

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени А.И.ГЕРЦЕНА

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ,
ЭКОЛОГИЯ И ЖИЗНЕННЫЕ ЦИКЛЫ
ЖИВОТНЫХ

Научные труды кафедры зоологии

Выпуск 7

Санкт-Петербург
2007

Печатается по решению кафедры зоологии
Российского государственного педагогического
университета имени А.И.Герцена

Функциональная морфология, экология и жизненные циклы животных. Сборник научных трудов кафедры зоологии РГПУ им. А.И.Герцена. Выпуск 7 // СПб: ТЕССА, 2007. – 150 с.

ISBN 5-94086-027-3

Настоящее издание представляет продолжение публикаций результатов научных исследований, выполненных на кафедре зоологии РГПУ им. А.И.Герцена. Статьи преподавателей, аспирантов и соискателей кафедры, включенные в настоящее издание, содержат ряд новых данных и посвящены биологии, экологии, систематике и жизненным циклам животных разных систематических групп.

Сборник рассчитан на широкий круг биологов, преподавателей дисциплин биологического цикла, аспирантов и студентов биологических факультетов.

Редакционная коллегия:

М.А.Гвоздев, Г.Л. Атаев, П.С.Горбунов, Д.О.Елисеев,
В.Ф.Шуйский

ISBN 5-94086-027-3

© Авторы, 2007

Настоящий 7-й выпуск сборника научных трудов кафедры зоологии РГПУ им. А.И.Герцена «**Функциональная морфология, экология и жизненные циклы животных**» посвящен двум юбилейным датам: 210-летию герценовского университета и 70-летию биологической станции в пос. Вырица Ленинградской области и содержит результаты научных разработок профессорско-преподавательского коллектива и аспирантов, выполненных в 2007 году. Содержание данного тома научных трудов хорошо иллюстрирует основные направления научных исследований проводимых сотрудниками кафедры в рамках научной тематики факультета биологии: «Адаптивные реакции биологических систем на специфические и неспецифические факторы внешней среды», т.е. носят явно выраженную экологическую направленность. Этим проблемам посвящены статьи проф. В.Ф.Шуйского, доц. Е.А.Никитиной, доц. А.В.Аванесян. В этом сборнике нашли свое отражение исследования в области фундаментальных проблем зоологии, систематики, паразитологии – это работы проф. Г.Л.Атаева, проф. С.А.Карпова, асс. Е.Е.Прохоровой, асс. Н.П. Исаковой. Прикладные аспекты зоологии представлены в работах проф. М.А.Гвоздева, доц. В.З.Крупкина, доц. П.С.Горбунова, доц. К.К.Каримова. Разумеется, настоящий сборник лишь частично отражает научные достижения сотрудников кафедры, поскольку довольно значительная часть их уже опубликованы или сданы в печать в профильные, академические зарубежные журналы и другие издания.

Заведующий кафедрой зоологии,
канд. биол. наук, профессор
М.А. Гвоздев

В.Ф. Шуйский, Т.В. Максимова, Е.Г. Чернова, Е.В. Иванов

МЕТОД ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОГО ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

Проблема корректного определения и прогноза экологического ущерба от строящихся и эксплуатируемых производственных объектов водным экосистемам является одной из актуальнейших задач современной гидроэкологии. Очевидно, что развитие экологически опасных событий при сооружении и эксплуатации производственных объектов в штатном режиме и при авариях не может быть строго детерминировано и носит вероятностный характер. Соответственно, расчет антропогенного гидроэкологического ущерба должен базироваться на результатах анализа экологического риска. Однако имеющиеся методы прогноза техногенного экологического ущерба вообще исключают риск-анализ. Вместо этого соподчиняются конкретные значения переменных: (1) значения внешних факторов → (2) изменение значений характеристик среды → (3) определяемый этим экологический ущерб в натуральном выражении → (4) ущерб, оценка которого переведена из натурального выражения в стоимостное [1, 2 и др.]. Методы анализа технологического риска [3] также не могут быть просто применены для решения этой задачи вследствие очевидных существенных различий между процессами отказа технических устройств и воздействия предприятий на окружающую природную среду. Эксплуатация производственного объекта даже в штатном, безаварийном режиме наносит некоторый ущерб всем её компонентам. Таким образом, требуется разработка адекватного способа определения техногенного ущерба на основе анализа экологического риска.

Предлагаемый метод оценки экологического риска водным экосистемам от сооружения, эксплуатации и реконструкции промышленных объектов вкратце сводится к следующим действиям.

