

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
Институт проблем экологии и эволюции  
им. А.Н. Северцова

**Пятая конференция молодых сотрудников  
и аспирантов института**

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ЭКОЛОГИИ И ЭВОЛЮЦИИ  
В ИССЛЕДОВАНИЯХ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

**Тезисы докладов**

**5–6 апреля 2012 г.**

**Товарищество научных изданий КМК**

**Москва ♦ 2012**

**Актуальные проблемы экологии и эволюции в исследованиях молодых ученых.** Тезисы конференции молодых сотрудников и аспирантов ИПЭЭ РАН. Москва: Т-во научных изданий КМК. 2012. 57 с.

**Current problems of ecology and evolution in the studies of young scientists.** Proceedings of the Conference of PhD students and young scientists of A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences. Moscow: KMK Scientific Press. 2012. 57 pp.

В сборнике представлены материалы докладов, заслушанных на V конференции молодых сотрудников и аспирантов Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова (Москва, 5–6 апреля 2012 г.), Работа конференции проходила по следующим направлениям: морфология и экология наземных позвоночных; морфология и экология водных позвоночных и беспозвоночных; почвенная биология и энтомология; поведение животных; состояние экосистем; экологическая физиология. Для зоологов, этологов, экологов.

Редколлегия сборника:

Председатель – чл.-корр. РАН В.В. Рожнов

Члены Оргкомитета – д.б.н. А.В. Суров, д.б.н. Н.Ю. Феоктистова,

к.б.н. К.Б. Гонгальский (ответственный секретарь), к.б.н. Ж.А. Антипушина

*Конференция проведена при поддержке Отделения биологических наук РАН  
и Программы Президиума РАН «Поддержка молодых ученых»*

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Пятая конференция молодых ученых и аспирантов Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН объединяет все разнообразие исследований, проводимых в институте. Работа участников разделена по следующим направлениям: морфология и экология наземных позвоночных; морфология и экология водных позвоночных и беспозвоночных; почвенная биология и энтомология; поведение животных; состояние экосистем; экологическая физиология. Институт работает на стыке многих областей современной биологии, как классических, так и самых современных, активно участвует в подготовке и становлении молодого поколения российских ученых. Именно им предстоит в ближайшие десятилетия оценивать воздействия человеческой деятельности на экосистемы нашей планеты, заниматься фундаментальными вопросами сохранения разнообразия растительного и животного мира и рационального использования биологических ресурсов, а также решением многих других насущных проблем, стоящих перед наукой.

В 2012 году в организации конференции принял Совет молодых ученых, созданный в Институте на конференции молодых ученых 26 октября 2011 года. Среди целей работы Совета: содействие выполнению научных исследований молодыми учеными и специалистами, пропаганде их достижений в сфере академической науки, распространению (внедрению) результатов исследований молодых ученых; развитие сложившихся и содействие становлению новых научных школ и направлений с участием молодых ученых, обеспечение, как научной преемственности, так и инноваций в области фундаментальной науки.

Организация и проведение очередной конференции молодых ученых и аспирантов также направлено на повышение активности молодых ученых в ИПЭЭ РАН.

Деятельность СМУ отражена на сайте Института: [www.sevin.ru](http://www.sevin.ru)

## Распределение злаковых мух рода *Meromyza* Mg. (Diptera, Chloropidae) на территории Монголии

Н.А. Акентьева, Т.А. Триселёва, А.Ф. Сафонкин

Лаборатория почвенной зоологии и общей энтомологии, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: akentewa@mail.ru

**Введение.** Злаковые мухи (Diptera, Chloropidae) – богатая видами группа высших двукрылых, благодаря высокой численности, видовому составу и широкому распространению играет значительную роль в экосистемах суши, выступая в основном как первичные консументы однодольных, прежде всего злаков и осок. Виды рода *Meromyza* представляют собой значительный научный интерес, поскольку, с одной стороны, являются мало изученной группой насекомых, а с другой – опасными сельскохозяйственными вредителями. Так как Монголия, по Вавилову, считается центром происхождения злаков, мы решили оценить особенности распределения злаковых мух рода *Meromyza* по территории Монголии.

**Материал и методы.** Материал собран в 2011 году, в ходе СРМКЭ, в период с 7 июня по 30 июня. Всего было собрано около 4000 экземпляров мух. Мух отлавливали методом кошения по классической методике. Собранный материал был разобран, наколот и оформлен в коллекции. Для оценки численности мух в каждом месте сбора рассчитывалось количество мух, которое собирал один сотрудник за единицу времени (час). Правильность определения проверяли у специалиста по данной группе – к.б.н. Л.И. Федосеевой.

**Результаты и обсуждение.** Нами были собраны значительные выборки мух рода *Meromyza* из центральной части Монголии, что позволило построить модель их распределения по этой территории. Было показано, что наибольшее обилие мух отмечено на севере страны (55%), значительное, но заметно меньшая численность была на востоке и западе (21% и 19% соответственно). В центральном регионе (окрестностях Улан-Батора радиусом примерно 60 км) было поймано только 5% злаковых мух, а на юге страны они вообще практически не встречались (были отмечены только единичные случаи поимки). Это говорит о том, что распределение злаковых мух рода *Meromyza* на территории Монголии неравномерно, и что наиболее благоприятные условия для них – это северная часть страны, а так же почти в равной степени восток и запад.

Изучение количественного состава злаковых мух вблизи крупных рек и озер Монголии показало, что большая численность – 113 мух / час – отмечена в пойме и окрестностях реки, впадающей в озеро Угий-Нур на западе Монголии, на втором месте по численности – пойма реки Орхон – 89 особей (северная часть Монголии), а затем по убыванию: территории около реки Керулен (восток), озера Угий-Нур (запад) и реки Туул (центральный аймак, Окрестности Улан-Батора) соответственно 30:9:1 мух / час. Вероятно, достаточное увлажнение участка степи вблизи реки, впадающей в озеро Угий-Нур, оптимально для развития мух. Другой фактор, повышающий обилие мух, возможно, связан со сроком сбора материала. Лёт злаковых мух в условиях Монголии в 2011 году начался в середине июня. Поэтому массовый лёт имаго был смещён к концу июня – началу июля.

Кроме географического распределения, мы рассматривали биотопическое распределение изучаемых объектов. Нами было отмечено, что по берегам солоновато-водных и солёных рек и озёр численность злаковых мух заметно ниже, чем вблизи пресноводных водоёмов. Вероятно, это связано с качеством растительности по берегам водоёмов, которое напрямую зависит от солёности почвы.

Было отмечено, что в местах со слабым антропогенным воздействием, распределение злаковых мух в окрестностях водоёмов было примерно одинаковое – непосредственно в пойме рек и озёр мух рода *Meromyza* было больше всего, а по мере удаление от воды, численность сокращается. Вероятно, это так же связано с тем, что вблизи водоёмов разнообразие и качество растительности, необходимое для онтогенеза мух, оптимально. Однако там, где в местах выпаса скота, стада практически полностью уничтожают прибрежную растительность, численность мух около водоёма намного ниже, чем на удалении. Это подтверждает предположение о том, что определяющим фактором здесь является качество растительности.

При сравнении численности мух в естественных и искусственных биотопах, выяснилось, что на сельскохозяйственных полях злаковых мух как минимум на треть больше, чем в природных биотопах.

**Заключение.** Анализ собранного материала позволил выявить закономерности в изменении обилия злаковых мух рода *Meromyza* на территории Монголии. Наибольшее обилие отмечено в поймах рек Орхон, Керулен и озера Угий-Нур. Это обусловлено достаточным увлажнением пойм, что создает благоприятные условия, как для растительности, так и для развития злаковых мух. В местах выпаса скота, где снижается биомасса растений, численность злаковых мух также ощутимо падает. На полях со злаковыми культурами на севере Монголии численность мух рода *Meromyza* в 1,6 раза превосходит численность таковых в разнотравных стациях около полей и пойме ближайшей реки. Это ещё раз подтверждает тот факт, что злаковые мухи являются опасными вредителями сельского хозяйства.

**Благодарности.** Особую благодарность хочется выразить Л.И. Федосеевой за консультации и помощь в определении материала. Авторы статьи выражают благодарность сотрудникам СРМКЭ и лично д.б.н., проф. П.Д. Гунину за содействие в сборе материала.

## Развитие социального игрового поведения у евразийской рыси (*Lynx lynx*) в период раннего постнатального онтогенеза

Г.С. Алексеева, А.Л. Антонец, М.Н. Ерофеева, С.В. Найдено  
Лаборатория поведения и поведенческой экологии млекопитающих,  
ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

**Введение.** В онтогенезе кошачьих игровые контакты являются наиболее частыми взаимодействиями между детенышами. Основным назначением социальной игры считается приобретение навыков и опыта, необходимых для социализации животных, и физическая нагрузка (Bekoff, 1974). Детеныши посвящают игре немало времени, что может обеспечивать развитие и сохранение дружелюбных взаимоотношений в выводке (West, 1974). Целью нашего исследования является выявить качественные изменения в игровом поведении рысят, определяющие его динамику в период раннего онтогенеза.

**Материал и методы.** Работа проведена в 2003–2011 гг. на НЭБ «Черноголовка» ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН. Объектами исследования были 17 выводков евразийской рыси (46 котят). Наблюдения проводили с использованием метода непрерывной регистрации данных, выделяя следующие типы игрового поведения: приглашение к игре (П), дистантная игра (Д), контактная игра (К) и активная игра (А). Также отмечали другие типы социального поведения рысят: дружелюбное, опознавательное, акустическое и агрессивное. Более детально методика наблюдений была описана ранее (Найденко, 1997). Статистическую обработку данных проводили в программах Microsoft Excel 2010 и Statistica 8.0.

**Результаты и обсуждение.** В течение 2-го и 3-го месяцев жизни рысят игра составляет  $86,0 \pm SE 3,2\%$  от общего количества взаимодействий. При этом соотношение долей различных типов социального поведения остается постоянным на протяжении всего исследуемого периода (критерий Фридмана:  $N=42$ ;  $df=4$ ;  $T=144,18$ ;  $p<0,05$ ). В течение 2-го месяца жизни частота игрового поведения возрастает, достигая пика в возрасте 9 недель ( $39,9 \pm 3,6$  актов/час активности), после чего постепенно снижается. В девятинедельном возрасте частоты всех типов игровых контактов были максимальными (П  $10,9 \pm 1,2$ ; Д  $3,6 \pm 0,7$ ; К  $11,9 \pm 1,2$ ; А  $14,9 \pm 1,7$  актов/час активности). В возрасте 12 недель еще один пик частоты игрового поведения ( $34,8 \pm 4,4$  актов/час активности) обусловлен преимущественно резким возрастанием частоты контактной и активной игры ( $8,7 \pm 1,7$  и  $15,8 \pm 2,2$  актов/час активности соответственно).

Поведение рысят в анализируемый возрастной период быстро изменяется, поэтому при сравнении игровых взаимодействий мы разделили его на четыре этапа (31–45, 46–60, 61–75 и 76–90 дней жизни). Соотношение разных типов социальной игры на протяжении всего периода исследования достоверно различается (критерий Фридмана:  $N=37$ ;  $df=3$ ;  $T=17,82-59,99$ ;  $p<0,05$ ). Доля приглашения к игре и контактной игры достоверно уменьшается по мере взросления детенышей (критерий Вилкоксона для сопряженных пар:  $N=40-41$ ;  $Z=3,04-4,44$ ;  $p<0,05$  и  $N=40-41$ ;  $Z=2,46-4,02$ ;  $p<0,05$  соответственно), а доля активной игры достоверно увеличивается в течение данного периода (критерий Вилкоксона для сопряженных пар:  $N=37-44$ ;  $Z=2,03-5,44$ ;  $p<0,05$ ). Доля дистантной игры также имеет достоверные различия на протяжении всего исследуемого периода (критерий Вилкоксона для сопряженных пар:  $N=37-41$ ;  $Z=2,55-4,52$ ;  $p<0,05$ ). Таким образом, увеличение общего количества игровых взаимодействий рысят происходит за счет активной игры.

Развитие игрового поведения у рысей происходит несколько иначе, чем у других кошачьих. В выводках гепарда доля игрового поведения достигает максимального значения в возрасте двух месяцев, сохраняет высокий уровень значений до четырех месяцев жизни котят и только после этого начинает постепенно сокращаться (Caro, 1995). В отличие от гепардов, у рысят доля игрового поведения остается стабильно большой в течение 2-го и 3-го месяцев жизни. Исследование развития отдельных типов игровых взаимодействий у кошачьих ранее проводили только у гепардов и домашних кошек (Caro, 1995; West, 1974). При выделении у гепардов контактной и неконтактной социальной игры, было показано, что оба типа игрового поведения достигают пика в возрасте 3 месяцев, после чего частота игры сокращается. У рысей все типы социальной игры достигают пика раньше – в возрасте 2 месяцев, после чего количество игровых взаимодействий также постепенно снижается. В выводках домашней кошки социальная игра наиболее интенсивна на 10–15-й неделях жизни котят, однако ярко выраженный пик игровой активности в онтогенезе домашней кошки отсутствует (Mendoza, Ramirez, 1987; West, 1974).

## Изотопный состав органического матрикса раковин двустворчатых моллюсков с разных глубин

Ж.А. Антипушина

Лаборатория биогеоценологии и исторической экологии, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: zh\_antipushina@mail.ru

**Введение.** Анализ стабильных изотопов органического матрикса раковин является новым методом в археологии и палеоэкологии. Однако применение этого метода ограничено сложностью выявления действия конкретного фактора на изотопный состав. В предыдущих работах установлено, что динамика изотопной подписи углерода морских организмов может отражать изменение глубины обитания (France, 1995), а азота и углерода – изменение пищевых предпочтений (DeNiro, Epstein, 1981; Schoeninger, Moore, 1992; Michel, 2000).

**Материал и методы.** Объектом нашего исследования послужили двустворчатые моллюски – венерки *Chamelea gallina* – из Черного и Азовского моря. Живые венерки были собраны в районе г. Анапы на станциях 5, 7 и 10 м, с Донузлавской косы (морская сторона) на глубине 5–8 м (Крым) и на м. Тарханкут на глубине 17–20 м (Крым). Створки венерок очищали от мяса, обсушивали; для приготовления одного образца мы отбирали по 25–30 г чистых створок. Химическая обработка образцов и выделение белка для анализа проводились по модифицированной методике (Longin, 1971, Goodfriend, Ellis, 2000). Для получения одного образца мы помещали целую раковину в р-р 1M HCl до полного растворения карбоната, осадок переносили в пластиковую пробирку (объемом 50 мл), центрифугировали, отмывали от кислоты дис. H<sub>2</sub>O, заливали р-ром HCl (pH=2,5) до 25 мл и помещали в термостат 85 °C на сутки. Затем аккуратно сливали жидкость с растворенным белком в стеклянные пробирки и помещали в термостат до полного высыхания. Средний вес навески сухого белка составил 500 мг. Анализ проводили на масс-спектрометре Thermo Finnigan Delta-VPlus (ИПЭЭ РАН, Москва).

**Результаты и обсуждение.** При изотопном анализе венерок обнаружено уменьшение содержания более «тяжелого» изотопа углерода <sup>13</sup>C в белке раковины с глубиной обитания. Так, у венерок, обитающих на 5 м, значение  $\delta^{13}\text{C}$  составило – 19,55‰; на 7 м – -20,13‰; на 10 м – -20,29‰; на 17–20 м – -20,75‰. В органическом веществе ракушки, собранной в районе г. Анапы и в устье р. Анапки, содержание  $\delta^{13}\text{C}$  составило -18,44 и -18,53‰, соответственно. Следует отметить, что по данным А.Р. Косьян с соавт. (2012, в печати) доля карбонатов в песках анапских пляжей, достигает 50%, а их главный поставщик – сообщество *Chamelea gallina* прибрежной зоны. Это позволяет предположить, что пополнение биогенной составляющей пляжных наносов в районе Анапской пересыпи, пос. Витязево и косы Тузла происходит преимущественно за счет двустворчатых моллюсков, обитающих на глубине 4–5 м. В органическом веществе раковин, собранных на Донузлавской косе, значение  $\delta^{13}\text{C}$  составило -19,67‰. Скорее всего, здесь основная роль в пополнении биогенной составляющей пляжных наносов принадлежит двустворкам, обитающим несколько глубже, на глубине 5–6 м. В целом, содержание  $\delta^{15}\text{N}$  в белках раковин прижизненно собранных венерок и ракушки не сильно отличается. Исключение из этого составляют ракушка с Тузлы (9,93‰) и ракушка из Азовского моря в окрестностях с. Кучугуры, где зафиксировано самое высокое содержание  $\delta^{15}\text{N}$  – 11,53‰. Мы предполагаем, что это связано с привносом органики с пресными водами (за счет которого происходит обогащение вод <sup>15</sup>N). Также высокое содержание  $\delta^{15}\text{N}$  обнаружено в белках раковин прижизненно собранных венерок с 10 м в районе Анапы. Но эти данные нуждаются в дополнительной проверке.

Полученные результаты можно использовать при изучении динамики экосистем в голоцене.

**Благодарности.** Автор благодарит А.Р. Косьян и сотрудников лаб. литодинамики (Южное отделение Института Океанологии им. П.П. Ширшова РАН) за помощь в сборе материала, А.В. Тиунова за помощь в проведении изотопного анализа. Исследование выполнено при поддержке РФФИ (12-04-00034-а, 12-04-00655-а)

## Темпы роста рысят и внутривыводковые драки в выводках разного размера

*А.Л. Антоневич, М.Н. Ерофеева, С.В. Найденко*

Лаборатория поведения и поведенческой экологии млекопитающих,

ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

*E-mail: anastasia-antonevich@yandex.ru*

**Введение.** Ранние внутривыводковые драки у евразийской рыси – к настоящему моменту хорошо изученное явление, однако однозначных ответов на вопросы, связанные с поиском адаптивности этого явления, особенно в условиях неволи, до сих пор не получено. Ранняя внутривыводковая агрессия (РВА) проявляется более чем в половине выводков рысей, обычно как однократная драка в возрасте 35–64 дней, в среднем в возрасте 45 дней. Непосредственной причиной ранней внутривыводковой агрессии у других видов животных считают прямую конкуренцию за корм (Drummond, 2006). Однако у рысей связь ранней внутривыводковой агрессии с конкуренцией за корм является неочевидной. Анализ опосредованной связи конкуренции за корм и ранней внутривыводковой агрессии осложнен тем, что драка происходит в период молочного кормления и начала перехода на питание мясным кормом. Анализ кормового поведения и динамики массы рысят подтвердил отсутствие прямой связи ранней агрессии с обилием корма (а также временем поедания твердой пищи или сосания молока матери), но выявил связь вероятности драки с темпами роста детенышей (Antonevich, Naidenko, 2007). Сложность анализа конкуренции в выводках связана с невозможностью оценить количество получаемого детенышами молока матери и наличием другого фактора, влияющего на темпы роста рысят: размера выводка (Найденко, Ерофеева, 2004). И, хотя однозначной связи вероятности проявления РВА с размером выводка выявлено не было, комплексный анализ размера выводка, темпов роста и проявления РВА не проводили. Согласно простейшим теоретическим построениям в рамках социобиологических представлений, конкуренция приводит к агрессии, когда выгода превышает риск (Mock, Parker, 1998), т.е. оптимум достигается при промежуточных значениях обоих параметров. Так, можно ожидать, что в выводке из двух котят конкуренция не столь сильна, как в тройне, и риск потерять половину выводка велик. В выводке из четырех котят конкуренция очень велика, но возможные преимущества, получаемые в результате победы в драке недостаточны. Если такая модель верна, низкие темпы роста именно в тройнях должны приводить к проявлению РВА. Несмотря на ожидаемо большую конкуренцию в выводках, в трех выводках с четырьмя котятами рожденных на НЭБ «Черноголовка» драку наблюдали однажды, и лишь после инъекции АКТГ (Найденко и др., 2007). Целью данной работы было выявить связь размеров выводка и проявления драки в онтогенезе с темпами роста рысят в период проявления РВА.

**Материал и методы.** В работе использованы взвешивания рысят в возрасте 14, 30 и 45 дней на весах РН-10Ц13У с точностью до 5 г. Для оценки темпов роста разность двух взвешиваний делили на количество дней между взвешиваниями. Параметрические критерии оценки применяли для выборок, имеющих нормальное распределение и равенство дисперсий. В качестве post-hoc тестов использовали критерии Манна Уитни и Краскела-Уоллеса для несвязанных выборок. Данные приведены в виде ( $M \pm SD$ ).

**Результаты и обсуждение.** К возрасту 1 месяц темпы роста котят значительно различались в выводках разного размера: наибольшие темпы роста были в двойнях ( $39,28 \pm 6,5$  г/сут), наименьшие – в выводках из четырех котят ( $26,14 \pm 9,1$  г/сут), в тройнях –  $29,76 \pm 9,2$  г/сут,  $F(2, 77) = 11,52$ ;  $p < 0,001$ ). Темпы роста выводков с РВА и без нее не различались в 30 дней (Т-тест:  $t = -1,08$ ;  $df = 78$ ;  $n_1 = 44$ ;  $n_2 = 36$ ; ns). В тройнях размер выборки позволил убедиться в отсутствии различий между выводками с драками и без них ( $U = 119$ ;  $Z = 1,22$ ;  $n_1 = 36$ ;  $n_2 = 9$ ; ns). Таким образом, перед началом периода РВА темпы роста в выводках, впоследствии «с драками» и «без драк», не различались, но были обратно пропорциональны размеру выводка. В 45 дней темпы роста различались между выводками разного размера ( $F(2, 89) = 6,34$ ;  $p < 0,01$ ), но наибольшие значения темпов роста – в тройнях ( $30,79 \pm 8,4$  г/сут); а  $26,75 \pm 9,4$  г/сут – в двойнях и  $21,32 \pm 6,3$  г/сут – в выводках с четырьмя котятами. Таким образом, темпы роста снижаются к 45 дням только в двойнях и выводках с четырьмя котятами (критерий Краскела-Уоллеса для разности темпов роста в 45 и 30 дней:  $H = 15,61$ ;  $n_1 = 20$ ;  $n_2 = 48$ ;  $n_3 = 11$ ;  $p < 0,001$ ). В тройнях «без драк» темпы роста увеличиваются до  $35,36 \pm 6,7$  г/сут, а в тройнях «с драками» темпы роста меньше ( $29,38 \pm 8,4$  г/сут; Т-тест:  $t = -2,25$ ;  $df = 49$ ;  $n_1 = 39$ ;  $n_2 = 12$ ;  $p < 0,05$ ). В двойнях темпы роста в выводках «с драками» и «без драк» не различаются в 45 дней. Драки происходят в тройнях, в которых темпы роста не увеличиваются. Таким образом, драки чаще всего происходят в выводках с промежуточными значениями темпов роста и количеством котят.

## Изотопный анализ углерода ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) зоогенного отложения Ацмаут (пустыня Негев, Израиль)

А.Н. Бабенко

Лаборатория биогеоценологии и исторической экологии, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: mnemosina\_a@mail.ru

**Введение.** Анализ стабильных изотопов углерода ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) уже более 40 лет используется учеными в палеоклиматических исследованиях. Одним из основных объектов в исследованиях наземных экосистем выступают растительные остатки. Соотношение изотопов  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  в растениях зависит от ряда климатических факторов, таких как температура, испарение и осадки. У высших растений известны три типа фотосинтетического пути: С3, С4 и САМ. Содержание  $^{13}\text{C}$  в С3-растениях составляет от -25 до -29 ‰, в С4-растениях – от -11 до -15‰. САМ-растения занимают промежуточное положение по содержанию  $^{13}\text{C}$  (O'Leary, 1988).

Зоогенное отложение Ацмаут расположено в центральной части пустыни Негев. Оно сформировалось в нише, которая использовалась в качестве укрытия мелким рогатым скотом и диким горным козлом (*Capra ibex*). Благодаря хорошей сохранности растительных остатков в помете травоядных, материал из зоогенного отложения является перспективным источником палеоинформации. Отложение накапливалось около шести тысяч лет. Основными задачами исследования являлись: установить динамику изотопного состава и сравнить полученные данные с результатами пыльцевого анализа отложения Ацмаут и палеоклиматическими данными региона.

**Материал и методы.** Мощность зоогенного отложения Ацмаут составляет 108 см, отобрано 24 образца. Для удаления карбонатов образцы были обработаны горячим слабым раствором соляной кислоты (5% HCl). После промыва проб дистиллированной водой от кислоты, они были промыты через тонкое сито (0.25 мм) для удаления крупных растительных остатков и минеральных зерен. Изотопный состав образцов определялся при использовании масс-спектрометра (Thermo Finnigan Delta V Plus, ИПЭЭ РАН).

**Результаты и обсуждение.** Содержание  $^{13}\text{C}$  по профилю отложения варьировало от -24,6 до -20,8‰. В пустыне Негев САМ-растения редки, поэтому можно сказать, что основу диеты мелкого рогатого скота составляли С4 и С3-растения с преобладанием последних. Минимальных значений  $\delta^{13}\text{C}$  достигает в нижних слоях отложения, которые сформировались до XXIII в. до н.э., когда в регионе были более влажные условия (Bar-Matthews et al., 1998; Migowski et al., 2006). Выше по профилю содержание  $^{13}\text{C}$  уменьшается, достигая максимальных значений в XX–XIX вв. до н.э., что может указывать на увеличение в диете травоядных доли С4-растений, и, следовательно, на аридизацию климата. Данное положение совпадает и с пыльцевыми, и с палеоклиматическими данными. В этот период количество осадков в регионе уменьшилось на 20-30 % (Bar-Matthews et al., 1998). В слоях зоогенного отложения Ацмаут, сформировавшихся 400-500 лет назад, величина  $\delta^{13}\text{C}$  уменьшается и составляет -23,4‰, что совпадает с увеличением доли злаков в пыльцевом спектре. Такие изменения отражают наступление малого ледникового периода и увеличение осадков в регионе (Bar-Matthews et al., 1998).

В настоящей работе впервые для территории пустыни Негев проведен изотопный анализ углерода ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) зоогенного отложения. Полученные результаты совпадают с ранее полученными пыльцевыми данными и литературными данными по динамике палеоклимата в регионе.

**Благодарности.** Автор выражает благодарность за помощь в проведении анализа стабильных изотопов д.б.н. Тиуну А.В (ИПЭЭ РАН).

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Происхождение биосферы и эволюция гео-биологических систем», подпрограмма 2, №«15-П».

# Генетическое разнообразие диких северных оленей *Rangifer tarandus* (MAMMALIA: ARTIODACTYLA) Якутии и их взаимосвязь с конспецификами

А.И. Баранова

Кабинет методов молекулярной диагностики, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: rautaratsu@yandex.ru

**Введение.** Некогда сплошной ареал вида *Rangifer tarandus* в данное время представлен рядом частично изолированных очагов и занимает почти всю тундру и часть северной тайги Старого и Нового Света, а также ряд арктических островов. Численность большинства популяций дикого северного оленя постоянно сокращается. До середины XVII в. численность дикого северного оленя на территории Якутии составляла 700–900 тыс. особей. Под воздействием неумеренного промысла и конкуренции со стороны оленеводства в 1920–1930-х гг. тундровые популяции стали деградировать. Сокращение численности продолжалось до конца 1950-х годов, затем стада начали возрождаться. На территории Якутии выделяют яно-индигирскую, оленекскую и сургутскую популяции. Данные по генетическому разнообразию могут быть использованы для мониторинга общего состояния популяций северного оленя Якутии.

**Материалы и методы.** В ходе работы проанализировано 48 образцов тканей от диких северных оленей Якутии из разных районов. Для филогенетического анализа были использованы полученные нами гомологичные последовательности мтДНК дикого северного оленя Европейской части России (n=29) и Таймыра (n=49). Для выделения ДНК использовали наборы DiatomDNA Prep 100 (Изоген, Россия) Полимеразную цепную реакцию (ПЦР) проводили с праймерами L15394 (прямой) и H15947 (обратный). Определение нуклеотидных последовательностей проводили методом автоматического секвенирования на генетическом анализаторе AB 3130 (Applied Biosystems) с использованием набора BigDye Terminator 3.1 (Applied Biosystems) с прямым и обратным праймерами. Для статистической обработки данных и построения сетей гаплотипов использовали программы Bioedit, MEGA 4, Arlequin 3.11 и Network 4.6.0.0.

**Результаты и обсуждение.** Для 48 образцов тканей северного оленя Якутии получены последовательности контрольного региона мтДНК длиной 451 н.п. Всего для выборки выявлено 38 вариабельных сайтов, в том 34 парсимониально-информативных. Среди вариабельных сайтов отмечено 36 транзиций и 2 трансверсии. Всего выявлено 22 гаплотипа. Одиннадцать гаплотипов встречены в нескольких образцах (2–9), остальные 11 были уникальными. Для выборки северных оленей Якутии выявлен высокий уровень гаплотипического (H) и нуклеотидного (?) разнообразия (0.942 и 0.019, соответственно), свидетельствующий о длительном существовании данной популяции при достаточно стабильном росте. Анализ паттерна распределения частоты парных различий между нуклеотидными последовательностями фрагмента контрольного региона мтДНК данной выборки свидетельствует об отсутствии в истории якутских популяций диких северных оленей продолжительных периодов резкого падения численности, существования фактов формирования генетического разнообразия в результате смещения генетически далеких популяций. Структура медианной сети гаплотипов, имеющая сложную разветвленную структуру, с гаплотипами, различающимися между собой по нескольким мутационным позициям, характерна для популяции, существовавшей длительное время при достаточно высокой численности вне изоляции. Филогенетический анализ показал близкое родство якутских северных оленей с дикими северными оленями Таймыра и Европейской части России. Выявлено 7 общих гаплотипов для оленей Якутии и Таймыра и 2 общих гаплотипа для оленей Якутии и европейской части России. Для оценки черт сходства и различия по материнской линии наследования между дикими северными оленями Якутии Европейской части России и Таймыра была проанализирована медианная сеть гаплотипов. Сложная разветвленная структура медианной сети, на которой общие гаплотипы якутского и таймырского и европейского оленя занимают как центральное, так и дистальное положение на ветвях позволяет предположить, что дикие северные олени данных регионов не так давно составляли единую крупную популяцию. Взвешенная генетическая дистанция (Net distance) между группировками диких северных оленей исследованных выборок достаточно невысокая (от 0.0004 до 0.0005). Таким образом, анализ полиморфизма контрольного региона мтДНК позволяет заключить, что северные олени Якутии генетически близки с дикими северными оленями, населяющими Восточно-Европейскую равнину и п-ов Таймыр.

