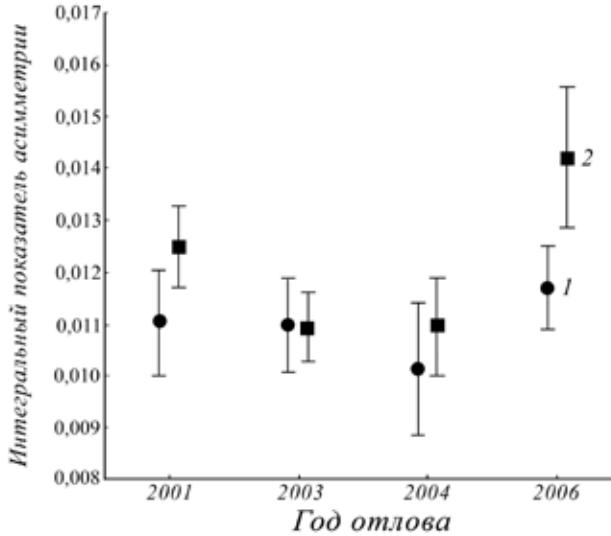


Рис. 2. Интегральный показатель асимметрии (среднее значение и 95% доверительный интервал) II модуля нижней челюсти M. glareolus из Висимского заповедника, отловленных летом (1) и осенью (2) в 2001, 2003, 2004 и 2006 гг.

ВЫВОДЫ

1. Не обнаружено значимых внутрипопуляционных отличий для I и II модуля, связанных с половозрастной структурой популяции.

2. Выявлена тенденция к увеличению асимметрии заднего отдела нижней челюсти у полевок, отловленных осенью, по сравнению с летними животными.

3. Показано, что значимые межгодовые различия уровней онтогенетической нестабильности заднего отдела нижней челюсти (II модуля) обусловлены повышением асимметрии у животных в 2006 г. и не связаны непосредственно с изменением структуры и плотности популяции. Вероятно, обнаруженный эффект вызван воздействием процессов, приведших к нарушению чередования фаз трехлетней циклики, наблюдаемому в популяции в последующие годы.

Авторы выражают свою признательность за участие в обсуждении результатов исследования канд. биол. наук А.В. Бородину, канд. биол. наук Ю.А. Давыдовой, канд. биол. наук И.А. Кшнясеву и канд. биол. наук Е.А. Марковой.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 08–04–00638, 10–04–96101, 10–04–96102), Программы поддержки ведущих научных школ (НШ-1022.2008.4) и научно-образовательных центров (контракт 02.740.11.0279).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Захаров В.М. Асимметрия животных (популяционно-фенетический подход). М.: Наука, 1987. 216 с.

Кшнясев И.А., Давыдова Ю.А. Динамика плотности и структуры популяций лесных полевок в южной тайге // Вестн. Нижегород. ун-та. Сер. биол., 2005. Вып. 1 (9). С. 113–123.

Разоренова А.П. Возрастная изменчивость рыжих полевок (*Clethrionomys*) // Бюл. МОИП. Отд. биол., 1952. Т. 57. № 5. С. 25–28.

Фоминых (Елькина) М.А., Ялковская Л.Э. Внутри- и межпопуляционные сравнения онтогенетической нестабильности нижней челюсти рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780) // Биосфера Земли: прошлое, настоящее и будущее: Мат-лы конф. молодых ученых. Екатеринбург, 2008. С. 296–303.

Фоминых М.А., Ялковская Л.Э. Онтогенетическая нестабильность у рыжей полевки из популяций Среднего Урала при разных уровнях загрязнения среды тяжелыми металлами // Эволюционная и популяционная экология: назад в будущее: Мат-лы конф. молодых ученых. Екатеринбург, 2009. С. 239–245.

Atchley W.R., Hall B.K. A model for development and evolution of complex morphological structures // Biol. Rev., 1991. Vol. 66. P. 101–157.

Boonstra R., Krebs C.J. Variability of large- and small-sized adults in fluctuating vole populations // Ecology, 1979. Vol. 60. P. 567–573.

Chitty D. The natural selection of self-regulatory behavior in animal populations // Proc. Ecol. Soc., Australia, 1967. № 2. P. 51–78.

Klingenberg P.C., McIntyre G.S. Geometric morphometrics of developmental instability: analyzing patterns of fluctuating asymmetry with Procrustes methods // Evolution, 1998. Vol. 52. P. 1363–1375.

Klingenberg P.C., Leamy L.J., Routman E.J. et al. Genetic architecture of mandible shape in mice: effects of quantitative trait loci analyzed by geometric morphometrics // Genetics, 2001. Vol. 157. P. 785–802.

Leamy L.J. Morphometric studies in inbred and hybrid house mice. V. Directional and fluctuating asymmetry // Amer. Naturalist. 1984. Vol. 123, № 5. P. 579–593.

Leamy L.J. Morphological integration of fluctuating asymmetry in the mouse mandible // Genetica, 1993. Vol. 89. P.139–153.

Lidicker W.Z., Ostfeld R.S. Extra-large body size in California voles: causes and fitness consequences // Oikos, Cross. Ref, CSA, 1991. Vol. 61. P. 108–121.

Palmer A.R., Strobeck C. Fluctuating asymmetry analyses revisited // Developmental instability: causes and consequences. New York: Oxford Univ. Press, 2003. P. 279–319.

Rohlf F.J. TPSrelw: relative warps, version 1.20. N.Y.: State Univ. at Stony Book. (program), 1998.

Rohlf F.J. TPSdig, version 1.23. N.Y.: State Univ. at Stony Book. (program), 2001.

Van Dongen S. Fluctuating asymmetry and developmental instability in evolutionary biology: past, present and future // J. Evol. Biol., 2003. Vol. 19. P. 1727–1743.

Zakharov V.M., Pankakoski E., Sheftel B.I. et al. Developmental stability and population dynamics in common shrews, *Sorex araneus* // Amer. Naturalist, 1991. Vol. 138. P. 797–810.

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ДОЛИНЫ РЕКИ КОЛВЫ

О.В. Харитонова

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Ключевые слова: долина реки, растительность, Северный Урал, смена фитоценозов.

Река Колва — самый крупный правый приток р. Вишеры (бассейн р. Камы), длина которого составляет 460 км. Исток реки находится на западном склоне Уральского хребта. В верхнем течении она представляет собой типичную горную реку с узкой неразработанной долиной, а в среднем течении приобретает предгорный характер, долина становится шире. В нижнем течении Колва имеет все признаки равнинной реки: очень широкая долина, хорошо выражены надпойменные террасы, имеются меандры и т.д. В связи с разнообразием берегов различна и ширина реки: между скалистыми утесами верховий русло реки суживается до 30 м, ближе к устью расширяется до 100–150 м (Справочник..., 1936; Таусон, 1947).

Гидрографические характеристики реки: площадь водосбора — 13 500 км^2, средняя высота водосбора — 233 м, средний уклон реки — 0.3‰; озерность 0%, заболоченность — 3%, лесистость — 89% (заболоченный лес 2%), распаханность не выражена (Комлев, Черных, 1984).

Изучение растительности в долине р. Колвы проведено в июне–июле 2005 г. Целью исследования было выявление закономерностей распределения растительных сообществ в зависимости от формы речной долины и характера течения. Заложено несколько поперечных профилей долины в верхнем, среднем и нижнем течениях реки. Исследованы характерные для данной территории наземные и водные растительные сообщества, сделаны их описания.

Бассейн верхнего течения р. Колвы (от истока до д. Тулпан, 275 км от устья) представляет собой сильно пересеченную местность с узкими долинами и высокими крутыми кряжами. Горы тянутся преимущественно по правому берегу и покрыты лесом. В верховьях река течет в узкой долине, имеет большое падение, а также много каменистых и галечных перекатов.

Растительные сообщества верхнего течения р. Колвы отличаются невысоким разнообразием (см. рис. 1 и таблицу). Склоны долины покрыты коренными зеленомошными еловыми лесами с примесью пихты и кедра. Пойменные участки берегов зарастают высокотравно-крупнотравными лугами (доминируют вейники и канареечник тростниковидный, а также дудник и аконит высокий) и зарослями кустарниковых ив (*S. rosmarinifolia*, *S. phylicifolia* и др.). Низинная часть долины чаще всего занята сфагновыми, осоковыми или пуши-

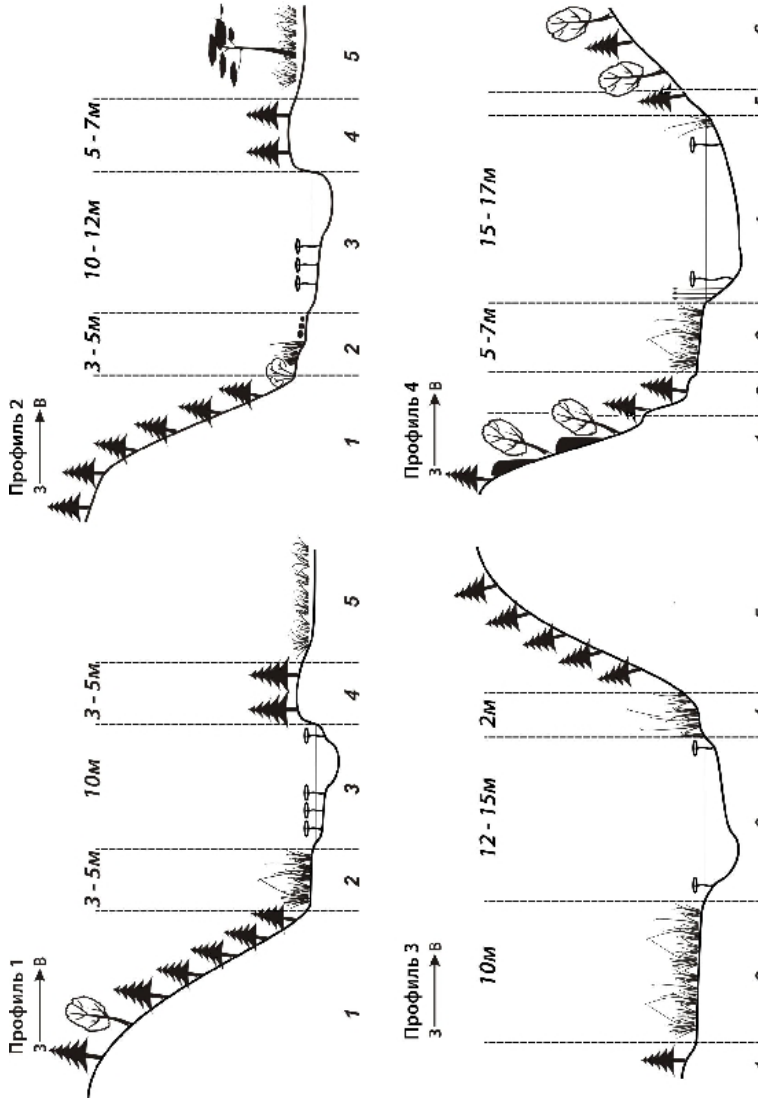


Рис. 1. Профили долины в верхнем течении р. Колвы (пояснения в таблице).