1) Иницирующие события (X_1). Определяются исходные характеристики водной экосистемы, достоверно изменяемые изучаемым техногенным воздействием. Определяются факторы, составляющие оцениваемое многофакторное антропогенное воздействие на водную экосистему (иницирующее событие X_1), и

вероятные значения этих факторов. Мерой этого воздействия служит значение так называемого изоболического показателя Y , выражающего кратность превышения воздействием своего предельно допустимого для водной биоты уровня [4,5,6]. Значение изоболического показателя многофакторного антропогенного воздействия Y для некоторой j -й ситуации рассчитывается по формуле:

$$\sum_{i=1}^n [(x_{ij} - x_{io}) \times (x_{it} - x_{io})^{-1} \times (Y_j)^{-1}]^{Z_i} = 1 \quad (1)$$

где x_{ij} – j -е значение i -го фактора, x_{io} и x_{it} – пороговое и предельно допустимое значение i -го фактора; Z_i – показатель взаимодействия i -го фактора с остальными (если оно сильнее аддитивного, $0 < Z < 1$; если слабее – $1 < Z$; если аддитивно – $Z=1$). Значения параметров уравнения определяются эмпирически в ходе мониторинговых исследований на изучаемом водоёме или, при невозможности их установления, принимаются равными значениям параметров этих же факторов на аналогичных водных объектах, испытывающих сходные воздействия [4, 5].

Исходя из данных о вариабельности значений факторов, составляющих изучаемое воздействие, строится гистограмма частостей ожидаемых значений изоболического показателя Y для N (7–15) равных классов их значений. Определяются середины классов и соответствующие им частоты.

2) Первичные изменения экосистемы (X_2). Для середины каждого класса оцениваются соответствующие ей возможные значения характеристики второго экологически опасного события (X_2) – изменения качества абиотической водной среды. Мерой X_2 является приращение значения изоболического показателя Y по сравнению с его фоновым значением (Y_ϕ), обусловленным исходным уровнем антропогенного воздействия на данную экосистему ($\Delta Y = Y - Y_\phi$). Вариабельность фонового уровня антропогенного воздействия Y_ϕ определяет вероятностный характер приращения значения изоболического показателя. Поэтому середине каждого класса гистограммы значений Y (событие X_1) соответствует множество вероятных значений показателя ΔY (событие X_2), характеризуемое

гистограммой с N равными классами. В свою очередь, середине каждого класса значений ΔY соответствует своя частость.

Поскольку каждому из N классов значений первого события сопоставлена гистограмма, также включающая N классов, общее количество полученных гистограмм значений второго события составляет N , а общее количество их классов – N^2 .

3) Дальнейшая реакция экосистемы (X_3 – X_k). Для середины каждого из N классов каждой из N гистограмм, характеризующих возможные значения второго события (ΔY), оцениваются соответствующие ей возможные значения характеристики. Определяются пути возможного прямого и косвенного (сукцессионного) воздействия объекта на компоненты водной экосистемы при его строительстве и эксплуатации. При этом как можно полнее учитывается значительное многообразие возможных форм развития техногенного эвтрофирования при различном сочетании характеристик воздействия и гидроэкосистемы [5]. Строится дерево возможных экологически опасных событий, связанных с сооружением и эксплуатацией объекта. Каждый сценарий учитывает вероятность (p) и полную величину ущерба реципиентам воздействия в натуральном выражении (U) (упрощённый пример – на рисунке 1). Количество учитываемых значений первого события – $N^1=8$, второго события – $N^2=64$, третьего – $N^3=512$, четвертого – $N^4=4096$. Общее количество анализируемых сценариев $n = N^k = 4096$.

Так, для произвольно выделенного сценария № 21 ($X_{11} \rightarrow X_{21} \rightarrow X_{31} \rightarrow U_{21}$) вероятность его реализации составляет $p_{21} = p_{11} \times p_{21} \times p_{31} \times p_{4,21}$, математическое ожидание соответствующего ущерба величиной U_{21} составляет $R_{21} = p_{21} \times U_{21}$. Общая величина прогнозируемого ущерба для данного примера составляет:

$$R = \sum_{i=1}^{4096} R_i$$

Вероятность реализации каждого i -го независимого сценария экологически опасных событий из n потенциально возможных сценариев (p_i) определяется мультипликативно:

$$p_i = \prod_{j=1}^k p_{ij} , \quad (2)$$

где p_{ij} – вероятность реализации i -го сценария из k последовательных событий.