**Благодарности.** Работа выполнялась при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологическое разнообразие» (подпрограмма «Генофонды и генетическое разнообразие»), гранта РФФИ № 10–04–01351а. Автор выражает благодарность Т.П. Сипко и А.В. Давыдову за помощь в сборе образцов, И.Г. Мещерскому, Е.Ю. Звычайной и П.А. Сорокину за помощь в проведении лабораторных исследований и М.В. Холодовой за руководство работой.

## Распределение герпетобионтных жесткокрылых (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae) в пойме р. Б. Кокшага

А.И. Бастраков

Лаборатория почвенной зоологии и общей энтомологии, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: aibastrakov@gmail.com

**Введение.** Наиболее динамичным компонентом почвенной мезофауны являются подстилочные герпетобионты. В отличие от малоподвижных педобионтов, в случае неблагоприятных условий они способны преодолевать значительные расстояния и мигрировать в более подходящие ландшафты. Для изучения распределения населения жесткокрылых, в пойме р. Б. Кокшага нами были выбраны Carabidae и Staphylinidae, как одни из самых массовых групп герпетобионтов в большинстве природных биоценозов.

**Материал и методы.** Материалом для данной работы послужили полевые сборы, проведенные с мая по сентябрь 2010 года, в Республике Марий Эл на территории заповедника «Большая Кокшага». Выбранные пробные площади располагались вдоль профиля, пересекающего речную долину р. Б. Кокшага, от песчаных пляжей до хорошо сформированных биоценозов центральной поймы и надпойменной террасы. Общей сложность было заложено 7 пробных участков. Жуки отлавливались с помощью почвенных ловушек Барбера, на 1/3 заполненные 4% раствором формалина. Ловушки располагали в линию, вдоль поперечного профиля долины, по 10 штук на каждом участке. Проверка ловушек осуществлялась каждые 15 дней. Данные по динамической плотности пересчитывались на 100 лов./сут. Всех пойманных жужелиц вскрывали по модифицированной методике Валлина для определения стадий их генеративного состояния. Статистическая обработка материала проведена в программах Excel 2007 и Past 1.8. Для оценки сходства видового состава в исследованных биоценозах применяли кластерный анализ, построенный методом Уорда. Для сравнения удельного значения видов принята шкала обилия Энгельмана.

**Результаты и обсуждение.** Уловистость герпетобионтов значительно отличалась на разных частях поперечного профиля речной долины. В начале сезона наибольшие показатели уловистости отмечались в биоценозах прирусловой поймы. В начале мая пик динамической плотности был отмечен на первом прирусловом валу, а после половодья – в пляжной зоне. Для сообществ прирусловой поймы характерно наличие особой экологической группы прибрежных видов. Для исследованных пойменных и долинных биоценозов характерно два пика активности жужелиц. Первый пик приходится на конец мая – начало июня, а второй – на середину-конец июля. Пик активности стафилинид приходится на вторую половину мая. Далее, активность коротконадкрылых жуков плавно снижается и к третьей декаде сентября достигает своих минимальных значений.

В видовом отношении наиболее богатыми оказались участки прирусловой поймы: песчаный пляж и первый прирусловой вал. Меньше всего видов стафилинид и жужелиц было отмечено на плакоре и склоне коренной террасы. Из представленных видов коротконадкрылых жуков выделяются виды, встречающиеся практически во всех исследованных сообществах. Это, например, *Atheta fungi* (Grav., 1806), *Philonthus decorus* (Grav., 1802), *Staphylinus erythropterus* L., 1758. Часть отловленных стафилинид представлено только в прирусловой пойме: *Bledius longulus* Er., 1839, *Carpelimus corticinus* (Grav., 1806), *Lathrobium foveolum* Steph., 1833, *Rabigus tenuis* (F., 1793), *Stenus palposus* (Zet., 1828), *Tachyusa coarctata* (Er., 1837), *Anotylus rugosus* (F., 1775), *Tachyporus chrysomelinus* (L., 1758) и др. Такие виды как *Drusilla canaliculata* (F., 1787), *Xantholinus tricolor* (F., 1787), *Parabolitobius formosus* (Grav., 1806) и др. были приурочены к лесным пойменным биоценозам. Из жужелиц, в пляжной зоне наиболее массовыми были *Omophron limbatum* (F., 1777), *Elaphrus cupreus* Duft., 1812, *Bembidion litorale* (Ol., 1790), и др. В лесных пойменных сообществах доминировали: *Carabus granulatus* (L., 1758), *Pterostichus melanarius* (Ill., 1798), *Pt. aethiops* (Panz., 1796), *Pt. oblongopunctatus* (F., 1787), *Platynus assimilis*. На склоне террасы и на плакоре – *Carabus arcensis* (Hbst., 1784), *Pt. aethiops*, *Pt. oblongopunctatus*, *Pt. melanarius*.

Проведенный кластерный анализ показал, что все пробные участки по видовому составу жужелиц разделились на два кластера. Первый представлен сообществами прирусловой поймы. Второй кластер подразделяется на более мелкие блоки и включает хорошо сформированные лесные участки от второго прируслового вала до плакора. Так, в один из них попали сообщества из второго прируслового вала и центральной поймы. Данные ценозы близки как по количественному соотношению видов, так и по характеру их распределения в течение сезона. А во второй – локальные сообщества из тыловой части поймы, склона террасы и плакора.

Разделение пробных площадей по видовому составу стафилинид, отличалось от жужелиц. Первый кластер так же был представлен сообществами прирусловой поймы. В составе первого блока второго кластера были терраса и склон террасы. Во второй блок вошли все лесные пойменные участки: от второго прируслового вала до тыловой части поймы.

## Распределение личинок бурых лягушек в долине малой реки Копейницы (Новгородская область)

И.В. Башинский

Лаборатория экологии водных сообществ и инвазий, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: ivbash@mail.ru

**Введение.** В последние годы малые реки Европейской части России испытывают большое влияние деятельности речного бобра (*Castor fiber*), заново заселяющего свои естественные местообитания. Амфибии, являясь полуводными организмами, одними из первых подвергаются воздействию измененной экосистемы реки. Целью нашей работы было изучение особенностей распределения личинок бурых лягушек в различных бобровых местообитаниях в долине малой реки Копейницы (Новгородская область).

**Материал и методы.** Исследования проводились в 2006–2010 гг. в долине реки Копейница, вытекающей из Полистово-Ловатского болотного массива. Долина реки занята преимущественно елово-липовыми лесами. Река плотно заселена бобрами – 54 плотины на 12 км течения (Zavyalov, Letsko, 2006). Благодаря большому распространению поедаемых древесных пород, в долине реки встречаются обширные участки, не подвергавшиеся воздействию деятельности бобров. В ходе исследований на реке было выделено 16 учетных участков, каждый из которых представлял собой 50-метровый отрезок речной долины. Подсчет численности головастика бурой лягушки проводился с помощью облова сачком (Хейер и др., 2003). Учеты сеголеток, выходящих на сушу по окончании метаморфоза, проводились с помощью ловчих линий.

**Результаты и обсуждение.** В долине реки Копейница все водные местообитания были разделены на пять основных групп – русловые местообитания, пойменные лужи, старицы, бобровые каналы и затопленные луговины. Воздействие бобров на эти местообитания проявлялось в изменении режима освещенности и водного режима. Все эти местообитания в весеннее время использовались для размножения двух видов бурой лягушки – травяной и остромордой. Массовое размножение (более 20 кладок) происходило в крупных старицах на участках не заселенных бобром, затопленных луговинах в пределах действующих бобровых прудов и углубленных старицах в покинутых прудах. В период с апреля по июнь от 10 до 50% водных местообитаний высыхало, что приводило к гибели икры.

Наибольшая численность головастика наблюдалась в крупных старицах в покинутых бобровых поселениях (2006, 2007 гг.) и в затопленных луговинах действующих прудов (2008 г.). В 2010 году из-за жарких погодных условий наибольшая численность личинок бурой лягушки была в крупных затененных старицах, которые лучше защищали головастика от гибели, чем подверженные постоянному нагреву открытые бобровые местообитания. Во всех местообитаниях преобладали головастики травяной лягушки. Отношение численности головастика остромордой лягушки к травяной варьировало от 0,15 (старица на участке без деятельности бобров) до 0,88 (заводи русла в спущенном пруду).

Наибольшее количество сеголеток было обнаружено по берегам затопленных бобровых прудов, что связано с поддержанием бобрами постоянного уровня воды. Вблизи спущенных бобровых прудов число выходящих сеголеток было минимальным, по причине значительного высыхания большинства пойменных водоемов в конце июня – начале июля.

Долины малых рек, заселенных бобрами, являются довольно динамичной средой. Постоянные перемещения бобров в поисках корма и связанное с ними уничтожение прибрежной древесной растительности, а также строительная деятельность приводят к постоянным изменениям местообитаний. За годы наших исследований бобры покинули два крупных бобровых пруда, что привело к серьезным изменениям условий среды и изменению мест размножения бурой лягушки. Таким образом, в одни годы, преимущество получали ассоциации лягушек обитающих в одной части реки, в другие годы преимущество получила часть популяции этих же видов из другой части реки.

**Благодарности.** Автор выражает благодарность за большую помощь и поддержку в работе Завьялову Николаю Александровичу.

# Сравнительный анализ морфогенеза черепа различных видов больших африканских усачей озера Тана

В.Б. Борисов<sup>1</sup>, Ф.Н. Шкиль<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Лаборатория проблем эволюционной морфологии, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

<sup>2</sup>Лаборатория постнатального онтогенеза ИБР РАН

E-mail: v.borisov.sev@gmail.com

**Введение.** Большие гексаплоидные африканские усачи р. *Labeobarbus* оз. Тана (Эфиопия) отличаются высоким морфологическим разнообразием и формируют пучок видов, т.е. группу симпатрических близкородственных видов/форм, обитающих на изолированной территории. Комплекс больших танских усачей состоит из 15 видов, заметно различающихся по морфологии и экологии (7 видов являются хищными, что необычно для Cyprinidae). Предполагается, что данный пучок видов произошел относительно недавно (не более 15 000 лет) от широко распространенного в северо-восточной Африке *L. intermedius* sensu Banister, 1973. Наиболее вероятным механизмом столь быстрой дивергенции усачей считаются гетерохронии, т.е. относительные изменения темпов и сроков развития, приводящие к изменениям в дефинитивной морфологии. Предполагается, что раносозревающий *L. brevicephalus* является относительно *L. intermedius* пedomорфным видом, а ряд хищных видов усачей, к которым относятся *L. macrophthalmus* и *L. megastoma* – пераморфны. Целью настоящей работы стало сравнительное описание развития черепа *L. intermedius*, *L. brevicephalus*, *L. macrophthalmus* и *L. megastoma*.

**Материалы и методы.** Материалом исследования послужили личинки и молодь четырех видов усачей (*L. intermedius*, *L. brevicephalus*, *L. macrophthalmus* и *L. megastoma*), полученные в результате скрещивания пойманных в природе производителей и выращенные в одинаковых условиях. Оценка темпов и сроков формирования черепа производилась на препаратах, дифференциально окрашенных красным ализарином (кальцинированные ткани) и синим альцианом (хрящевые ткани), с последующим просветлением путём проведения по градиенту растворов глицерина и калиевой щёлочи.

**Результаты и обсуждение.** Проведено подробное описание развития хондрокраниума и остеокраниума *L. intermedius*. Хондрогенез *L. intermedius* начинается после вылупления (3 дня после оплодотворения) и носит достаточно равномерный характер. На первых этапах развития хрящевого черепа образуются структурные элементы мозговой коробки (trabeculae cranii, parachordalia) и элементы висцеральных дуг (с. Meckeli, palatoquadratum, hyoideum, huomandibulare, ceratobranchialia). Дальнейшее развитие хрящевого черепа идет в том же порядке, что и других видов карповых (*Danio rerio*, *Cyprinus carpio*) и завершается приблизительно на 17 дпо. Не было обнаружено различий в последовательности и времени появления структур хрящевого черепа у четырех исследованных видов. Впервые для карповых рыб обнаружено, что такие структуры как taenia marginalis anterior и taenia marginalis posterior формируются в результате слияния нескольких независимо появляющихся хрящей. Также обнаружено, что в отличие от других карповых рыб в ходе онтогенеза у *L. intermedius* не происходит полного отрыва processus pterygoideus от palatoquadratum. Формирование костного черепа *L. intermedius* начинается на 2-3 день после вылупления (4–5 дпо) с появления operculum. Дальнейшее развитие костного черепа можно разделить на три условных периода – первый и второй пики остеогенеза, разделенные стазисом – периодом, когда не происходит появления новых окостенений, но продолжается рост уже появившихся костей. Короткий первый пик остеогенеза (4–10 дпо) включает в себя появление 30 покровных и замещающих костей, только 4 из которых относятся не к спланхнокраниуму (parasphenoideum, basioccipitale, exoccipitale и prooticum). Второй пик остеогенеза (15 – 25–26 дпо) включает в себя появление 20 костей, преимущественно относящихся к нейрокраниуму. Дальнейшее развитие остеокраниума протекает плавно, и полный набор костей формируется к 70–80 дпо. Последовательность появления костей в морфогенезе остеокраниума и особенности их развития сходны у всех исследованных форм. Однако продолжительность стазиса у них неодинакова: у *L. brevicephalus* происходит сокращение стазиса до 1–2 дней; у *L. macrophthalmus* и, особенно, *L. megastoma* происходит увеличение периода стазиса до 9–10 дней. Таким образом, были обнаружены различия во времени начала второго пика остеогенеза в черепе различных видов усачей, т.е. гетерохронии, которые могли привести к их стремительной морфологической дивергенции за счёт изменения коррелятивных связей (механические взаимодействия, биохимические индукции и др.) между различными костными и хрящевыми элементами черепа. Остеогенез *L. intermedius* отличается от других карповых уникальной последовательностью появления костей и существованием, по меньшей мере, 2–3 костей, развивающихся из двух центров оссификации, из которых pterosphenoideum и orbitosphenoideum не несут в себе ветвей канала боковой линии.

## Суточная активность тамарисковой песчанки *Meriones tamariscinus* Pall. (экспериментальные исследования)

*О.О. Буткевич<sup>1</sup>, А.Д. Миронов<sup>2</sup>, Т.Ю. Чистова<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Лаборатория экологии и функциональной морфологии высших позвоночных,  
ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

<sup>2</sup> Биологический институт Санкт-Петербургского государственного университета  
*E-mail: tachi@mail.ru*

**Введение.** Ритм активности особи может оказывать влияние на различные стороны ее жизнедеятельности. Например, периодика кормовой активности, а вследствие этого и степень и динамика наполнения желудочно-кишечного тракта, вероятно, может вызвать изменение скорости прохождения пищи. Для установления существования характера возможной связи между ритмами питания и особенностями прохождения кормов по пищеварительному тракту проведено исследование суточной и кормовой активности тамарисковой песчанки.

**Материал и методы.** Наблюдения проведены в экспериментальных манежах. Регистрацию поведения вели путем автоматической записи на 4-канальный видеорегистратор TD-2004W (triplex). Фиксировали всю деятельность грызунов в темное и светлое время суток. Обработку полученных данных по суточной активности проводили по хронобиологическим характеристикам: фаза активности, фаза покоя, подвижность, частота и длительность питания, посещение убежищ. Бюджет активного времени песчанок оценивали по длительности проявления основных видов деятельности. В работе представлен материал наблюдений за парой взрослых тамарисковых песчанок (самец и самка) из Московского зоопарка.

**Результаты и обсуждение.** Характерный для тамарисковых песчанок ночной образ жизни сохранился в созданных экспериментальных условиях. На долю активности в темное время суток приходилось в среднем от 86,3 до 99,6% общего времени активности. В светлое время суток отмечены отдельные выходы из домиков. Продолжительность пребывания вне укрытий составляет не более 1 минуты. Функционально подобные выходы трактуются нами как ориентировочно-защитные. Кормовое поведение в эти эпизодические выходы проявляется только в виде водопоя. Ночная активность песчанок начиналась сразу после наступления темноты. Форму активности можно охарактеризовать как сугубо ночную с неравномерным распределением 5–6 активных фаз. Основная деятельность сосредоточена в первой половине темного времени суток. Активность почти не прерывается заходами в укрытия. Особи пространственно подвижны. Кормовая активность характеризуется высокой частотой подходов к кормушкам, сопровождающихся лишь незначительным поглощением корма и числом их посещения в разных местах манежа. Во второй части ночи перерывы на отдых становятся чаще и продолжительнее. Интенсивность пробежек снижается, зверьки на длительное время задерживаются у кормушек. В среднем время общей суточной активности составило 361 мин. у самки и 283 мин. у самца на первом этапе наблюдений (при изолированном содержании) и 480 мин. у самки и 392 мин. у самца на втором этапе наблюдений (при совместном содержании). В день объединения пары резко возрастало время общей суточной активности за счет резкого увеличения активности в светлое время суток. Основная часть времени активности приходилась на ориентировочную деятельность (60,5% у самца и – 41,8% у самки). Кормовая активность составила 29,6% активного времени у самки и 19,3% времени у самца; двигательная активность – 19% у самки и у самца 14,4%. Длина пробега за сутки у самки была выше, чем у самца.

**Благодарности.** Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 09-04-01185-а).

## Симбиотическое разложение целлюлозы в пищеварительном тракте лосей (*Alces alces*) и маралов (*Cervus elaphus sibiricus*)

А.А. Варшавский

Лаборатория экологии и функциональной морфологии высших позвоночных,

ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: angmar1@yandex.ru

**Введение.** Лось *Alces alces* и благородный олень *Cervus elaphus sibiricus* – самые крупные представители семейства оленевых. В питании обоих этих видов большую роль играют веточные корма, однако между ними имеются и определённые различия – в рационе лоса в среднем больше грубых кормов, чем у марала. Для усвоения целлюлозы, которой богата древесная и травянистая пища, эти копытные используют ферментные комплексы микросимбионтов пищеварительного тракта, известные как целлюлазы. Ферментация у них, как и у прочих жвачных, происходит главным образом в многокамерном желудке – в сетке, рубце и книжке. Целлюлогидролазная активность (ЦА) является показателем того, насколько усваивается животным клетчатка в данный момент времени. Цель работы – исследовать ЦА в различных отделах пищеварительного тракта лосей и маралов, провести их сравнительный анализ и постараться выявить связи между ЦА, экологическими и физиологическими особенностями этих животных.

**Материал и методы.** Вскрытие животных производили не позднее, чем через 12 ч. после отстрела. Отбирались образцы содержимого ЖКТ из следующих органов: желудок по отделам – рубец (отдельно дорсальный и вентральный мешки), сетка и книжка; слепая и ободочная кишка. Пробы помещали в пластиковые пробирки с 86% глицерином объёмом 2 мл. Для экстракции ферментов пробы хранили в холодильнике при температуре 4-6°C не менее 30 дней. Активность целлюлогидролаз измеряли флуориметрическим методом на анализаторе «Флюорат-02-Панорама» (Россия). Результаты измерений анализировали методами ANOVA и его непараметрического аналога – теста Краскела-Уоллиса.

**Результаты и обсуждение.** Фактическое отсутствие ЦА в толстом кишечнике как лоса, так и марала можно считать закономерным, исходя из их типа ферментации. Относительно высокий уровень ЦА в рубце также подтверждает теорию. Причём в рубце обоих видов жвачных основным локусом ферментации целлюлозы является именно дорсальный мешок, в вентральном активность весьма невелика. Высокий уровень ЦА в книжке оказался поначалу неожиданным. Однако это можно интерпретировать тем, что в книжку после сепарации в сетке попадает более мелкодисперсный химус, и соотношение площади субстрата к объёму гораздо выгоднее, что и стимулирует секрецию ферментов. Стоит отметить, что, несмотря на высокую ЦА в книжке (у лосей даже выше, чем в рубце), вклад её в метаболизм зверя, очевидно, меньший, чем вклад рубца, просто из-за гораздо меньшего объёма. Значительная разница между маралом и лосем в уровне ЦА в сетке может оказаться и артефактом, связанным с малым объёмом выборки и большим индивидуальным разбросом данных. Тем не менее, весьма вероятно, что это связано с особенностями питания лосей и маралов. Лось, особенно зимой, когда были добыты исследованные особи, питается грубыми кормами – ветками и корой, степень измельчения невысока, и в рубце не лучшие условия для поверхностной ферментативной реакции. Уже в сетке, где происходит сепарация, больше измельчённого субстрата, соответственно, и выше общий уровень активности. С этим согласуется и максимальная ЦА в книжке у лосей. Полученные значения ЦА, в целом низкие по сравнению с исследованными нами видами мелких растительноядных млекопитающих, могут объясняться двояко. а) Известно, что у жвачных (по крайней мере, у домашнего скота) ведущими целлюлолитическими симбионтами являются одноклеточные анаэробные грибы, а не микроаэрофильные бактерии, в отличие от исследованных нами видов грызунов и зайцеобразных. Таким образом, возможно, что, в силу отличий физиологии целлюлолитических грибов и бактерий, условия отбора, консервации и хранения проб химуса жвачных должны быть не такими, как для проб из «кишечных ферментаторов», т. е., для изучения ЦА жвачных следует усовершенствовать методику. б) Меньшая удельная ЦА жвачных компенсируется объёмом ферментативных камер и относительно замедленным метаболизмом. В этом случае итоговая метаболическая ценность целлюлолитического комплекса симбионтов у жвачных и мелких фитофагов должна быть примерно одинакова.

**Благодарности.** Выражаю благодарность д.б.н. Е. И. Наумовой, к.б.н. Г. К. Жаровой, к.б.н. Т. Ю. Чистовой, д.б.н. А. А. Данилкину и к.б.н. М. В. Вечерскому.

## Возможно ли для самки размножение без репродуктивных плат? Загадка жизненного цикла жёлтого суслика (*Spermophilus fulvus*)

Н.А. Васильева

Лаборатория популяционной экологии, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: ninavasileva@gmail.com

**Введение.** Репродуктивные платы (reproductive costs) как неблагоприятные последствия размножения – одно из основополагающих понятий в поведенческой экологии и теории жизненных циклов (Stearns, 1976; Reznik, 1992). От размера репродуктивных плат зависит выбор между настоящим и будущим размножением, энергетический вклад в текущее размножение; он накладывает отпечаток на систему спаривания в популяции и весь жизненный цикл особи. Репродуктивные платы выражаются как в понижении жизнеспособности особи (survival costs), так и в снижении успеха будущего размножения (fecundity costs). Зимоспящие виды наземных беличьих – прекрасный объект для изучения этих плат у млекопитающих, так как за краткий период активности они должны и произвести потомство, и накопить жир к следующей спячке; откладывать размножение на будущий год для них может быть рискованно из-за высокого риска погибнуть зимой. Мы сделали попытку проанализировать репродуктивные платы на примере самок малоизученного жёлтого суслика – самого крупного вида р. *Spermophilus*.

**Материал и методы.** Наблюдения проводили в природном поселении в окрестностях с. Дьяковка Саратовской области в 2003–2008 гг.; особи (Nсамок=160) были индивидуально помечены пожизненными метками. Для каждой самки мы определяли 1) вышел ли из норы её выводок в текущем году («наличие выводка»); 2) размер выводка; 3) общую массу выводка (по отловам детёнышей  $\leq 7$  дней от дня выхода). На основе ежедневных наблюдений определяли количество детёнышей в выводке, доживших 1) до 14 дня после выхода из норы; 2) до годовалого возраста; определяли, пережила ли самка следующую зиму, её массу тела и упитанность в следующую весну ( $\leq 5$  дней от дня выхода из спячки).

**Результаты.** 1) *Возможное понижение жизнеспособности.* Ни наличие выводка (годовалые:  $\chi^2=0.01$ ,  $p=0.9$ ; взрослые:  $\chi^2=1.3$ ,  $p=0.3$ ), ни размер (погибшие:  $4.6 \pm 2.0$  (среднее  $\pm$  SD), выжившие:  $4.8 \pm 1.9$  детёнышей; годовалые:  $U=66$ ,  $p=0.2$ ; взрослые:  $U=353$ ,  $p=0.2$ ), ни общая масса выводка (погибшие:  $933 \pm 396$  г, выжившие:  $868 \pm 309$  г; годовалые:  $U=62$ ,  $p=0.2$ ; взрослые:  $U=178$ ,  $p=0.9$ ) не оказывали влияние на вероятность данной самки дожить до следующей весны. Также наличие выводка в прошлом году ( $t=0.6$ ,  $p=0.5$ ), размер ( $r_s=-0.03$ ,  $p=0.9$ ) и общая масса выводка ( $R=-0.15$ ,  $p=0.7$ ) не влияли на массу тела самки следующей весной ( $M_{\text{с выводком}}=527 \pm 85$  г,  $M_{\text{без выводка}}=510 \pm 91$  г); не было также выявлено влияния этих параметров на упитанность самки ( $U_{\text{с выводком}}=11.8 \pm 1.7$  г/мм,  $U_{\text{без выводка}}=11.8 \pm 1.5$  г/мм,  $p>0.1$ ).

2) *Влияние на последующее размножение.* Наличие выводка в предыдущем году не влияло ни на вероятность принести выводок (70% и 65% размножавшихся и неразмножавшихся самок принесли выводки на следующий год,  $\chi^2=0.03$ ,  $p=0.9$ ), ни на размер ( $U=350$ ,  $p=0.6$ ) и массу ( $t=0.2$ ,  $p=0.8$ ) выводка в следующем году, ни на количество детёнышей, доживших до 14 дней ( $U=556$ ,  $p=0.4$ ) и до годовалого возраста ( $U=583$ ,  $p=0.6$ ). Размер выводка в предыдущем году (тест Манна-Уитни, корреляция Спирмана,  $p>0.1$ ) и его масса (t-критерий, корреляция Спирмана,  $p>0.1$ ) также не ни на один из показателей размножения самки в последующем году.

**Обсуждение.** Несмотря на то, что масса выводка могла быть намного больше весенней массы тела самки (вклад в размножение у многих самок был высок), мы не выявили неблагоприятных последствий ни для последующего выживания, ни для будущего размножения самки. Негативное влияние предыдущего размножения на последующее могло не быть обнаружено, во-первых, в случае, когда самка быстро и успешно компенсирует расходы на предыдущее размножение. Во-вторых, если самка даже в плохом физическом состоянии после предыдущего репродуктивного вклада, всё равно делает максимальный вклад в текущее размножение, так как в любом случае её шансы дожить до следующего репродуктивного сезона низки. В случае жёлтого суслика, одинаковая вероятность пережить зиму у самок независимо от величины репродуктивного вклада, и отсутствие влияния предыдущего размножения на массу тела следующей весной говорят в пользу первого объяснения и против второго. То есть, самки *S. fulvus*, по-видимому, способны быстро компенсировать расходы на размножение, что неожиданно в свете экстремально длительной спячки этого вида (до 9 мес). Это согласуется с полученными нами ранее данными о необычно быстром росте молодых особей этого вида (Васильева и др., 2009), но вопрос о причинах этих явлений пока остаётся открытым. Работа выполнена при поддержке РФФИ (10-04-01304а).

## К методике изучения остеологического материала из археологических памятников

*Д.Д. Васюков*

Лаборатория биогеоценологии и исторической экологии им. В.Н. Сукачёва ИПЭЭ РАН,

ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

*E-mail: tipa2128506@gmail.com*

**Введение.** В археозоологических исследованиях существует ряд методических проблем, требующих отдельной разработки. Материал, который имеют на руках археозоологи, как минимум, вторичен по отношению к природной среде. Нельзя забывать, что археозоологический материал и основанные на нём результаты являются производными компонентов экосистем. За неимением других возможностей, историко-экологические исследования построены именно на этих производных. Поэтому очень важно выявлять и иметь в виду тафономические особенности при работе с археологическими памятниками. В данной работе рассматриваются структуры одного археологического памятника разного генезиса, накапливавшиеся с разной скоростью.

**Материал и методы.** Объектом этого исследования являются кости морских млекопитающих, найденные в процессе археологического раскопок древнеэскимосского поселения морских зверобоев Пайпельгак (побережье Чукотского моря). В ходе раскопок пос. Пайпельгак выявлялись отдельные структуры, такие как помещения жилищ, мясные ямы или крупные скопления костей. Остеологический материал собирался из этих структур отдельно от остальной массы культурного слоя, который формировался в течение нескольких столетий. Таксономическая принадлежность найденных костей животных определялась с помощью сравнительной остеологической коллекции нашей лаборатории. При определении учитывалось наибольшее число параметров, доступных для визуального наблюдения – сторона тела, к которой принадлежали кости, присутствие или отсутствие эпифизов, наличие погрызов, порезов, следов термической обработки и пр.