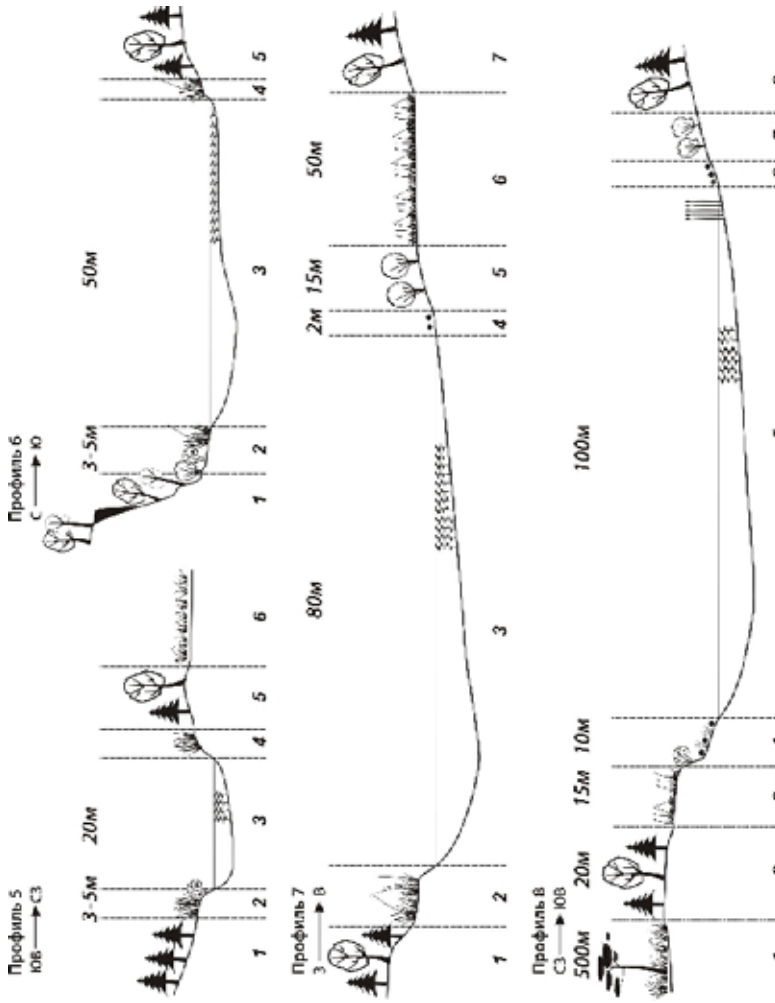


Рис. 2. Профили долины в среднем и нижнем течении р. Колвы (пояснения в таблице).

Таблица. Распределение фитоценозов по профилям долины р. Колва

№	Расположение растительных сообществ по профилю	Место-нахождение
	Верхнее течение	
Профиль 1	Правый берег (намывной): склон В экспозиции (разреженный елово-пихтовый лес с березой зеленомошно-папоротничковый, *1*), пойма (высокотравно-злаковый луг, *2*) Русло: (сообщество нардосмии, *3*) Левый берег (подмывной): прирусловый вал (сырой еловый лес травянистый, *4*), понижение (сфагново-осоковое болото, *5*)	N 61°21’15” E 58°30’19” в 1 км ниже устья руч. Уйвож
Профиль 2	Правый берег (намывной): склон В экспозиции (еловый лес зеленомошно-папоротниковый, *1*), пойма (высокотравно-злаковый луг с зарослями ивы и галечником, *2*) Русло: (сообщество нардосмии, *3*) Левый берег (подмывной): прирусловый вал (еловый лес хвощево-травянистый, *4*), понижение (залесенное сфагново-осоковое болото, *5*)	N 61°19’21” E 58°28’55”
Профиль 3	Правый берег (подмывной): I надпойменная терраса (еловый лес высокотравно-папоротниковый, *1*), пойма (высокотравно-злаковый луг с зарослями ивы, *2*) Русло: прибрежная часть (сообщество нардосмии, *3*) Левый берег (намывной): пойма (высокотравно-злаковый луг с зарослями ивы, *4*), склон З экспозиции (еловый лес зеленомошно-папоротниковый, *5*)	N 61°19’21” E 58°30’19”
Профиль 4	Правый берег (намывной): склон В экспозиции (обнажение сланцев, березово-еловый лес зеленомошно-кустарничковый, *1*), I надпойменная терраса (елово-березовый лес высокотравно-злаковый, *2*), пойма (высокотравно-злаковый луг с зарослями ивы, *3*) Русло: прибрежная часть (сообщество водных растений, *4*) Левый берег (подмывной): прирусловый вал (еловый лес хвощево-травянистый, *5*), склон В экспозиции (березово-еловый лес зеленомошно-кустарничковый, *6*)	N 61°14’52” E 58°30’25”
	Среднее течение	
Профиль 5	Правый берег (подмывной): некрутой склон С экспозиции (еловый лес зеленомошно-папоротничковый, *1*), пойма (черемушник высокотравный, *2*) Русло: прибрежная часть (сообщество хвоща), центральная часть (сообщество рдестов, *3*) Левый берег (намывной): пойма (высокотравно-злаковый луг, *4*), I надпойменная терраса (березово-еловый лес зеленомошно-кустарничковый, *5*), понижение (сфагново-осоковое болото, *6*)	N 61°17’21” E 58°15’09” устье р. Ямжач

Продолжение табл.

№	Расположение растительных сообществ по профилю	Местонахождение
	Верхнее течение	
Профиль 6	Правый берег (намывной): склон Ю экспозиции (обнажение известняков, осиново-березовый лес травянистый, *1*), пойма (высокотравно-злаковый луг с зарослями ивы и ольхи, *2*) Русло: прибрежная часть (сообщество хвоща и осоки), центральная часть (сообщество рдестов, *3*) Левый берег (подмывной): пойма (высокотравно-злаковый луг, *4*), I надпойменная терраса (березово-еловый лес зеленомошно-кустарничковый, *5*)	N 61°21’51” E 58°05’12” скалы Западные Камни
	Нижнее течение	
Профиль 7	Правый берег (подмывной): I надпойменная терраса (березово-еловый лес зеленомошно-кустарничковый, *1*), пойма (высокотравно-злаковый луг, *2*) Русло: центральная часть (сообщество рдестов, *3*) Левый берег (намывной): пойма (галечник, *4*; ивняк высокотравный, *5*), I надпойменная терраса (вторичный разнотравно-злаковый луг, *6*), II надпойменная терраса (березово-пихтово-еловый лес папоротниково-хвощевый, *7*)	N 61°13’10” E 57°10’25” в 3 км ниже д. Русиново
Профиль 8	Правый берег (подмывной): понижение (верховое пушицево-сфагновое болото с сосной и березой, *1*), II надпойменная терраса (елово-березовый лес травянисто-хвощевый, *2*), I надпойменная терраса (вторичный разнотравно-злаковый луг, *3*), крутой осыпающийся склон (рудеральная растительность, *4*) Русло: центральная часть (сообщество рдестов), прибрежная часть (сообщество хвоща и осоки, *5*) Левый берег (намывной): пойма (галечник, *6*; заросли ивы, *7*, I надпойменная терраса (березово-пихтово-еловый лес папоротниково-хвощевой, *8*)	N 61°03’28” E 57°10’59” в 2 км выше д. Корепино

цевыми болотами. Русло реки относительно узкое, дно каменистое, а уровень воды невысокий, поэтому большие участки русла практически полностью зарастают нардосмией. Изредка вдоль берега встречается хвощ топяной. Гарей и послепожарных сообществ сравнительно мало, антропогенное воздействие отсутствует.

В среднем и нижнем течении рельеф местности менее пересечен: очертания холмов и долин более плавные. Ниже д. Тулпан ширина долины увеличивается и может достигать 1 км. Долина хорошо разработана, рельеф становится разнообразнее — можно выделить 1–2 террасы. Иногда встречаются выходы горных пород. По берегам появляются населенные пункты, поэтому коренных лесов здесь становится меньше, а значительная часть площади занята вторичными

лесами и лугами (см. рис. 2 и таблицу). Вниз по течению возрастает площадь, занятая производными берёзовыми и берёзово-еловыми лесами различных типов (в основном травянистые, зеленомошные и др.). Пойменная часть берегов может быть занята лугами или зарослями высоких ив (*S. triandra*).

Первичные луга и некоторые участки леса в настоящее время замещены вторичными лугами или синантропными сообществами. Синантропные растения можно обнаружить не только на территории населенных пунктов, но и по берегам реки. В верхней части среднего течения отмечается вымирание деревень и наблюдаются начальные стадии восстановительной сукцессии. Русло реки углубляется, а течение становится спокойнее, вследствие чего состав сообществ макрофитов меняется — появляются рдесты (сначала узколистные, а затем и широколистные), элодея и др.

В нижнем течении, в 175 км от устья (у Полюдова Камня), долина реки сильно суживается, и на некотором протяжении она протекает в наиболее узком (60–80 м) русле с крутыми обрывистыми берегами, сложенными карстовыми известняками. На 110-м км от устья берег становится низменным, местами заболоченным; долина реки расширяется, доходя до 2–3 км.

В нижнем течении рельеф долины более выровнен, сама долина широкая, отмечаются 2–3 террасы, занятые большей частью травяными и зеленомошными берёзовыми и сосновыми лесами, а также синантропными мелкотравными и разнотравными лугами, используемми как покосы (см. рис. 2 и таблицу). Заболоченность берегов увеличивается при приближении к устью реки. При этом они отличаются по происхождению: в верхней части это в основном верховые болота на месте лесов, в нижней части они имеют преимущественно старичное происхождение. Околоводная часть берега часто занята зарослями кустарников и деревьев — ивы, черёмухи, ольхи. Водная растительность также довольно разнообразна: вдоль берега на мелководье растут хвощи и осоки, относительно глубокие места занимает полоса рдестов и других закреплённых макрофитов. Центральная часть русла обычно свободна от растительности. Хозяйственная деятельность выражена сильно: по берегам рек расположены населенные пункты, отмечаются вырубки, покосы. В целом земледелие не развито.

Сравнение видового состава наиболее часто встречаемых типов растительных сообществ — лесных, луговых и водных, показало, что наиболее сходны между собой лесные сообщества в верхнем течении Колвы, а также луговые сообщества на этом же участке реки. Самое высокое значение коэффициента сходства Чекановского-Съеренсена для лесных сообществ — 0.73, а для луговых – 0.63. Лесные и луговые сообщества среднего и нижнего течения значительно различаются по

видовому составу: не только между аналогичными фитоценозами на разных участках течения, но и между сообществами внутри отдельных групп. Фитоценозы водных растений верхнего течения резко отличаются от подобных сообществ в нижнем течении Колвы. В то же время сообщества водных растений среднего течения схожи как с сообществами верхнего, так и с сообществами нижнего течения реки (значения коэффициента Чекановского-Съеренсена составляют 0.53 и 0.61 соответственно).

Полученные данные позволяют заключить, что растительность долины р. Колвы обусловлена рельефом самой долины, режимом увлажнения, типом местных почв, а также наличием или отсутствием хозяйственной деятельности человека. Водная растительность в большей степени зависит от скорости течения и глубины русла. Разнообразие растительных сообществ заметно выше в нижнем и среднем течении, что связано не только с усложнением форм рельефа долины, но и в значительной мере с действием антропогенного фактора. Видовое разнообразие в целом и внутри отдельных сообществ также увеличивается вниз по течению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Комлев А.М., Черных Е.А. Реки Пермской области: режим, ресурсы, прогнозы, проблемы. Пермь, 1984. 214 с.

Справочник по водным ресурсам СССР. Т.XII. Урал и Приуралье. М.; Л., 1936. 664 с.

Таусон А.О. Водные ресурсы Молотовской области. Молотов, 1947. 321 с.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ БИОЛОГИИ САПСАНА ПРИРОДНОГО ПАРКА «РЕКА ЧУСОВАЯ»

А.В. Хлопотова

Уральский госуниверситет им. А.М. Горького, г. Екатеринбург

Ключевые слова: сапсан, рекреационная нагрузка.