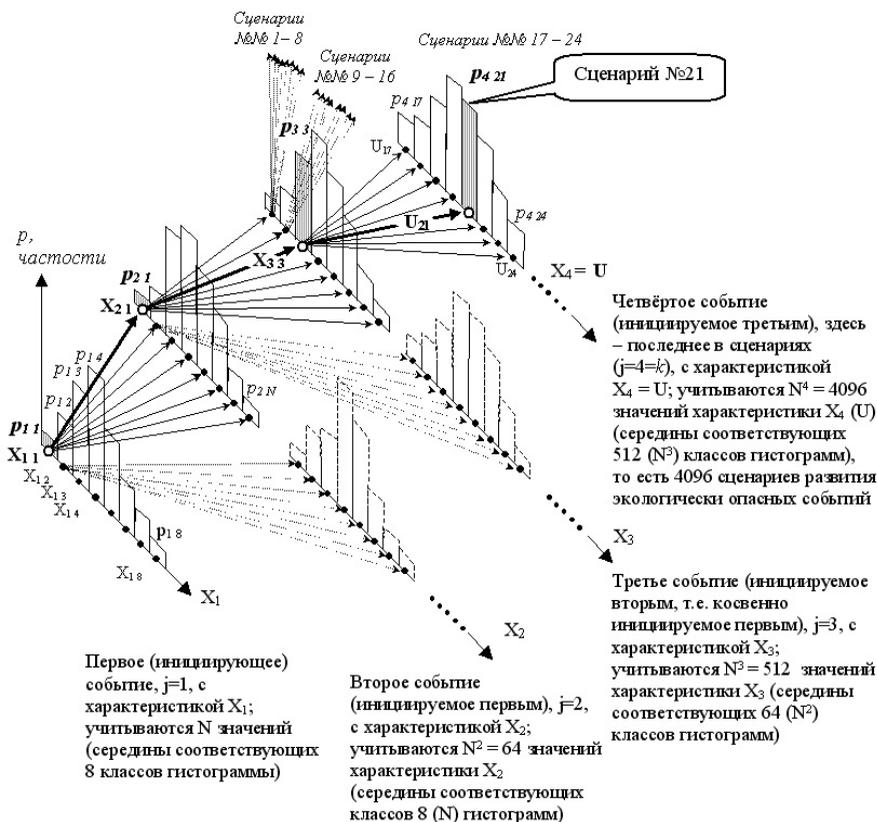


Рис. 1. Условный пример схемы риск-анализа:

количество событий в сценариях $k = 4$, количество классов в гистограммах значений $X_1 - X_4$ (количественно характеризующих степень проявления соответствующих событий №№ 1 - 4) $N=8$, последнее, четвёртое событие – формирование ущерба U

Таким образом, при правильном учете и анализе возможных альтернативных сценариев развития экологически опасных событий:

$$\sum_{i=1}^n p_i = \sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^k p_{ij} = 1 \quad (3)$$

Ожидаемый ущерб R в стоимостном выражении определяется как сумма математических ожиданий ущерба от реализации альтернативных сценариев экологически опасных событий, по уравнению:

$$R = \sum_{i=1}^n R_i = \sum_{i=1}^n (\xi_i \times U_i \times p_i) = \sum_{i=1}^n \left(\xi_i \times U_i \times \prod_{j=1}^k p_{ij} \right), \quad (4)$$

где:

n – количество проанализированных альтернативных сценариев экологически опасных событий, вызываемых воздействием объекта;

R_i – вероятный экологический ущерб от реализации i -го сценария в стоимостном выражении;

U_i – полная величина экологического ущерба в натуральном выражении;

ξ_i – коэффициент для перевода натурального выражения ущерба в стоимостное при конкретном составе и структуре конечных реципиентов воздействия.

Довольно часто создаются ситуации, в которых, согласно сценарию, ущерб одному компоненту среды полностью или частично обуславливает ущерб другому компоненту, и дальнейшее разделение альтернативных сценариев становится невозможным. При этом результирующая величина ущерба обоим составляющим не аддитивна и определяется следующим образом:

– если ущерб, нанесенный первому компоненту, полностью проявляется в ущербе второму компоненту, то учитывается только второй (большой) показатель.

– если ущерб, нанесенный первому компоненту, проявляется в ущербе второму компоненту лишь частично, то результирующая величина ущерба складывается из его величин, наносимых обоим компонентам в их взаимодействии, и из остаточных величин ущерба, наносимого каждому из компонентов в отдельности.