**Результаты и обсуждение.** Результатом десятилетних раскопок поселения Пайпельгак явилась крупная выборка остеологического материала. Число костей морских млекопитающих составляет примерно 35 000. Практически все определённые кости морских млекопитающих принадлежат ластоногим – обычным обитателям северных морей – моржу (13,6%), лахтаку (7,3%), кольчатой нерпе (78,9%) и ларге (0,1%). Соотношения разных элементов скелета друг к другу в отдельно взятых структурах отличались. Разница в пропорциях между разными элементами скелета тюленей (в норме односторонние кости конечностей относятся друг к другу как 1:1) была выше в скоплениях, мясных ямах и помещениях жилищ, чем в выборке костей из остальной массы культурного слоя. Подобная картина не должна удивлять, если иметь в виду скорость и характер накопления этих структур. Скопления, мясные ямы и аналогичные им структуры, как правило, накапливаются в течение очень короткого отрезка времени, обычно не дольше нескольких дней, в отличие от общей массы культурного слоя. Состав этих кратковременных накоплений определяется почти исключительно человеческим фактором. Кости в культурном слое происходят, по сути, оттуда же, откуда кости в скоплениях, но культурный слой формируется долго. За большой интервал времени на этот материал действует намного большее количество факторов, снижающих заданную человеком диспропорцию элементного состава, уравнивающих вероятность «потери» различных элементов в выборке. Для иллюстрации данного заключения мы подсчитали количество диафизов, комплементарных эпифизам, в разных структурах. Оказалось, что эпифизы подходят к диафизам в четыре раза чаще в скоплениях, чем в общей массе культурного слоя. Это наблюдение говорит о большей интактности костей в скоплениях, подверженности меньшему числу деструктивных и перемешивающих факторов, и, соответственно, меньшей потери костей в процессе захоронения. Эти и многие другие подобные наблюдения необходимы для интерпретации зоологического материала. Поэтому необходимо не только устанавливать структурную гетеро- или гомогенность археологического памятника, но и собирать и анализировать ископаемый материал отдельно, чтобы учитывать, по возможности, все искажения, вносимые различным генезисом этих структур.

**Благодарности.** Выражаю благодарность своему научному руководителю, А.Б. Савинецкому, и всем коллегам нашей лаборатории за критические замечания и советы. Особо признателен К.А. Днепровскому – многолетнему руководителю Чукотской Археологической Экспедиции – и всем остальным, так или иначе способствующим выполнению данной работы.

Работа выполнена при поддержке программ «Происхождение биосферы и эволюция гео-биологических систем», «Живая природа: современное состояние и проблемы» и «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий».

## Трофические связи млекопитающих прибрежных экосистем Чукотки

*Е.Н. Горлова*

Лаборатория биогеоценологии и исторической экологии им. В.Н. Сукачева,

ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

*E-mail: gorlova.k@gmail.com*

**Введение.** Трофическая структура – важный фактор, характеризующий состояние экосистем. Цепи из продуцентов и консументов различных порядков образуют сложные сети, определяющие пути переноса вещества и энергии. Знание о положении каждого из членов биологического сообщества в этой трофической сети позволяет не только отследить перенос тех или иных компонентов, но и предсказать различного рода нарушения, связанные как с антропогенным влиянием, так и с естественными экзогенными факторами. Изучение спектров питания обычными методами не всегда позволяет точно оценить вклад тех или иных пищевых источников и выявить истинное положение животного в трофической сети. Изотопный анализ азота, вследствие различий во фракционировании тяжелого и легкого изотопов в процессе потребления пищи, позволяет выявить относительное трофическое положение животного. А пространственное детерминирование во фракционировании изотопов углерода позволяет разделить пути различных пищевых источников.

**Материал и методы.** В работе представлен изотопный состав коллагена костей современных (9 видов, 27 проб) и ископаемых (6 видов, 31 проба) млекопитающих Чукотского полуострова. Современные пробы были взяты от скелетов, хранящихся в эталонной остеологической коллекции лаборатории биогеоценологии и исторической экологии им. В.Н. Сукачева (ИПЭЭ РАН). Ископаемый материал, датируемый концом XIII – серединой XV вв., был получен при исследовании Дежнёвского археологического памятника, расположенного на побережье Берингова пролива. Для удаления карбонатов костяную стружку отмывали в 1М HCl при  $t = 2-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а затем растворяли коллаген в растворе HCl с  $\text{pH} = 2-2,5$  при  $t = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$  и высушивали. Изотопный состав образцов определялся при использовании масс-спектрометра (Thermo Finnigan DeltaV Plus, ИПЭЭ РАН). Анализ велся с использованием стабильных изотопов азота и углерода.

**Результаты и обсуждение.** По изотопному составу четко разделяются животные, относящиеся к наземным ( $\delta\text{C}^{13}$  от  $-23\text{‰}$  до  $-20\text{‰}$ ) и морским (от  $-15\text{‰}$  до  $-12\text{‰}$ ) трофическим сетям. Кроме того, в морских экосистемах трофические цепи как правило длиннее, что выражается в более высоких значениях  $\text{dN}15$ .

Наземные млекопитающие представлены двумя хищниками – бурым медведем и песцом. Оба этих вида занимают схожее трофическое положение. Питание большинства особей базируется на наземных ресурсах, тогда как вклад морских ресурсов, вероятно, очень незначителен ( $\delta_{\text{ср.}} \text{N}^{15} = 7,7\text{‰}$ ;  $\delta_{\text{ср.}} \text{C}^{13} = -21,3\text{‰}$ ). При этом отмечено присутствие единичных особей, питание которых, можно рассматривать как смешанное ( $11,1\text{‰}$ ;  $-17,6\text{‰}$ ).

Морские млекопитающие в исследовании представлены четырьмя видами ластоногих (кольчатая нерпа, ларга, лахтак и морж), тремя видами китообразных (гренландский, серый киты и белуха) и одним хищником (белым медведем). Вершину трофической сети в морской экосистеме занимает белый медведь, являясь консументом самого высокого порядка ( $\delta_{\text{ср.}} \text{N}^{15} = 22,8\text{‰}$ ). На один трофический уровень ниже стоят мелкие тюлени – ларга ( $19,0\text{‰}$ ) и нерпа ( $18,4\text{‰}$ ), и белуха ( $19,1\text{‰}$ ) – хищники, в питании которых большую роль играет рыба. Еще более низкое положение занимают бенто- и планктонофаги – лахтак ( $17,3\text{‰}$ ), серый кит ( $15,1\text{‰}$ ), морж ( $12,8\text{‰}$ ) и гренландский кит ( $7,4\text{‰}$ ).

Таким образом, ясно, что полученные результаты, в целом совпадают с имеющимися в литературе сведениями по питанию прибрежных видов. Изотопный анализ позволил уточнить взаимное расположение млекопитающих в общей трофической сети.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (12-04-00655) и программ «Живая природа: современное состояние и проблемы» и «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий».

**Благодарности.** Автор выражает благодарность за помощь в проведении изотопного анализа д.б.н. Тиунову А.В. (ИПЭЭ РАН).

## Молекулярно-генетические особенности кавказской бурозубки *Sorex satunini* Ogn. в сравнении с обыкновенной бурозубкой *Sorex araneus* L. (Mammalia)

О.О. Григорьева

Лаборатория микроэволюции, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: grig\_forever@mail.ru

**Введение.** Таксономическая структура прежнего большого политипического вида обыкновенной бурозубки *Sorex araneus* L. была разработана с использованием цитогенетических и молекулярных методов. Пять выделенных при этом криптических видов, *Sorex araneus*, *S. satunini*, *S. antinorii*, *S. granarius* и *S. coronatus* не имеют хороших морфологических диагностических особенностей, но хорошо отличаются по кариотипам. У четырех видов этой группы в разной степени изучен ядерный и митохондриальный геномы, и только исследования одного вида, *S. satunini*, до последнего времени ограничивались общим описанием тотально окрашенного набора хромосом. Нам показалось интересным сравнить генетическую изменчивость *S. satunini* и *S. araneus* по микросателлитной и митохондриальной ДНК.

**Материал и методы.** Отлов кавказской бурозубки *Sorex satunini* Ogn., подвида Темботова *S. s. tembotovi*, замещающего обыкновенную бурозубку проводился в междуречье Дона и Кубани, в долине р. Бейсуг (45°40' / 39°41'). Образцы обыкновенной бурозубки взяты из различных регионов европейской части России.

Для микросателлитного анализа использованы образцы печени 180 экз. обыкновенной бурозубки и 14 экз. кавказской бурозубки *S. s. tembotovi*. Для анализа гена цитохрома *b* взяты 61 экз. обыкновенной бурозубки и 7 – *S. s. tembotovi*. 70 последовательностей ДНК взяты из ГенБанка. Анализ микросателлитной и мтДНК проводили с использованием программного обеспечения HP-RARE, FSTAT v.2.9.3, GENEPOP v.4, MICRO-CHECKER, BOTTLENECK v.1.2.02., SEQMAN v.4.05, BIOEDIT v.7.0.9.0, MEGA v.5, NETWORK v.4.6.0.0.

**Результаты и обсуждение.** У обыкновенной бурозубки отмечено 16 уникальных аллелей (60%), не встречающихся у бурозубки Темботова. В то время как для рас обыкновенной бурозубки общее количество аллелей на locus колебалось от 1 до 5, для бурозубки Темботова было характерным наличие одного-двух аллелей. Уникальных аллелей у бурозубки Темботова не отмечено, что может быть связано с небольшим размером выборки и низким уровнем полиморфизма исследованной популяции. Интересным оказалось обнаружение диагностического аллеля L2 – по нему образцы бурозубки Темботова не проходят амплификацию. Для данного подвида характерен небольшой дефицит гетерозигот, наблюдаемая гетерозиготность была значительно ниже, чем в выборках обыкновенной бурозубки.

Для изучения процессов изоляции нами была сопоставлена генетическая изменчивость популяций обыкновенной бурозубки с популяцией подвида *S. s. tembotovi*. Все тесты на прохождение «бутылочного горлышка» с высокой степенью достоверности выявили наличие этой стадии у изолированной популяции бурозубки Темботова. Кавказская бурозубка распространена не только в альпийском и лесном поясах Кавказа, но и в интразональных луговых и лесных биотопах небольших рек в зоне степей Предкавказья. В последние две тысячи лет изоляция этого вида могла усилиться за счет распространения сухих степей Восточной Европы на равнинах Предкавказья.

В результате анализа полученных нами последовательностей гена цитохрома *b* было обнаружено 79 вариативных позиций у изучаемых образцов *S. araneus* и 56 – у *S. satunini*. Число гаплотипов *S. araneus*, было равно 43, в то время как у *S. satunini* было выявлено лишь три. Большинство замен были синонимичными (68,35% у *S. araneus*, 94,44% у *S. satunini*) и являлись транзициями. Как и в остальных работах по гену *cyt b* различных видов *Sorex*, мы наблюдали дефицит гуанина (13,76%) при сбалансированности остальных нуклеотидов (29,00% тимина, 29,09% цитозина, 28,15% аденозина). Гаплотипическое разнообразие *S. araneus* в среднем оно было высоко в исследованной выборке ( $0,939 \pm 0,026$ ). Нуклеотидное разнообразие было невысоким ( $0,00655 \pm 0,005$ ). В выборке *S. satunini* мы наблюдали высокое гаплотипическое и нуклеотидное разнообразие, что может быть следствием подразделенности выборки. *S. satunini* образует две отдельные гаплогруппы. Первая, тип *A*, является наиболее генетически удаленной (*p*-дистанция с *S. araneus* составляет). Мы считаем ее исходной. Вторая группа представлена гаплотипами типа *B*, близкого к *S. araneus*, подобно *S. antinorii* и *S. granarius* (*p*-дистанция составляет 2,2%).

**Выводы.** В исследованной популяции кавказской бурозубки обнаружена низкая генетическая изменчивость, что может быть следствием ленточных поселений по долинам небольших степных рек в междуречье Кубани и Дона. В популяции кавказской бурозубки отмечены две группы гаплотипов гена *cyt b*. Первая группа, генетически наиболее обособленная в надвиде, рассматривается как исходная для *S. satunini*. Вторая, отстоит от *S. araneus* на такой же дистанции, как *S. antinorii* и *S. granarius* и может быть результатом интрогрессии от какой-то плейстоценовой формы, но не от современной обыкновенной бурозубки.

## Потоки влаги в тропическом муссонном лесу Южного Вьетнама в сухой сезон

О.А. Дещеревская

<sup>1</sup>Лаборатория биогеоценологии и исторической экологии, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: olga.alek.de@gmail.com

**Введение.** Функционирование муссонных, сезонно-влажных тропических лесов Юго-Восточной Азии сравнительно мало изучено по сравнению с влажными тропическими лесами. Между тем, метаболизм муссонных лесов значительно отличается от метаболизма влажных лесов в силу наличия двух выраженных сезонов. Длительное отсутствие осадков в сухой сезон служит неблагоприятным фактором для переменного-влажных лесов. Леса Вьетнама, которые занимают около 30% площади страны, играют важную роль для стабилизации климата в регионе. Изучение вертикальных потоков влаги в лесной экосистеме позволяет оценить реакцию леса на изменение условий окружающей среды, в том числе выявить специфику функционирования леса в экстремальных погодных условиях. С ноября 2011 г. в Южном Вьетнаме ведутся автоматические измерения потоков тепла, влаги и CO<sub>2</sub> над тропическим муссонным лесом методом пульсационных наблюдений. Точка пульсационных наблюдений в Кат Тиене – первая во Вьетнаме, между тем как во всем мире уже более 500 аналогичных точек измерений.

**Материал и методы.** Вертикальные потоки влаги в муссонном тропическом лесу оценивались для сезонно-влажного леса национального парка Кат Тиен в Южном Вьетнаме (11°26'30"N, 107°24'04"E, абсолютная высота 144 м). Точка наблюдений расположена на выровненном дренированном участке парка. В лесу фоновыми отмечены более 80 видов деревьев, в структуре древостоя выделяются 3–5 ярусов, средняя высота деревьев – 35–37 м. Почвы – красноцветные на базальтах. Анализировались данные измерений компонентов водного баланса (осадки; суммарное испарение; осадки, достигшие земли под пологом леса; влага, просочившаяся в почву на глубину 50 см) с 16 ноября 2011 г. по 22 февраля 2012 г. Осадки над пологом леса измерялись осадкомером TE525MM (Texas Electronics, USA). Суммарное испарение рассчитано по данным пульсационных наблюдений (измерения вертикальной скорости ветра и концентрации водяного пара в воздухе с частотой 10 Гц). Пульсационная аппаратура – ультразвуковой анемометр CSAT3 (Campbell Scientific, USA) и инфракрасный газоанализатор LI7500A (Li-Cor, USA), а также осадкомер были установлены на высоте 50 м на метеорологической вышке. Осадки, достигшие земли, измерялись при помощи 20 осадкомеров, расставленных по трансекте около метеорологической вышки. Объемная влажность почвы измерялась пятью рефлектометрами CS616 (Campbell Scientific, USA). Влага, просочившаяся в почву, измерялась пятью лизиметрами, верх приемной воронки которых находился на глубине 50 см в почве.

**Результаты и обсуждение.** За 3 месяца сухого сезона (середина ноября–середина февраля) сумма осадков составила 118 мм. Зима 2012 г. была значительно более влажной, чем обычно (норма за 3 месяца – 65.2 мм). Суммарное испарение составило 84 мм, или 3.67 мм/день, что близко к аналогичным измерениям на станциях пульсационных наблюдений в тропических лесах. Для замыкания водного баланса требуются также данные по поверхностному стоку в Кат Тиене. Перехват осадков (количество осадков, задержанных листьями и испарившихся обратно в атмосферу, не достигнув почвы) составил 13.4 мм (11%), или около 0.9 мм за дождь, не зависел от величины выпавших осадков. Объемная влажность почвы на глубине 5 см колебалась от 12 до 42% и в среднем за период понизилась на 10%. После дождей (до 24 мм/сут) до глубины 50 см влага не добиралась. Таким образом, даже в относительно «влажный» сухой сезон сохранялся непромывной режим почв. Объемная влажность верхнего горизонта почвы после дождей регулярно повышалась до 25–30%. В самые сухие периоды испарение оставалось на среднем уровне. За период наблюдений вследствие регулярных и повышенных относительно нормы сумм осадков экстремально сухих условий не выявлено. Первые данные о потоках влаги в муссонном тропическом лесу Южного Вьетнама сравнимы с аналогичными данными по Юго-Восточной Азии и могут служить для оценки функций и состояния лесной экосистемы в изменяющихся условиях среды.

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность Тропическому центру и администрации национального парка Кат Тиен.

## Многолетняя динамика изменения видового состава и распределения брюхоногих моллюсков в мангровых посадках в заливе Ня Чанг

С.С. Звонарева, Ю.И. Кантор

Лаборатория экологии и морфологии морских беспозвоночных, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: sonyazv@mail.ru

**Введение.** Мангровые заросли имеют большое экономическое и экологическое значение, так как являются высокопродуктивной экосистемой. За последние десятилетия в Юго-Восточной Азии площадь, занимаемая мангровыми зарослями, сильно сократились. Поэтому реабилитация деградировавших ассоциаций, искусственные посадки и их дальнейший мониторинг являются актуальными задачами. Моллюски являются доминирующим компонентом макрофауны беспозвоночных в мангровых сообществах. Они являются важным звеном между первичной продукцией и консументами высших уровней пищевой цепи. Таким образом, они играют огромную роль в структуре и функционировании мангрового сообщества, поэтому могут служить биоиндикатором для мониторинга изменений в нем.

**Материалы и методы.** Основным материалом для данной работы послужили качественные и количественные сборы 2005–2011 годов (весной 2005 г., осенью 2006 и 2008 гг., в 2009, 2010 и 2011 гг. весенние и осенние съемки) в заливе Дам Бэй острова Че, в мангровых посадках 2004-го г. Количественные пробы отбирались в трех горизонтах литорали при помощи металлической рамки 0,11 м<sup>2</sup>, 0,026 м<sup>2</sup>, дночерпателем площадью 0,1 м<sup>2</sup> (по 3–5 проб в каждом горизонте) либо трубкой диаметром 5 см (4 пробы по 10 трубок). Также были произведены качественные сборы в естественных мангровых ассоциациях в национальном парке Кан За и на острове Ня Фу в деградирующих под антропогенным воздействием ассоциациях. Пробы были промыты, и животные зафиксированы 70% спиртом. В лаборатории произведена идентификация брюхоногих моллюсков до видов, подсчет и взвешивание моллюсков каждого вида в каждой пробе.

Была определена плотность и биомасса (на 1 м<sup>3</sup>) каждого вида моллюсков в пробе, в горизонте литорали и в ассоциации для каждой съемки. С помощью программы PRIMER. Были вычислены матрицы сходства биомассы, плотности и присутствия/отсутствия видов по критерию Брая-Кертиса между пробами, горизонтами и ассоциациями. По матрицам сходства проведен кластерный анализ и MDS ординация.

**Результаты и обсуждение.** В заливе Дам Бэй за все годы было найдено 46 видов брюхоногих моллюсков, причем, только 27 из них найдены живыми. Это сопоставимо с числом видов, найденным в мангровых ассоциациях других регионов Юго-Восточной Азии. Количество найденных за съемку видов сильно менялось от года к году, от 6 видов в 2005 г. и 3 в 2006 г. до 24 видов осенью 2011 гг.. Наиболее массовыми видами брюхоногих моллюсков были *Clithon oualaniensis*, *Cerithideopsis cingulata*, *Batillaria sp.* и *Clypeomorus bifasciata*, доминирующие по численности и плотности. Эти виды не являются истинно мангровыми, они широко встречаются также на илистых литоральных. Истинно мангровые виды брюхоногих моллюсков, например, *Cerithium corallum*, *Hebra crenolirata*, *Littoraraia scabra*, появляются начиная с 2008 г. В ассоциациях Кан За и Ня Фу было найдено 16 и 15 видов. MDS ординация съемок по видовому составу показывает, что наиболее сильно отличаются от естественных ассоциаций съемки 2005 и 2006 гг., а более поздние приближаются к ним. Таким образом, видовой состав брюхоногих моллюсков, населяющих мангровые посадки залива Дам Бэй, постепенно приближается к таковому естественных ассоциаций.

Общая биомасса и плотность моллюсков возросла от 30,5 г/м<sup>2</sup> и 40,4 м<sup>-2</sup> весной 2005 г., 11,4 г/м<sup>2</sup> и 121,5 м<sup>-2</sup> осенью 2006 г., до 163,4 г/м<sup>2</sup> и 751,7 м<sup>-2</sup> осенью 2011 г. Это хорошо согласуется с литературными данными, согласно которым плотность и биомасса макробентоса достигает максимума на 8–10 годы после посадки. Наибольший вклад в биомассу и плотность дают четыре уже перечисленных выше вида (от 60 до 100% общей плотности, и от 50 до 100% общей биомассы). А вид *Batillaria sp.* может давать до 90% общей плотности и 95% общей биомассы. То, что к осени 2009 года биомасса и численность настоящего мангрового вида *Cerithium corallum* заметно повышается, может свидетельствовать о том, что доля мангровых моллюсков среди всех моллюсков, найденных в заливе, растет не только по числу видов, но и по биомассе и плотности.

Из кластерных анализов проб в каждой съемке видно, что в большинстве случаев верхний и средний горизонты сходны по всем параметрам и четко отделяются от нижнего горизонта, где плотность, биомасса и разнообразие наименьшие. Но в кластерном анализе проб осени 2010 г. средний и верхний горизонты разделяются по биомассе, а осенью 2011 г. по плотности. Это может свидетельствовать о том, что фауна брюхоногих моллюсков искусственных посадок мангров в заливе Дам Бэй по структуре и распределению постепенно приближается к фауне естественных мангровых ассоциаций, где отчетливо выражена зональность.

## Валидация и использование неинвазивной методики оценки уровня кортизола у дальневосточного леопарда (*Panthera pardus orientalis*)

Е.А. Иванов

Лаборатория поведения и поведенческой экологии млекопитающих,

ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: evgivanov@ya.ru

**Введение.** Применение неинвазивных методов оценки гормонального статуса у животных имеет ряд преимуществ по сравнению с измерением концентрации гормонов непосредственно в плазме крови. Измерение концентрации стероидных гормонов и их метаболитов в экскретах животных позволяет избежать влияния экспериментальной процедуры на гормональный статус животного и снизить влияние суточных колебаний концентрации гормонов. В природных условиях использование неинвазивных методов позволяет избежать отлова животного и проанализировать значительно большее количество образцов.

Однако у разных видов стероидные гормоны выделяются с мочой и экскрементами в виде разного набора метаболитов. Кроме того, антитела, используемые для иммуноферментного анализа, не стандартизированы и обладают разной специфичностью. Для получения достоверных результатов необходимо для каждого нового вида проводить валидацию имеющихся антител.

Наиболее простыми и универсальными являются методы биологической валидации, предполагающие измерение концентраций гормонов и их метаболитов в экскретах животного в моменты разной активности исследуемых желёз. Это может быть измерение метаболитов половых гормонов в период гона и покоя репродуктивной системы у животных с сезонным размножением, сравнение уровня метаболитов половых гормонов у детёнышей и половозрелых особей, либо сравнение концентрации метаболитов глюкокортикоидов до и после стрессирующих воздействий на животное. Также активация желёз может быть вызвана искусственно, при введении соответствующих тропных гормонов.

**Материалы и методы.** Для анализа концентраций метаболитов кортизола использовали коммерческие наборы «ИммуноФА-КОРТИЗОЛ» компании «Иммунотех» (Москва, Россия), использование которых было валидировано ранее для дальневосточного лесного кота. В работе использовалась одна самка дальневосточного леопарда. Для валидации методики неинвазивной оценки уровня глюкокортикоидов был проведён тест с транспортировкой животного. Экскременты собирали ежедневно в течение 13 дней до транспортировки и, затем, в течение 9 дней непосредственно после перевозки животного.

Для сравнения гормонального статуса леопардов в зимний период в неволе и природе образцы собирали на Юго-Западе Приморья и в зоопитомнике московского зоопарка. В зоопитомнике образцы собирали от 5 животных 2–4 раза в месяц на протяжении всего года, на Юго-Западе Приморья образцы собирали во время маршрутных учётов 2010 и 2011 гг. (44 образца).

Экстракцию стероидных гормонов проводили по стандартной методике (Jewgenow et al., 2006). Концентрация стероидов в экстракте определялась методом иммуноферментного анализа с использованием планшетного спектрофотометра Multiscan EX.

**Результаты и обсуждение.** Средняя концентрация метаболитов кортизола в экскрементах животного до перевозки составила  $257 \pm 17$  нг/г ( $n=13$ ). В экскрементах собранных на следующий день после перевозки концентрация возросла до 1078 нг/г. Пик концентрации метаболитов кортизола в экскрементах леопарда превышал среднее значение более чем на 2 среднеквадратичных отклонения и, таким образом, достоверно отличался от него. В дальнейшем уровень метаболитов кортизола постепенно снижался, к 9 дню достигнув концентрации в 264 нг/г.

В неволе концентрация метаболитов кортизола в экскрементах леопарда незначительно изменялась в течение года и составляла в среднем  $201 \pm 24$  нг/г. В феврале концентрация метаболитов кортизола составляла в среднем  $216 \pm 12$  нг/г. В образцах из природы концентрация метаболитов кортизола в среднем за два года составила  $829 \pm 126$  нг/г. В 2010 году она была  $537 \pm 142$  нг/г; в 2011 –  $951,6 \pm 164$  нг/г.

Полученные в результате экспериментов данные позволяют говорить о том, что наборы «ИммуноФА-КОРТИЗОЛ» пригодны для оценки активности ГГНС дальневосточного леопарда.

Результаты оценки гормонального статуса животных в условиях неволи и в природе позволяют предположить, что в природе в зимний период леопарды значительно сильнее подвержены стрессорным воздействиям. Различия в концентрациях метаболитов кортизола в 2010 и 2011 гг. позволяют предположить влияние погодных условий на физиологическое состояние особей.

## Влияние повышенного уровня тиреоидного гормона на развитие осевого скелета карповых рыб

Д.В. Капитанова, Ф.Н. Шкиль

Лаборатория постнатального онтогенеза, Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН

E-mail: darya-kapitanova@yandex.ru

**Введение.** Тиреоидные гормоны (ТГ) играют ключевую роль в регуляции онтогенеза костистых рыб, в частности, определяют сроки и темпы многих онтогенетических процессов. Однако участие ТГ в развитии скелета рыб остается малоизученным. Целью настоящего исследования является изучение влияния повышенного уровня ТГ на развитие осевого скелета двух видов карповых рыб – большого африканского усача *Labeobarbus intermedius* и *Danio rerio*, модельного вида биологии развития.

**Материал и методы.** В ходе эксперимента икра, а затем личинки и молодь обоих видов выращивались в двух гормональных режимах: контроль – естественный уровень ТГ; и повышенный уровень ТГ, обеспечиваемый за счет добавления в воду трийодтиронина (1 нг/мл). Ежедневно производилась фиксация от 5 до 10 особей из каждой группы в 4% растворе формалина. Фиксированный материал подвергался дифференциальной окраске костных и хрящевых тканей с последующим просветлением общепринятыми методами. Всего было изучено более 1500 окрашенных препаратов личинок и молоди рыб.

**Результаты и обсуждение.** Обнаружено, что повышенный уровень ТГ вызывает множественные отклонения от нормального развития осевого скелета у изученных видов рыб, однако скелетные элементы реагируют не одинаково, т.е. демонстрируют разную ТГ-реактивность. Не было отмечено изменения сроков появления и темпов развития тел позвонков, ребер, скафиума Веберова аппарата (ВА), боковых отростков второго позвонка, гемальных дуг и остистых отростков второго преурального позвонка хвостового плавника, паргипуралии, большинства гипуралий. Такие структуры, как невральные и гемальные дуги позвонков, проксимальные и дистальные радиалии спинного и анального плавников, большинство лучей непарных плавников, не изменяют сроков своего появления, но изменяют темпы своего развития, что приводит к изменению их размеров и формы во взрослом состоянии. Так, гемальные и невральные дуги второго и третьего преуральных хвостовых позвонков, в норме отличающиеся от дуг предыдущих позвонков расширенными остистыми отростками, в большинстве случаев под действием ТГ приобретают сходную с дугами остальных позвонков морфологию. Отмечена утрата ряда элементов осевого скелета у рыб, выращенных в условиях повышенного уровня ТГ. У многих особей не было обнаружено появления парных центров кальцинации в хрящах невального комплекса ВА, связанных с дугами третьего и четвертого позвонков; последней гипуралии, эпуралии и некоторых основных и дополнительных лучей в хвостовом плавнике; первого неветвистого луча в спинном плавнике и одной-двух последних супраневралий.

Обнаружены межвидовые различия в реакции на повышенный уровень ТГ. У *D. rerio* наблюдаются следующие нарушения, не отмеченные у усачей: не происходит формирования восходящего и сочленовного отростков intercalarium, входящего в состав ВА; в составе невального комплекса ВА, наряду с отсутствием супрадорзалий, также не формируется супраневралия-2 и отсутствует мембранное окостенение супраневралии-3; не формируется центр ugal-2, в норме входящий в состав уростиля. Отмечены изменения во времени появления некоторых структур: супраневралия-3 невального комплекса и кластер появляются раньше, а боковые отростки первого позвонка и супраневралии – позже, чем в норме.

Кроме того, у обоих видов рыб обнаружена внутривидовая изменчивость ТГ-реактивности – от почти полного отсутствия реакции до многочисленных нарушений развития различных структур. В основном, нарушения развития под действием ТГ носят системный характер. Таким образом, можно заключить, что повышенный уровень ТГ оказывает значительное влияние на развитие осевого скелета изученных видов рыб, что отражается на морфологии взрослых животных. Выявлена высокая степень изменчивости ТГ-реактивности как отдельных структур осевого скелета, так и организмов в целом.

Исследование было проведено в рамках Совместной российско-эфиопской биологической экспедиции (JERBE) и частично финансировано с помощью гранта РФФИ (10-04-00787-а), а также гранта Президента РФ (МК-2026.2011.4).