Природный парк (ПП) «Река Чусовая» сочетает на своей территории ландшафт южной тайги со скальными выходами по берегам р. Чусовой. С одной стороны, скалы являются наиболее привлекательным объектом рекреации, с другой — они служат почти исключительным местом расположения гнезд сапсана. Задачи нашей работы: абсолютный учет гнездящихся пар и картирование гнезд сапсана на территории парка; изучение реакций сапсанов на фактор беспокойства для последующего анализа воздействия рекреационного пресса; детальное изучение различных аспектов биологии вида.

Маршрутный учет выполнен по р. Чусовой от устья р. Сулем до устья р. Ёква (протяженность — 43 км). Наблюдения за гнездящимися сапсанами проводились на горе Глядень (р. Межевая Утка, окрестности д. Баронская), камнях Винокуренный (р. Чусовая, окрестности п. Староуткинск) и Олений (р. Чусовая, окрестности д. Ёква). Изучение питания производилось путем сбора остатков жертв, перьев и погадок из гнезда после вылета птенцов и с мест ощипывания добычи.

За парой сапсанов на горе Глядень вели наблюдения, сопровождавшиеся серией экспериментов по изучению реакций на факторы беспокойства: четвероногий хищник (собака); человек в лодке; человек, идущий по берегу; человек, переходящий реку вброд. При оценке реакции учитывалось количество слогов в сериях криков беспокойства и поведение беспокоящейся птицы. В итоге выделены четыре типа реакций: крики с присады; кружение с криками над «врагом»; перелеты с криками с дерева на дерево; пикирование с присады или воздуха на вызвавший беспокойство объект. Также изучено питание сапсанов с горы Глядень в период гнездования. Количество идентифицированных особей-жертв составило 43. Наиболее информативным элементом при определении костных остатков была плечевая кость. В качестве массового объекта питания выявлены голубиные (клинтух, вяхирь, сизый голубь, горлица). Дополнительные объекты: чибис, серая ворона, кряква, серая утка, перепел, коростель, обыкновенный погоныш, травник, турухтан, вальдшнеп, обыкновенный скворец, кукша, сорока, галка, рябинник. По перьям в качестве вероятных объектов питания определены бекас, кукушки и дятлы.

Полученные нами результаты носят предварительный характер. Мониторинг популяции сапсана позволит оценить динамику численности вида в ПП «Река Чусовая» и сделать обоснованные выводы о степени благоприятности условий обитания этого вида на территории данного ООПТ, возможных лимитирующих факторах и необходимых мерах охраны.

ХРОМОСОМНАЯ НЕСТАБИЛЬНОСТЬ У МАЛОЙ ЛЕСНОЙ МЫШИ (*APODEMUS* (*SYLVAEMUS*) *URALENSIS* PALL., 1811) ИЗ ВИСИМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА

С.М. Чехлова, Л.Э. Ялковская

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Ключевые слова: хромосомная нестабильность, природные популяции, мутагенное воздействие.

Для Уральского региона с его развитым промышленным комплексом оценка состояния и проблема сохранения биоразнообразия тесно связаны с изучением мутагенного воздействия среды на природные популяции и сообщества. Одним из широко используемых методов при исследовании такого влияния является оценка уровней хромосомной нестабильности в природных популяциях мелких млекопитающих, в том числе различных видов грызунов.

Малая лесная мышь (*Apodemus* (*Sylvaemus*) *uralensis* Pall., 1811) — широко распространенный на Урале вид, который используется в качестве модельного при проведении различного рода исследований. Тем не менее сведений об уровнях хромосомных нарушений, характерных для этого вида в пределах региона, не много (Дубинин, 1972; Полявина, Ялковская, 1998; Гилева и др., 2005; Ялковская, Григоркина, 2009). Настоящая работа является продолжением исследований, посвященных оценке хромосомной нестабильности у малой лесной мыши в природных популяциях Урала.

Целью работы было изучение уровней хромосомной нестабильности в природной популяции малой лесной мыши из Висимского государственного биосферного заповедника. Задачи: 1) оценить связь частоты хромосомных нарушений с популяционно-демографическими факторами (пол, возраст, репродуктивный статус) и хронографической изменчивостью; 2) сопоставить уровни хромосомной нестабильности у *A. (S.) uralensis* в Висимском заповеднике с наблюдаемыми в природных популяциях этого вида на Среднем и Южном Урале в условиях техногенного стресса различной силы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования послужили 79 малых лесных мышей, отловленных в 2005, 2006 и 2009 гг. на территории Висимского государственного биосферного заповедника на участке пихтово-елового леса с мелкотравно-вейниковой растительностью. Отловы проводили в середине июля и октября, все животные были сеголетками в возрасте от 4 до 7 мес. Относительным показателем возраста грызунов служил индекс плюсны (отношение длины ступни к длине тела). По репродуктивному статусу животных делили на участвовавших (беременных и родивших самок, самцов с массой семенника более 50 мг с развитыми придатками и выраженным сперматогенезом) и не участвовавших в размножении. Препараты метафазных хромосом готовили стандартным способом из костного мозга грызунов (Макгрегор, Варли, 1986). Всего проанализировано 3950 клеток (по 50 для каждого животного). В качестве показателя хромосомной нестабильности использована частота клеток с хромосомными аберрациями, суммарная частота анеуплоидных и полипло-

идных клеток. При статистической обработке применяли критерий χ^2 и ранговый коэффициент корреляции Спирмена (R_s).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Во все годы наблюдений половые различия по двум типам геномных нарушений были незначимы ($\chi^2 = 0.16–0.62$; $df = 1, p = 0.430–0.689$; $\chi^2 = 0.08–0.87$; $df = 1, p = 0.351–0.773$) и составляли в случае хромосомных аберраций — в среднем 0.93 % и 1.22 %, в случае анеу- и полиплоидии — 0.55 % и 0.30 % у самцов и самок соответственно. Таким образом, частота хромосомных нарушений у *A. (S.) uralensis* из Висимского заповедника не зависит от пола, что согласуется с результатами, полученными для этого и других видов грызунов из природных популяций Урала (Гилева, 1997; Полявина, Ялковская, 1998; Гилева и др., 2006).

Многочисленные работы, посвященные влиянию возраста на стабильность генома, большая часть из которых выполнена на культурах клеток или на лабораторных животных (например, Гопко и др., 2003; Lezhava, 2001; Zúñiga-González, 2001), свидетельствуют о повышении хромосомной нестабильности на раннем постнатальном и позднесенильном этапах онтогенеза грызунов. Анализ связи хромосомной нестабильности с возрастом у *A. (S.) uralensis* из Висимского заповедника не выявил значимых корреляций как в разные годы, так и на объединенном за три года материале (R_s=-0.48–0.28; $p > 0.05$). По-видимому, исследуемые нами животные (не старше 7 месяцев) не достигли того возраста, когда эффект старения может быть выражен.

В результате исследований хромосомной нестабильности в природных популяциях грызунов, в частности рыжей полевки, обнаружены различия между животными разного репродуктивного статуса, например у участвующих в размножении зверьков наблюдается увеличение частоты хромосомных нарушений (Полявина, 2005; Гилева и др., 2006).

Сопоставление уровней хромосомной нестабильности у *A. (S.) uralensis* разного репродуктивного статуса было проведено на выборках из Висимского заповедника за 2005 и 2006 гг. (данные за 2009 г. не анализировали, так как из 10 животных только одна особь не участвовала в размножении). Средние частоты хромосомных нарушений у размножающихся и не размножающихся особей представлены на рис. 1. Различия между животными разного репродуктивного статуса незначимы.

Происходящие с течением времени колебания генетической структуры популяций могут приводить к случайной смене соотношения относительно устойчивых или чувствительных к кластогенным и анеугенным агентам генотипов, что в свою очередь может стать причиной изменения среднепопуляционной частоты хромосомных

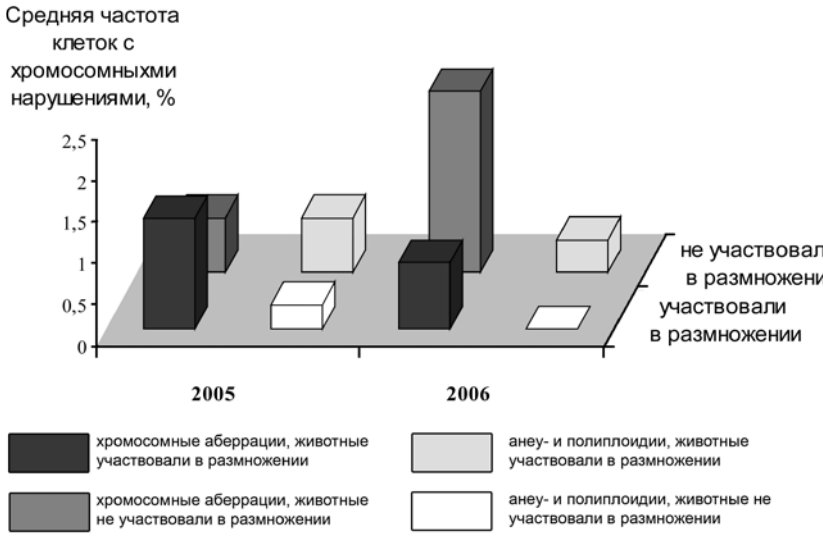


Рис. 1. Частота клеток с хромосомными нарушениями у A. (S.) uralensis разного репродуктивного статуса.

нарушений (Гилева, 1997). Вследствие этого однократная выборка из природной популяции, состоящая из ограниченного числа животных, не всегда дает адекватное представление о популяционных уровнях хромосомной нестабильности. Кроме того, сопоставление результатов повторных исследований позволяет минимизировать влияние случайных факторов и убедиться в воспроизводимости полученных оценок.

Результаты повторных исследований популяции малой лесной мыши из Висимского заповедника свидетельствуют об устойчивости полученных нами оценок нестабильности генома. Несмотря на некоторые межгодовые колебания частоты структурных и числовых хромосомных нарушений у *A. (S.) uralensis* из Висимского заповедника (см. таблицу), значимых различий по уровню хромосомной нестабильности не обнаружено.

Показатели хромосомной нестабильности, в частности частоту клеток с хромосомными аберрациями, широко используют при оценке мутагенного потенциала среды (Гилева, 1997). Согласно данным о содержании тяжелых металлов в природных депонирующих средах (снег, лесная подстилка), и органах-депо мелких млекопитающих (Воробейчик и др., 2006), степень химического загрязнения в районе горы Большой Сутук характеризуется как средняя, или буферная. Источниками поллютантов служат атмосферные выбросы Кирово-

Таблица. Частота хромосомных нарушений у A. (S.) uralensis из Висимского заповедника в 2005, 2006 и 2009 гг.

Год отлова	Число животных (клеток)	Средняя частота клеток, %	
		с хромосомными аберрациями	анеу- и полиплоидных
2005	54 (2700)	0.93	0.52
2006	15 (750)	1.73	0.27
2009	10 (500)	0.60	0.40
χ^2 (df=2); p		4.79; 0.091	0.86; 0.651

градского медеплавильного комбината и Нижнетагильской ГРЭС, расположенных в 10–15 км к востоку от исследуемого участка.

В работах, выполненных на рыжей полевке, высказано предположение о возможном повышенном мутагенном влиянии на популяции грызунов на данной территории (Полявина, 2005; Гилева и др., 2008). В этой связи полученные оценки хромосомной нестабильности у *A. (S.) uralensis* из Висимского заповедника были сопоставлены с данными по частоте хромосомных аберраций, наблюдаемой у этого вида на Урале как на фоновых территориях, так и в условиях интенсивного мутагенного воздействия, обусловленного радиационным фактором (головная часть Восточно-Уральского радиоактивного следа). На рис. 2 представлены усредненные за три года значения частоты хромосомных аберраций у мышей из Висимского заповедника и четырех локалитетов Среднего (57°02’ с.ш., 63°47’ в.д.) и Южного Урала (55°46’— 55°48’ с.ш., 60°53’— 61°00’ в.д.).