Составляется карта пространственного распределения экологического риска в стоимостном выражении. Выделяется зона ожидаемого достоверного воздействия объекта на окружающую

среду. Зона объединяет территорию (акваторию), где уровень экологического риска от сооружения и эксплуатации объекта достоверно больше фонового уровня. При наличии нескольких альтернативных проектных решений для каждого из них определяются общие величины ожидаемого эколого-экономического ущерба. Предпочтительным является решение, связанное с наименьшим экологическим риском и наименьшим соотношением совокупных экологических издержек и предотвращенного экологического ущерба.

Проанализированы разнообразные примеры формирования экологического риска: гидростроительство, функционирование предприятий горной и целлюлозно-бумажной промышленности, электростанций, сооружение и эксплуатация магистральных трубопроводов и другие ситуации техногенного воздействия на окружающую среду и др. [4, 5, 6].

При этом выявляются некоторые общие особенности распределения значений различных характеристик водных экосистем. Распределения симметричные и умеренно-асимметричные (нормальное, Максвелла и др.) давали приемлемое описание гистограмм довольно редко. Это касалось только некоторых исходных факторов или инициирующих событий. В дальнейшей цепи событий асимметрия распределений существенно и закономерно возрастала. В некоторых сценариях развития экологически опасных событий логнормальное распределение уступало ещё более асимметричным распределениям (показательное, Парето). Однако для большинства характеристик, используемых при анализе техногенного экологического риска, наиболее корректное описание гистограмм давало всё же логнормальное распределение. Итак, именно этот тип распределения оказался наиболее универсальным.

Примером может служить ситуация техногенного воздействия на экосистему р. Плюссы (Сланцевский район Ленинградской области). Ограничимся оценкой ущерба от воздействия ОАО "Ленинградсланец" на экосистему реки Плюссы. Оценим уменьшение этого ущерба после сооружения и введения в эксплуатацию станции очистки сбросных шахтных вод. Анализ техногенного экологического риска позволил определить экологический ущерб и оценить его ожидаемое изменение при реализации данного природоохранного мероприятия.

На рисунке 2 приведены примеры гистограмм значений изоболического показателя многофакторного воздействия Y на экосистему р. Плюсы на двух створах наблюдения. Гистограммы значений Y хорошо аппроксимируются уравнениями логарифмически нормального распределения.

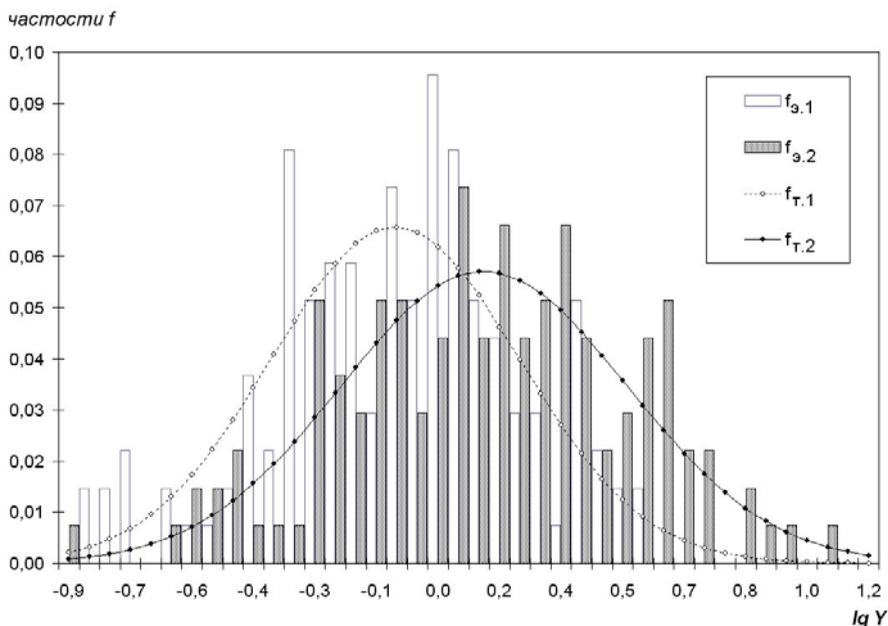


Рис. 2. Примеры гистограмм значений изоболического показателя воздействия на биоту Y при техногенном эвтрофировании реки на двух створах наблюдения
указаны частоты эмпирические и расчетные (для логнормального распределения)

Формирование техногенного воздействия на р. Плюсу и её притоки отражает динамика величины изоболического показателя Y на рисунке 3.