# Происхождение и современная структура волжских популяций тюльки *Clupeonella cultriventris* (Nordmann, 1840) (Clupeiformes, Clupeidae)

Д.П. Карабанов

Лаборатория экологии водных сообществ и инвазий, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

Лаборатория экологии рыб ИБВВ РАН

E-mail: dk@ibiw.yaroslavl.ru

**Введение.** К проблеме биологических инвазий в последнее время приковано пристальное внимание мировой общественности на самом высоком уровне. Согласно принятым международным обязательствам в нашей стране чужеродные виды также не оставлены без присмотра. Под биологическими инвазиями понимаются все случаи проникновения живых организмов за пределы их исторического ареала (Дгебуадзе, 2002). В водохранилищах Верхней Волги присутствуют все примеры «неаборигенных рыб». У нас есть и «северные» вселенцы в лице ряпушки (*Coregonus albula*), и «южный» инвазивный вид (черноморско-каспийская тюлька *Clupeonella cultriventris*), а также в рыбном сообществе постоянно присутствуют гибриды местных видов.

**Материал и методы.** Материал для работы собран в 2002–2011 гг. на акватории водохранилищ р.Волги, р.Маныч и р.Дон, а в качестве сравнения – выборки *C. cultriventris* и *C. engrauliformes* из Каспийского моря. Всего исследовано 17 выборок (от 40 до 120 особей в каждой) по 12 генетическим локусам. В качестве основного метода исследований был выбран диск-электрофорез полипептидов в полиакриламидном геле (Глазко, 1988; Walker, 2002). Для выявления ферментов в сложной смеси белков после электрофореза использованы реакции, специфичные для конкретной ферментной системы. При гистохимическом выявлении изоферментов пользовались общепринятыми методиками, основанными на базовых руководствах по выявлению ферментативной активности (Smith, 2002; Manchenko, 2003). Денситометрический анализ активности изоферментов проводили по индивидуальным электрофоретическим трекам с использованием пакета RFLPscan Plus v.3.12 (CSP, Inc.). Популяционно-генетический анализ проводился с использованием программы BIOSYS r.2 (University of Illinois, USA).

**Результаты и обсуждение.** Важным вопросом, разрешить который можно с применением методов генетико-биохимических исследований, является происхождение и быстрая экспансия Волжских популяций тюльки. Полученные данные демонстрируют генетическое единство всех популяций Волги. При анализе полученных данных методом Многомерного шкалирования в общем массиве можно условно выделить группу Нижневолжских и Верхневолжских популяций. Из общей структуры выделяется только тюлька Иваньковского водохранилища, а популяция Рыбинского водохранилища занимает промежуточное положение, что связано с формированием внутривидовой дифференцировки (Карабанов, 2011).

Для тюльки, расселившейся по всей Волге, генотипическое разнообразие проявилось в биохимических адаптациях на уровне изоферментов. Это чётко прослеживается на аллозимах мышечной лактатдегидрогеназы-А. Максимальная концентрация аллеля Ldh-A'120 наблюдается в Волге у г.Саратов, что разительно отличает эту популяцию от всех остальных. Вероятно, это связано с остатками реликтовой популяции пресноводной жилой тюльки, формировавшей пресноводные популяции пойменных озёр и ильменей Нижней Волги (Берг, 1948; Казанчеев, 1963). Возможно, что обитавшая до создания водохранилищ тюлька Саратовских затонов представляла собой жилую пресноводную физиологическую расу черноморско-каспийской тюльки. Вероятно, эта жилая популяция возникла в период Хвалынской трансгрессии Каспийского моря 20–40 тыс. л. назад (Бардюкова, 2007) и сохранилась в последовавший затем регрессионный период в системе пойменных Саратовских затонов. Длительное обитание в пресноводных экосистемах обусловило возникновение и закрепление ряда адаптаций к обитанию в условиях низкоминерализованных вод, что отразилось в существенном перераспределении аллельных частот локуса Ldh-A. Это предположение позволяет снять ряд вопросов, связанных с экспансией вселенца вверх по Волге. Так, длительное существование пресноводной популяции позволило выработать комплекс адаптаций к обитанию и размножению в низкоминерализованных водах. Вероятно, закрепление данных адаптаций было сопряжено с увеличением концентрации аллеля Ldh-A'120, которая и достигла наблюдаемого высокого уровня. Таким образом, после создания каскада Волжских водохранилищ наличие адаптаций для обитания в пресных водах позволило тюльке быстро освоить образовавшиеся новые биотопы и осуществить экспансию по всей Волге.

**Благодарности.** Автор выражает глубокую благодарность всем сотрудникам лаб. Эволюционной экологии ИБВВ РАН (зав.лаб. к.б.н. Ю.В.Слынько), а также д.б.н. Ю.Ю.Дгебуадзе (ИПЭЭ РАН) и к.б.н. А.А.Махрову (ИПЭЭ РАН) за постоянную поддержку и консультации на всех этапах работы. Работа выполнена в рамках проекта МК-1793.2011.4. Совета по грантам Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых.

## Роль глюкокортикоидов в рецепции половых феромонов у домашних мышей

*И.Г. Кваша, В.В. Вознесенская*

Лаборатория инновационных технологий, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

*E-mail: konungthorn@gmail.com*

**Введение.** Интерес к механизмам рецепции и кодирования в обонятельной системе обусловлен огромной ролью этой сенсорной модальности в организации социального поведения млекопитающих. Рядом работ показано прямое участие дополнительной обонятельной системы (ДОС) в формировании и реализации полового поведения самцов различных видов млекопитающих. Если говорить об изучении регуляции восприятия и анализа химических сигналов в обонятельной системе (ОС), то большая часть работ посвящена влиянию на эти процессы половых гормонов. Влияние гормонов стресса на рецепцию в ОС остается малоизученным. В то же время классическими исследованиями показано подавление репродуктивного поведения самцов различных видов млекопитающих под воздействием стресса. Именно этим объясняется наш интерес к исследованию влияния стресса на восприятие химических сигналов эстральной самки самцами домашней мыши на уровне периферического звена ДОС.

**Материал и методы.** В качестве объекта исследований использовали как домашних мышей лабораторной популяции, так и отловленных в природе. Мы содержали животных в общем помещении и оценивали ответ самцов на предъявление подстилки эстральной самки своего и чужого вида на уровне поведения, на гормональном уровне – подъем уровня тестостерона и на рецепторном уровне (специфический паттерн активации в рецепторном эпителии вомероназального органа). Половое поведение оценивали в стандартном тесте с парным ссаживанием. Предпочтение запаха эстральной самки оценивали в стандартном тесте с парным предъявлением запахов. Уровень стрессированности животных контролировался по уровню специфических метаболитов глюкокортикоидов в фекалиях. Уровень тестостерона и кортикостерона в плазме крови определяли методом гетерогенного твердофазного иммуноферментного анализа с использованием готовых наборов реактивов (DRG, USA). Для локализации рецепторов к минералкортикоидам, глюкокортикоидам и андрогенам в выстилке вомероназального органа мы использовали иммуногистохимический анализ.

**Результаты и обсуждение.** Ранее мы показали угнетение ответа рецепторных нейронов вомероназального органа (ВНО) на химические сигналы рецептивной самки под воздействием холодового и эмоционального стресса. Упомянутые виды стресса подавляют развитие Fos-иммунореактивности в рецепторной ткани ВНО самцов домашней мыши в ответ на предъявление подстилки, содержащей химические сигналы рецептивной самки. На уровне поведения показано, что стрессированные самцы домашней мыши не отдают предпочтения запаху эстральной самки по сравнению с запахом самки на стадии диэструса, хотя животные контрольной группы демонстрируют такого рода предпочтение. В настоящей работе мы исследовали экспрессию рецепторов к глюкокортикоидам, минералокортикоидам и андрогенам в рецепторном эпителии ВНО методами иммуногистохимии. Впервые показана иммунореактивность к рецептору глюкокортикоидов в рецепторной ткани ВНО. Иммунореактивность к рецептору андрогенов, так и к рецептору минералокортикоидов не выявлена. Присутствие иммунореактивности к рецептору глюкокортикоидов в рецепторной ткани ВНО позволяет предположить возможность прямого действия гормонов стресса на рецепторные клетки ВНО.

Поддержано РФФИ 10-04-01599а и МК- 709.2012.4.

## Влияние феромона кошачьих и его предшественника L-фелинина на репродукцию домовых мышей: этологические и физиологические механизмы

А.Б. Клинов, Т.В.Маланьина, В.В Вознесенская

Лаборатория инновационных технологий, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: artklinov495@gmail.com

**Введение.** Химические сигналы млекопитающих, как компоненты выделений животных в окружающую среду, являются обязательными элементами экосистем. Химические сигналы играют важную роль в формировании реакции избегания хищника потенциальной жертвой. Обогащение или обеднение окружающей среды подобными веществами может существенно влиять на темпы развития популяций, соотношение полов, выживаемость потомства, соотношение видов животных. Межвидовая химическая коммуникация оказалась наименее исследованной областью, и, в особенности, такой важный аспект, как: обмен химической информацией в системе «хищник-жертва». Целью работы являлось исследование влияния феромона кошачьих и его предшественника L- фелинина на репродуктивную функцию домовых мышей, а также выяснение возможных физиологических механизмов биологической активности использованной смеси.

**Материалы и методы.** В работе использовались как мыши аутбредной лабораторной популяции, так и отловленные в природе *Mus musculus*. Было использовано 3 основных подхода: поведенческий, эндокринологический и иммуногистохимический. Мы регистрировали количество новорожденных детенышей, соотношение полов в выводке и вес детенышей на 20-й день развития в опыте и в контроле. Уровень стероидных гормонов в плазме крови и в фекалиях определялся методом твердофазного иммуноферментный анализа. Нейрональную активность в ответ на стимуляцию L-фелинином и его производным меркаптаном в основной и дополнительной обонятельных луковицах, а также в рецепторной ткани вомероназального органа определяли по иммунореактивности к белку Fos.

**Результаты и обсуждение.** Нашими более ранними исследованиями было показано, что домовые мыши *Mus musculus* отвечали на экспозицию мочи домашней кошки *Felis catus* достоверным сокращением размеров выводка и изменением соотношения полов в выводках в пользу самцов. Экспозиции мочи домашней кошки домовым мышам в условиях вольерного содержания оказывали достоверное влияние на выживаемость потомства (Voznessenskaya et al., 2007). Химический анализ мочи хищника показал ключевую роль серосодержащих соединений. L-фелинин – уникальная серосодержащая аминокислота, обнаруженная в моче домашней кошки, которая в растворе очень быстро деградирует до меркаптана. Экспозиции L-фелинина (0.05%, 50мкл) на протяжении беременности самкам домовых мышей оказывали достоверное влияние на размер выводка и соотношение полов в выводках у мышей ( $n=32$ ,  $p<0.001$ ) в пользу самцов. На момент отъема детенышей от матери вес мышат в контрольной группе был достоверно выше, чем в экспериментальной ( $p < 0.001$ ). Долговременные экспозиции раствора фелинина (0.05%) вызывали достоверное ( $p < 0.05$ ) повышение специфических метаболитов глюкокортикоидов в фекалиях мышей, что указывает на повышение уровня стрессированности животных. По всей видимости, нарушение имплантации и резорбция эмбрионов связаны с повышенным уровнем продукции глюкокортикоидов. Иммуногистохимические исследования показали нейрональную активацию в основной и дополнительной обонятельной луковице, а также и в рецепторной ткани вомероназального органа, указывая на многокомпонентность сигнала. Фелинин в растворе, как и в моче кошачьих, присутствует в виде аминокислоты и меркаптана. Полученные данные указывают на то, что фелинин может выполнять функцию регулятора репродуктивной функции у домовой мыши.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ 10-04-01 и МК-709.2012.4.

## Влияние кратковременных предъявлений андростенона на поведение и гормональный статус у домашних мышей

М.А. Ключникова, В.В. Вознесенская

Лаборатория инновационных технологий, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: klyuchnikova@gmail.com

**Введение.** Для разных видов млекопитающих, в том числе для домашней мыши *Mus Musculus*, показано участие химических сигналов в регуляции социального поведения. Содержание и баланс стероидных гормонов в организме отражает социальный и репродуктивный статус особи. Выделяемые в наружную среду метаболиты стероидных гормонов рассматривают в качестве кандидатов на роль химических сигналов (Zahavi, 1975; Ingersoll, Launay, 1986; Nodari, et al., 2008; Вознесенская, Ключникова, 2009). В качестве модельного сигнала был выбран стероид гонадного происхождения андростенон (5 $\beta$ -андрост-16-ен-3-он, АНД), хорошо известный как половой феромон хряка. Полагают, что АНД, или близкие ему по структуре летучие стероиды, играют роль в регуляции агрессивного поведения у лабораторных мышей (Ingersoll, Launay, 1986, Ключникова, Вознесенская, 2010). Данные по поведению согласуются с тем, что предъявления АНД лабораторным мышам вызывают ответ на уровне структур обонятельной системы (Voznessenskaya, et al., 2010) и способствуют специфическому снижению тестостерона в плазме крови (Ключникова, Вознесенская, 2010). В цели данной работы входили дальнейшая оценка влияния АНД на социальное и ориентировочно-исследовательское поведение лабораторных мышей (1), а также исследование возможного действия АНД на уровень тестостерона у домашних мышей, отловленных в природе (2).

**Материал и методы.** Животные: самцы линии СВА/Лас, самцы домашних мышей, отловленные в Московской области. Для сбора образцов мочи использовали мышей аутбредной лабораторной популяции. Поведенческие тесты проводили непосредственно после 25 мин экспозиции к АНД (160 мкл, 0.025%) или к контрольному одоранту (минеральное масло, 160 мкл), нанесенным на подстилку «домашней» клетки самцов СВА/Лас: тест на предпочтение в ситуации выбора между запахами эстральной самки и самца (10 мин) и тест открытое поле в модификации «норковая камера» (10 мин). Выбор нами мышей СВА обусловлен тем, что животные этой линии высокочувствительны к АНД (Voznessenskaya, et al, 1995). Определение тестостерона плазмы крови осуществляли методом твердофазного ИФА (готовые наборы DRG EIA 1559, спектрофотометр SpectraMax 340PC). В последнем эксперименте самцам дикой популяции в течение 30 мин перед забором крови предъявляли одновременно два образца запаха, один – содержащий АНД (5 мкл, 0.1%) или минеральное масло («контроль»), а другой – мочу эстральной самки (50 мкл). Экспозиции к запаху самки обыкновенно приводят к рефлекторному повышению тестостерона плазмы крови у самцов спустя 20-40 мин (см. обзор Nyby, 2008).

**Результаты и обсуждение.** Кратковременные экспозиции к АНД самцов СВА/Лас (n=8) приводили к изменению ряда показателей поведения. Так, в отличие от группы «контроль» (n=8), мы не наблюдали характерного предпочтения запаха эстральной самки в тесте на принюхивание (p=0.7, t-тест). После предъявления АНД самцы СВА/Лас осуществляли больше подходов к образцу запаха самца (p<0.05, t-тест). В тесте «открытое поле» предварительные экспозиции к АНД приводили к усилению ориентировочно-исследовательской активности животных (рост числа вертикальных стоек, p<0.05, t-тест). При этом остальные показатели теста (число исследованных норок, груминг, число дефекаций и уринаций) были близки между группами «опыт» и «контроль». В другом эксперименте с самцами домашней мыши, отловленными в природе, была отмечена тенденция к снижению уровня тестостерона под действием АНД: содержание гормона в плазме крови у группы «опыт» (n=13) составило 0.4 $\pm$ 0.1, а в группе «контроль» (n=12) – 1.2 $\pm$ 0.5 нг/мл (p=0.13, t-тест). Возможно, эффект АНД был мало выражен из-за низкого уровня тестостерона в «контроле». В совокупности с ранее полученными данными, можно заключить, что кратковременные предъявления АНД влияют на социальное и ориентировочно-исследовательское поведение мышей. В качестве биохимического коррелята изменения поведенческих показателей под действием АНД мы рассматриваем гормон тестостерон. Ранее, нами было показано, что 30 мин экспозиция к 0.1% АНД вызвала достоверное снижение тестостерона в плазме крови у самцов СВА/Лас (Ключникова, Вознесенская, 2010). При этом эффект, по всей видимости, не связан со стрессированием животных, поскольку уровень кортикостерона в тех же пробах плазмы крови не различался. Таким образом, быстрая реакция – падение тестостерона (или же блокирование как спонтанного, так и рефлекторного подъема этого гормона) в ответ на предъявление АНД может послужить объяснением наблюдаемой тенденции к снижению агрессивного поведения и предпочтения запаха эстральной самки. Повышенный уровень активности в «открытом поле» после предъявлений АНД также можно связать с известным анксиолитическим действием тестостерона (Aykey et al., 2002). Особый интерес представляет продолжение данной работы с мышами дикой популяции *Mus Musculus*, что позволит установить, является ли АНД, или близкие ему по структуре летучие стероиды, химическими сигналами в природе.

**Благодарности.** Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ МК-709.2012.4

## Изотопный состав органического матрикса раковин и крышечек рапаны (*Rapana venosa* Valenciennes, 1864) из разных точек Черноморского побережья

А.Р. Косьян, Ж.А. Антипушина

Лаборатория экологии и морфологии морских беспозвоночных, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: kosalisa@rambler.ru

**Введение.** При изучении экологии моллюсков и других беспозвоночных в последнее время активно применяются анализ стабильных изотопов. Содержание стабильных изотопов углерода и азота в мягких тканях и белке раковин брюхоногих моллюсков отражает пищевые предпочтения как наземных видов (Goodfriend, 1992), так и пресноводных (Michel, 2000). Содержание  $\delta^{13}\text{C}$  в белке раковин морских двустворчатых моллюсков изменяется в зависимости от глубины обитания (Антипушина, этот сборник). Морские брюхоногие моллюски, по сравнению с двустворчатыми, гораздо более подвижны и способны в течение жизни совершать вертикальные миграции. Кроме того, пищевые предпочтения рапаны варьируют в течение жизни. Все это необходимо учитывать при интерпретации результатов.

**Материал и методы.** Материал для изотопного анализа был собран в районе Анапы на глубинах 5 и 10 м (по 2 раковины с каждой станции), в Голубой бухте на глубинах 5, 15 и 25 м (по 2 раковины с каждой станции), на косе Тузла с глубины 2–3 м (с азовской стороны – 1 раковина и 1 крышечка, с черноморской стороны – 2 раковины и 1 крышечка), в районе детского лагеря «Орленок» с глубины 1–2 м (1 раковина, 1 крышечка). При работе с белком раковины мы анализировали суммарные углерод и азот, накопленные за всю жизнь моллюска. Для выявления возрастной динамики изотопного состава мы определяли содержание  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  крышечек в разных зонах прироста. Химическая обработка образцов и выделение белка для анализа проводились по модифицированной методике (Longin, 1971, Goodfriend, Ellis, 2000). Средний вес навески сухого белка составил 500 мг. Анализ проводили на масс-спектрометре Thermo Finnigan Delta-VPlus (ИПЭЭ РАН, Москва).

**Результаты и обсуждение.** Изотопный анализ 14 раковин рапаны позволил выявить уменьшение содержания  $\delta^{13}\text{C}$  с глубиной обитания. У особей, собранных на глубине 1–2 и 2–3 м, среднее значение  $\delta^{13}\text{C}$  составило –15,24 и –15,48‰ соответственно. По мере увеличения глубины, мы отмечали уменьшение содержания  $\delta^{13}\text{C}$ : на 5 м – –15,69 (Анапа) и –18,54‰ (Голубая бухта), на 10 м – –18,46‰ (Анапа), на 15 м – –19,1‰ (Голубая бухта). Значение  $\delta^{15}\text{N}$  не зависело от глубины сбора, но различалось у особей, собранных в разных водах. Значение  $\delta^{15}\text{N}$  крышечек рапаны, собранных с разных точек черноморского побережья, в среднем составило 6,5‰, а с азовского побережья –  $\delta^{15}\text{N}$  12,1‰. Это свидетельствует о более сильной эвтрофикации азовских вод по сравнению с черноморскими.

Согласно результатам изотопного анализа крышечек, содержание стабильных изотопов углерода различается в разных зонах прироста у всех трех особей. Наименьшее значение  $\delta^{13}\text{C}$  обнаружено в зоне прироста, соответствующей ювенильному возрасту. С возрастом содержание более «тяжелого» изотопа увеличивается. Это может свидетельствовать о том, что молодь рапаны предпочитает обитать на несколько большей глубине, чем взрослые особи, что косвенно подтверждается также различным содержанием стабильных изотопов кислорода в карбонатах раковины из разных возрастных зон (Косьян, Антипушина, 2011).

**Благодарности.** Авторы благодарят д.б.н. А.В. Тиунова за помощь в проведении изотопного анализа. Исследование выполнено при поддержке РФФИ (12-04-00034-а, 12-04-00655-а, 12-05-00082-а).

## Сезонные особенности поведенческого и гормонального ответов самок мохноногих хомячков на экскреты самцов-конспецификов

М.В. Кропоткина

Лаборатория сравнительной этологии и биокommunikации, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: marriyashka@yandex.ru

**Введение.** В популяциях животных, ведущих ночной одиночный образ жизни, каковыми являются хомячки рода *Phodopus*, непосредственные контакты между особями часто сопряжены не только с поиском полового партнера, но и с усилением конкуренции и агрессии, в связи с чем опосредованная химическая коммуникация приобретает исключительно важное значение. Но так как репродуктивная активность особей и их гормональный фон меняются в течение года, роль химических сигналов может отличаться. Таким образом, оценка связи между поведенческими и гормональными ответами особей на обонятельные сигналы конспецификов представляется нам актуальной задачей, решение которой позволит детализировать знания о сезонных особенностях механизмов опосредованной химической коммуникации этих видов.

**Материал и методы.** Объектами исследования послужили самки мохноногих хомячков: Кэмпбелла, Роборовского и джунгарского. Сезонные изменения биологической значимости мочи, кала и секрета среднебрюшной железы особей своего и противоположного пола оценивали при помощи метода парного предъявления обонятельных сигналов. Для определения гормональной реакции самок в одни и те же часы проводили 30-минутную экспозицию экскретов самцов-конспецификов: мочи либо секрета СБЖ, в контроле использовали воду. Кровь для определения уровня половых стероидов (прогестерона, эстрадиола и тестостерона) и кортизола получали из подъязычной вены по методике, разработанной в ИПЭЭ РАН. Концентрацию гормонов определяли в лаборатории поведения и поведенческой экологии млекопитающих (НЭБ «Черноголовка») методом ИФА. Физиологическое состояние самок анализировали по картине вагинального мазка. Для сбора экскретов и проведения экспериментов использовали самок в стадиях метэструса или диэструса.

**Результаты и обсуждение.** Анализ ольфакторных предпочтений самок мохноногих хомячков показал, что привлекательными экскретами для хомячка Роборовского являются секрет СБЖ и моча, а для хомячков Кэмпбелла и джунгарского – секрет СБЖ, моча и кал. Причем аттрактивность одного или обоих экскретов сохраняется практически во все сезоны года, за исключением зимы – у хомячка Роборовского и осени – у хомячков Кэмпбелла и джунгарского. Полученные результаты обсуждаются в контексте сезонного перераспределения особей на участках обитания, сезонных и видовых различиях роли изученных экскретов, а также в контексте выбора стратегий размножения, используемых данными видами.

Анализ гормональных ответов самок на мочу и секрет СБЖ самцов продемонстрировал, что наиболее выраженный (генерализованный) гормональный ответ на запахи самцов-конспецификов характерен для самок хомячка Роборовского. Только они реагируют повышением концентрации кортизола и эстрадиола на секрет СБЖ самцов. Химические сигналы, вызывающие достоверный подъем уровня половых стероидов, присутствуют в секрете СБЖ у самцов хомячка Роборовского во все сезоны года, а в моче – только в весенне-летний период. Следует подчеркнуть, что осенью (в период предпочтения самками секрета СБЖ самцов) при экспонировании СБЖ отмечается достоверный подъем всех исследованных гормонов, что подтверждает возможность пролонгации размножения у хомячка Роборовского. Тем не менее, подобный гормональный ответ кажется весьма «фрагментальным» и вероятно связан с высоким уровнем эмоциональности данного вида, что может отрицательно сказаться на успехе размножения в ситуации изменения условий среды обитания. У самок хомячков Кэмпбелла «Восточной» филогруппы гормональная реакция практически совпадает с запаховыми предпочтениями этого вида и проявляется повышением уровня прогестерона в зимний и летний периоды и тестостерона – летом. Самки джунгарского хомячка реагируют на оба предъявляемых экскрета только повышением уровня прогестерона и только в зимний и летний периоды, что характеризует эту реакцию как наиболее специализированную, а сам вид – как наиболее адаптированный. Таким образом, поведенческая и гормональная реакция самок двух последних видов в сочетании с повышением фонового уровня тестостерона у самцов уже в зимние месяцы позволяет данным видам приступать к размножению в возможно ранние сроки, что подтверждают наблюдения в природе.

Несмотря на сходные стратегии размножения, направленные на удлинение репродуктивного периода, эндокринная система самок хомячка Роборовского отличается высокой реактивностью, что может приводить к менее успешному размножению этого вида. Такая реактивность более архаична по сравнению с низкой реактивностью эндокринной системы джунгарского хомячка, характеризующегося как максимально успешным размножением в разные сезоны года, так и наиболее широким спектром адаптивных возможностей в целом.

**Благодарности.** Я выражаю огромную благодарность д.б.н. Н.Ю. Феоктистовой и к.б.н. С.В. Найдено, без которых эта работа не состоялась бы.

## Динамика морских рыб Алеутских островов за последние 1500 лет (по археозоологическому материалу)

О.А. Крылович

Лаборатория биогеоценологии и исторической экологии им. В.Н. Сукачёва,

ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: okrylovich@gmail.com

**Введение.** Для оценки динамики разных параметров популяций основных промысловых видов рыб Алеутских островов за последние 1500 лет мы использовали долю видов в добыче древних жителей, изменения размеров, для тихоокеанской трески был проведён анализ стабильных изотопов азота и углерода. Известно, что соотношения  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  и  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  в тканях животного отражают изотопный состав его диеты. При этом известно, что соотношение  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  связано с трофическим уровнем животного. Соотношение  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  служит индикатором источника углерода в пищевой цепи и может быть использовано для выявления мест обитания или питания.

**Материалы и методы.** Для данной работы мы использовали кости из прибрежного поселения в лагуне Свипер (археологический памятник ADK-009) о. Адак. Osteологический материал был отобран из отложения, представляющего собой раковинную кучу мощностью 160 см. Радиоуглеродные датировки нескольких слоёв отложения показали, что культурный слой этого поселения постепенно формировался с 1500 до 300 лет назад. Раковинная куча имеет хорошую стратиграфию, которая показывает, что отложение формировалось последовательно, и включает в себя несколько хорошо выделяемых слоёв. Было определено около 6000 костей рыб до уровня семейства, рода или вида. Для подсчёта остатков мы использовали такой показатель как общее количество определимых фрагментов. Размеры (длина тела) добывавшихся рыб для трески и терпугов были восстановлены по размерам нескольких костей скелета головы по методике Orchard (2003). Для анализа соотношения стабильных изотопов азота и углерода в коллагене костей тихоокеанской трески было отобрано 75 костей (в среднем по пять штук на каждые 10 см отложения). Для выделения коллагена использовалась общепринятая методика (Jorgov *et al.*, 2007) с некоторыми вариациями. Навески сухого коллагена по 500 мкг анализировались в изотопном масс-спектрометре Finnigan Delta V Plus в центре коллективного пользования ИПЭЭ. Стандартами для измерений  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  были «венский» эквивалент белемнита PeeDee формации (VPDB) и атмосферный азот соответственно.

**Результаты и обсуждения.** В osteологическом материале было обнаружено 10 таксонов костистых рыб. Наиболее многочисленными рыбами в osteологическом спектре являются тихоокеанская треска (*Gadus macrocephalus*) и терпуги рода *Hexagrammos*. Доли других промысловых рыб (семейств Cottidae, Pleuronectidae, Sebastidae, Salmonidae, и видов – однопёрый терпуг и тихоокеанская сельдь) в сумме не превышают 10%. Остатки тихоокеанской трески наиболее многочисленны в нижних слоях, сформированных до 900 лет назад (до 75% костных остатков рыб), но их доля постепенно снижается в более верхних слоях (900–300 лет назад) до 5–9%. Остатки терпугов, наоборот, довольно малочисленны в нижних слоях (13–16%) но поэтапно их роль в промысле значительно выросла до 80%. При этом в среднем длина тихоокеанской трески и терпугов в уловах немного уменьшилась. Соотношение стабильных изотопов азота ( $\delta^{15}\text{N}$ ) коллагена костей трески со временем почти не меняется (14,9–14,7‰), но к более позднему времени снижается до 14,3‰. Изменения участия тихоокеанской трески и терпугов в уловах жителей острова в целом не совпадают с динамикой относительных климатических изменений за этот период в данном регионе. Для выяснения причин такой замены одного вида другим требуются дальнейшие исследования соотношения стабильных изотопов в коллагене костей терпугов.

**Благодарности.** Работа выполнена при поддержке программ «Биологические ресурсы России: Динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий», «Проблемы происхождения жизни и становления биосферы»

## История растительности афроальпийского пояса гор Бале (Эфиопия) в позднем плейстоцене – голоцене

Е.А. Кузьмичева<sup>1</sup>, Е.Э. Северова<sup>2</sup>, Б.Ф. Хасанов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Лаборатория биогеоценологии и исторической экологии, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

<sup>2</sup>МГУ имени М.В. Ломоносова, биологический ф-т

E-mail: kuzmicheva.evgeniya@gmail.com

**Введение.** Изучение истории растительного покрова необходимо для понимания процессов его формирования, современного состояния и путей будущего развития. Основным методом исследования развития растительных сообществ был и остается спорово-пыльцевой анализ аллювиальных, озерных и болотных отложений. Однако использование классических объектов палинологических исследований – озерных отложений и торфяников – не всегда возможно из-за отсутствия последних в ряде экосистем, особенно в аридных и семиаридных условиях. Незаменимым источником информации для реконструкции истории экосистем таких территорий являются зоогенные отложения пещер и скальных ниш.