Животные из Висимского заповедника занимают промежуточное положение между референтными и испытывающими интенсивное радиационное воздействие импактными выборками. Частота хромосомных аберраций у них достоверно меньше, чем у *A. (S.) uralensis* из импактных выборок (χ^2 = 36.26; df = 2; p < 0.0001), а отличия от референтных популяций незначимы (χ^2 = 4.97; df = 2; p = 0.083).

ВЫВОДЫ

1. У малой лесной мыши из Висимского государственного биосферного заповедника не обнаружено связи уровня хромосомной нестабильности с полом, репродуктивным статусом животных и возрастом (в интервале от 4 до 7 месяцев).

2. В исследуемой популяции *A. (S.) uralensis* не обнаружено значительной хронографической изменчивости уровней хромосомной нестабильности. В течение трех лет частота клеток с хромосомными

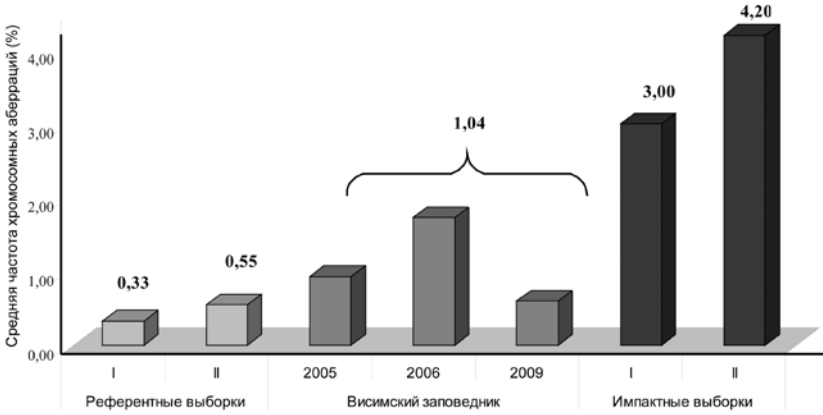


Рис. 2. Частота хромосомных аберраций у A. (S.) uralensis из пяти природных популяций Среднего и Южного Урала. Данные по референтным и импактным выборкам взяты из работы Л.Э. Ялковской и Е.Б. Григоркиной (2010).

аберрациями варьировала от 0.6 до 1.73%, с числовыми нарушениями — от 0.27 до 0.52%.

3. Уровень хромосомной нестабильности у малой лесной мыши в Висимском заповеднике несколько превосходит наблюдаемый у этого вида на фоновых территориях Урала и значимо меньше, чем при интенсивном мутагенном воздействии.

Авторы выражают благодарность канд. биол. наук Ю.А. Давыдовой и канд. биол. наук Е.А. Марковой за предоставленный материал и помощь при обсуждении результатов.

Работа проводится при финансовой поддержке грантов РФФИ (проекты 08–04–00638 и 10–04–96101), а также Программы развития ведущих научных школ (НШ-3260.2010.4) и научно-образовательных центров (контракт 02.740.11.0279).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Воробейчик Е.Л., Давыдова Ю.А., Кайгородова С.Ю. Исследование мелких млекопитающих Висимского заповедника: вклад в популяционную экотоксикологию // Экологические исследования в Висимском заповеднике: Мат-лы науч. конф., посвященной 35-летию Висимского заповедника. — Екатеринбург: Средне-Урал. кн. изд-во. 2006. С. 108–129.

Гилева Э.А. Эколого-генетический мониторинг с помощью грызунов (уральский опыт). Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 1997. 105 с.

Гилева Э.А., Полявина О.В., Ялковская Л.Э. Геномная нестабильность у грызунов из зон радиационного неблагополучия // Генетические последствия чрезвычайных радиационных ситуаций: Тез. докл. III Междунар. конф. М.: Изд-во РУДН, 2005. С. 29–30.

Гилева Э.А., Ракитин С.Б., Чепраков М.И. Геномная нестабильность у рыжей полевки: популяционно-экологические аспекты // Экология. 2006. № 4. С. 301–307.

Гопко А.В., Захидов С.Т., Маршак Т.Л. и др. Генетическая настабильность мужских половых клеток у мышей-долгожителей SAMP1, склонных к ускоренному старению // Докл. РАН. 2003. Т. 392. № 2. С. 267–270.

Дубинин Н.П., Шевченко В.А., Алексеенок А.Я. и др. Генетические последствия действия ионизирующих излучений на популяции // Успехи современной генетики. 1972. № 4. С. 170–206.

Макгрегор Г., Варли Дж. Методы работы с хромосомами животных. М.: Мир, 1986. 268 с.

Полявина О.В., Ялковская Л.Э. Частота хромосомных нарушений у четырех видов грызунов из природных популяций Среднего и Южного Урала // Современные проблемы популяционной, исторической и прикладной экологии: Мат-лы конф. Екатеринбург: Издательство «Екатеринбург», 1998. С. 204–208.

Полявина О.В. Хромосомная нестабильность и иммуногематологические показатели у грызунов, обитающих на территориях с повышенным содержанием тяжелых металлов в природных средах // Экология: от генов до экосистем: Материалы конф. Екатеринбург: «Академкнига». 2005. С. 217–221.

Ялковская Л.Э., Григоркина Е.Б., Тарасов О.В. Цитогенетические последствия хронического радиационного воздействия на популяции грызунов в зоне влияния Восточно-Уральского радиоактивного следа // Радиационная биология. Радиоэкология. 2010. Т. 50. № 4.

Gileva E.A. Rakitin, S.B., Fokin, M.V., et al. Microsatellite DNA variation in Ural bank vole populations // Rus. J. of Ecology. 2008. Vol. 39. № 7. P. 544–547.

Lezhava T. Chromosome and aging: genetic conception of aging // Biogerontology. 2001. № 2. P. 253–260.

Zúñiga-González G., Torres-Bugarín O., Zamora-Perez A. et al. Differences in the number of micronucleated erytrocytes among young and adult animals including humans Spontaneous micronuclei in 43 species // Mutat. Res. 2001. Vol. 494. P. 161–167.

КРАТКОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ ЭТНИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ РОССИИ, ОБЪЕДИНЕННЫХ АРАБСКИХ ЭМИРАТОВ И СОЕДИНЕННЫХ ШТАТОВ АМЕРИКИ

О.И. Чернецкая

Уральский госуниверситет им А.М. Горького, г. Екатеринбург

Ключевые слова: демографическая структура, этнический состав населения, демографические модели.

Целью работы было определение тенденций изменения этнического состава населения на примере обществ с различной структурой приходной части бюджетов (Россия, ОАЭ, США) с использованием классических уравнений популяционной экологии — уравнения

Мальтуса (экспоненциальный рост) и уравнения логистического роста Ферхюльста-Перла (для России). Необходимо было решить ряд задач по анализу тенденций изменения этнической картины в модельных странах, которые особенно актуальны в настоящее время, поскольку этническая структура человечества — это область, где теснейшим образом переплетены экологические, экономические, социальные и культурные проблемы. Поэтому закономерно возрастает интерес к вопросам этнической структуры, а степень разработанности данной проблематики пока еще недостаточна.

Основу работы составил анализ статистических данных информационных ресурсов (ООН, Географический ежегодник CIA Factbook, United Nations Statistics Division, демографические журналы, итоги последних переписей населения России и др.). Выбор этнических групп для анализа определялся доступностью информации. Для России в анализ включены наиболее многочисленные группы народов — вайнахи, русские, тюркские и финно-угорские народы Поволжья, выходцы из Центральной Азии; для США — евроамериканцы, афроамериканцы, выходцы из Восточной Азии и коренные американские народы; для ОАЭ — коренные жители Эмиратов, выходцы из других Арабских стран, Ирана, и Южной Азии и др., включая граждан западных стран и Восточной Азии.

Россия. По нашему прогнозу к 2050 г. население России сократится до 137 миллионов, тогда как по прогнозу ООН оно должно снизиться до 116 млн. Внимательное рассмотрение причин этих расхождений указывает на то, что ООН пользовалась заниженной оценкой численности в России в 2009 г. (ниже, чем по официальным данным переписи РФ в 2008 г.). Изменение этнической картины РФ идет не за счет государство-образующего народа (русских), а за счет других этнических групп. Сокращение числа русских можно связать с тем, что эта этническая группа населяет самые урбанизированные территории, на которых численность населения преимущественно определяется не балансом рождаемости и смертности, а миграционной активностью, т.е. притоком вселенцев.

США. Судя по нашим расчетам, прогноз для США делается экспертами ООН на основании уравнения Мальтуса, не учитывающего этническую дифференциацию. Численность населения США возрастет с 315 млн. в 2009 г. до 404 млн. в 2050 г. За период с 1970 г. по 2000 г. прирост составлял всего 34%. Доля самой большой этнической группы на 2009 г. («белые») будет сокращаться за счет опережающего роста численности испаноязычных латиноамериканцев, которые составляют основной иммиграционный поток. При сохранении прежней интенсивности этого потока численность населения США может достигнуть 1.5 млрд. человек.

ОАЭ. Согласно нашему прогнозу, к 2050 г. численность населения возрастет в 10 раз — с 5.2 млн. до 56 млн., так как прирост населения в 1970–2000 гг. составил 850%. Сравнивая данные, относящиеся к разным странам (данные из CIA Factbook), можно отметить, что в ОАЭ наблюдается самый интенсивный иммиграционный поток, что и дает в результате один из самых высоких приростов населения в мире.

Таким образом, изменение этнической картины в трех странах (ОАЭ, России и США) происходит не за счет государство-образующих наций. Сравнение двух моделей роста — «экспоненциальной» Мальтуса и «логистической» Ферхюльста — показывает, что разница в относительном приросте разных этнических групп при расчете по первой модели более выражена, чем при расчете по логистическому уравнению.

СЕМАНТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОПИСАНИЙ ЛАНДШАФТНЫХ ФОТОСНИМКОВ ВЫСОКОГОРИЙ УРАЛА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ И ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Ю.В. Шалаумова, И.В. Шелепов

Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург

Ключевые слова: высокогорная растительность, ландшафтные фотоснимки, семантическая сеть.

В экологии успешно применяется метод оценки состояния растительных сообществ по наземным ландшафтным фотоснимкам. Особенно перспективно сопоставление повторных фотографий, сделанных из одной точки земной поверхности в разное время, для изучения динамики состава, структуры, пространственного положения древесной и кустарниковой растительности и ряда других параметров, вариабельность которых может быть связана с климатическими факторами (Шиятов, 2009).

Актуальность темы определяется противоречием между большим и постоянно увеличивающимся количеством ландшафтных фотоснимков и их практической недоступностью для многих специалистов, обусловленной как разрозненностью и неупорядоченностью архивов, так и значительной трудоемкостью подбора необходимых исследователю фотографий.

Цель работы — организация долговременного и систематизированного хранения ландшафтных фотоснимков горных районов Урала и их описаний, фиксирующих состояние растительности и ее дина-

мику, а также удобного и быстрого доступа к ним широкого круга пользователей для решения разнообразных задач.