Кроме того, на рисунке 4 более подробно отображён ход изменений уровня воздействия на р. Плюсу: наряду с длиной и

средними значениями Y , приведено также распределение его частот (по оси аппликат). По оси ординат – значения изоболического показателя уровня многофакторного антропогенного воздействия на гидросистему (Y). Отметки на осях абсцисс указывают расстояния (в километрах). Стрелками отмечены выпуски производственных, ливневых и хозяйственно-бытовых сточных вод. Номерами отмечены выпуски сточных вод ОАО "Ленинградсланец", шахтных (№ 1–3, 5–8) и бытовых (№ 4, 9), а также сброс с поверхности промплощадки РМЗ (№ 10).

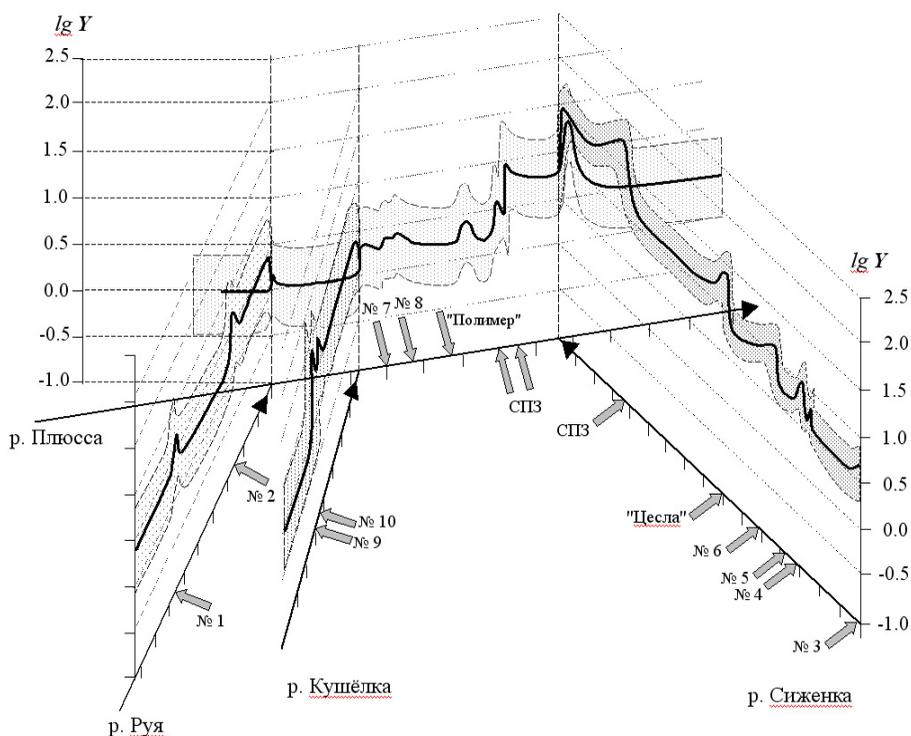


Рис. 3. Формирование многофакторного антропогенного воздействия на реку Плюсу и ее притоки