**Материал и методы.** В целях изучения истории растительного покрова гор Бале (Эфиопия) нами был проведен спорово-пыльцевой и радиоуглеродный анализ двух зоогенных отложений из двух скальных ниш. Скальная ниша Конте расположена на плато Санетти, (4100 м н.у.м., 6° 51' с.ш., 39° 53' в.д.), в афроальпийском поясе. Мощность отложения составляет 20 см. Скальная ниша Финча Хабера II расположена на границе афроальпийского и эрикоидного поясов (3450 м н.у.м., 07° 01' с.ш., 39° 43' в.д.). Мощность отложения составляет 47 см. Оба отложения сформированы пометом скалистого дамана (*Procapra capensis*) и, возможно, других животных. Пыльца выделялась и подсчитывалась согласно стандартной методике (Faegri, Iversen, 1975). Возраст слоев определялся при помощи радиоуглеродного анализа древесных углей.

**Результаты и обсуждение.** Для зоогенного отложения Конте были выполнены радиоуглеродные датировки 4-х образцов. Осадконакопление в скальной нише Конте началось около 7 тысяч лет назад, отложение накапливалось равномерно. Для зоогенного отложения Финча Хабера II было выполнено 10 радиоуглеродных датировок. Время начала накопления отложения неизвестно, возраст этих слоев превышает 15000 лет. Отложение накапливалось неравномерно. Осадконакопление закончилось около 1500 лет назад. В составе палиноспектров зоогенного отложения Конте было определено 14 палинотипов. Спектры монодоминантные — от 45% до 65% от всей зарегистрированной пыльцы приходится на долю подсемейства астровых (*Asteroidae*) семейства сложноцветных (*Asteraceae*). Помимо астровых, в формировании спектра большую роль играют злаки (*Poaceae*), крапивные (*Urticaceae*) и ногоплодник (*Podocarpus*). Суммарная концентрация пыльцы варьирует от 215105 до 644436 зерен/см<sup>3</sup>. Было выделено две пыльцевые зоны. В спорово-пыльцевых спектрах зоогенного отложения Финча Хабера II было идентифицировано 22 таксона. Доминантом пыльцевых спектров является пыльца злаков (42–81%). Значительную роль в формировании спектра отложения играет пыльца *Asteroidae* (2–13%). Суммарная концентрация пыльцы варьирует от 1532535 до 4543545 зерен/см<sup>3</sup>. Было выделено пять пыльцевых зон.

Монодоминантность пыльцевых спектров обоих отложений, вероятно, объясняется их зоогенным происхождением. Ниша Конте расположена в афроальпийском поясе, для которого наиболее характерными представителями являются подушковидные формы бессмертников (*Helichrysum* (*Asteraceae*)). Именно эти сложноцветные являются основной кормовой базой скалистых даманов, пометом которых сформировано отложение, особенно в сухой сезон. Ниша Финча Хабера расположена значительно ниже, на верхнем пределе распространения эрикоидной растительности, где злаки представляют собой основу рациона травоядных животных. Спорово-пыльцевой анализ отобранных из отложений образцов позволил восстановить динамику растительного покрова и климатических изменений высокогорья Бале за последние 15 тысяч лет. Наиболее яркие изменения в составе растительного покрова приходятся на смену геологических эпох – начало голоцена (около 10000 лет назад) характеризуется увеличением влажности климата. Признаки последующей аридизации климата наблюдаются около 4500 лет назад, с незначительным периодом увлажнения 3000–2000 лет назад. Также были выявлены признаки активного использования территории высокогорья Бале как сельскохозяйственных угодий, которые впервые появились около 2500–3000 лет назад. С этого момента до настоящего времени антропогенная нагрузка на эти территории постепенно возрастала.

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность Даркову А.А., Савинцову А.Б., Крылович О.А., Бабенко А.Н., Белихову В.В. за помощь в проведении полевых работ и обсуждении результатов. Работа выполнена при финансовой поддержке программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Происхождение биосферы и эволюция гео-биологических систем», подпрограмма 2, №«15-П».

## Картографирование почвенной мезофауны полуострова Малый Утриш (Северо-Западный Кавказ)

Т.Ю. Лушникова

Лаборатория изучения экологических функций почв, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: taisiya-loush@yandex.ru

**Введение.** Почвенная биота редко используется при построении карт экосистем в разных зонах и подзонах, также как и для их классификации. Для исследуемого района характерно высокое разнообразие почвенных беспозвоночных, здесь встречаются эндемичные для нашей страны виды, что послужило основанием для разработки методов картографирования населения почвенной мезофауны. Исследования проводились в местообитаниях, слабо затронутых антропогенным воздействием, в том числе и на территории недавно созданного Утришского заповедника.

**Материал и методы.** Объектом исследования является почвенная мезофауна экосистем полуострова Малый Утриш. Отобрано по 25 почвенных проб буром диаметром 10 см<sup>2</sup> на глубину 10–15 см, или до упора бура в 25 биотопах в июне 2010 и 2011 гг. Животных выбирали методом ручной разборки. Статистическая обработка проводилась с помощью программы Statistika 8, карта составлялась с помощью пакета ГИС MapInfo 10.

**Результаты и обсуждение.** В изученных сообществах в днищах щелей и на склонах западной и восточной экспозиции высока доля губоногих многоножек. При этом в днищах щелей также значительна доля мокриц, характерная особенность – присутствие влаголюбивых семейств Trichoniscidae и Ligiidae. На склонах доля мокриц ниже, выше доля численности жесткокрылых насекомых.

На вершинных поверхностях и склонах южной экспозиции с ксерофитными редколесьями наблюдалась высокая доля двупарноногих многоножек в сообществах. При этом местообитания, расположенные в непосредственной близости от моря (на расстоянии до 1 км, отличались присутствием уникальных видов: средиземноморской эмбии и мокрицами *Armadillo officinalis*).

Сообщества почвенной мезофауны молодых зарастающих вырубок сходны с сообществами почвенных животных в окружающих мезофитных лесах.

Классификация сообществ разработана по иерархическому принципу (тип – класс – сообщество). Тип характеризуется общим признаком всех сообществ – высокой долей численности пауков (более 6%). Класс характеризуется высокой долей численности губоногих или двупарноногих многоножек, которые закономерно сменяют друг друга в различных местообитаниях. Сообщество выделяется на основе семейств доминирующей группы, а также редких и индикативных семейств и видов. Классификация частично совпадает с классификацией растительности на уровне формаций, частично объединяет их, частично – разбивает на более дробные единицы.

**Благодарности.** Выражаем благодарность О.А. Леонтьевой и Е.Г. Сусловой за помощь в организации полевого этапа исследования и К.Б. Гонгальскому за помощь в обработке результатов.

## Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды орнитофауны полупустыни Волго-Уральского междуречья

А.Б. Мамаев

Саратовский филиал, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: acxat\_86@mail.ru

**Введение.** Вопросы охраны природы имеют в настоящее время исключительное значение. В наше время существованию многих видов животных грозит опасность исчезновения. Птицы самые многочисленные и распространенные из наземных позвоночных животных, они населяют все материки и самые отдаленные уголки земного шара. Основной целью данного исследования является выявление современной орнитологической ситуации с редкими и находящимися под угрозой исчезновения птицами, обитающими в полупустыне российской части Волго-Уральского междуречья.

**Материал и методы.** Наблюдения и учеты птиц проводились нами с июля 2007 г. по ноябрь 2011 г. на территории полупустыни Прикаспийской низменности в пределах Палласовского района и сопредельных территорий. Изучение пернатых осуществлялось во все сезоны года. Был использован маршрутный метод учета птиц на маршрутах с нефиксированной шириной учетной полосы, общепринятый в орнитологии (Равкин, 1967). В работе основное внимание мы уделяли редким и очень редким птицам полупустыни Прикаспийской низменности, плотность которых варьирует от 1,9 ос./км<sup>2</sup> до менее чем 0,2 ос./км<sup>2</sup>.

**Результаты и обсуждение.** На обследованной территории выявлен 151 вид, или 46,8% фауны птиц Волгоградской области и 19,4% орнитофауны РФ. Птицы в систематическом отношении распределяются по 17 отрядам и 44 семействам. Из них зарегистрировано 43 вида (28,7%), относящихся к категориям редких, уязвимых и исчезающих птиц, которым мы и уделяем особое внимание в нашей работе. По характеру пребывания, 18 видов «краснокнижных» птиц (41,9%), гнездится на данной территории, а остальные 25 видов (58,1%), являются, вероятно, гнездящимися, пролетными или залетными. На рассматриваемой территории обследованы четыре типа местообитаний птиц: степь; древесно-кустарниковые насаждения (в основном придорожные лесополосы); водоемы различного типа и примыкающие к ним тростниково-камышовые бордюры и травянисто-болотные участки, а также поселки и стоянки животноводов.

В открытых биотопах всего зарегистрировано 34 вида птиц, это 17,2% от общего числа встреченных. В группу редких и очень редких входит 13 видов это 30,2% от общего числа «краснокнижных», из них настоящих кампофильных птиц 10 видов. Доминантами, по плотности среди «краснокнижных» видов, являются *Melanocorypha yeltoniensis* (J.R.Forster, 1768) (1,6 ос./км<sup>2</sup>) и *Anthropoides virgo* (Linnaeus, 1758) (1,9 ос./км<sup>2</sup>). Самым малочисленным – *Numenius arquata* (Linnaeus, 1758) с общей плотностью менее 0,001 ос./км<sup>2</sup>. Общая плотность «краснокнижных» видов птиц, в открытых биотопах, составляет около 6,74 ос./км<sup>2</sup>.

В древесно-кустарниковых насаждениях отмечено 49 видов птиц, 24,7% от общего количества видов, из них 12 видов птиц (27,9%) редких и очень редких видов, с общей плотностью около 1,86 ос./км<sup>2</sup>, к дендрофилам относится 11 видов. Среди «краснокнижных» видов доминантам является *Aquila rapax* (Temminsk, 1828), он имеет плотность около 1,4 ос./км<sup>2</sup>, а остальные виды являются залетными, плотность каждого из них не превышает 0,001 ос./км<sup>2</sup>.

Водно-болотные участки отличаются самым большим разнообразием птиц – 71 вид (35,9%) от всей орнитофауны западной части полупустыни Прикаспийской низменности в Волго-Уральском междуречье. Среди них 27 видов птиц (62,8%) относятся к редким и находящимся под угрозой исчезновения. Настоящих лимнофилов, среди них – 20 видов. Общая плотность «краснокнижных» птиц, на этих участках, около 6,42 ос./км<sup>2</sup>. Самый многочисленный из них – *Grus grus* (Linnaeus, 1758), встречающийся с плотностью около 1,6 ос./км<sup>2</sup>.

На селитебной территории всего зарегистрировано 44 вида птиц, это 22,2% от общего числа зарегистрированных, это самое низкое видовое разнообразие из всех исследованных типов местообитаний здесь представлены только 2 «краснокнижных» вида, их плотность не превышает 0,052 ос./км<sup>2</sup>: *Falco naumanni* (Fleischer, 1818) имеет плотность не более 0,012 ос./км<sup>2</sup>, а *Bubo bubo* (Linnaeus, 1758) – около 0,04 ос./км<sup>2</sup>.

Таким образом, орнитофауна «краснокнижных» птиц, западной части полупустыни Прикаспийской низменности в Волго-Уральском междуречье, представлена 43 видами, в систематическом отношении они распределяются по 11 отрядам и 21 семейству. Их суммарная плотность составляет около 15,08 ос./км<sup>2</sup>. Доминирующими отрядами, по количеству редких и очень редких видов, являются отряды *Falconiformes* (8,62%) и *Charadriiformes* (7,95%). 5 отрядов, содержат по одному виду, что составляет 3,3% от общего количества встреченных видов. Все эти птицы занесены в Красную книгу Волгоградской области, из них в Красной книге РФ – 38 (88,4%), из которых в Красном списке МСОП 12 видов (27,9%).

## Новые данные по фауны раков-отшельников дальневосточных морей

И.Н. Марин

Лаборатория экологии и морфологии морских беспозвоночных, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: coralliodecapoda@mail.ru

**Введение.** Десятиногие ракообразные, или декаподы (креветки, крабы, крабоиды, речные раки и раки-отшельники), являются ценным природным ресурсом. В связи с тем, что географическое и биотопическое распространение декапод хорошо поддается анализу и интерпретации, данная группа очень часто используется для популяционных, экологических, биогеографических и эволюционных исследований. В процессе изменения климата и интродукции отдельные виды декапод существенно расширили свои ареалы, а некоторые виды практически полностью исчезли из ранее регистрируемых районов обитания. Также, за последние десятилетия очень сильно усилился процесс миграции и вселения морских беспозвоночных в моря России из других бассейнов. Таким образом, региональная фауна отдельных морей России претерпела существенные изменения, которые необходимо учитывать, а также необходимо применять меры, сохраняющие региональной разнообразие нативной фауны. В качестве объекта изучения нами была выбрана небольшая группа ракообразных – раки-отшельники (Crustacea: Decapoda: Paguroidea), фауна которых относительно подробно изучалась в 1930-1950-х годах.

**Материал и методы.** В ходе работ был исследован материалов из музейных коллекций Зоологического Института РАН (Санкт-Петербург), Зоомузея МГУ, Института Океанологии РАН (Москва), музея КалГТУ (Калининград) и Института Биологии моря (Владивосток). Полевой сбор проводили на базе станции «Восток» ИБМ ДВО РАН с помощью стандартных методов сбора как ручной сбор с помощью водолазного снаряжения и тралений.

**Результаты.** Тщательное изучение морфологии свежесобранных животных музейных коллекций показало, что ряд видов из фауны региона был описан неоднократно (например, *Areopaguristes nigroapiculus* (Komai, 2009) (Diogenidae) известен также под названиями *Clibanarius hirsutimanus* Kobjakova, 1975 и *Clibanarius sachalinicus* Kobjakova, 1955 (Кобякова, 1955, 1975)). *Diogenes penicillatus* Stimpson, 1858, описанный Макаровым (1938) по единственному экземпляру, был определен ошибочно и данный экземпляр, скорее всего, относится к виду *Diogenes nitidimanus* Terao, 1913 (Diogenidae), широко распространенному в заливе Петра Великого Японского моря. Анализ литературных данных показал, что отдельные виды включены в список фауны России, по-видимому, ошибочно и информация о их поимке нуждается в тщательной проверке. Так, *Pagurus samuelis* (Stimpson, 1857) (Paguridae) известен по единственному экземпляру, собранному в бухте Ольги (Восточное побережье Камчатки) в 1930 году Н. Тарасовым (Макаров, 1937)); *Pagurus cornutus* (Benedict, 1852) (Paguridae) и *Ellasochirus tenuimanus* (Dana, 1851) (Paguridae) известны по нескольким экземплярам, собранным у о-ва Беринга (Командорские острова) и у мыса Наварина (Корякское побережье Чукотки) в 1932 году (Макаров, 1937); *Orthopagurus minimus* (Holmes, 1900) (Paguridae) известен по единственному экземпляру бухты Нельма (восточная Камчатка), собранному 26 июля 1929 года В. Введенским (Макаров, 1937), при предлагаемом рисунке большая клешня очень похож на *Discorsopagurus mclaughlinae* Komai, 1995 (Paguridae), виду обычному в Японском море. Все перечисленные виды широко распространен вдоль тихоокеанского (западного) побережья Северной Америки; при этом указанные экземпляры были утеряны, а отмеченные виды более никогда не встречались в водах России. Также в ходе экспедиционных работ установлено, что за последние годы ряд видов десятиногих ракообразных существенно сдвинули границы своих ареалов на север в Японском море. Так, мелкие литоральные рак-отшельники *Diogenes nitidimanus* и *Pagurus minutus*, ранее лишь единично отмечаемый в средней части залива Петра Великого (Виноградов, 1950) на данный момент является наиболее массовым видами раков-отшельников на литорали в северной части залива Петра Великого. Также в заливе Восток Японского моря обнаружен новый вид для фауны России – *Pagurus parvispina* Komai, 1997 (Paguridae), обитающий на глубине 80–100 метров на мягких грунтах. Таким образом, следует отметить плохую изученность фауны раков-отшельников дальневосточных морей и необходимость полной ревизии данной группы.

**Благодарности.** Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта Президента МК-1235.2012.4 и гранта РФФИ 12-04-0540-а.

## Роль тиреоидных гормонов в краниогенезе хвостатых амфибий

К.М. Меркулова

ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: merkulova-kseniya@rambler.ru

**Введение** Краниогенез хвостатых амфибий – видоспецифический процесс: краниальные окостенения появляются в строгой, присущей данному виду, последовательности. Порядок появления костей настолько постоянен, что используется в филогенетическом анализе (Wake, 1999) и при реконструкции эволюционного становления отряда Urodela (Schoch, Carroll, 2003). Регуляторные механизмы, ответственные за поддержание этой последовательности, не ясны. Экспериментальными методами показано, что время появления костей может зависеть от времени появления структур, индуцирующих их развитие (Медведева, 1975; Лебедекина, 1986 и др.), т.е., имеют место межтканевые индукционные взаимодействия. Согласно другой точке зрения, главным механизмом, принимающим участие в регуляции морфогенеза черепа, является эндокринная индукция, ведущую роль в которой играют гормоны щитовидной железы (тиреоидные гормоны, ТГ) (Hanken, Hall 1988). По мнению авторов этой гипотезы, каждой кости присущ свой порог реакции на уровень гормона (чувствительность к гормону). Достижение определенного уровня ТГ в плазме крови индуцирует определенную кость. Время и последовательность появления кости определяется взаимодействием двух факторов – чувствительностью кости и уровнем гормона в плазме крови. Межвидовые различия в последовательности появления краниальных окостенений являются следствием межвидовых различий в ТГ-чувствительности «остеогенных точек». Однако эта гипотеза, ставшая очень популярной, слабо подтверждена экспериментальными данными.

**Материал и методы** Для исследования влияния ТГ на краниогенез хвостатых амфибий был изучен онтогенез черепа у сибирского углозуба (*Salamandrella keyserlingii*), представителя примитивного семейства Hynobiidae, испанского тритона (*Pleurodeles walt*) и обыкновенного тритона (*Triturus vulgaris*) – представителей эволюционно-продвинутого семейства Salamandridae. Исследование краниогенеза проводилось у тритонов, развивавшихся в нормальных условиях, условиях повышенного и пониженного уровня ТГ. Повышение уровня ТГ достигалось содержанием личинок в растворах трийодтиронина различных концентраций (1 нг/мл и 10 нг/мл для сибирского углозуба и обыкновенного тритона, и 1 нг/мл, 2 нг/мл, 4 нг/мл и 10 нг/мл для испанского тритона). Для снижения уровня ТГ использовалась тиомочевина (0,02%), блокирующая синтез ТГ щитовидной железой. Для снижения уровня Т3 и чувствительности к ТГ тканей – мишеней использовали амиодарон (100 и 1000 нг/мл).

**Результаты и обсуждение** Согласно полученным данным, независимо от экспериментальных условий и филогенетического статуса тритонов, начальные этапы развития практически свободны от влияния гормонов, средне-личиночные стадии у всех исследованных видов частично ТГ – зависимы, наиболее зависимы окостенения поздние-личиночные стадий и метаморфные преобразования черепа. Тенденция к усилению зависимости от ТГ по мере перехода к поздним стадиям развития прослеживается и на отдельных окостенениях. На ранних стадиях морфогенеза кость может быть индифферентна к гормону, но становится ТГ-зависимой на более поздних стадиях. Кроме этого, разные участки кости могут проявлять разную чувствительность к гормону. При этом одни и те же окостенения у разных видов различаются по степени зависимости от ТГ. Так, у *S. keyserlingii* реакция краниогенеза на изменение уровня ТГ минимальна, усиливается – у саламандрид (*P. walt* и *T. vulgaris*) и по данным Роуза (Rose, 1995) максимальна – у плетодонтид (*Eurycea bislineata*). Разная чувствительность окостенений к ТГ приводит к изменению порядка появления костей, который считается строго видоспецифичным. Изменения уровня ТГ сказываются и на дефинитивной морфологии черепа. Под воздействием высоких доз ТГ в результате ускоренного роста окостенений соседние окостенения срастаются. Замедление темпов развития при дефиците ТГ приводит к увеличению количества краниальных элементов в результате самостоятельной кальцинации отдельных закладок кости. Также дефицит ТГ может вызывать недоразвитие черепа. Традиционно считалось, что формообразование кости индуцируется воздействием другой структуры (ткани), появляющейся ранее этой кости, и весь краниогенез – это каскад морфогенетических индукций (Hanken, 1989). Согласно литературным данным окостенения начальных стадий развития находится под контролем межтканевых взаимодействий (Лебедекина, 1985). Наши исследования подтверждают, что ТГ не участвует в развитии раннего краниогенеза, однако развитие окостенений поздних стадий находятся под влиянием со стороны ТГ, а межтканевые индукционные взаимодействия не участвуют в развитии окостенений. Следовательно, на ранних этапах морфогенеза черепа превалируют межтканевые взаимоотношения как механизм морфогенетической индукции, но в ходе морфогенеза они постепенно заменяются эндокринной индукцией – с ТГ в качестве индуктора. Таким образом, оба механизма принимают участие в регуляции морфогенеза черепа, но их «доля участия» изменяется в онтогенезе хвостатых амфибий.

**Благодарности** Автор выражает благодарность Смирнову С.В. за ценные советы и помощь при выполнении работы. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (№ 10-04-00787а) и ИШ- 5928.2012.4

## Краниометрическая изменчивость видов-двойников *Microtus arvalis* и *M. levis* (Rodentia, Arvicolinae) в Центральном Черноземье

Т.А. Миронова

Лаборатория микроэволюции млекопитающих, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: talmir84@mail.ru

**Введение.** В связи с проблемой несовпадения темпов геномной и морфологической эволюции, значительный интерес представляет комплекс криптических видов обыкновенной полевки *Microtus arvalis* s.l. Не смотря на наличие четких цитогенетических различий и репродуктивной изоляции, диагностика симпатрических видов *M. levis* и *Microtus arvalis* s.str. по морфологическим признакам, традиционно используемым в систематике, практически невозможна. По данным цитогенетического анализа *Microtus arvalis* представлена двумя географически замещающими друг друга формами: *arvalis* и *obscurus*. Таксономический статус этих форм остается неясным. Целью данной работы был сравнительный краниометрический анализ трех форм обыкновенной полевки: *M. levis*, *M. arvalis arvalis* и *M. arvalis obscurus* и оценка их таксономического статуса.

**Материал и методы.** Были исследованы зверьки обоего пола весенне-летней и летне-осенней генераций. Для краниологического анализа было использовано 169 черепов (55 – *M. levis (rossiaemeridionalis)*; 62 – *M. a. arvalis*; 52 – *M. a. obscurus*). С каждого черепа было снято по 35 промеров, по которым были рассчитаны 83 индекса.

**Результаты и обсуждение.** Наибольший вклад в дифференциацию *M. levis* и *Microtus arvalis* s.st. вносят индексы, характеризующие изменчивость носовых костей, резцовых отверстий, межглазничного расстояния, костного нёба, размеров черепа в области слуховых барабанов и относительную изменчивость самих барабанов, размеры нижней челюсти. Кариоформы обыкновенной полевки различались по длине слуховых барабанов и нёбной кости. Была произведена оценка различий между кариоформами обыкновенной полевки *arvalis* и *obscurus* в зоне максимального сближения их ареалов (расстояние между наиболее удаленными местами находок двух форм – 15 км) и на удалении от нее (расстояние между ближайшими местами находок форм более 15 км). Было показано, что в зоне максимального сближения ареалов в дифференциацию кариоформ наибольший вклад вносят признаки, связанные с размерами мозговой части черепа и слуховых барабанов. На удалении от зоны сближения ареалов вклад этих признаков снижается и возрастает значение признаков, связанных с длиной верхнего и нижнего зубного ряда и длиной диастем. Также проводилось сравнение *M. levis* и *M. arvalis* s.str., из пунктов совместного обитания и пунктов, где известны находки только одной из форм. Для *M. levis* и *M. a. arvalis* показано, что чистые популяции видов отличаются друг от друга по признакам, характеризующим относительные размеры верхнего и нижнего зубных рядов, длину верхней диастемы, пропорции костного нёба, носовых костей, резцовых отверстий и мозговой части черепа. В случаях совместного обитания различия сохраняются только по относительным размерам верхней диастемы, резцовых отверстий и костного нёба. *M. levis* оказалась значительно ближе по пропорциям черепа к *M. a. obscurus* если по сравнению с *M. a. arvalis* статистически значимые различия были обнаружены по 28 метрическим признакам (n=118), то для *M. a. obscurus* всего по 11. Особи из чистых популяций отличались пропорциями резцовых отверстий, верхней диастемы, слуховых барабанов и нижней челюсти. Смешанные популяции также отличались пропорциями резцовых отверстий, лицевой части черепа и слуховых барабанов. Полученные данные свидетельствуют о том, что в смешанных популяциях происходит сближение форм по пропорциям черепа, что свидетельствует о высоком влиянии экологических факторов на краниометрическую изменчивость. Оценка таксономических отношений криптических видов подтвердила существующую дифференциацию на два вида: *M. levis* и *M. arvalis*, а степень сходства кариоформ соответствует скорее подвидовому уровню.

**Благодарности.** Автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю диссертационной работы д.б.н., проф. Н.М. Окуловой, а также к.б.н. М.И. Баскевич и С.Ф. Сапельникову. Работа выполнена при поддержке Фонда РФФИ (гранты 05-04-48646, 09-04-00464, 09-04-00464а) и программ Президиума РАН «Динамика генофондов» и «Биологическое разнообразие» (2.6.2 и 2.1.3).

## Социальная организация и репродуктивное поведение красотки блестящей (*Calopteryx splendens*: Odonata)

А.С. Опаев, Е.Н. Панов

Лаборатория сравнительной этологии и биокommunikации ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: opaev@rambler.ru

**Введение.** Социальное поведение стрекоз-красоток (*Calopteryx*) – популярный объект в исследованиях на Западе. Это в немалой степени способствует формируемые ими репродуктивные агрегации, которые вполне можно считать токами. В работе приведены материалы по поведению и социальной организации одного из видов рода – красотки блестящей (*C. splendens*).

**Материал и методы.** Материал собран в период с 12 по 24 июля 2010 г. во Владимирской области (окрестности пос. Мстера). Основные наблюдения проводили на отрезке реки Тюмба длиной 20 м. В пределах этого участка работа была сосредоточена на площадке площадью около 100 кв.м. Здесь индивидуально помечены 100 самцов и 32 самки. Метки наносили на разные участки тела смесью художественной масляной краски с бесцветным лаком для ногтей, а также белым и красным маркерами. Основным способом фиксации наблюдений была видеосъемка.

**Результаты и обсуждение.** Характерное местообитание красотки блестящей – это умеренно теплые проточные или слабопроточные водоемы (холодные ключи вид избегает) с обязательным наличием полупогруженной растительности (в районе исследования – это преимущественно сусак зонтичный *Butomus umbellatus*). Но распределение стрекоз здесь неравномерно. Хотя отдельные особи могут быть встречены во всех подходящих местах, в некоторых местах формируются плотные агрегации. В этом случае в прибрежной 3–4 метровой полосе длиной 15–20 метров удается насчитать 50–70 активных самцов. Пространственная структура таких поселений представляет собой мозаику индивидуальных участков самцов. Участки заняты лишь в дневное время – ночуют стрекозы в густой прибрежной растительности в составе компактных агрегаций (минимальные индивидуальные дистанции – несколько сантиметров). Как только воздух начинает прогреваться, они распределяются по руслу реки, рассаживаясь на стеблях и листьях надводных растений. Фактически, самцы конкурируют именно за обладания такого рода присадами, а не за участок как таковой. Индивидуальные присады самцов-соседей расположены иной раз немногим более чем в метре друг от друга, максимально – до 4–5 м. Привлекательность разных присад для самцов неодинакова. Одни присады используются сексуально активными самцами неизменно или время от времени, а присады другой категории служат местом пребывания самцов, находящихся вне стадии сексуальной активности. По ходу сезона размножения самцы, обладающие правом на максимально предпочитаемые присады, сменяют друг друга с большей или меньшей регулярностью. По данным мечения наибольший срок обладания самцом такой присадой составил 5 дней (чаще 1–3 дня). При этом самцы могут как быть изгнанными с присад конкурентами, так и покидать их по собственному почину, переходя в состояние сексуальной инактивности. Таким образом, каждый самец может рассматриваться в качестве «территориального» в одно время и «нетерриториального» – в другое. «Территориальные» большую часть времени проводят на своей основной присаде, хотя эпизодически могут посещать и соседние, в радиусе 1.5–2 м. Самец не остается подолгу неподвижным, он систематически взлетает и сразу же возвращается на ту же, излюбленную им присаду либо на другую, находящуюся неподалеку.

Сексуально активные самцы занимают присады, располагаясь здесь не выше 20–25 см от воды. Только их посещают готовые к спариванию самки, тогда как сексуально неактивные держатся на верхних ярусах водной растительности, где их появление самец-обладатель участка обычно игнорирует. Высоко над водой присаживаются также бродячие самцы, сексуально неактивные в данный момент.