Задачи исследования: построение модели представления структуры описания ландшафтных фотоснимков, хранящихся в фотоландшафтной базе данных, включающей атрибуты, их значения, связи между ними и разработка интернет-ориентированного приложения для обеспечения доступа пользователей к ландшафтным фотографиям и их описаниям.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлся архив исторических и современных ландшафтных фотоснимков различных природных провинций Урала. Создание архива, содержащего более 10 000 фотографий за период 1905–2008 гг., стало результатом работы группы исследователей под руководством проф. С.Г. Шиятова, которая продолжается в настоящее время. Для большей части фотографий определены координаты точек съемки с метровой точностью и даты съемки. Для горных массивов Полярного Урала (массив Рай-Из), Северного Урала (Тылайско-Конжаковско-Серебрянский горный массив) и Южного Урала (массив Иремель) имеются серии повторных ландшафтных фотографий.

При описании на метауровне состояния лесных и лесотундровых сообществ по ландшафтным фотоснимкам и характеристике их динамики в качестве модели была выбрана семантическая сеть, под которой понимается смешанный многодольный граф, состоящий из вершин — понятий, связанных дугами и ребрами различных типов. Основой сформированной семантической сети описаний стали предоставленные экспертами термины для характеристики ландшафтных фотографий, результаты анализа описаний повторных фотоснимков Полярного Урала, сделанных С.Г. Шиятовым (2009) и дополненных по специализированным литературным источникам.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе создания семантической сети описаний снимков были выделены термины, с помощью которых описываются ландшафтные фотографии. На втором этапе была построена модель концептуальных связей данных, которая отображает перечень выявленных понятий и иерархию отношений между ними. Следующим шагом стало установление типов связей между терминами.

Анализ полученных результатов позволил выявить два типа описаний — характеристики отдельных фотоснимков и процессы, зафиксированные на изображениях при сопоставлении повторных снимков, отражающие динамику растительности, аналогичные двум подходам в построении онтологий различных экосистем (Биоразноо-

бразие..., 2006), однако они не могут быть полностью применимы, поскольку необходимо учитывать специфику описаний фотоснимков, а не реальных объектов и процессов. Характеристики отдельных фотоснимков были представлены структурированной системой справочников типа «переменная–значение», а процессы — структурами из последовательностей переменных с наборами значений, схожими с предложениями естественного языка.

Описанию верхнего уровня соответствуют следующие группы параметров (общее число справочников на данный момент составляет 131): характеристика снимка, условия съемки, изображенные объекты и процессы, зафиксированные при сравнении повторных фотоснимков. Изображенные объекты далее подразделяются на водные, эдафические, орографические, фитоценотические, характеризующие отдельные растения, ландшафтные участки, объекты искусственного происхождения. Процессы фиксируют изменения древесной и кустарниковой растительности и их сообществ, трансформацию типов растительных сообществ; пространственные смещения границ фитоценозов, изменение условий, определяемое опосредованно методами фитоиндикации, а также облесение территории и другие, более абстрактные процессы, отнесенные к этой категории.

Классификация связей между атрибутами описания может быть представлена следующим образом:

– относящиеся к описанию объектов на изображении (родовидовые, партитивные, синонимические, ассоциативные, абстрактно-конкретные);

– относящиеся к описанию процессов (каузальные, совместные);

– характеризующие местоположение (в рельефе относительно других объектов; на фотографии относительно других объектов; относительно самой фотографии; относительно масштабного разграничения изображения).

Для апробирования разработанной семантической сети описаний с помощью полученных терминов и связей между ними были охарактеризованы 18 групп повторных снимков Южного Урала, фиксирующие около трех временных срезов.

На основании полученных характеристик фотографий была спроектирована и реализована фотоландшафтная база данных, для обеспечения доступа к которой разрабатывается Интернет-приложение с функциями ввода новых снимков и их описаний, модификации существующих описаний, вывода результатов в виде набора фотоснимков, позиционируемых на карте.

На данный момент разработаны два модуля. Во-первых, модуль вывода на карту (предоставленную геосервисом Google Map API) точек съемки, соответствующих им повторных снимков и их описаний.

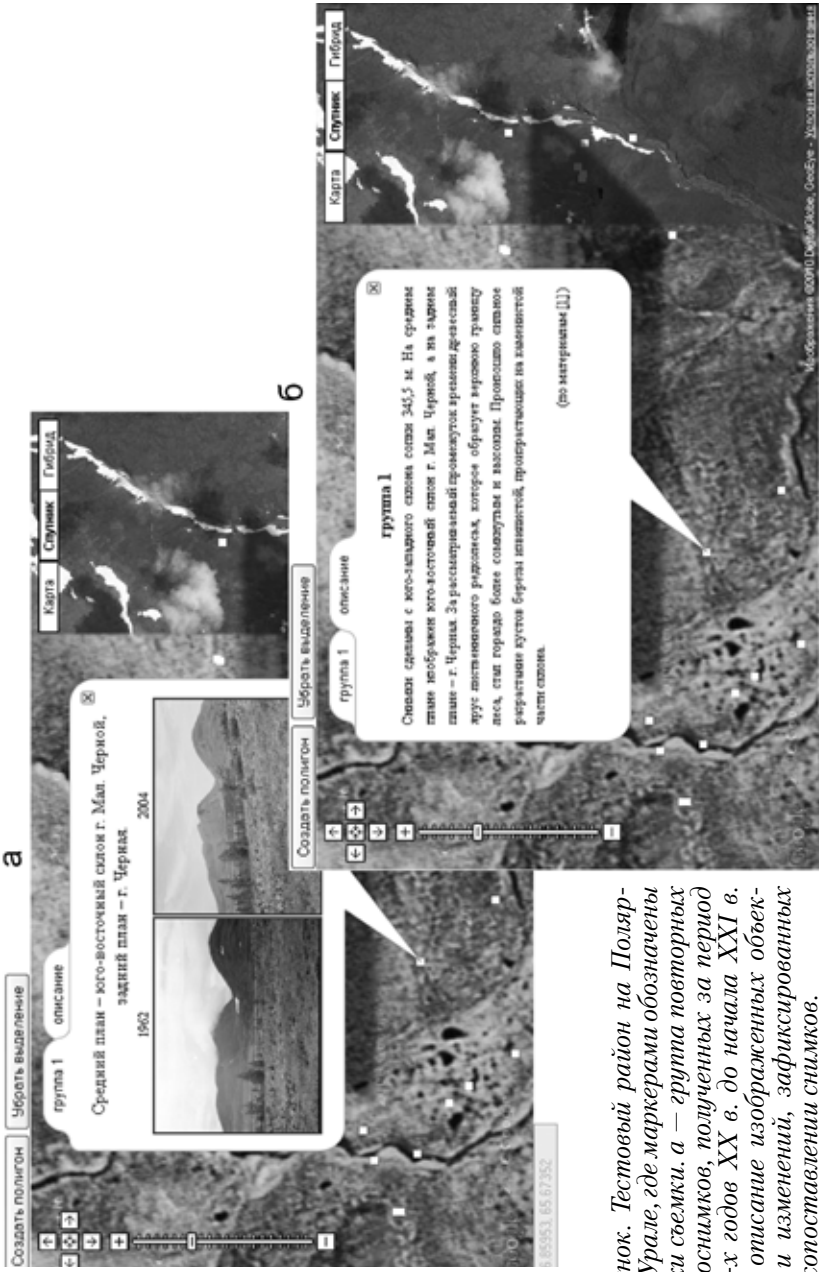


Рисунок. Тестовый район на Полярном Урале, где маркерами обозначены точки съемки. а — группа повторных фотоснимков, полученных за период с 60-х годов XX в. до начала XXI в. б — описание изображенных объектов и изменений, зафиксированных при сопоставлении снимков.

Повторные фотоснимки сгруппированы в зависимости от изображенных объектов, видимых с одной точки по различным направлениям. На вкладках информационного окна для каждой группы приводится краткая аннотация к фотоснимкам (см. рисунок, а), а на последней вкладке — более детальное описание сравнения снимков каждой группы (см. рисунок, б). Во-вторых, реализован модуль аутентификации пользователей с возможностью занесения в базу данных фотографий, параметров точек съемки и описаний изображений.

Тестирование фотоландшафтной базы данных и функционала интерфейса проводится по данным мониторинговых полигонов Полярного и Южного Урала.

Полученные семантические структуры позволяют описывать ландшафтные фотоснимки, фиксируя состояние и динамику древесной и кустарниковой растительности, и обеспечивают их многоцелевое использование. Разработанная информационная система с возможностью позиционирования фотографий на карте позволяет увеличить скорость доступа к ландшафтным снимкам и их описаниям, необходимым для решения конкретных прикладных задач.

Работа проводится при финансовой поддержке РФФИ (грант № 08–04–00208-а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Шиятов С.Г. Динамика древесной и кустарниковой растительности в горах Полярного Урала под влиянием современных изменений климата. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 216 с.

Биоразнообразие и динамика экосистем: информационные технологии и моделирование / Под. ред. В.К. Шумного и др. Новосибирск, 2006. 648 с.

ПЕРВАЯ НАХОДКА МОЛЛЮСКОВ РОДА *CASPIOHYDROBIA* (MOLLUSCA: GASTROPODA: HYDROBIIDAE) В ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

О.С. Шишкоедова

Челябинский государственный педагогический университет

Ключевые слова: моллюски, Челябинская область, Caspiohydrobia.

Солоноватоводные моллюски рода *Caspiohydrobia* Starobogatov, 1970 являются представителями понто-каспийского фаунистического комплекса. До настоящего времени ареал 30 видов этого рода, известных на территории России и прилегающих территориях, был ограничен Азовским, Аральским, Каспийским и Черным морями, а также некоторыми водоемами Таджикистана и Казахстана (Kantor et

al., 2010). По-видимому, находка живых представителей рода в Челябинской области самая северная из известных и расширяет имеющиеся представления об ареале сем. Hydrobiidae.

Обследование водоемов Красноармейского района проводилось в июне и октябре 2009 г. в рамках исследовательского проекта по изучению водной малакофауны Челябинской области. Повторное исследование оз. Саламатка и окрестных водоемов проведено весной 2010 г. в целях уточнения видового состава моллюсков.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сбор гастропод осуществлялся на мелководье вручную и с помощью гидробиологического сачка. Для изучения видового состава мелких моллюсков оз. Саламатка были взяты пробы грунта и нитчатых водорослей. Соленость водоемов определяли кондуктометром-солемером COM100.

Первичные определения видовой принадлежности моллюсков сем. Hydrobiidae выполнены С.И. Андреевой (г. Омск, Омская государственная медицинская академия) компараторным методом (Иззатуллаев, Старобогатов, 1984). Видовая диагностика моллюсков других семейств произведена по конхологическим признакам (Старобогатов и др., 2004). В спорных случаях определения моллюсков рода *Lymnaea* использовался анатомический метод (Круглов, 2005).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Получены сведения о малакофауне 8 водоемов Красноармейского р-на, характеризующихся разной степенью минерализации.