Как только появляется самка, наблюдается интенсификация двигательной активности самца. Можно наблюдать следующие акции. Он стремительно падает в воду и, отдавшись течению на несколько секунд, взлетает трепещущим полетом (крылья движутся с небольшой амплитудой, но с большой частотой). В тех редких случаях, когда спаривание происходит очень быстро, самец прямо с воды взлетает с теми же движениями крыльев почти вертикально вверх и делает садку. Много чаще он не решается сразу сблизиться с самкой и по несколько раз перелетает туда и сюда трепещущим полетом. В промежутках между этими полетами он, сидя на стебле, широко и как бы замедленно разводит крылья. Собственно копуляции предшествует захват самцом передней части брюшка (шей) самки – садка. Готовая к спариванию самка загибает конец брюшка так, что его конец (с расположенными там половыми органами) соприкасается с так называемым вторичным копулятивным аппаратом самца (локализован на втором, считая от головы, сегменте брюшка). Собственно спаривание длится около 1–2 минут. По окончании копуляции самка обычно остается на участке самца и приступает к откладке яиц, а самец держится неподалеку от нее, мгновенно реагируя взлетом на появление поблизости другого самца. Откладывая яйца на погруженные стебли, самка во многих случаях погружается при этом под воду целиком. Яйцекладка может длиться довольно долго, до 15–20 минут, после чего самка улетает.

## Изучение поверхностной ультраструктуры отолитов рыб Южно-Китайского моря (зал. Ня-Чанг) с помощью электронного сканирующего микроскопа

*В.В. Осипов<sup>1</sup>, Н.Н. Суровенкова<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Государственный природный заповедник «Приволжская лесостепь»

<sup>2</sup>Группа морфологических адаптаций наружных покровов, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

**Введение.** Отолиты рыб широко применяются в ихтиологических исследованиях. Наиболее распространено применение отолитов в качестве регистрирующих структур для определения возраста рыб (Dannevig, 1956; Irie, 1960; Mina, 1968, Campana, 1983). Так же с помощью отолитов можно проводить обратные расчисления роста (Чугунова, 1959; Gallucci et al, 1996), исследовать жизненные циклы рыб (Radtke et al, 1990). Отолиты рыб имеют важное значение и в палеоихтиологических исследованиях (Nolf, 1985). В последнее время эти структуры все чаще используются в таксономических и филогенетических исследованиях. Наиболее эффективным в этих исследованиях является сканирующий электронный микроскоп. В настоящее время рядом зарубежных ученых опубликованы пособия и атласы-определители отолитов рыб Атлантического и Южного океанов, Австралии, Японии (Gon, 1990, Campana, 2004; Furlani et al., 2007; Iizuka, Katayama, 2008 и др.) К сожалению, работ, связанных с изучением поверхностной ультраструктуры отолитов рыб с помощью электронной микроскопии на территории Российской Федерации практически не ведется.

**Материалы и методы.** Материал для исследований собран в марте – мае 2007 г. в Южно-Китайском море, в заливе Ня-Чанг, на базе Приморского отделения, тропического центра ИПЭЭ РАН. Изучение отолитов рыб проводили с помощью электронного сканирующего микроскопа (СЭМ) Tesla CamScan MB2300. В ходе работы использовали по возможности левый сагиттальный отолит и снимали его внешнюю и внутреннюю сторону (обращенную к мозгу). Если левый отолит оказывался сломанным или непригодным для исследований, брали правый отолит. Так как форма отолитов с возрастом может видоизменяться, было решено делать серии снимков разных размерных классов. Перед съемкой, отолиты предварительно отмачивали и чистили в 4% растворе аммиачного спирта и напыляли слоем золота в несколько микрон для повышения электропроводимости.

**Результаты.** Всего сделано и проанализировано 1053 снимков отолитов рыб из 12 отрядов (Perciformes (окунеобразные) – 39 семейств, 135 видов; Scorpaeniformes (скорпенообразные) – 8 семейств, 12 видов; Tetraodontiformes (иглобрюхообразные) – 3 семейства, 10 видов, Anguilliformes (угреобразные) – 5 семейств, 10 видов; Lophiiformes (удильщикообразные) – 3 семейства, 3 вида; Pleuronectiformes (камбалообразные) – 4 семейства, 5 видов; Gadiformes (трескообразные) – 2 семейства, 3 вида; Ophidiiformes (ошибнообразные) – 1 семейство, 3 вида; Clupeiformes (сельдеобразные) – 1 семейство, 5 видов; Beryciformes (бериксообразные) – 2 семейства, 3 вида; Auloriformes (аулопообразные) – 1 семейство, 6 видов; Syngnathiformes (иглообразные) – 1 семейство, 1 вид). Съемка на СЭМ, по сравнению со световым микроскопом, позволяет получать фотографии высокого разрешения, не только морфоструктуры, но и морфоскульптуры отолитов. Такие снимки позволяют эффективно и быстро диагностировать видовую принадлежность изучаемой рыбы. Полученные материалы, будут использованы для создания атласа – определителя отолитов рыб Южно – Китайского моря.

**Благодарности.** Искренне благодарны за всестороннюю поддержку Ю.Ю. Дгебуадзе, О.Ф. Черновой, А.М. Прокофьеву, В.К. Нездوليو.

# Хромосомный полиморфизм в популяциях обыкновенной бурозубки *Sorex araneus* L., 1758

С.В. Павлова

Лаборатория популяционной экологии, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: swpavlova@mail.ru

**Введение.** Структурные хромосомные перестройки играют важную роль в микроэволюционных процессах. Для многих таксонов позвоночных показано, что образование новых видов происходило за счет одной или нескольких как внутри-, так межхромосомных мутаций. Одним из самых распространенных типов межхромосомных перестроек являются Робертсоновские транслокации (Rb) или центрические слияния/разделения (fusion/fission) хромосом. Наиболее яркими примерами распространения хромосомного полиморфизма Робертсоновского типа являются такие виды млекопитающих как домовая мышь *Mus musculus domesticus* (Pialek et al., 2005), слепушонки *Ellobius talpinus* и *Ellobius tancrei* (Баклушинская и др., 2010), палестинский слепыш *Spalax ehrenbergi* (Ivanitskaya, 2010), а также американские летучие мыши рода *Rhogeessa* (Capanna et al., 1985). В последнее время уникальным модельным видом для изучения Rb полиморфизма служит обыкновенная бурозубка *Sorex araneus* – мелкий зверек из сем. насекомоядных. Внутри ареала этого вида от Британии до Байкала к настоящему времени распространено не менее 75 парapatричных хромосомных рас, кариотипы которых различаются комбинацией акроцентриков в диагностические метацентрики, образованные за счет Rb перестроек. В местах контакта ареалов рас образуются гибридные зоны. На территории России известно распространение не менее 25 хромосомных рас и обнаружено несколько гибридных зон (Bulatova et al., 2007, 2011; Щипанов и др., 2008; Polyakov et al., 2011; Орлов и др., 2012). Целью настоящей работы было изучение распространения хромосомного полиморфизма в популяциях различных рас, а также выявление зон контакта и гибридизации хромосомных рас *S. araneus* на территории Европейской России.

**Материал и методы.** Материалом для исследования являются *S. araneus*, отловленные в 2008–2011 гг. в нескольких регионах центра и севера Европейской России, включая Респ. Карелия, Респ. Коми, Архангельскую, Вологодскую, Владимирскую, Тверскую и Московскую области. Приготовление препаратов митотических и мейотических хромосом осуществлялось по стандартной методике в полевых условиях (Bulatova et al 2009), тогда как дифференциальное G-окрашивание препаратов и определение принадлежности к хромосомной расе, в соответствии с принятым стандартным кариотипом *S. araneus* (Searle et al., 1991), проводилось в лаборатории.

**Результаты.** В ходе работы было кариотипировано 158 обыкновенных бурозубок, принадлежащих 11 хромосомным расам, из которых Москва, Западная Двина, Селигер, Нерусса, Молога, Сок, Серов, Мантурово, Печора и Кириллов уже были описаны ранее, тогда как раса Пояконда была обнаружена впервые и пополнила список рас для территории России (Pavlova, 2010).

Rb хромосомный полиморфизм, как по типу *центрического разделения*, так и *центрического слияния* был выявлен у нескольких рас. Среди бурозубок расы Москва обнаружено несколько особей с Rb fission как по одному ( $j/l$ ), так и по обоим гомологам ( $j$ ,  $l$ ) хромосомы  $jl$ . Также Rb fission по одному из гомологов  $j/l$  были выявлены у особей, принадлежащих расам Кириллов, Печора и Сок (Shchipanov&Pavlova, in press). Rb fusion перестройки, т.е. слияние исходных для расы акроцентриков  $g$  и  $o$  ( $go$ ,  $g$ ,  $o$ ) было обнаружено у нескольких представителей расы Селигер. В кариотипах особей расы Пояконда, отловленных на острове Великий (Белое море) были выявлены как Rb fusion, так и Rb fission. В первом случае было обнаружено слияние (Rb fusion) двух исходных для расы акроцентриков  $g$  и  $r$  с образованием метацентрика  $gr$ , а во-втором случае, наоборот, разделение (Rb fission) одного из гомологов метацентрической хромосомы  $ip$  (Павлова, 2011). Вследствие этих перестроек,  $2n$  в кариотипах гетерозигот отличалось от стандартного для гомозиготных особей расы. Интересным фактом является то, что количество Rb перестроек значительно увеличивается в межрасовых гибридных зонах.

**Благодарности.** Автор глубоко признателен руководителю и организатору нескольких полевых экспедиций Н.А. Щипанову, а также всем участникам за помощь в сборе материала, и в частности, А.В. Буракову, А.А. Калинин, А.В. Купцову и асп. Ф.А. Тумасьяну. Особая благодарность Н.Ш. Булатовой за помощь в интерпретации материала и консультации в ходе работы. Работа была поддержана грантом РФФИ 10-04-00357 и грантом Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых (МК-2500.2011.4).

## О соотношении фенотипа и генотипа представителей рода *Martes* в зоне симпатрии на Северном Урале

С.Л. Пищулина  
ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН  
sofiko.au@gmail.com

**Введение.** Соболь (*Martes zibellina* L.) и лесная куница (*M. martes* L.) – два вида, самостоятельность которых не вызывает сомнений у зоологов. Однако в зоне симпатрии этих видов встречаются особи, характеризующиеся промежуточными фенотипическими признаками – кидасы. В середине XX века предпринимались попытки выявить диагностические признаки кидаса, соболя и лесной куницы из зоны симпатрии и найти подтверждение гибридного происхождения кидасов (Юргенсон 1947; Язан 1962; Павлинин 1963). В результате сформировались две точки зрения: П.Б. Юргенсон (1947) считал гибридное происхождение кидасов доказанным, тогда как В.Н. Павлинин (1963) показал, что диагностические признаки, приводимые разными авторами, зачастую противоречивы, и убедительно обосновал сомнения в гибридном происхождении большей части особей кидасов. Сама же возможность гибридизации соболя и лесной куницы была подтверждена как экспериментально (Граков, 1974), так и молекулярно-генетическими исследованиями (Рожнов и др., 2010). В коллекцию Печоро-Илычского государственного природного биосферного заповедника попадают экземпляры представителей рода *Martes*, добываемые в зоне симпатрии на Северном Урале. По совокупности фенотипических признаков (общий габитус, окраска, структура меха, число хвостовых позвонков, особенности строения *os penis* и ряд краниологических признаков) сотрудники заповедника относят экземпляр к тому или иному виду или классифицируют как кидаса (гибрид).

**Материалы и методы.** В настоящей работе мы исследовали дентоматериал представителей рода *Martes* из данной коллекции. 25 соболей, 25 лесных куниц и 16 «кидасов» были генотипированы по 9 микросателлитным локусам. В качестве контроля были проанализированы образцы из аллопатричных частей ареалов – 30 соболей из Якутии и Дальнего Востока и 27 лесных куниц из Восточной Европы. Математическую обработку результатов проводили с помощью программы Structure v 2.3. (Pritchard et al., 2000). Степень отличий в частотах встречаемости аллелей (*FST*-критерий) рассчитывали в программе Arlequin v.3.11.

**Результаты и обсуждение.** Анализ на основе частот аллелей методом кластеризации (модель «Admixture») показал, что из 16 «кидасов» 10 (62.5%) с вероятностью более 67% относятся к группе соболей, а два (12.5%) – к группе куниц. Из 25 уральских «куниц» три (12%) относятся к соболям, а 4 (16%) к кидасам. Из 25 «соболей» только два (8%) относятся к кидасам, все остальные соболя. Всего из 66 экземпляров, происходящих из зоны симпатрии выявлено 20 (30.3%) куниц, 36 (54.5%) соболей и 10 (15.2%) кидасов. Между выборками «кидасов» и уральских соболей не было выявлено статистически достоверных различий ( $F_{st}=0.002$ ,  $p=0.37$ ), что еще раз говорит о том, что генофонд «кидаса» наиболее близок уральскому соболю. Полученные результаты хорошо согласуются с результатами пошагового дискриминантного анализа краниометрических признаков (Пищулина и др., 2009): 14 из 23 (60.8%) особей, фенотипически классифицированных как кидасы, по совокупности краниометрических признаков с вероятностью более 67% относятся к группе соболей, шесть особей (26.1%) – к группе куниц, и только три (13.0%) были отнесены к группе вероятностных гибридов. Всего в выборке из 83 экземпляров, включавшей по изначальной классификации по 37.5% соболей и куниц и 25% кидасов, было выявлено 55.4% соболей, 41.0% куниц и только 3.6% кидасов. Следует отметить, однако, что несмотря на сходство результатов двух независимых методов анализа в целом, для ряда конкретных особей обнаруживаются и несоответствия, вплоть до прямо противоположных.

Таким образом, показано, что гибридизация в зоне симпатрии реально имеет место и в настоящее время, в дополнение к данным по мт-днк (Рожнов и др. 2010), показавшим возможность и неоднократность явления гибридизации в прошлом. Однако реальная доля гибридов первого и второго поколений в популяции, как и предполагал ранее В.Н. Павлинин, значительно меньше, чем принято считать на основании использования только совокупности внешних признаков. За кидасов на Северном Урале в основном принимают соболей, но иногда и лесных куниц – видимо уклоняющихся по фенотипическим признакам. В свою очередь, и для представителей родительских видов возможно неправильное определение. Надежно отнести экземпляр рода *Martes* из зоны симпатрии на Северном Урале к тому или иному виду или гибриду можно только на основании молекулярно-генетического анализа. Краниометрический анализ может давать адекватные результаты только в сериях.

**Благодарности.** Автор глубоко признателен своим научным руководителям В.В.Рожнову и И.Г.Мещерскому за поддержку, дирекции Печоро-Илычского государственного заповедника за предоставленную возможность работы с коллекцией и Л.В. Симакину за предоставленный материал. Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы».

## Подбор праймеров и предварительные результаты мультилокусного микросателлитного анализа представителей рода *Capreolus*

Д.А. Плахина<sup>1</sup>, Е.Ю. Звычайная<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Биологический факультет МГУ им М.В. Ломоносова

<sup>2</sup>Лаборатория экологии и функциональной морфологии высших позвоночных,

ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: dplahina@mail.ru

**Введение.** Проблема установления таксономического статуса является важной для многих видов млекопитающих, в частности, для косуль. Восточная Европа – территория, на которой в настоящее время проживают, по-видимому, два вида косуль: *Capreolus pygargus* и *C. capreolus* (Данилкин, 2006; Звычайная и др., 2011). До событий XX века распространение данных видов было следующим: европейская косуля населяла Европу и Переднюю Азию, а сибирская – Восточную Европу и Азию (Данилкин, 1999). В XIX – начале XX вв. в европейской части России косуля была почти полностью истреблена. С 30–40-х годов численность обоих видов начинает расти, *C. capreolus* расселяется практически до Волги, а *C. pygargus* – в западном направлении до рек Хопер и Дон в Волгоградской области. Во второй половине XX века на территорию Восточной Европы завозят 3,5 тысячи косуль обоих видов, пытаясь таким образом восстановить численность популяций. В настоящее время в европейской части России повсеместно встречаются гаплотипы мтДНК сибирской косули, в частности на территории Московской области всего 22% особей несут мтДНК европейской косули, а 78% – сибирской (Звычайная и др., 2011). Мы надеемся, что мультилокусный микросателлитный анализ поможет нам выяснить, кем являются носители «сибирской» мтДНК в данном регионе: сибирскими косулями, гибридами с *C. capreolus*, или наблюдается интрогрессия мтДНК сибирской косули. Основной целью данной работы стал подбор праймеров для дальнейшего микросателлитного анализа.

**Материал и методы.** Мы провели молекулярно-генетический анализ 24 образцов, принадлежащих обоим видам: *C. capreolus* (Венгрия, Украина, Псковская область РФ; n=5) и *C. pygargus* (Якутия, Иркутская, Оренбургская, Самарская области, республика Тува РФ; n=19). ДНК была выделена из мышц и кусочков эпителиальной ткани с помощью набора реактивов «Diatom DNA Prep 200» (Изоген, Москва). Амплификацию проводили в 10 мкл: 2 мкл готового раствора для полимеразной цепной реакции (ПЦР) X5MasterMix (Диалат, Москва) с добавлением SmartTAQ полимеразы (Диалат), 1–2 мкл полученного раствора ДНК, по 1 мкл прямого и обратного праймера (5 пмоль/мкл), 5 мкл воды. Для амплификации использовали микросателлитные праймеры, разработанные для копытных: RT1, RT20, RT23, RT24, RT30, Roe01, Roe09, CSSM41, IDVGA8, BM757 (Stone et al., 1995; Wilson et al., 1997 и др.). Амплификацию проводили в следующем режиме: 95 °C – 3 мин (1 цикл); 95 °C – 30 с; 57–60 °C – 30 с, 72 °C – 1 мин 30 с (30–36 циклов); 72 °C – 20 мин (1 цикл). ПЦР осуществлялась при помощи амплификатора «Tetrad2» (Bio-Rad, США). Электрофорез и определение длин амплифицированных фрагментов выполняли на автоматическом секвенаторе ABI PRISM 3130 (Applied Biosystems, США) с использованием размерного стандарта LIZ500. В ходе исследования проводилась оптимизация условий ПЦР для каждой пары праймеров и подбор кратности разведения амплификата для фрагментного анализа.

**Результаты.** По результатам исследования праймеры RT20, RT23, CSSM41 исключены из эксперимента, т.к. при их использовании наблюдались эффекты неспецифичной амплификации или отсутствия амплификата. Для некоторых образцов продукт амплификации локусов RT1 и BM757 содержал до 4 аллелей, а максимальная разница между аллелями составила 40 нуклеотидов, что также свидетельствует о неспецифичности амплификации и невозможности дальнейшего использования данных маркеров для решения поставленных задач. Стабильно воспроизводимый результат получен только для локусов Roe\_01, Roe\_09, RT24, RT30, IDVGA8. Локусы Roe\_01, Roe\_09 представлены двумя аллелями каждый, изменчивость остальных локусов выше: RT24 – 5 аллелей, RT30 – 15, IDVGA8 – 10. Для трех полиморфных локусов RT24, RT30 и IDVGA8 среди представителей *C. pygargus* описано 5, 14, 9 аллелей соответственно, среди *C. capreolus* – 1, 3, 3. Значения гетерозиготности по 5 локусам следующие: для *C. capreolus* He=0.42, Ho=0.28, для *C. pygargus* He=0.69, Ho=0.65, для всех исследованных образцов He=0.68, Ho=0.58. Вышеизложенные результаты свидетельствуют о возможности использования локусов Roe\_01, Roe\_09, RT24, RT30, IDVGA8 для микросателлитного анализа представителей рода *Capreolus*. Однако следует признать, что высокоинформативными могут быть лишь 3 полиморфных локуса RT24, RT30 и IDVGA8, что ставит перед нами задачу расширения спектра микросателлитных маркеров в дальнейших исследованиях молекулярно-генетической изменчивости *C. pygargus* и *C. capreolus*.

**Благодарности.** Авторы благодарны М.В. Холодовой, А.А. Данилкину, а также всем, кто принял участие в сборе образцов. Работа выполнена на базе Кабинета методов молекулярной диагностики ИПЭЭ РАН при финансовой поддержке РФФИ (10-04-01351) и Программы Президиума РАН «Биологическое разнообразие».

# Сроки преимагинальных стадий жуков-листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae), на примере модельных видов

И.Г. Пронина

Лаборатория почвенной зоологии и общей энтомологии, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: Irina018@yandex.ru

**Введение.** Изучение взаимосвязи «фитофаг-растение» – является частью фундаментальной проблемы формирования биотических отношений в экосистемах и закономерностей коэволюции экологически связанных между собой организмов. В энтомологии этот вопрос имеет важное прикладное значение, в связи с актуальностью проблемы защиты лесных и сельскохозяйственных культур растений от насекомых вредителей. Жизненные циклы и связи с кормовыми растениями изучены лишь на отдельных немногочисленных представителях. В связи с этим представляет интерес выявление связей жизненного цикла жуков и фенологии кормовых растений, у видов с разной шириной пищевого спектра, жизненных форм, открыто- и скрытоживущих.

Цель работы изучить сроки преимагинальных стадий жуков-листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae). Основная задача исследований – изучение адаптаций жизненного цикла жуков-листоедов к феноритмам кормовых растений (на примере модельных видов).

**Материал и методы.** Работа проводилась в 2011 году на юго-западе Приволжской возвышенности, участках заповедника «Приволжская лесостепь» (Пензенская обл.): «Кунчеровская лесостепь», «Борок».

В полевых условиях при сборе материала использованы общепринятые методы сбора беспозвоночных животных: путем кошения энтомологическим сачком по травянисто-кустарниковой растительности и вручную. Во время сбора фиксировались стадия развития листоедов и фенофаза кормового растения. Для регистрации фенологических фаз растений, была принята классификация Е.М. Лавренко. В лабораторных условиях содержались имаго и личинки модельных видов разных стадий онтогенеза, сроки линек фиксировались.

**Результаты и обсуждение.** Были выбраны следующие модельные виды листоедов: *Bromius obscurus*, *Argopus nigritarsis*, *Plagioderia versicolorea*, *Chrysomela populi*, *Goniocetena viminalis*, *Crioceris quatuordecimpunctata*, *Cassida nebulosa*, *Gastrophysa polygoni*, *Galeruca tanaceti*, *Lilioceris merdigera*, *Altica oleracea*. Виды различаются образом жизни и по-разному связаны с кормовыми растениями.

У большей части исследованных видов личиночная фаза проходит в июне, границы могут колебаться от третьей декады мая до второй декады июля. По характеру жизненного цикла были выделены следующие группы: фитофилы имаго и различные жизненные формы их личинок:

1) Почвенные личинки: (монофаг – *Bromius obscurus*, связан с кипреем узколистным) развитие личинок заканчивается в мае, конце июня и приходится на начало фазы цветения.

2) Скрытоживущие личинки (минеры): монофаг – *Argopus nigritarsis*: личинки минируют листья прострела раскрытого в июне-июле, в фазе плодоношения и вегетации растения.

3) Открытоживущие личинки-дендробионты видов *Plagioderia versicolorea*, *Chrysomela populi*, *Goniocetena viminalis*: в июне личинки питаются листвой ивы и осины, которая появилась после цветения. Фазы цветения и личиночные стадии разделены по времени.

4) Открытоживущие личинки-хортобионты *Cassida nebulosa*, *Crioceris quatuordecimpunctata*, *Gastrophysa polygoni*, *Galeruca tanaceti*, *Lilioceris merdigera*, *Altica oleracea*: у большинства видов развитие личинок происходит в июне и частично совпадает с фазой цветения кормовых растений.

Лабораторные наблюдения позволяют сделать вывод, что сроки развития преимагинальных стадий у разных видов незначительно варьируют: в среднем яйца развиваются – 4.3–5.1 сут., личинки первого возраста – 2.9–3.9, личинки второго возраста – 2.9–4.1, личинки третьего возраста – 3.4–5.7, предкуполка – 1.3–2.2, куполка – 4.3–5.9.

Яйца модельных видов листоедов развиваются от 3 до 8 сут. При этом наиболее растянутые сроки развития у *Bromius obscurus* и *Altica oleracea*.

Сроки развития личинок первого возраста 2–5 сут. Они незначительно удлинены у видов *Crioceris quatuordecimpunctata*, *Lilioceris merdigera*, которые относятся к подсемейству Criocerinae.

Личинки второго возраста формируются 2–6 сут., третьего возраста – 2–8 сут. Наиболее длительные сроки развития личинок третьего возраста у *Chrysomela populi*, *Galeruca tanaceti*, *Altica oleracea*.

Предкуполка длится от нескольких часов до 4 сут. и является наиболее короткой из преимагинальных стадий. В фазе куполки листоед проводит от 2 до 10 сут.

## Питание белощекой казарки (*Branta leucopsis*) на острове Колгуев: характер использования кормовых ресурсов тундровых местообитаний

С.Б. Розенфельд<sup>1</sup>, К.Е. Литвин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Лаборатория сохранения биоразнообразия и использования биоресурсов,

ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

<sup>2</sup> Научно-информационный центр кольцевания птиц, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: rozenfeldbro@mail.ru

**Введение.** Из палеарктических гусей на сегодняшний день белощекая казарка – вид с наиболее быстро растущей численностью, гнездовой ареал которого продолжает расширяться. Это явление не может быть не связано с экологической лабильностью вида, в том числе, прежде всего, с особенностями питания. До 1980-х гг. в России белощекая казарка гнездилась только на острове Южном Новой Земли и о-ве Вайгач, где немногочисленные колонии этого вида были приурочены к уступам прибрежных скал. С 1980-х гг. белощекая казарка освоила низменные приморские марши и равнинные тундры, которые отличаются от традиционных мест ее гнездования в субарктике. Известно, что белощекие казарки, гнездящиеся на приморских маршах на полуострове Канин и в Малоземельской тундре в своем питании тесно связаны с растениями маршевого комплекса. Показать насколько сильно белощекая казарка в период гнездования и вождения выводков ограничена набором кормовых видов, качеством кормов (т.е. содержанием в них питательных веществ) и динамикой роста биомассы, возможно только при изучении экологии питания птиц, гнездящихся в биотопах, не связанных с морем.

**Материал и методы.** Полевые исследования: описание и картирование колоний, оценку успеха размножения, проводили с 27 мая по 29 июля 2011 г. в центральной части острова Колгуев, в верхнем течении и дельте р. Песчанки, в районах озера Песчаное и поселка Бугрино. Анализ проб экскрементов проводили методом кутикулярного анализа. Для оценки динамики питания в период насиживания в центральной части острова выделили три модельных участка, на которых располагались колонии: склон, котловину спущенного озера и ровные ивняково-осоково-моховые тундры. Пробы экскрементов от насиживающих самок из 10 гнезд на каждом модельном участке собирали 1 раз в 10 дней, одновременно проводили укусы растительности. Для сравнения спектра питания в период насиживания также был собран материал от самок белощекой казарки в антропогенных местообитаниях, дельте реки Песчанки, побережье в районе оз. Песчаное и на лайдах в районе поселка Бугрино. Всего проанализировано 169 проб от белощекой казарки, а для оценки межвидовой конкуренции - 53 пробы от белолобого гуся (*Anser albifrons*), 3 – от гугенника (*Anser fabalis*) и 7 проб от северного оленя (*Rangifer tarandus*).

**Результаты и обсуждение.** Переход к гнездованию на приморских маршах, в том числе на острове Колгуев, оказался выигрышным за счет высокого содержания доступного белка и низкого содержания лигнина и кремния в фоновых видах растений. Кроме того, такие кормовые биотопы легко поддаются трансформации, что значительно повышает конкурентоспособность белощекой казарки в трофических отношениях с другими видами гусей. Оказалось, что в тундровых местообитаниях острова Колгуев белощекая казарка, использует практически все группы кормов и виды кормовых растений: ивы (до 67%), мхи (до 41%), лютик Палласа (до 39%), осоковые, злаки и двудольные (до 63%), даже в местообитаниях с доминированием *Carex aquatilis*. Белощекая казарка интенсивно питается в период насиживания, не ограничена спектром кормовых растений, а тенденция не терять акустический и визуальный контакт с партнером: т.е. совмещать гнездовой и кормовой участки, здесь сохраняется. Использование механизмов, выработанных при гнездовании на морских островах при защите гнезда от чайковых птиц, позволяют белощекой казарке значительно расширить использование кормовых ресурсов за счет мозаичности местообитаний. Перекрытие рационов гусей и белощекой казарки в одинаковых местообитаниях на Колгуеве велико, но пока кормовые ресурсы везде, кроме лайды, практически не ограничены. Высокий успех гнездования во всех типах местообитаний (включая антропогенные и лишенные приморской растительности) свидетельствует о том, что насиживающие самки полноценно питаются в местообитаниях, считающихся субоптимальными. В настоящее время мы не можем оценить питательность кормовых ресурсов и динамику роста птенцов в тундровых местообитаниях острова Колгуев, однако известно, что при вождении выводков на приморских маршах пресс хищничества более высок, а внутривидовая конкуренция за корма больше. Таким образом, успех размножения при гнездовании в оптимальных местообитаниях может, за счет потери птенцов от хищников, быть меньше или равен таковому в субоптимальных по кормовым качествам тундровых местообитаниях. При этом отсутствие миграции выводков и линных птиц на приморские марши свидетельствует о том, что рост и развитие птенцов в тундровых местообитаниях происходят нормально. Показано, что механизм колонизации новых территорий у белощекой казарки усиливают хищники-покровители. На этот процесс влияют различные факторы, но полученные нами данные свидетельствуют о том, что кормовая база не входит в их число.

## Особенности возрастной структуры популяции варакушки (*Luscinia svecica*) в Саратовском Заволжье

Е.Н. Рыженкова

Лаборатория популяционной экологии, ИПЭЭ РАН им. А.Н. Северцова

E-mail: ryzh\_en@mail.ru

**Введение:** Возрастная структура считается одной из значительных характеристик любой популяции птиц, которая показывает стабильность численности на данной территории. Она изменяется под воздействием внешних факторов, контролирующих процессы рождаемости и смертности. Важным показателем выступает пространственная неоднородность этой структуры, что особенно справедливо для перелетных птиц, поскольку ежегодно пространственное распределение формируется заново. В качестве модельного вида выбрана варакушка (*Luscinia svecica*), вид, достигающий в районе исследований высокой численности и занимающий широкий спектр местообитаний.