Озеро Саламатка (Саламаткуль) расположено в 30 км к востоку от Челябинска (55°12’40” с.ш., 62°01’31” в.д.). Площадь водоема составляет 150 га, максимальная глубина — около 2 м, зарастание — 20%. Соленость в разных точках — от 3700 до 4040 мг/л. Дно песчаное. Видовой состав брюхоногих моллюсков озера представлен 9 видами сем. Hydrobiidae: *Caspiohydrobia aralensis* Starobogatov et Andreeva, 1981, *C. chrysopsis* (Kolesnikov, 1947), *C. conica* Logvinenko et Starobogatov, 1968, *C. convexa* (Logvinenko et Starobogatov, 1966), *C. grimmi* (Clessin, 1888), *C. husainovae* (Starobogatov, 1974), *C. kazakhstanica* Starobogatov et Andreeva, 1981; *C. sidorovi* Starobogatov et Andreeva, 1981; *C. sogdiana* Starobogatov et Izzatullaev, 1974. Один вид относится к сем. Lymnaeidae — *Lymnaea kazakensis* Mozley, 1934. Наибольшая плотность живых каспиогидробий осенью 2009 г. отмечена в небольших углублениях дна, заполненных растительными остатками, а весной 2010 г. — на скоплениях нитчатых водорослей у поверхности воды. О присутствии в озере *L. kazakensis* можно судить только по наличию раковин в береговых выбросах — живых моллюсков не найдено. В небольшом смежном

водоеме, соединенном с озером узкой сезонной протокой и имеющим соленость 1470 мг/л, найдены раковины *Lymnaea kazakensis* и живые представители пресноводной малакофауны — *Planorbis planorbis* (L., 1758); *Lymnaea stagnalis* (L., 1758).

Озеро Чучкалы (55°13'11" с.ш., 61°58'17" в.д.) имеет соленость 3960–4270 мг/л. Дно светлое, песчаное. При сходстве данного озера с оз. Саламатка по минерализации, прибрежной растительности и характеру дна, ни пресноводные, ни солоноватоводные моллюски в нем не найдены. Не обнаружены моллюски и на оз. Катай (55°14'12"с.ш., 62°02'31" в.д.), соленость которого в разных частях колеблется от 1900 до 3950 мг/л. Возможно, отсутствие моллюсков связано с тем, что на дне этих озер есть слой сапропелевых грязей с большим содержанием сероводорода.

Малакофауна окрестных водоемов, имеющих соленость ниже, чем оз. Саламатка, представлена типичными для Челябинской области пресноводными видами гастропод. На оз. Сыкандык (55°12'47"с.ш., 61°54'8" в.д.), соленость которого находится в пределах 2600–3330 мг/л, найдены раковины *Lymnaea auricularia* (L., 1758), *L. stagnalis, L. kazakensis, Aenigmomphiscola* sp., *P. planorbis*. Малакофауна оз. Сотниково (55°12'24" с.ш., 62°1'53" в.д.), имеющего соленость 365 мг/л, представлена: *Anisus acronicus* (Fer., 1807), *Armiger crista* (L., 1758), *P. planorbis*, *L. auricularia*, *L. stagnalis, Bithynia tentaculata* (L., 1758), *B. decipiens* (Mill., 1843). На слабосоленом оз. Большое Курейное (55°16'16" с.ш., 62°00'44" в.д.) найдены *B. tentaculata*, *L. auricularia*, *L. stagnalis, L. psilia* (Bourg., 1862), *P. planorbis*, *P. corneus* (L., 1758). На небольшом безымянном озере западнее пос. Анфалово (55°13'45" с.ш., 61°59'06" в.д.), соленость которого 1234 мг/л, обнаружены живые *L. auricularia, L. stagnalis, P. corneus,* а в заболоченной, сезонно пересыхающей части, имеющей соленость 913 мг/л, — *Anisus vortex* (L., 1758), *A. contortus* (L., 1758), *Armiger crista*, *Segmentina nitida* (Muller, 1774). На заболоченном озере севернее пос. Анфалово (55°13'55" с.ш., 62°00'58"в.д.) соленостью 3989 мг/л найдены раковины *Lymnaea balthica* (L., 1758), *L. stagnalis, Opisthorchophorus troscheli* (Paasch, 1842).

Таким образом, сегодня оз. Саламатка единственное известное местообитание представителей сем. Hydrobiidae на территории Челябинской обл. Вероятно, каспиогидробии занесены в озеро водоплавающими птицами в ходе сезонных миграций.

За помощь в определении материала и методическую помощь выражаю искреннюю признательность д-ру биол. наук, профессору С.И. Андреевой, канд. биол. наук, доценту Е.А. Лазуткиной (Омская государственная медицинская академия), канд. биол. наук, доценту М.В. Винарскому (Омский государственный педагогический университет).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Иззатуллаев З.И., Старобогатов Я.И. Род Melanopsis (Gastropoda, Pectinibranchia) и его представители, обитающие в водоемах СССР // Зоол. журн., 1984. Т. 63 №. 10. С. 1471–1482.

Круглов Н.Д. Моллюски семейства прудовиков Европы и Северной Азии. Смоленск, 2005. 508 с.

Старобогатов Я.И., Прозорова Л.А., Богатов В.В., Саенко Е.М. Моллюски // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 6. Моллюски, полихеты, немертины. СПб: Наука, 2004. 526 с.

Kantor Y.I., Vinarski M.V., Schileyko A.A. et al. Catalogue of the continental mollusks of Russia and adjacent territories [Electronic resource]: Version 2.3.1 (published online on March 2, 2010). Electronic data.

Mode acess: http://www.ruthenica.com/documents/Continental_Russian_molluscs_ver2–3–1.pdf.

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПАРАМЕТРОВ КРЫЛА И МАССЫ ТЕЛА ПОЛИВОЛЬТИННОЙ БЕЛЯНКИ *PIERIS NAPI* (LEPIDOPTERA: PIERIDAE)

А.О. Шкурихин*, Т.С. Ослина**

**Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург*
***Уральский госуниверситет им. А.М. Горького, г. Екатеринбург*

Ключевые слова: геометрическая морфометрия, крыловая нагрузка, масса тела, сезонная изменчивость, *Pieris napi*.

Морфологические особенности летающих насекомых определяются физическими принципами характерного для них типа полета. Дневным чешуекрылым свойственен редкий тип машущего полета с чередованием фаз планирования и порхания с вертикальным взмахом крыла. Биомеханический анализ машущего полета насекомых, проведенный Ч. Эллингтоном, выявил ряд ключевых морфологических черт, оказывающих влияние на его аэродинамику и энергетику. К ним относятся длина, площадь и форма крыльев, общая масса тела насекомого, масса крыльев и масса грудной мускулатуры (Ellington, 1984). Подъемные силы, необходимые для полета насекомых, создаются в процессе взаимодействия крыла с окружающим воздухом (Sudo et al., 2005). Поведение тела насекомого в воздушной среде характеризуется безразмерным коэффициентом — числом Рейнольдса, которое рассчитывается как произведение характерного размера крыла на скорость движения, деленное на вязкость среды. Чем больше размеры крыльев, тем выше значение числа Рейнольдса (Liu, Aono, 2009). Таким образом, площадь крыла пропорциональна подъемной силе (Sudo et al., 2005).

Масса тела бабочки складывается в основном из масс груди, брюшка и крыльев. Масса груди практически полностью соответствует массе грудной мускулатуры, за счет которой достигается определенная частота взмахов крыльев, в свою очередь определяющая скорость полета (Sudo et al., 2005; Srygley, Chai, 1990). В брюшке сосредоточены пищеварительная система, запасающая ткань и репродуктивные органы, поэтому увеличение его массы повышает жизнеспособность и обеспечивает репродуктивный успех (Bergstrom, Wiklund, 2002). Однако увеличение массы брюшка снижает скорость полета (Srygley, Chai, 1990). Масса крыльев прямо пропорциональна их размерам.

В условиях Южного Урала размеры и масса бабочек подвержены значительным изменениям в течение периода лёта, что особенно характерно для поливольтинных видов дневных чешуекрылых. Исходя из этого мы предположили, что свойства полета бабочек разных генераций могут существенно отличаться. Для проверки данного предположения нами был проведен анализ взаимосвязи ряда морфологических черт летней и осенней генераций на примере *Pieris napi* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pieridae) — поливольтинного вида дневных чешуекрылых семейства белянок.

Цель данного исследования — изучить сезонную изменчивость параметров крыла и массы тела поливольтинной белянки *P. napi* (Lepidoptera: Pieridae) на Южном Урале. В соответствии с целью были решались две задачи: 1) проанализировать закономерности сезонной и биотопической изменчивости массы тела, формы и размеров крыльев поливольтинной белянки *P. napi* на Южном Урале; 2) оценить сезонную изменчивость некоторых морфологических параметров, влияющих на приспособленность к полету дневных чешуекрылых на примере *P. napi*.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Отлов бабочек проводили на территории Восточно-Уральского государственного заповедника в течение июля и сентября 2009 г. Брюквенниц отлавливали энтомологическим сачком в первой половине дня. На электронных весах марки Kern с точностью до 1 мг определяли общую массу тела особей, а также массу груди, брюшка и крыльев, предварительно их отделяя (см. таблицу).

Анализ изменчивости формы и площади крыльев проводили с помощью методов геометрической морфометрии. Для этого крылья бабочек были предварительно отпрепарированы и оцифрованы на сканере Epson Perfection 2480 PHOTO при разрешении 2400 dpi. Полученные изображения обрабатывали в пакете программ TPS (Rohlf, 2000). На изображениях крыльев провели расстановку меток (landmarks), очерчивающих их форму и размеры. Для переднего

Таблица. Объемы выборок P. napi

Местообитание	Период отлова	Самцы	Самки
окр. пос. Метлино	VII.2009	40	23
	IX.2009	18	5
С-В берег оз. Кожакуль	VII.2009	46	45
ЛЭП (5 км к югу от пос. Метлино)		21	11
окр. оз. Бердяниш		26	18
Лежневка		20	-

крыла использовали 19 меток, для заднего — 17 (рис. 1). Площадь крыльев рассчитывали в программе IMP (Zelditch et al., 2004), различия по форме крыла оценили с помощью канонического анализа в программе MorphoJ 1.00b (Klingenberg, 2008). Все статистические расчеты выполнены в программах STATISTICA 6.0 и PAST 200 (Hammer et al., 2001).

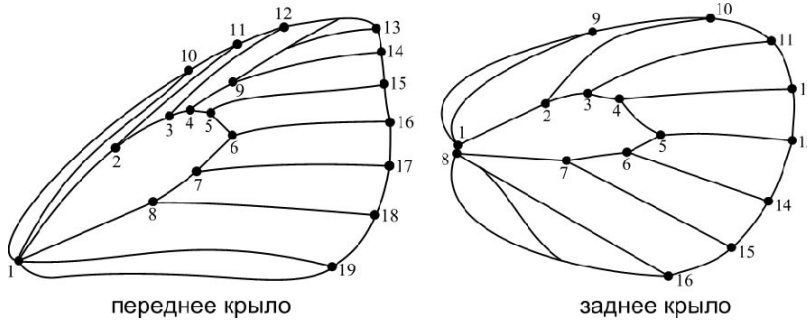


Рис. 1. Схема расстановки точек (landmarks) на крыльях P. napi.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 2 представлены результаты однофакторного дисперсионного анализа значений массы тела и площади крыльев самцов и самок брюквенницы разных генераций. Видно, что масса тела самок летней генерации значимо превышает массу тела самцов, в основном за счет более тяжелого брюшка. В то же время суммарная площадь крыльев у самцов статистически значимо выше, чем у самок.

К началу осени средняя масса тела как самцов, так и самок уменьшается в основном за счет снижения массы брюшка. Изменений мас-

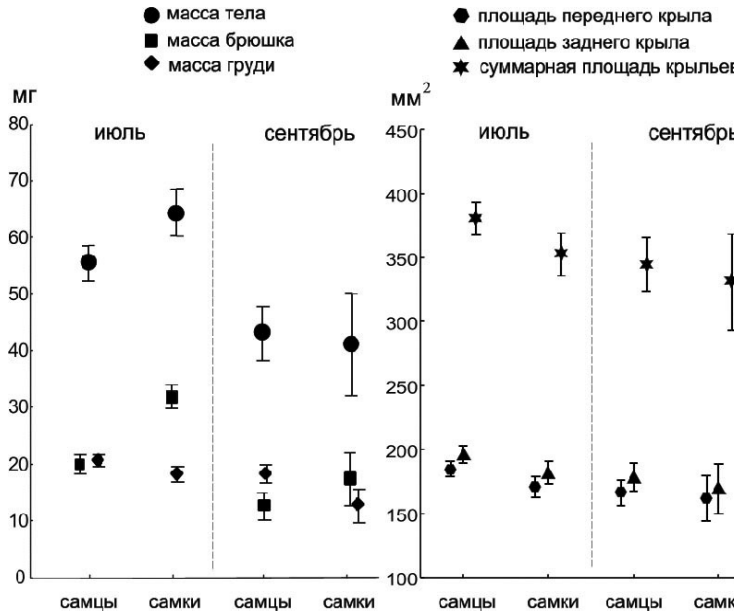


Рис. 2. Сезонная изменчивость массы тела и площади крыльев P. napi.

сы груди самцов разных генераций не обнаружено. Площадь крыльев меньше у осенней генерации белянок по сравнению с летней, что статистически значимо при сравнении выборок самцов и незначимо для самок из-за небольшого объема их выборок.

Сравнение массы тела брюквенниц обоих полов с помощью критерия Тьюки показало, что бабочки, отловленные в окрестностях п. Метлино, крупнее бабочек из других изучаемых местообитаний. Между всеми остальными территориями различий по массе тела не обнаружено. При сравнении параметров площади крыльев белянок из разных местообитаний значимых различий не выявлено. Половые различия заключаются, во-первых, в большей массе тела самок по сравнению с самцами, во-вторых, в том, что крылья самцов крупнее крыльев самок.

На рис. 3 представлено соотношение двух величин, характеризующих способности к полету у самцов и самок брюквенницы. Индекс грудной мускулатуры, который прямо пропорционален скорости и маневренности полета, вычисляется как отношение массы груди к общей массе тела. Нагрузка на крыло рассчитывается как отношение массы тела к площади крыльев. Самцы характеризуются более высоким индексом грудной мускулатуры и более низкой нагрузкой

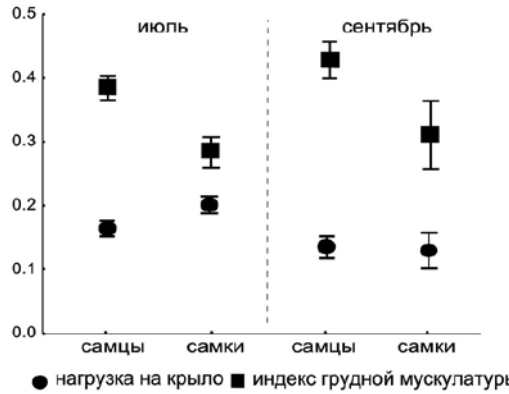


Рис. 3. Соотношение нагрузки на крыло и индекса грудной мускулатуры.

на крыло по сравнению с самками. Согласно литературным данным (Srygley, Chai, 1990), рост нагрузки на крыло приводит к увеличению частоты взмахов крыла и тем самым опосредованно повышает скорость полета и его энергетическую стоимость.

Таким образом, самцы способны развивать большую скорость при меньших затратах на полет по сравнению с самками, что хорошо согласуется с наблюдениями за их поведением в природе. Самцы брюквенницы летают быстрее и заметно более активны, в то время как самки большую часть времени держатся в травостое.

Для осенней генерации характерно увеличение индекса грудной мускулатуры и одновременное снижение нагрузки на крыло. В результате полет оказывается относительно менее энергозатратным. Мы предполагаем, что обнаруженная тенденция представляет собой адаптивную морфофизиологическую реакцию на снижение температуры окружающей среды, которая ограничивает способность к полету.

Результаты канонического анализа сезонной изменчивости формы передних крыльев *P. napi* обоих полов представлены на рис. 4.

Вдоль первой канонической оси, на которую приходится около 82% межгрупповой дисперсии, проявились различия между полами, а вдоль второй канонической оси (10% дисперсии) — сезонные. Все обнаруженные различия формы переднего крыла оказались статистически значимыми.

Анализ изменчивости формы задних крыльев между всеми изученными группами показал наличие достоверных различий (рис. 5). Как и в случае с передними крыльями, вдоль первой канонической оси (76% дисперсии) проявились различия между полами, а вдоль второй канонической оси (12% дисперсии) — сезонные.

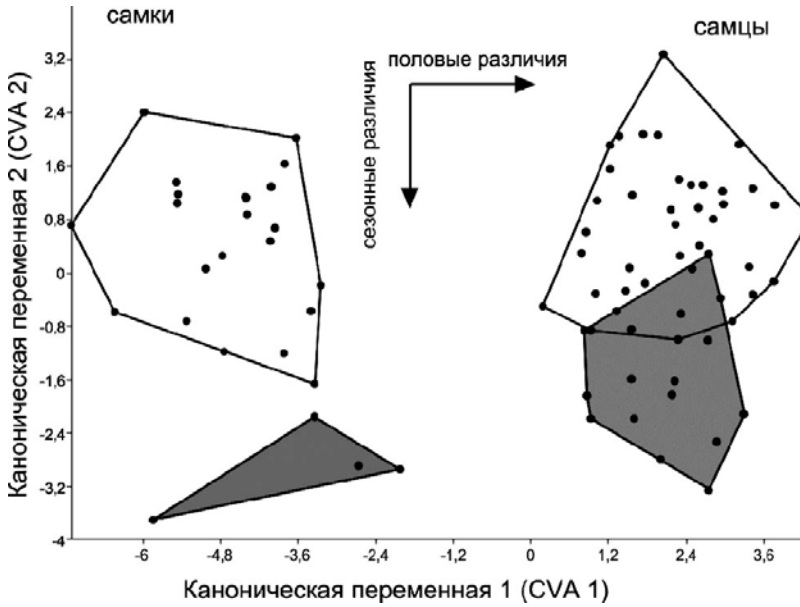


Рис. 4. Распределение формы передних крыльев двух генераций самцов и самок P. papi в пространстве первых двух канонических переменных.

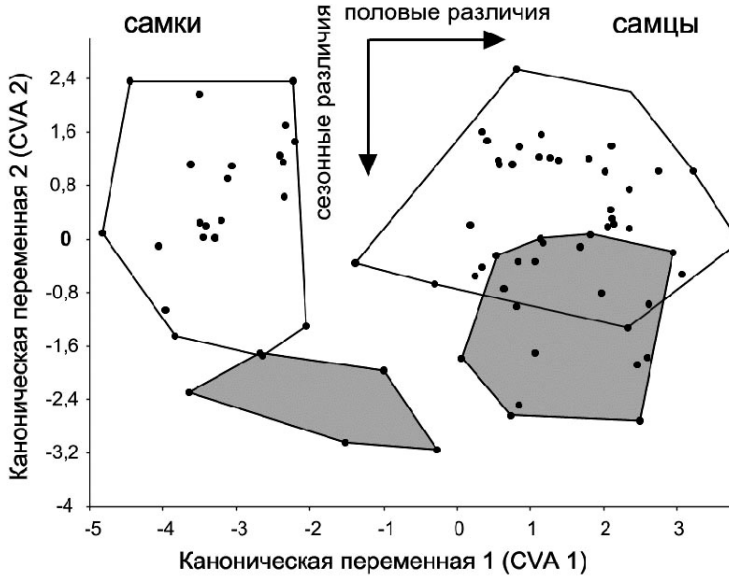


Рис. 5. Распределение формы задних крыльев двух генераций самцов и самок P. papi в пространстве первых двух канонических переменных.

Передние крылья бабочек, отловленных в июле, отличаются округлым, широким контуром и мелкой медиальной ячейкой, тогда как передние крылья брюквенниц осенней генерации, наоборот, несколько более узкие и вытянутые, с относительно крупной медиальной ячейкой. Задние крылья брюквенниц летней генерации широкие и округлые с мелкой медиальной ячейкой.

ВЫВОДЫ

1. В условиях Южного Урала осенняя генерация имаго *P. napi* мельче летней, крылья у нее относительно более вытянутые и узкие с мелкой медиальной ячейкой по сравнению с крыльями белянок летней генерации.

2. Сезонные морфофизиологические изменения приспособленности к полету у *P. napi* заключаются в относительном увеличении индекса грудной мускулатуры и одновременном снижении нагрузки на крыло у осенней генерации.

Авторы выражают признательность своему научному руководителюд-рубиол.наук,проф.А.Г.Васильевуиканд.биол.наукЕ.Ю.Захаровой за ценные замечания и обсуждение результатов, а также канд. биол. наук М.В. Чибиряку за помощь в организации исследования.

Работа выполнена при финансовой поддержке Президиума РАН (программа «Биологическое разнообразие»), программы развития ведущих научных школ (НШ-3260.2010.4) и научно-образовательных центров (контракт 02.740.11.0279).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Bergstrom J., Wiklund C. Effects of size and nuptial gifts on butterfly reproduction: can females compensate for a smaller size through male-derived // Behav. Ecol. Sociobiol. 2002. Vol. 52. P. 296–302.

Ellington C.P. The aerodynamics of hovering insect flight // Philosophical Transactions of the Royal Society B. / Biol Sci. 1984 Vol. 305. № 1122. P. 1–181.

Hammer O., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST Palaeontological Statistic software package for education and data analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. Vol. 4 (1). P. 1–9.

Klingenberg, C.P. Morphological integration and developmental modularity. Ann. Rev. of Ecology, Evolution and Systematics. 2008. Vol. 39. P. 115–132.

Liu H., Aono H. Size effects on insect hovering aerodynamics: an integrated computational study // J. Bioinspiration and Biomimetics. 2009. Vol. 4. № 1. P. 1 — 13.

Rohlf F.J. On the use of shape spaces to compare morphometric methods // Hystrix (n.s.), 2000. Vol. 11. №. 1. P. 9–25.

Srygley R.B., Chai P. Flight morphology of Neotropieal butterflies: palatability and distribution of mass to the thorax and abdomen // Oecologia. 1990. Vol. 84. P. 491–499.

Sudo S., Tsuyuki K., Kanno K. Wing characteristics and flapping behavior of flying insects // J. Experimental Mechanics. 2005. Vol. 45. № 6. P. 550–555.