**Материал и методы:** Исследование проводили в течение гнездового сезона 2010–2011 гг., на территории Дьяковского леса и его окрестностей в степной зоне Заволжья (Саратовская обл., Краснокутский р-н, 50°31' с.ш., 46°47' в.д.). На трех модельных площадках выделено три местообитания, хорошо отличимых друг от друга: 1) степной участок, представляющий собой залежи разного возраста, где преобладают полынь, ковыль и др., высотой до 1 м, присутствуют кустарниковые заросли, высотой не более 1,5 м.; 2) приречный участок, вытянутый узкой полосой вдоль р. Еруслан, состоит из тростниковых зарослей, высокотравья и кустарников, высотой до 2–4 м; 3) лесной участок, который состоит из лесных колков со значительными понижениями, весной заливаемыми водой, участков кустарниковой степи по краям этих колков и местам рубок, чередующихся фрагментами ковыльно-злаковой степи зонального типа. Проводили отлов, мечение, визуальный контроль особей на гнездовых участках, поиск и проверку гнезд. Для исследования возрастного состава популяции варакушки использовали различия окраски оперения, что позволило выделить 2 когорты птиц: годовалые («молодые») и особи от двух лет и старше («взрослые»).

**Результаты и обсуждение:** Возрастная структура популяции варакушки различается в трех изученных местообитаниях. Для анализа в качестве показателя было выбрано соотношение особей двух когорт. Рассматривая птиц, вступивших в размножение, определили, что степное и приречное местообитания заняты более взрослыми птицами – доля молодых в среднем за 2 года составила 21% (n=64) и 28% (n=87) соответственно. На лесном участке доля молодых в несколько раз выше 84% (n=38). Взрослые и, следовательно, более опытные птицы, прилетают раньше молодых, и имеют возможность занять наиболее пригодные местообитания, какими в данном случае оказываются приречные и степные участки. Лесной участок мозаичен и условия в нем нестабильны. Сезон гнездования здесь начинается позже, чем на приречных и степных площадках, поэтому его занимают молодые особи, прилетающие позже. Об этом же говорит отсутствие возвратов особей на лесном участке, окольцованных в предыдущем году, и их высокая доля (до 50%) на остальных площадках. Необходимо обратить внимание и на межгодовые различия: в 2010 г. из-за поздней весны приречный участок как местообитание стал пригоден позже, поэтому доля молодых особей здесь была выше, чем в 2011 г. На остальных площадках существенных межгодовых изменений не отмечено.

Рассматривая особей, постоянно обитающих на площадке в течение гнездового сезона, независимо от того, вступили они в размножение или нет, выяснили, что полученное для гнездящихся птиц соотношение значительно не изменилось. Холостыми остаются как молодые птицы, так и взрослые, причем как самцы, так и в редких случаях самки, т.е. численность популяции, по крайней мере в отдельные сезоны, превышает емкость местообитаний.

Таким образом, в изученной гнездовой популяции варакушки возрастная структура неодинакова в разных местообитаниях и в некоторой степени зависит от условий конкретного сезона.

**Благодарности:** Исследование поддержано программой «Биологическое разнообразие» президиума РАН. Я выражаю признательность своим руководителям Батовой О.Н. и Бурскому О.В. за ценные замечания и помощь в работе.

## Новые сведения о полиморфизме митохондриальной ДНК бурого медведя Северо-Восточной Евразии

*В.В. Саломашкина*

Кабинет методов молекулярной диагностики, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

*E-mail: prodoljenie-banketa@yandex.ru*

**Введение.** Исследование полиморфизма мтДНК является удобным инструментом для изучения филогеографической структуры различных видов животных, позволяя установить возможную степень родства представителей вида, населяющих различные части ареала. Несмотря на то, что филогеографическая структура бурого медведя активно изучается, существуют регионы, где генетическое разнообразие населяющих их животных еще не описано. К таким областям принадлежит область Зауралья, частично исследованная Korsten et al, 2009. Популяция Сибири является одновременно самой территориально протяженной и одной из самых малоизученных.

**Материал и методы.** В данной работе в качестве генетического маркера был выбран фрагмент контрольного региона митохондриальной ДНК, включающий гипервариабельный участок (левый домен), длиной 763 п.н. Филогенетические отношения полученных гаплотипов определялись с помощью программного обеспечения MEGA 5 и Network 4.6. В целях сравнения полученных данных с данными других авторов использовалась база GenBank.

**Результаты и обсуждение.** В результате работы было получено 29 фрагментов контрольного региона (763 п.н.) для образцов из Томской области, Хабаровского и Красноярского края и Камчатки. Был выявлен 21 территориально специфичный гаплотип, из них 3 гаплотипа для Камчатки, 2 – для Красноярского края, 6 – для Приморья и 10 для Томской области. Можно отметить достаточно высокую степень родства между описанными гаплотипами (число различий составило 1–19 п.н.), а также отсутствие гаплотипов, общих для нескольких регионов. Показано, что гаплотипы, характерные для Хабаровского края, были родственны друг другу, так же как и гаплотипы с Камчатки. Сравнение результатов нашей работы и данных, полученных из GenBank, показало, что описанные нами гаплотипы контрольного региона мтДНК относятся к общемировой кладе 3 (Leonard et al, 2000), выявленной для бурых медведей, обитающих в разных частях северной Евразии. Также было показано отсутствие четко выраженного генетического разделения между образцами медведей из Сибири и Европы. В Томской области выявлен гаплотип, значительно отличающийся от всех остальных и родственный гаплотипам, ранее описанным для о. Хоккайдо (Matsushashi et al, 1999) и принадлежащим к общемировой кладе 4, выявленной помимо Японии в Северной Америке. Поскольку большинство депонированных в GenBank последовательностей имели меньшую длину, для сравнительного анализа мы были вынуждены обрезать наши последовательности до длины 645 п.н. Четыре из полученных нами гаплотипов оказались идентичны описанным ранее Корстеном (Korsten et al, 2009), причем один из таких гаплотипов, выявленный Корстеном на территории Красноярского края, в нашей работе был обнаружен на Камчатке, а гаплотип, выявленный ранее только на Камчатке, был обнаружен на побережье Охотского моря. Другие идентичные гаплотипы имели широкий ареал – в частности, в Томской области был выявлен один из наиболее распространенных на территории Северо-Восточной Европы гаплотипов, а также один из образцов с Камчатки принадлежал к гаплотипу, ранее описанному для Камчатки, Сибири и Европы.

Полученные нами результаты показывают актуальность дальнейшего изучения бурых медведей Сибири и Камчатки, а также позволяют предположить, что расширение выборки может выявить новые генетические линии и прояснить степень изоляции медведей Камчатки. Также интересным представляется побережье Охотского моря, где выявлены гаплотипы мтДНК, несколько отличающиеся от сибирских и европейских.

Выражаем искреннюю благодарность людям, собиравшим материал на местах, а также коллективу Кабинета методов молекулярной диагностики ИПЭЭ РАН. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (№ 10-04-01351) и подпрограммы «Динамика и сохранение генофондов» Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития».

## Ведущие процессы пространственно-временного варьирования термодинамических характеристик биогеоценозов южной тайги

*Р.Б. Сандлерский*

Лаборатория биогеоценологии и исторической экологии им. В.Н. Сукачева,

ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

*E-mail: srobert\_landy@mail.ru*

**Введение.** Целью сообщения является выделение ведущих процессов, определяющих пространственно-временное варьирование термодинамических переменных биогеоценологического покрова с помощью многомерного анализа. Традиционно целью многомерного анализа является снижение размерности пространства переменных с минимальной потерей информации, однако операция так же имеет смысл выделения параметров порядка, то есть ведущих процессов, определяющих рассматриваемое явление. В данном случае исходное многомерное пространство определяется термодинамическими переменными за каждый срок наблюдения, отражающими в совокупности их пространственно-временную динамику. Соответственно в результате многомерного анализа выделяются практически независимые термодинамические процессы.

**Материал и методы.** Для территории Центрально-лесного биосферного заповедника (Тверская область) на основе многозональной космической съемки (20 сцен) рассчитаны термодинамические переменные, характеризующие основные составляющие энергетического баланса биогеоценозов. С помощью метода главных компонент из 100 термодинамических переменных (5 переменных для каждого срока, отражающих затраты поглощенной энергии на эвапотранспирацию, тепловой поток, неравновесность преобразование солнечной энергии и производство биологической продукции) были получены параметры порядка – независимые термодинамические процессы, определяющие преобразование солнечной энергии биогеоценологическим покровом. Для интерпретации полученных параметров порядка была использована карта типов биогеоценозов, полученная на основе интерполяции полевых данных по данным дистанционного зондирования и цифровая модель рельефа.

**Результаты.** Размерность факторного пространства, определенная с помощью метода осыпи (Пузаченко, 2004) для 100 термодинамических переменных составила 4. Четыре параметра описывают 70%. Первый параметр описывает 36.7% варьирования переменных, второй параметр описывает 20%, третий – 7.5%, четвертый – 5.7%. Первый параметр порядка интерпретируется как открытость деятельной поверхности ландшафтного покрова и определяет общую теплоемкость биогеоценоза, регулируя тепловой поток и энергозатраты на эвапотранспирацию в течение всего года. Второй параметр можно интерпретировать как перераспределение влаги рельефом территории в весенний период, что определяет особенности сезонного хода биологической продуктивности и неравновесность в различных позициях. Третий параметр порядка определяет сезонную динамику вегетационного индекса, видимо за счет перераспределения тепла и влаги рельефом. Четвертый параметр порядка так же определяет особенности сезонной динамики продуктивности и является, по всей видимости, результатом влияния рельефа в летний период на вегетационный индекс и неравновесность. Можно констатировать наличие принципиально различных фазовых состояний системы преобразующей энергию в течение вегетационного периода и вне его, при наличии снегового покрова. При наличии снегового покрова, чем больше открытость территории, тем ниже эксергия и тепловой поток, а в течение вегетационного периода тепловой поток тем больше, чем больше открытость. Открытостью так же положительно определяется биологическая продуктивность осенью, что отражает осеннюю вегетацию на болотах и на зарастающих, некосимых лугах.

По результатам анализа можно говорить о двух типах процессов, определяющих преобразование энергии биогеоценологическим покровом: процесс, определяемый его собственной теплоемкостью, регулирующий тепловой поток и затраты энергии на эвапотранспирацию и процессы связанные с неравновесностью и производством биологической продукции. «Теплоемкостный» процесс определяется только одним параметром порядка, в то время как второй «информационный» тремя параметрами, сменяющимися друг друга во времени.

## О возможности комплексного применения биоакустических устройств и пропановых пушек, как репеллентов, снижающих адаптивные способности птиц

Н.Ю. Сапункова

Лаборатория экологии и управления поведением птиц, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: snoosmoomrik@mail.ru

**Введение.** Биоакустические устройства воспроизводят с усилением крики бедствия, тревоги птиц и чередующиеся с ними синтезированные репеллентные сигналы. Оборудование применяется для защиты больших площадей, в том числе на летных полях аэродромов. В основе действия пропановых пушек заложен акустический метод воздействия на птиц, пропановая пушка создает шумовой эффект высокой интенсивности, вызывающий у птиц чувство страха и дискомфорта, вследствие чего они стремятся как можно быстрее покинуть территорию, расположенную рядом с таким «источником опасности». Произведенный шум имеет направленное действие и подобен выстрелу из охотничьего дробового ружья. Большим преимуществом современных электронных пропановых пушек является возможность обеспечить синхронизацию с различными внешними устройствами.

**Материалы и методы.** В мае-июле 2011 г. была произведена синхронизация работы биоакустической установки и электронной пропановой пушки. Для периодов наибольшей активности биоповреждающего вида птиц, в качестве которого был выбран грач *Corvus frugilegus*, использовался видоспецифический крик бедствия и выстрел пушки. Это было обеспечено интеграцией в планировщик биоакустической установки особой команды, служащей сигналом к запуску работы пропановой пушки. Для определения энергетических свойств звуковых сигналов выстрелов из гладкоствольного ружья и пропановой пушки была осуществлена запись этих сигналов и проведен их спектральный анализ.

**Результаты и обсуждение.** Современные пропановые пушки имеют в своей основе микропроцессорный модуль, благодаря которому пользователь сам программирует работу устройства. Это большое преимущество, т.к. устройство можно поместить, например, в непосредственной близости к взлетно-посадочной полосе аэродрома, куда доступ сотрудникам разрешен лишь на короткое время и не каждый день.

Исходя из приведенного спектрального анализа сигналов пушек и выстрелов из ружья, можно сделать вывод, что по спектральному составу звуки выстрелов из гладкоствольного ружья и пропановой пушки идентичны. Незначительные отличия в частотном диапазоне этих звуков, не оказывают влияние на репеллентный эффект воздействия, т.к. различные виды оружия и пиротехнические средства имеют более существенные отличия. По характеру репеллентного воздействия на птиц и по физическим свойствам звука, издаваемого пропановой пушкой, эти устройства можно отнести к классу пиротехнических.

Жесткая привязка по времени биоакустической трансляции к выстрелам позволяет значительно расширить и расширить функциональные возможности обоих репеллентов. Это стало возможным благодаря наличию в системе управления пушкой возможности внешней синхронизации. Этот комплекс позволяет воздействовать на птиц любых видов, не обладая видоспецифичностью. По нашим наблюдениям синхронизированный репеллентный комплекс обеспечивает повышение отпугивающего эффекта на птиц в результате снижения их адаптивных возможностей. В данном случае биоакустическая установка несет функцию основного репеллента, а пропановая пушка является подкрепляющим. Причем между этими репеллентами воздействиями благодаря синхронизации обеспечивается жесткая привязка друг к другу по времени. Таким образом, достигается снижение эффекта привыкания.

Синхронизированный репеллентный комплекс перспективно использовать в тех случаях, когда режим безопасности запрещает применение пиротехники, пропановые пушки в составе таких комплексов служат адекватной заменой применению огнестрельного и сигнального оружия.

Работы по объединению биоакустической установки и пропановой пушки в единый комплекс будут продолжены. Для дальнейшего изучения репеллентной эффективности и определения оптимальных режимов работы таких комплексов требуются наблюдения в течение нескольких полевых сезонов.

**Благодарности.** Автор искренне благодарит ведущего электроника Лаборатории экологии и управления поведением птиц С.С. Золотарева и руководителя орнитологической группы аэропорта «Домодедово», к.б.н. С.А. Зиновьева за помощь в проведении испытаний синхронизированного комплекса.

# Сравнительная морфология яиц чешуекрылых Бомбикоидного и Сфингоидного комплексов России и бывшего СССР (Lepidoptera, Bombycoidea, Spingoidae)

А.В. Сидоров, А.А. Загоринский

Лаборатория почвенной экологии и энтомологии, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

max.faradei@mai.ru

**Введение.** Изучение онтогенеза живых организмов является чрезвычайно важной задачей, в т.ч. и для выяснения филогенетических отношений. Насекомые, в частности чешуекрылые, имеют разнообразные и сложные жизненные стадии. Изучение филогении и систематики чешуекрылых в основном построено на морфологии имаго, главным образом на строении их гениталий. Преимагинальные стадии – такие как яйцо, гусеница и куколка являются в эволюционном плане более консервативными. Особенности их морфологического строения могут быть также использованы для систематики и филогении. В данной работе мы исследовали ультраструктуру яиц чешуекрылых Бомбикоидного и Сфингоидного комплексов. Данные подсемейства включают в себя крупных или очень крупных бабочек, распространённых большей частью в тропическом и субтропическом поясе. Энтомофауна России включает около 120 видов следующих семейств: Lasiocampidae, Saturniidae, Sphingidae, Lemoniidae, Endromiidae, Brhmaeidae. В данной работе мы изучили 55 видов России и нескольких стран бывшего СССР.

**Материалы и методы.** Для изучения ультраструктуры яиц использовался спиртовой материал.

Во время экспедиционных поездок в различные регионы страны проводился сбор самок, которые помещались в пластиковые контейнеры или садки с веточкой кормового растения. Как правило, через сутки бабочки откладывали яйца. Яйца фиксировались 70% спиртовым раствором. Так как не все виды удавалось поймать в ходе экспедиций, использовался метод извлечения яиц из сухих самок фондовой коллекции Зоологического музея МГУ и других энтомологических сборов. Специальными лезвиями с вентральной стороны брюшка вскрывалась кутикула и через отверстие извлекались яички, которые также фиксировались в 70% этиловом спирте. Перед изучением на сканирующем микроскопе яйца очищались от яичевых оболочек. Далее проводилось напыление золота на препараты с последующим исследованием их на сканирующем электронном микроскопе в лаборатории электронной микроскопии ИПЭЭ РАН.

**Результаты и обсуждение.** В исследовании яиц внимание обращалось на геометрию яйца – линейные размеры у исследуемых 55 видов составляют от 3×1,5мм, до 1,5×1,5мм. Форма яиц сферическая, но встречается и цилиндрическая, как у *Caligula boisduwalii*. Цилиндрическая форма характерна для насекомых, откладывающих яйца в компактные группы, а сферическая – для одиночно отложенных яиц. Наибольшую важность для выявления внутриродовых и надродовых взаимоотношений представляет изучение особенностей тонкого строения хориона. Поверхность яйца может иметь весьма сложную скульптуру: сеть жёстких ярко выраженных балок и перемычек образуют прочную основу яйца. Это характерно для видов, которые зимуют на данной стадии. Кроме того, у зимующих видов хорошо развита дыхательная система яйца – количество пор очень велико. У других, в частности бражников, яйцо может иметь почти гладкую поверхность с хаотично разбросанными порами. Нами было показано, что у экземпляров, принадлежащих к одному виду, ультраструктура хориона сходна, эту особенность можно применять для уточнения родовых взаимоотношений. Важно отметить особенность видов *Laothoe populi* и *Laothoe populi populeti*, имеющих различную скульптуру, вероятно говорящую об их видовом статусе, вместо внутривидового. Помимо вышеперечисленных структур, изучалось строение микропилярного поля, количество слагающих его рядов, форма и диаметр микропилярной розетки. У изученных видов наблюдалась единственная хорошо выраженная микропилярная розетка средним диаметром 50–70 мкм. Было установлено, что количество ячеек розетки варьирует от 7–8 до 18 и более. В одной кладке разброс не столь велик – 6–10. Как и хорион, микропилярная область также может использоваться для уточнения таксономии и филогении изучаемых нами семейств и видов.

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность А.В. Свиридову (Зоологический музей МГУ).

## Сообщество симбионтов, ассоциированное с мелководными гидроидами Кандалакшинского залива Белого моря

С.Ю. Синельников, И.Н. Марин

Лаборатория экологии и морфологии морских беспозвоночных, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: stenothoe2010@mail.ru; coralliodecapoda@mail.ru

**Введение.** В настоящее время все больше внимания мирового научного сообщества посвящено изучению симбиотических отношений, и их роли в функционировании морских экосистем. Наиболее удобными объектами для изучения симбиотических взаимодействий являются колониальные кишечнополостные, в частности коралловые полипы, с которыми ассоциировано большое количество различных видов живых организмов. Однако из-за особенностей метаболизма коралловые полипы не могут существовать в холодных водах, где их экологическую нишу занимают колониальные гидроиды. В настоящий момент экологии, морфологии и систематике гидроидов посвящено очень большое количество работ как отечественных, так и зарубежных исследователей. Являясь массовыми видами, гидроиды и ассоциированные с ними симбиотические сообщества играют важную роль в экосистемах северных морей и во многих экосистемах являются видами-эдификаторами. В данной работе впервые собраны данные по видовому разнообразию амфипод, обитающих на 5 массовых видах гидроидов в сублиторали Кандалакшинского залива Белого моря.

**Материал и методика.** В 2009 г. в период с середины июля до середины сентября для изучения симбионтофауны беломорских сублиторальных гидроидов в качестве хозяев были собраны следующие виды: *Ectopleura larynx*, *Clava multicornis* (Forsk., 1775), *Gonothyraea loveni* (Allman, 1859), *Laomedea flexuosa* (Hincks, 1861), *Dynamena pumila* (L., 1758), *Hydrallmania falcata* (L., 1758) и *Sertularia mirabilis* (Verrill, 1873). Для изучения экологии и популяционной структуры ассоциированных животных было собрано 80 колоний гидроидов *Ectopleura larynx* различного размера. В 2010 г. за период с середины июня по середину июля было собрано 100 колоний гидроидов следующих видов *Clava multicornis*, *Ectopleura larynx* (= *Tubularia larynx*), *Tubularia indivisa*, *Obelia geniculata*, *Obelia longissima*, *Dynamena pumila*, *Diphasia fallax*, *Hydrallmania falcata*, *Sertularia mirabilis*, *Abietinaria abietina*. Каждого из перечисленных гидроидов было собрано по 10 колоний. Кроме гидроидов на выявление наличия симбионтов было собрано по 10 особей следующих массовых видов сублиторальных кишечнополостных: *Metridium senile*, *Urticina (Tealia) felina*, *Gersemia fruticosa*, *Lucernaria quadricornis*. Сборы проводились с регулярностью 2 раза в неделю; за 1 раз собиралось 5–10 колоний. Колонии гидроидов отделяли от субстрата и помещали в герметичные пластиковые пакеты, исключающие потери симбионтов. Смыывы симбионтов с гидроидов проводились в лаборатории через сачок с диаметром сита 70 мкм с помощью 5–10% раствора этилового спирта. Затем собранных животных и колонии фиксировали в 70% растворе этилового спирта.

**Результаты.** Всего на различных колониях гидроидов было обнаружено 11 видов амфипод, относящихся к 9 семействам. Из семейства Stenothoidae Boeck, 1871 – *Metopa alderi* (Bate, 1857) – 1310 особей; из семейства Pleustidae (Stebbing, 1888) – *Sympleustes glaber* (Boeck, 1861) – 1304 особей, *Pleustes panoplus* (Kr.) ssp. *tuberculatus* (Bate, 1858) – 1 особь; из семейства Jassidae (Stebbing, 1906) – *Ishirocerus cf. enigmatus* (Gurjanova, 1934) – 178 особей; из семейства Photidae (Boeck, 1872–1876) – *Eurystheus melanops* (G. Sars, 1882) – 100 особей; из семейства Corophiidae (Dana, 1849) – *Crassikorophium bonelli* (M.-Edw, 1830) – 407 особей; из семейства Podoceridae (Dana, 1849) – *Dulichia bispina* (Gurjanova, 1930) и *Dulichia porrecta* (Bate, 1857) – 60 и 29 особей соответственно; из семейства Lysianassidae (Dana, 1849) – *Socarnes vahli* (Kroyer, 1838) – 1 особь; из семейства Amphithoidae (Stebbing, 1899) – *Amphithoe rubricata* (Montagu, 1808) – 92 особи; из семейства Caprellidae (Leach, 1814) – *Caprella septentrionalis* (Kroyer, 1838) – 92 особи. Так же в пробах было найдено 5 видов полихет относящихся к 4 семействам: из семейства Phyllodocidae – *Phyllodoce maculata* (L., 1767) – 29 особей; из семейства Polynoidae – *Lepidonotus squamatus* (L., 1767) – 87 особей; из семейства Syllidae – *Pterosyllis finmarchica* (Malmgren, 1867) – 71 особь; из семейства Terebellidae – *Amphitrite figulus* (Dalyell, 1853), *Pista maculate* (Dalyell, 1853) – 37 и 5 особей соответственно. Из других беспозвоночных – 2 вида пантопод, 2 вида голожаберных моллюсков, 1 вид двустворчатых моллюсков, 1 вид хирономид, и 1 вид нематод.

**Благодарности.** Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта Президента МК-1235.2012.4 и гранта РФФИ 12-04-0540-а.

## Взаимодействия самцов-гибридов красной и рыжей полевки с самками родительских видов

*А.А. Соктин*

Лаборатория поведения и поведенческой экологии млекопитающих,

ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

*E-mail: clethr@mail.ru*

**Введение.** Результаты молекулярно-генетических исследований показали, что в рефугиумах последнего ледникового периода в популяциях лесных полевок происходила гибридизация между красной и рыжей полевкой (КП и РП), также были выявлены следы современной гибридизации в симпатрических популяциях этих видов. Нами в лабораторных условиях были получены межвидовые гибриды КП и РП, с которыми в дальнейшем была проведена серия экспериментов. Гибридные самки первого поколения фертильны и, как нами было показано ранее дают жизнеспособное потомство при возвратных скрещиваниях с самцами обоих родительских видов. Гибридные самцы первого поколения являются бесплодными, что подтверждается гистологическими исследованиями семенников.

Целью данной работы было изучение особенностей социального поведения гибридных самцов по отношению к самкам КП и РП, а также выяснить эффективность их полового поведения

**Материал и методы.** В эксперименте использовали половозрелых животных в возрасте от 0,5 до 1,5 года. Было сформировано шесть экспериментальных групп с гибридными самцами, которые состояли из: 2 самки КП, 2 самки РП и 2 гибридных самца. Наблюдения за группами проводили в сумеречное, ночное или раннеутреннее время суток. При регистрации взаимодействий животных использовали ранее принятую классификацию элементов поведения, для полевок рода *Clethrionomys*.

Анализ структуры взаимодействий между гибридными самцами и самками родительских видов проводили при помощи сравнения выборочных долей (Лакин, 1980).

**Результаты и обсуждение.** Результаты проведенных нами экспериментов показали, что в группах с гибридными особями формируются сложные системы взаимоотношений, во многом схожие с внутривидовыми отношениями КП и РП. Место особи в этой системе определяется ее полом и индивидуальными особенностями.

Взаимоотношения гибридных самцов с самками родительских видов почти всегда зависели от социального положения самок. В группах, где доминировали самки РП, со стороны самцов почти не было отмечено агрессии, направленной на самок обоих видов, и инициаторами агрессивных взаимодействий являлись в основном самки. В группах, где доминировали самки КП, у самцов складывались нормальные взаимоотношения, характерные для внутривидовых, только с ними. В отношениях с рыжими полевками присутствовало много агонистических взаимодействий, причем вся агрессия была направлена со стороны самцов. В большинстве экспериментальных групп наблюдали спаривания гибридных самцов, с самками обоих видов. Для гибридных самцов, как и для самцов родительских видов, характерно ухаживание за самкой. Средняя продолжительность рецептивности для самок обоих видов в среднем была ниже, чем при спаривании с самцами-конспецификами. В спариваниях принимали участие оба самца, которые либо по очереди ухаживали за самкой и спаривались с ней, либо собирались возле нее одновременно и помимо спариваний выясняли между собой отношения, что во многом схоже с поведением самцов родительских видов. Большинство садок были полные с подставлениями, лордозом и вылизыванием гениталий. Число половых контактов за период рецептивности самок в среднем было несколько выше, чем во внутривидовых спариваниях. По результатам данной работы можно сделать следующие выводы:

1. Поведение гибридных самцов во взаимодействиях с самками родительских видов во многом напоминает поведение родительских видов во внутривидовых отношениях.

2. В целом характер взаимоотношений гибридных самцов с самками как КП, так и РП в большей степени определяется социальным статусом зверьков, чем их видовой принадлежностью.

3. Несмотря на стерильность гибридных самцов у них наблюдали абсолютно нормальное половое поведение. Самцы спаривались примерно с одинаковой интенсивностью как с рецептивными самками красной, так и рыжей полевки. При этом самки обоих видов воспринимали их как конспецификов.

## Локализация «акустических окон» у афалины (*Tursiops truncatus*) и белухи (*Delphinapterus leucas*)

Е.В. Сысueva

Лаборатория сенсорных систем позвоночных, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: evgeniasysueva@gmail.com

**Введение:** В эволюции у китообразных сформировался целый ряд уникальных морфологических и физиологических адаптаций к водной среде обитания. Преобразование слухового анализатора сопровождалось замещением классического пути проведения звука к среднему и внутреннему уху новыми механизмами, более приспособленными для водной среды. Актуальной задачей современных исследований является изучение функционирования систем звукопроводения китообразных, в том числе точная локализация зон повышенной чувствительности («акустических окон»). Существует несколько гипотез о путях звукопроводения у зубатых китов: нижнечелюстная гипотеза (через нижнюю челюсть) (Norris, 1968, 1969), латеральная (через область заросшего слухового прохода) (Ketten, 1992; Popov et al., 1992) и глоточная (снизу между двумя челюстями) (Cranford et al., 2008). В задачи настоящего исследования входило протестировать чувствительность (слуховые пороги) различных точек на голове животных и посмотреть, совпадают ли полученные результаты с «акустическими окнами», предполагаемыми различными гипотезами, или нет.

**Материалы и методы:** Объектами исследования были представители двух семейств подотряда зубатых китов (Odontoceti): дельфин афалина (*Tursiops truncatus*) и белуха (*Delphinapterus leucas*). Чувствительность различных зон на поверхности головы животных оценивалась с помощью анализа слуховых вызванных потенциалов, возникающих в ответ на подводную контактную звуковую стимуляцию. Регистрация вызванных потенциалов осуществлялась с помощью неинвазивного метода в соответствии с правилами использования животных в биомедицинских исследованиях Министерства Науки и Образования РФ. В работе были использованы два типа акустических стимулов – короткие звуковые послышки и серии тональных посылок. Точки, чувствительность которых оценивалась в данной работе, были выбраны в соответствии с существующими гипотезами о путях проведения звука к структурам улитки у зубатых китов.

**Результаты и обсуждение:** На представителях двух семейств подотряда зубатых китов произведена точная локализация «акустических окон» методом подводной контактной акустической стимуляции. Показано, что расположение «акустических окон» для этих семейств имеет общий план. У дельфина афалины обнаружены две области повышенной чувствительности («акустических окна»): одна на нижней челюсти на расстоянии от 10 до 30 см от конца роострума, вторая в области заросшего слухового прохода на расстоянии 30–40 см от конца роострума. У белухи четко локализуется область на нижней челюсти – между 10 и 25 см от конца роострума, каудальная область в районе слухового прохода выражена значительно слабее, чем у дельфина афалины. Зона на нижней челюсти чувствительна к «высокочастотным» стимулам, зона в области заросшего слухового прохода чувствительна к «низкочастотным» звукам. Наличие «акустического окна» на нижней челюсти хорошо согласуется с нижнечелюстной теорией звукопроводения (Norris, 1968, 1969). Существование второго, низкочастотного, «окна» подтверждает гипотезу о существовании латерального канала звукопроводения (Ketten, 1992; Popov et al., 1992). Работа поддержана грантами РФФИ (РФФИ № 09-04-00688а; РФФИ № 08-04-00460а).

## Структура гибридной зоны хромосомных рас Москва и Западная Двина обыкновенной бурозубки *Sorex araneus* L.

В.Б. Сычёва

Лаборатория микроэволюции млекопитающих, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: 11.02@mail.ru

**Введение.** Исследование гибридных зон у внутривидовых форм млекопитающих позволяет изучить эволюционные процессы в зонах вторичного контакта отличающихся форм.

**Материал и методы.** Объектом исследования структуры гибридной зоны стала обыкновенная бурозубка. У которой в настоящее время известно более 70 хромосомных рас.

**Результаты и обсуждение.** В публикации Orlov & Borisov (2007) представлены описания кариотипов хромосомных рас Москва и Западная Двина из контактирующих популяций. Хромосомная формула расы Москва:  $XX/XY_1Y_2af, bc, gm, hi, jl, kg, no, rq, tu$  (Анискин и Лукьянова, 1989). Хромосомная формула расы Западная Двина:  $XX/XY_1Y_2af, bc, gm, hk, ip, jl, no, qr, tu$  (Булатова и др., 2002). Мономорфные кариотипы этих рас отличаются по трем парам метацентриков расы Москва (*hi, kg, rq*) и расы Западная Двина (*hk, ip, qr*), которые независимо формировались в длительной эволюции этих рас в результате разных транслокационных соединений исходных хромосом.

В кариотипе гибрида присутствуют оба гаплоидных набора хромосом рас Москва и Западная Двина. В мейозе I гибрида при конъюгации 6 монобрахиальных гомологов конъюгируют и образуют кольцо, RVI (*hi/ip/rq/qr/rk/kh*), гексавалент. Тем не менее, это не мешает правильному расхождению хромосом по гаметам. Один исследованный половозрелый гибридный самец хромосомных рас Москва и Западная Двина, отловленный в апреле 2008 г., из исследованной нами гибридной зоны нормально развитые семенники и в мазках из семенных канальцев присутствовали сперматозоиды.

Среди бурозубок расы Москва в гибридной зоне были выявлены три особи, гетерозиготные по центрическому соединению *jl* и одна особь, гетерозиготная по центрическому соединению *gm*. Гетерозиготность по соединению *gm* (*gm, g, m*) – следствие гибридизации с расой Селигер и включения в кариотип расы Москва акроцентрических хромосом *g* и *m* расы Селигер. Ранее гетерозиготность по слиянию *gm* отмечалась в другом районе гибридной зоны рас Москва и Селигер (Павлова и др., 2007).

Зона контакта хромосомных рас, Москва и Западная Двина, обыкновенной бурозубки по данным 2007–2009 гг. была прослежена на протяжении 20 км от оз. Любино до р. Волкота (Орлов и др., 2007, 2010; Борисов и др., 2008, 2009).

Было очевидным, что зона совместного обитания этих двух рас очень узкая и не превышает 1 км. Более детально гибридная зона хромосомных рас Москва и Западная Двина была исследована на южной окраине пос. Любино в 2010 г.

Большая часть территории, на которой изучалась гибридная зона, покрыта ельниками с подлеском и травяным ярусом. Часть территории занимают заброшенные селхозугодья, выпасы и луговые сенокосные участки, вырубки, зарастающие разнотравным листовым лесом. Обыкновенная бурозубка – эвритопный вид, и подобная мозаика мест обитания не способна повлиять на расселение хромосомных рас (Щипанов и др., 2008).

Ширина зоны, где отмечены обе расы, не превышает 500 м. Все отловленные бурозубки оказались неполовозрелыми сеголетками. Следовательно, отмеченные особенности распределения хромосомных рас в гибридной зоне отражают расселение молодых неполовозрелых особей. Вместе с тем, важно отметить, что отлов бурозубок живоловками дает выборку преимущественно оседлых, а не мигрирующих особей (Щипанов и др., 2003).

У самцов расы Москва в период размножения средний размер участка равен  $105,8 \pm 67,8$  м (диаметр зоны нормальной активности) (Shchipanov et al., 2005). Следовательно, ширина области взаимного проникновения рас ограничена всего несколькими участками самцов.

Отмеченные особенности гибридной зоны свидетельствуют о ее несомненном эффекте, изолирующем популяции хромосомных рас Москва и Западная Двина. На это указывает крайняя узость зоны совместного обитания бурозубок двух рас и, соответственно, небольшая величина гибридной популяции и снижение доли гибридов по сравнению с теоретически ожидаемой.

Поскольку мы не знаем исходных различий рас, мы можем только констатировать, что поток генов через межрасовые гибридные зоны не привел к полной нивелировке морфометрических особенностей рас в районе контакта их ареалов.

Поэтому в тех случаях, когда не обнаруживается морфологических или молекулярных различий между кариологически хорошо дифференцированными расами, вероятнее предположить, что ко времени контакта эти расы не были дифференцированы (гипотеза «the common ancestry» Jadwiszczak et al., 2008), чем объяснять сходство соседних рас потоком генов через гибридные зоны.

## Фитопаразитические нематоды как фактор угнетения зелёных насаждений в экосистемах городских парков (на примере Нескучного сада г. Москвы)

С.Б. Таболин

Лаборатория фитопаразитологии Центра паразитологии, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: stabolin@mail.ru

**Введение.** В настоящее время зелёные насаждения г.Москвы испытывают на себе влияние множества факторов, вызывающих угнетение их развития. Несмотря на это исследования причин неудовлетворительного состояния растений в трансформированных природных экосистемах городских парках, садах, газонах- носят весьма ограниченный характер. Поэтому целью нашей работы стало изучение комплекса фитопаразитических нематод на примере ризосферы насаждений Нескучного сада.

**Материал и методы.** В период с 20 сентября по 20 ноября 2011 г. с территории парка и прилегающей части Фрунзенской набережной было отобрано 80 почвенных образцов. Почвы преимущественно лёгкие, дерново-подзолистые, с кислой реакцией среды. Нематод извлекали двумя методами: методом Бермана (в трёхкратной повторности) и методом Флэга (в двукратной повторности). Всего было приготовлено 400 почвенных вытяжек, из которых были отловлены нематоды и приготовлены препараты по методу Сайнхорста. Идентификацию проводили по морфологическим признакам под световым микроскопом.

**Результаты и обсуждение.** Согласно трофической классификации нематод (Yeates et al., 1993), выявленные в ризосфере насаждений Нескучного сада виды могут быть разделены на 6 групп: 1) фитопаразиты, 2) микоефитогельминты, 3) микогельминты, 4) бактериотрофы, 5) многоядные и 6) хищники. Для большей части насаждений констатируется высокая степень инвазии корневой системы фитопаразитическими нематодами. Это вызвано тем, что естественные антагонисты фитопаразитических нематод – облигатные хищники из отряда Mononchida- более чувствительны к неблагоприятным воздействиям внешней среды, чем фитопаразиты. На территории парка выявлено доминирование следующих видов фитопаразитических нематод, образующих высокие плотности популяций: *Mesocriconema xenoplax* (в прикорневой почве вяза, клёна, тополя, ясеня, кизильника, гравилата, папоротника; *Criconema annuliferum* (в прикорневой почве гравилата и сосны у Андреевского пруда) и *Ogma octangularis* (в прикорневой почве гравилата) – данный вид регистрируется на территории РФ впервые. Высокая плотность популяции мигрирующей эктопаразитической нематоды *Hemicycliophora macrithmus* обнаружена лишь у корней папоротника. Виды родов *Paratylenchus* и *Tylenchorhynchus* были отмечены на корнях различных растений, однако высоких плотностей их популяций не наблюдали.

На территории парка широко распространены нематоды-вирусоносители, образующие высокие плотности популяций: *Longidorus elongatus* – на корнях рябины обыкновенной, рябины тюрингской, ясеня, полыни, репейника, дуба, гравилата, галинсоги, в ризосфере разнотравья на газоне Фрунзенской набережной; *Xiphinema diversicaudatum* – в ризосфере фиалки; *Trichodorus similis* – в ризосфере клёна, ивы, вяза, сныти и папоротника.

Среди мигрирующих эндопаразитов наибольшее распространение на территории парка имеет вид *Helicotylenchus digonicus*, образующий высокие плотности популяций на корнях гречишки сахалинской и в ризосфере газонных трав. При взаимодействии данного вида с фитопатогенными микромицетами рода *Fusarium* наблюдали увядание трав на газонах.

Среди антагонистов фитопаразитических нематод на обследованной территории выявлены следующие виды нематод-хищников: *Mononchus truncatus*, *Clarkus papillatus*, *Coomansus parvus*, *Mylonchulus brachyurus*, *Mylonchulus sigmaturus*, *Mylonchulus sexcristatus* и *Tigronchoides ginglymodontus*. При этом последний вид регистрируется на территории РФ впервые.

## Особенности зимней биологии монгольского хомячка *Allocricetulus curtatus* Allen, 1925

М.В. Ушакова, А.В. Суров

Лаборатория сравнительной этологии и биокommunikации, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: ushakovam@gmail.com

**Введение.** Зимние холода – суровое испытание для животных, населяющих умеренную зону. Изучению стратегий переживания этого времени года у хомяковых посвящен целый ряд работ лаборатории сравнительной этологии и биокommunikации ИПЭЭ РАН (Ushakova et al., 2010, Ушакова и др., 2009, 2011, 2012). Показано, что для снижения энергозатрат животные могут понижать температуру тела, впадая в торпор или спячку.

Зимняя биология монгольского хомячка не изучена, хотя у близкого вида – хомячка Эверсмана в осенне-зимний период наблюдалась истинная спячка. Цель исследования – анализ динамики температуры тела монгольского хомячка в зимний период в сравнении с хомячком Эверсмана.

**Материал и методы.** Исследование проведено с сентября 2009 по май 2011 г. на четырех половозрелых особях монгольского хомячка, пойманных в природе (Тува) в 2009 и 2010 гг. Зверьков содержали при естественном температурном и световом режимах в клетках с достаточным количеством гнездового материала и избытке кормов. Обездвиженным животным внутривентриально имплантировали термонакопители оригинальной конструкции (Петровский и др., 2008), каждые 30 минут регистрирующие температуру с точностью 0.2 °C. Через 8–12 месяцев после имплантации датчики были извлечены и показания считаны программой Ecologger 2.3.

**Результаты.** Показано, что у монгольского хомячка в течение холодного времени года наблюдаются нерегулярные понижения температуры тела – от торпоров (оцепенений), до кратковременных спячек. При этом у одной из трех особей понижения температуры тела начались только в марте. Длительность периодов гипотермии значительно варьировала и составляла от нескольких часов до двух суток, глубина падений температуры составляла от +30 до +6.6 °C, число периодов гипотермии зимой также различалось между животными и доходило до 32. При всех эпизодах гипотермии снижение температуры тела происходило значительно медленнее, чем ее повышение до состояния нормотермии (35–37 °C), стремительная фаза которого занимала всего 1,5–2 часа. Процесс смены периодов гипотермии и нормотермии происходил нерегулярно. Так, время между оцепенениями или короткими спячками может занимать от нескольких часов (7–8) до двух и более недель. Во время пробуждения монгольские хомячки принимают пищу и выводят из организма продукты метаболизма, что их отличает от хомяков Радде (*Mesocricetus raddei*) и Брандта (*M.brandti*), которые не питаются между пробуждениями. В целом динамика температуры тела в зимний период у исследованного вида соответствует данным, полученным по близкому виду – хомячку Эверсмана *Allocricetulus evermanni* (Ushakova et al., 2010, Ушакова и др., 2009). Таким образом, можно заключить, что монгольские хомячки демонстрируют высокую эколого-физиологическую пластичность и способны к круглогодичной активности, периодическим оцепенениям и к впадению в кратковременную спячку.

**Благодарности.** Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 09-04-00701а и гранта Президиума РАН «Биоразнообразие». Выражаем также глубокую благодарность Н.Ю. Феоктистовой за помощь в работе.

## Генетическое разнообразие изолированной популяции джейрана (*Gazella subgutturosa subgutturosa*) в экоцентре «Джейран» в Узбекистане

Д.М. Чернецкая<sup>1</sup>, П.А. Сорокин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет, Биологический факультет

<sup>2</sup>Кабинет методов молекулярной диагностики, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

E-mail: gnomicha@yandex.ru

**Введение.** Генетические последствия уменьшения численности популяций хорошо описаны для некоторых видов. Потеря генетической изменчивости в популяции может привести к снижению жизнеспособности, особенно сильно проявляющейся под действием неблагоприятных условий среды. Поэтому актуальными становятся исследования, использующие неинвазивные методики для оценки генетического разнообразия популяций редких видов. Согласно Красной книге МСОП 2008 года джейран относится к категории уязвимых видов. В настоящее время популяции джейрана представлены в основном изолированными локальными группировками. По этой причине большой интерес представляет подробное изучение процессов изменения генетического разнообразия во времени. Уникальную возможность для этого представляет группировка экоцентра «Джейран» в Узбекистане, основанная в 1977 году из 38–55 особей. После этого популяция была изолирована, и происходило лишь изъятие небольшого числа особей для разведения в неволе.

**Материалы и методы.** Пробы тканей от джейранов взяты у отловленных животных и из остеологической коллекции экоцентра, которую собирают с 1979 года. Анализируемая выборка была разделена на две группы: животные-основатели (1980–1987 гг.) и джейраны из современной выборки (2005–2008 гг.). Для анализа митохондриальной ДНК использовалась методика, описанная ранее (Сорокин и др., 2011). В общей сложности были проанализированы последовательности полной D-петли мтДНК для 17 животных-основателей и 39 джейранов из современной выборки. Для анализа микросателлитных участков ядерной ДНК использовались праймеры с флуоресцентными красками: 33hdz496, 33hdz8 и 33hdz692 (Huebinger et al., 2006). Длины микросателлитных фрагментов определяли на автоматическом генетическом анализаторе ABI 3130 с добавлением стандарта длины Liz 500 и программы GeneMapper v 4.0 (Applied Biosystems, США). Значение гетерозиготности и среднее число аллелей рассчитывали в программе Excel Microsatellite Toolkit (Park, 2001). Из-за худшей сохранности ядерной ДНК размер выборок для микросателлитного анализа был меньше: 38 и 14 животных соответственно. По этой же причине при анализе ДНК, выделенной из костей, итоговый генотип определялся, исходя из анализа 4 микросателлитных повторов.

**Результаты и обсуждение.** Получены последовательности полной D-петли для 56 животных. Для образцов 1980–1987 года гаплотипическое разнообразие (H) составило  $0,88 \pm 0,05$ , а нуклеотидное (p)  $0,011 \pm 0,006$ . Для современных образцов H равно  $0,90 \pm 0,02$ , а p равно  $0,013 \pm 0,007$ . В современной выборке выявлено 12 гаплотипов, а в старой 8. Из них общих – 6. Два уникальных гаплотипа выборки 1980–1987 гг., не встречаются в современной популяции, а 6 современных не представлены в группировке особей основателей. Микросателлитный анализ показал, что для популяции животных-основателей ожидаемая (He) и наблюдаемая гетерозиготность (Ho) равны соответственно  $0,70 \pm 0,07$  и  $0,44 \pm 0,08$ . Для современной популяции He =  $0,67 \pm 0,09$  и Ho =  $0,61 \pm 0,05$ . Коэффициент инбридинга для современной популяции F равен  $1 - (Ho/He) = (0,61/0,67) = 0,09$ . Среднее число аллелей на локус для выборки 2005–2008 гг. составило  $6,83 \pm 2,89$ , а для группировки 1980–1987 гг. равно  $4,67 \pm 1,53$ . Существенные отличия в значении гетерозиготности в исторической и современной выборке и увеличение числа гаплотипов со временем указывают на то, что в размножении принимали не анализированные нами животные. Низкое значение коэффициента инбридинга и сравнимое значение гетерозиготности с дикими популяциями джейрана (Сорокин и др., 2010) и близкими видами говорит о благополучии популяции джейранов в экоцентре по сравнению, например, с популяцией джейрана из Ирана (Zachos et al., 2010).

**Благодарности.** Авторы признательны Н.В. Солдатовой, Э.Т. Юлдашеву и сотрудникам экоцентра «Джейран» за помощь в организации и проведении полевых работ. Работа выполнена в Кабинете методов молекулярной диагностики ИПЭЭ РАН при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации МК-2553.2012.4.

## Агрессивные реакции нетелей во время хендлинга при воздействии на разные участки тела

*Е.А. Чикурова, С.Л. Баскина*

Лаборатория поведения и поведенческой экологии млекопитающих,

ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

*E-mail: savraska81@mail.ru; baskinas@mail.ru*

**Введение.** Целью работы было проанализировать реакции, относящиеся к агрессивному поведению, проявляемые нетелями разного возраста во время хендлинга при воздействии на разные участки тела.

**Материал и методы.** Исследования проводили на таежной биостанции ИПЭЭ РАН в Костромской области в августе и декабре 2008 г. и сентябре 2009 г. на трех нетелях-ровесниках костромской породы. На время проведения экспериментов телочкам исполнилось соответственно 4, 9 и 16 месяцев. Животные содержались на огороженном участке леса, площадью 20 га. В загоне площадью 8×8 м их подкармливали травой и сеном, а в телятнике размером 6×6 м они получали соль и овсяную кашу. Эксперименты по хендлингу проводили в загоне 8×8 м при отсутствии в нем подкормки. Нетелей по очереди заводили в загон, надевали на них веревочный недоуздок и привязывали, а затем проводили чистку резиновой скребницей и щеткой из стандартного набора для чистки лошадей. Во время чистки проводилась видеозапись. Всего было проведено по 20 экспериментов для каждой телочки. При анализе видеозаписи учитывали первую поведенческую реакцию теленка на прикосновения к какой-либо области тела. Некоторые реакции оказались непригодными для оценки по видеозаписи, поэтому их исключили из анализа. Подходящими для анализа были признаны следующие агрессивные реакции: кивок вниз, кивок в бок, вздергивание головы и набычивание, а также попытку нетели вытеснить человека из занимаемого им пространства или толкнуть его боком тела.

**Результаты и обсуждение.** Количество агрессивных реакций в зависимости от возраста телочек изменялось неравномерно – больше всего агрессивных реакций отмечено у нетелей в 16 месяцев, а меньше всего – в 9 месяцев. Соотношение разных агрессивных реакций менялось недостоверно в зависимости от возраста, если исключить из анализа попытку вытеснить человека – эта реакция появилась только в 16-месячном возрасте. Больше всего агрессивных реакций встречалось у телочек во всех возрастах при чистке головы и живота. У 4-месячных телочек больше всего агрессивных реакций при чистке живота, достоверно реже по частоте при чистке головы и задних ног, остальные области тела вызывают достоверно меньше агрессивных реакций и не отличаются друг от друга. У 9-месячных телочек агрессивных реакций при чистке головы и живота поровну, чистка остальных частей тела вызывает достоверно меньше агрессивных реакций. У 16-месячных больше всего агрессивных реакций при чистке головы, достоверно реже – при чистке живота и передних ног и достоверно меньше при чистке всего остального. Удивительно, что даже прикосновение к вымени не вызывает столько агрессивных реакций, сколько чистка головы.

Самая часто встречаемая агрессивная реакция телят в возрасте 4 месяцев – кивок вниз, он встречается в два раза чаще, чем другие реакции, которые по частоте не отличаются друг от друга достоверно. У телочек в 9 месяцев самая частая агрессивная реакция – кивок в бок, однако его количество не достоверно отличается от количества других агрессивных реакций. У телочек в 16 месяцев самой частой реакцией стало набычивание, реже встречаются кивок вниз и вздергивание головы (между собой различия недостоверны), и достоверно реже них реакция кивка в бок и толкания человека, которые по частоте не различаются достоверно.

У телочек в возрасте 4 месяцев при чистке живота встречается максимальное количество всех агрессивных реакций, кроме кивка вниз. Кивок вниз чаще всего встречается при чистке головы, достоверно реже – при чистке живота и задних ног и без достоверных различий при чистке остальных частей тела.

9-месячные при воздействии на область головы угрожают чаще всего кивком вниз, однако различия от других реакций недостоверны. При чистке живота происходит максимальное количество кивков в бок с достоверным отличием от частоты этой реакции при воздействии на другие части тела. Наибольшее количество кивков вниз встречается при воздействии на спину с достоверным отличием от других реакций.

У 16-месячных телочек при чистке головы достоверно чаще других реакций проявляется набычивание, реже кивок вниз и вздергивание головы (без достоверных различий между ними) Во всех случаях – это максимальное количество вышеуказанных реакций. При чистке живота чаще встречается набычивание, реже, кивок вниз и кивок в бок (максимум), а при чистке передних ног чаще встречается вскидывание головы.

## Увеличение доступности углерода позволяет дождевым червям более эффективно осваивать малодоступные компоненты органического вещества почвы

О.Л. Шиленкова

Лаборатория почвенной зоологии и общей энтомологии, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

e-mail: shill.oks@mail.ru

Доступность углерода является ключевым фактором регуляции общего уровня микробной активности в почве и темпов деструкции мертвого органического вещества (Daufresne and Loreau 2001; Ekblad and Nordgren 2002). Повышение содержания доступного углерода (например, в ризосфере) стимулирует микробную активность и ускоренную минерализацию растительных остатков (Кузьяков 2002). Механизмы влияния подвижных соединений углерода на динамику почвенных процессов довольно плохо исследованы, в частности из-за того, что «животные» и «микробные» компоненты почвенной биоты обычно исследуются отдельно. Подвижные низкомолекулярные соединения углерода составляют малую долю общего углерода почвы, но, вероятно, играют непропорционально большую роль не только в регуляции микробной активности, но и в энергетике популяций почвенных животных (Scheu and Schaefer 1998; Seastedt et al. 1988; Tiunov and Scheu 2004). Традиционно считается, что основным источником углерода (=энергии) для почвенных животных являются растительные остатки и/или сапротрофные микроорганизмы. Однако недавние работы позволяют предполагать, что энергетический баланс почвенных животных в значительной степени базируется на свежезафиксированном углероде  $\text{CO}_2$  атмосферы, поступающем в почву из корней растений в виде растворов простых сахаров, аминокислот и прочих подвижных соединений. В частности, в работе M. Pollierer et al. (2007) показано, что даже у подстилочных животных доля углерода, поступившего из корней растений, может достигать 80 и более процентов.

Гипотеза о том, что прирост биомассы эндогеяных дождевых червей лимитирован доступностью углерода, была проверена в 28-дневном эксперименте. Эксперимент был проведен в полуполевых условиях на территории Национального парка Кат Тьен (Южный Вьетнам). Микрокосмами служили пластиковые контейнеры, в каждый контейнер было помещено по 300 г бедной песчаной почвы, собранной на прирусловом валу р. Донг Най (содержание органического С около 0,6–0,8%). Сапрофаги были представлены тропическими эндогеяными дождевыми червями *Pontoscolex corethrurus*. В начале эксперимента в почву внесли дополнительный углерод различной степени доступности: либо в виде раствора глюкозы, либо в виде опада  $\text{C}_4$ -растения *Saccharum spontaneum*; в обоих случаях количество вносимого углерода составляло около 0,18 г С на микрокосм. Опад вносили в виде фрагментов разной величины (<0,25, 0,25–0,5 и 4–5 мм), глюкозу – в виде водного раствора. Изотопный состав углерода опада ( $\delta^{13}\text{C} = 13,5 \pm 0,1$ ) и глюкозы ( $\delta^{13}\text{C} = 11,8$ ) существенно отличался от изотопного состава органического вещества почвы ( $\delta^{13}\text{C} = 26,7 \pm 0,1$ ).

Прирост биомассы червей в почве с добавлением глюкозы составил 42%, в других вариантах либо не происходило изменений (при внесении мелких [<0,5 мм] фрагментов опада), либо наблюдалась тенденция снижения веса (в контроле и с внесением крупных фрагментов опада, 4–5 мм). Изотопный анализ тканей червей в конце эксперимента показал, что в вариантах с внесением глюкозы доля углерода, ассимилированного из добавленного в почву углерода, составила около 20%, в вариантах с добавлением мелкодисперсного опада – около 10%. Таким образом, увеличение биомассы животных определяется не только освоением добавленного углерода, но и мобилизацией дополнительного С (и N) из почвы.

Изотопный состав азота в тканях червей позволяет предположить, что источник поступления азота изменялся в зависимости от уровня доступности вносимого в систему углерода. В варианте с внесением глюкозы выявлена тенденция приближения  $\delta^{15}\text{N}$  в тканях червей к  $\delta^{15}\text{N}$  в биомассе почвенных микроорганизмов и/или гумифицированного органического вещества почвы. Это предполагает, что увеличение доступности углерода (энергии) позволяет почвенным дождевым червям более эффективно осваивать малодоступные компоненты органического вещества почвы.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 11-04-00948а).

## Динамика генетической структуры гибридного поселения большого и желтого сусликов по ядерным и митохондриальным маркерам

А.А. Шмыров<sup>1</sup>, С.В. Титов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Лаборатория популяционной экологии, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН

<sup>2</sup>Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского

E-mail: shm-andrey2005@yandex.ru

**Введение.** Генетическая структура гибридных поселений имеет ряд особенностей и характеризуются значительными изменениями, которые связаны как с историей образования этих поселений и с периодическими изменениями их популяционной структуры, происходящими вследствие вселения или убыли особей родительских видов, так и с ассортативностью контактов конспецифичных и неконспецифичных особей.

**Материал и методы.** Для проверки этих положений был проведен анализ результатов многолетних исследований (2002–2011 гг.) генетической структуры гибридного поселения *Spermophilus major* и *Spermophilus fulvus* (Саратовская обл., Краснокутский р-н). Неинвазивными методами были отловлены 168 зверьков. Для определения видовой принадлежности особей были взяты 5 молекулярно-генетических маркеров: контрольный регион мтДНК (С-регион, D-loop) и 4 маркера ядерной ДНК (интрон 6 гена р53, псевдоген гена р53, интрон 5 гена Zfx (X-хромосома), интрон 8 гена SmcY (Y-хромосома). Для амплификации «рабочих» маркеров были использованы специфические для сусликов праймеры, разработанные для исследования гибридализации сусликов в Поволжье (Ермаков и др., 2002; 2006). Генетическая структура популяций описывалась по показателям доли гибридов в поселении, уровню гетерозиготности, соответствию наблюдаемого числа генотипов с теоретически ожидаемым, частотам митотипов ДНК и видоспецифических Y-хромосом, силе потока генов.

**Результаты и обсуждения.** Начало межвидовой гибридализации в контактном поселении сусликов происходит в период депрессии численности популяций родительских видов и связано с сильным дефицитом конспецифичных особей в период размножения (Титов и др., 2006; 2007). На данном этапе генетическая структура поселения большого и желтого сусликов характеризуется наличием гомозиготных маркерных генотипов родительских видов (*S. major* – *m/m*, *S. fulvus* – *f/f*) и в процессе гибридализации, вследствие ослабления действия барьерных факторов, в смешанном поселении большого и желтого сусликов появляются гетерозиготные генотипы (*m/f*), по мере накопления которых формируется особая генетическая структура. Формирование генетической структуры гибридного поселения проходит в течение 4–5 поколений и выражается в выравнивании значений ожидаемой и наблюдаемой гетерозиготности популяции (по видоспецифическим маркерам), которая эффективно поддерживается автономными популяционными механизмами в соответствии с законом Харди – Вайнберга. Причиной таких стабилизационных процессов, на наш взгляд, является увеличение доли гибридов в поселении, когда популяция гибридных особей составляет основную часть населения. Изменения генетической структуры гибридных популяций зависят от миграционной активности родительских видов. Результатом периодически повторяющихся миграций большого суслика в поселение желтого суслика является увеличение частоты митотипов и Y-хромосомы *S. major*. При однократном или незначительном по количеству особей вселении отмечается постепенное, соразмерное силе размножения несущих эти типы мтДНК самок увеличение частоты митотипов и уменьшение частоты Y-хромосомы, прежде всего, вследствие редуционного характера ее наследования. Анализ потока видоспецифических генов из родительских популяций в гибридную показал, что больший вклад наблюдается со стороны популяции вселяющегося вида – *S. major*. В среднем за все годы наблюдений в гибридном поселении интенсивность потока генов большого суслика преобладает над таковой для *S. fulvus*, что свидетельствует о прохождении в нем интрогрессивной гибридализации, характеризующейся преобладанием митотипов и генотипов первого. При этом наблюдается характерная смена стадий падения и роста этого показателя. Минимальные значения величины вклада популяции большого суслика в гибридную популяцию были отмечены в 2004 и 2007 гг., когда миграционная активность *S. major* была минимальна. При сравнении полученных нами результатов было выявлено, что интенсивность потока генов со стороны одного из гибридизирующих видов в гибридных популяциях напрямую зависит от масштаба его вселения в смешанное поселение.

**Благодарности.** Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 11-04-00228).

**Для заметок**

**Для заметок**

**Для заметок**