Zelditch M.L., Swiderski D.L., Sheets H.D. et al. Geometric morphometrics for biologist: a primer. New York: ELSEVIER. Acad. Press., 2004. 443 p.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ *3*

ХАРАКТЕРИСТИКА СТОМАТОГРАФИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ЛИСТА *TARAXACUM OFFICINALE* WIGG. S.L. НА ФОНОВОЙ И ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ
Н.В. Абакшина, С.В. Іаренских, Т.В. Жуйкова *5*

ЗОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ВИДОВОГО СОСТАВА ЛИШАЙНИКОВ В ХОДЕ ПИРОГЕННЫХ СУКЦЕССИЙ
С.Ю. Абдульманова *7*

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ СТВОЛОВ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ В г. ЕКАТЕРИНБУРГЕ
А.Л. Агафонова *15*

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РЕК БЫДВАЙКА И МАРТЬЯНКА ПО ОРГАНИЗМАМ МАКРОЗООБЕНТОСА (УДМУРТИЯ, ЗАВЬЯЛОВСКИЙ РАЙОН)
Е.С. Бахтиярова *18*

ФАУНА МЕЙОБЕНТОСНЫХ ТУРБЕЛЛЯРИЙ БЕЛОГО МОРЯ
С.В. Бердник *19*

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЯДЕНИЦ (LEPIDOPTERA, GEOMETRIDAE) ЯКУТИИ
А.П. Бурнашева *23*

АНАЛИЗ БИОТЫ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ ГРИБОВ ПРИ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ
Д.В. Васильев *27*

АККУМУЛЯЦИЯ ^{90}SR У SYLVAEMUS URALENSIS РАЗНЫХ ТИПОВ ОНТОГЕНЕЗА В ЗОНЕ ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОГО РАДИОАКТИВНОГО СЛЕДА
М.С. Верхотурцев *30*

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ РАС ПО ХОЗЯИНУ У ГАМАЗОВОГО КЛЕЩА *LAELAPS* CLETHRIONOMYDIS LANGE, 1955 (ACARI: GAMASINA)
Н.П. Винарская, М.В. Винарский *32*

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАКОВИН БОЛЬШОГО ПРУДОВИКА (К ВОПРОСУ О РЕАЛЬНОСТИ ПОДВИДОВ *LYMNAEA STAGNALIS*)
М.В. Винарский *40*

ОЦЕНКА СООТНОШЕНИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ И ТЕХНОГЕННО-БИОТОПИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ МАЛОЙ ЛЕСНОЙ МЫШИ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ МЕТОДАМИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОРФОМЕТРИИ
Ю.В. Іородилова, И.А. Васильева *44*

CH_4- ЭМИССИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ПРИ МИКОГЕННОМ РАЗЛОЖЕНИИ ДРЕВЕСИНЫ
Д.К. Диярова *54*

К БИОТОПИЧЕСКОМУ РАСПРЕДЕЛЕНИЮ СТРЕКОЗ (INSECTA, ODONATA) НА ЮЖНОМ УРАЛЕ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЯХ
Е.Е. Ерёмина *59*

ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ФОНОВОЙ И ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ
В.А. Жуйкова, К.С. Волохина, И.С. Волохин, Т.В. Жуйкова 63

ПРОБЛЕМА ВЫБОРА МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ЗНАЧИМОСТИ КОРМОВ В ПИТАНИИ БАРСУКА
О.С. Загайнова 67

ФОРМОВАЯ СТРУКТУРА ЕЛИ В ОКРЕСТНОСТЯХ г. ТЮМЕНИ
Е.Л. Зенкова 72

ДИНАМИКА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ УЛЬГРАРАННЕГО И РАННЕСПЕЛОГО ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В ЛЕСОСТЕПИ ЗАУРАЛЬЯ
Н.И. Казакова 73

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛУГОВОГО БИОЦЕНОЗА, ДЛИТЕЛЬНО ПОДТАПЛИВАЕМОГО ПРИ ТЕХНОГЕННОМ ПОВЫШЕНИИ УРОВНЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД
А.А. Калганов 78

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ТЕРРИТОРИИ АРХИТЕКТУРНОГО ПАМЯТНИКА «ДАЧА БАШЕНИНА» (г. САРАПУЛ)
Е.С. Калентьева, В.А. Шадрин 79

МАКРОЗООФИТОС БЕРЕЗОВСКОГО ЗАЛИВА ВОТКИНСКОГО ПРУДА (УДМУРТСКАЯ РЕСПУБЛИКА)
И.А. Каргапольцева 81

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РОСТА, ИЗМЕНЧИВОСТИ РАЗМЕРОВ И ОКРАСКИ РАКОВИНЫ АФРИКАНСКИХ УЛИТОК АХАТИН (*ACHATINA FULICA*)
Л.Е. Кац 87

ВОЗРАСТНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ В МОРФОТИПИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ МОЛЯРОВ ПОЛЕВКИ-ЭКОНОМКИ (*MICROTUS OECONOMUS* PALL.) НА ПРИПОЛЯРНОМ УРАЛЕ
Ю.Э. Кропачева 88

ЖИВОТНЫЕ С «ГИПЕРТРОФИРОВАННОЙ» СЕЛЕЗЕНКОЙ: МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ ПОРТРЕТ
У.И. Кундрюкова 91

КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ МЕДОНОСНО-ПЕРГАНОСНОЙ ФЛОРЫ ЗАПОВЕДНИКА «ШУЛЬГАН-ТАШ» ПО РЕСУРСНОЙ РОЛИ
Р.Г. Курманов 95

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ВОДЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА КОРНЕВУЮ МЕРИСТЕМУ ТЕСТ-ОБЪЕКТА ЯЧМЕНЯ
Н.В. Ларикова 102

ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ГУМУСА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ г. КРАСНОУФИМСКА
И.О. Матвеева, О.А. Некрасова 104

КРАТКОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ НЕСКОЛЬКИХ СТРАН
П.С. Медведева 105

ДИНАМИКА И ПРОСТРАНСТВЕННО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЛИШАЙНИКОВОГО СИМБИОЗА В ПОПУЛЯЦИЯХ *LOBARIA PULMONARIA*
В.С. Микрюков 107

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОРФОТИПИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ВТОРОГО ВЕРХНЕГО КОРЕННОГО ВИДОВ-ДВОЙНИКОВ ОБЫКНОВЕННОЙ ПОЛЁВКИ (*MICROTUS ARVALIS* S.L.)
Т.А. Миронова 115

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ УЧЕТА МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ, ОБИТАЮЩИХ В ЗОНАХ ТЕХНОГЕННЫХ НАРУШЕНИЙ
М.В. Модоров 119

ТОЧКА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЗИМОСТОЙКОСТИ МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ
А.В. Мурылёв, А.В. Петухов, В.Ю. Липатов 122

АНАЛИЗ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИЙ КЛЕЩЕЙ *IXODES PERSULCATUS* SHULZE НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ
Т.А. Мухачева, А.Ю. Якушкина 124

ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СКЕЛЕТА БЕСХВОСТЫХ АМФИБИЙ В ГРАДИЕНТЕ ТРАНСФОРМИРОВАННОСТИ СРЕДЫ
Н.С. Неустроева 129

ВЛИЯНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНО ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА СОСТОЯНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО ФОНДА ТКАНЕЙ МЕДИЦИНСКИХ ПИЯВОК (*HIRUDO MEDICINALIS* L.) В МОДЕЛЬНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ
Е.С. Нохрина 130

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РИСУНКА ОПЕРЕНИЯ БОЛЬШОГО ВЕРЕТЕННИКА *LIMOSA LIMOSA* L.
В.Е. Поляков 134

ДОМИНАНТНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ РЕЖИМНЫХ МЕРЗЛОТНЫХ ПОЛИГОНОВ НА ТЕРРИТОРИИ УРЕНГОЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
К.А. Попов, Н.Г. Украинцева 137

ФИТОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АСПЕКТ
Л.А. Пустовалова 139

О ХАРАКТЕРИСТИКАХ ФИТОГЕННОГО ПОЛЯ ВЕЙНИКА НАЗЕМНОГО НА ЗОЛООТВАЛАХ НИЖНЕТУРИНСКОЙ ГРЭС
Е.А. Раков 140

ВЫПОЛНЕННОСТЬ СЕМЯН *CIRSIUM SETOSUM* (WILLD.) BESS. ИЗ ЗОНЫ ВУРСА И ЗА ЕГО ПРЕДЕЛАМИ
Д.Ю. Росяева, Е.В. Антонова 142

ФАУНА РОЮЩИХ ОС (HYMENOPTERA: APOIDEA: SPHECIDAE, CRABRONIDAE) СРЕДНЕГО И ЮЖНОГО УРАЛА
П.В. Рудоискатель 145

ПЛУТОНИЙ В ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ ИМПАКТНОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОГО РАДИОАКТИВНОГО СЛЕДА
О.В. Рукавишникова 162

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА РОЛИ ИНБРИДИНГА И РАДИОАКТИВНОГО ОБЛУЧЕНИЯ В ПРОЯВЛЕНИИ ИЗМЕНЧИВОСТИ ФОРМЫ КРЫЛА ДРОЗОФИЛ ЛИНИИ *CANTON-S* МЕТОДАМИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОРФОМЕТРИИ
Д.С. Саидмагомедова *166*

pH ДРЕВЕСИНЫ *BETULA PENDULA* ROTH. В ЗДОРОВОМ И ПОРАЖЕННОМ ТРУТОВЫМИ ГРИБАМИ СОСТОЯНИЯХ
А.В. Сухарева *171*

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО СОВРЕМЕННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ С РЕЛИКТОВЫМ ГУМУСОВЫМ ГОРИЗОНТОМ (ТОБОЛЬСКОЕ ПРИИРТЫШЬЕ)
А.П. Учаев, О.А. Некрасова *173*

ЭКОЛОГО-ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ТЛЕЙ (HOMOPTERA, APHIDOIDEA) НЕКОТОРЫХ БИОЦЕНОЗОВ СРЕДНЕГО УРАЛА
О.В. Ухова, Н.В. Николаева *174*

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ГНЕЗДОВИЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ БИОЛОГИИ ОДИНОЧНЫХ ОС (HYMENOPTERA: VESPIDAE, CRABRONIDAE, POMPILIDAE), ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ДЛЯ ГНЕЗДОВАНИЯ ГОТОВЫЕ ПОЛОСТИ
К.И. Фадеев *182*

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ФЛОРЫ БОТАНИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ
М.Р. Файзуллин *183*

ВНУТРИПОПУЛЯЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ АСИММЕТРИИ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ У РЫЖЕЙ ПОЛЕВКИ
М.А. Фоминых, Л.Э. Ялковская *185*

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ДОЛИНЫ РЕКИ КОЛВЫ
О.В. Харитонова *191*

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ БИОЛОГИИ САПСАНА ПРИРОДНОГО ПАРКА «РЕКА ЧУСОВАЯ»
А.В. Хлопотова *197*

ХРОМОСОМНАЯ НЕСТАБИЛЬНОСТЬ У МАЛОЙ ЛЕСНОЙ МЫШИ (*APODEMUS* (*SYLVAEMUS*) *URALENSIS* PALL., 1811) ИЗ ВИСИМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА
С.М. Чехлова, Л.Э. Ялковская *198*

КРАТКОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ ЭТНИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ РОССИИ, ОБЪЕДИНЕННЫХ АРАБСКИХ ЭМИРАТОВ И СОЕДИНЕННЫХ ШТАТОВ АМЕРИКИ
О.И. Чернецкая *204*

СЕМАНТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОПИСАНИЙ ЛАНДШАФТНЫХ ФОТОСНИМКОВ ВЫСОКОГОРИЙ УРАЛА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ И ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ
Ю.В. Шалаумова, И.В. Шелепов *206*

ПЕРВАЯ НАХОДКА МОЛЛЮСКОВ РОДА *CASPIOHYDROBIA* (MOLLUSCA: GASTROPODA: HYDROBIIDAE) В ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ
О.С. Шишкоедова *210*

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПАРАМЕТРОВ КРЫЛА И МАССЫ ТЕЛА ПОЛИВОЛЬТИННОЙ БЕЛЯНКИ *PIERIS NAPI* (LEPIDOPTERA: PIERIDAE)
А.О. Шкурихин, Т.С. Ослина *213*

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ЭКОЛОГИЯ ОТ ЮЖНЫХ ГОР ДО СЕВЕРНЫХ МОРЕЙ

материалы конференции молодых ученых

Редакторы:
Е.В. Антонова,
Д.В. Весёлкин,
В.В. Кукарских,
К.И. Ушакова

Верстка, оформление:
С.С. Трофимовой

Подписано в печать 01.11.2010 г.
Формат 60 × 90; 1/16
Бумага писчая
Гарнитура Peterburg
Печать офсетная
Печатных листов 14
Тираж 250 экз.
Заказ № ...
Отпечатано в ПК «АГАТ»
Екатеринбург, ул. М-Сибиряка, 36