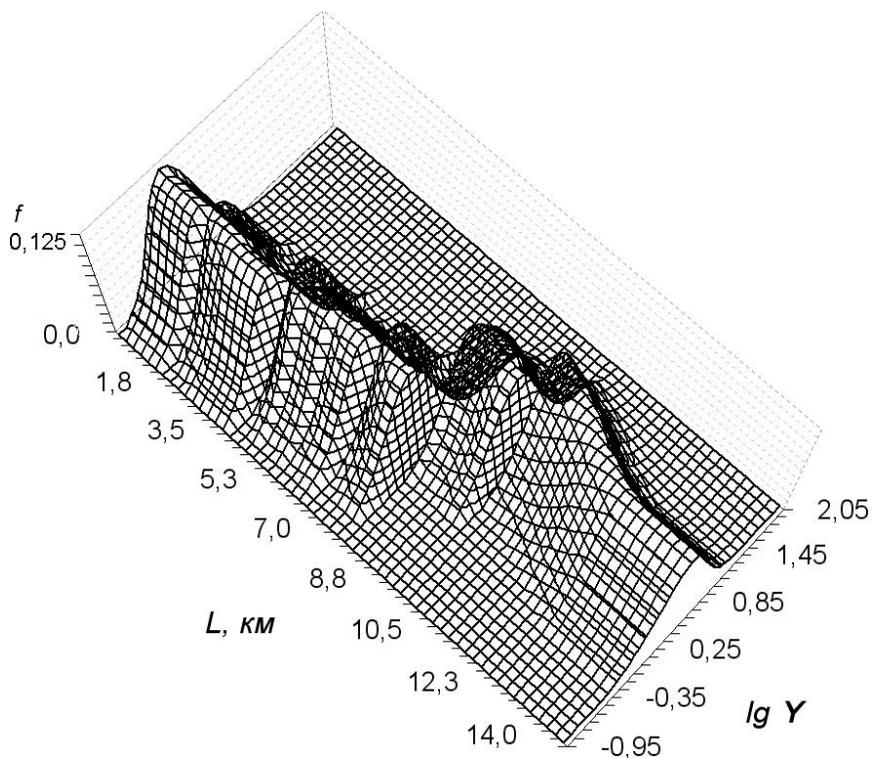


Рис. 4. Динамика значений изоболического показателя уровня многофакторного воздействия Y на импактном участке реки Плюсы (L , км) по оси аппликат – частоты значений Y (f , доли единицы)

На рис. 5 сопоставлены гистограммы расчетных значений экологического ущерба до и после предлагаемого мероприятия. Распределения имеют логнормальный характер. Мода логнормального распределения частотей ущерба после внедрения мероприятия существенно сместится в область меньших значений.

Сказанное подтверждается также рисунком 6. Здесь отражена зависимость ожидаемого изменения частотей после осуществления

мероприятия (Δf) от логарифма значений рыбохозяйственного ущерба. Наглядно видно, что величина частостей закономерно смещается в область меньших значений.

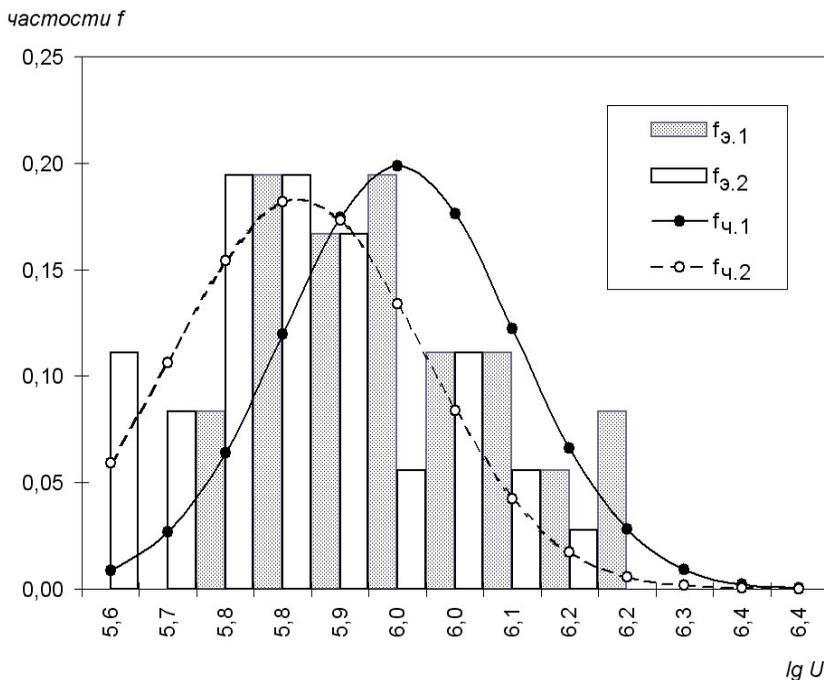


Рис. 5. Гистограмма значений ущерба, обусловленного воздействием ОАО "Ленинградсланец" на экосистему р. Плюссы (U , тыс. руб.× год¹; масштаб логарифмический) – современного (а) и ожидаемого после реализации рекомендуемого мероприятия (б)

Расчётные (теоретические) частоты логнормального распределения:

$$F = \frac{N \times c}{\sigma \times \sqrt{2\pi}} \times e^{-0.5 \times \left(\frac{\lg U - \overline{\lg U}}{\sigma} \right)^2}$$

где N – количество сценариев, c – классовый интервал, F – частота класса; объясненная доля общей дисперсии эмпирических частот – 92 % (а) и 89 % (б); критерий Колмогорова – 0.35 и 0.49.

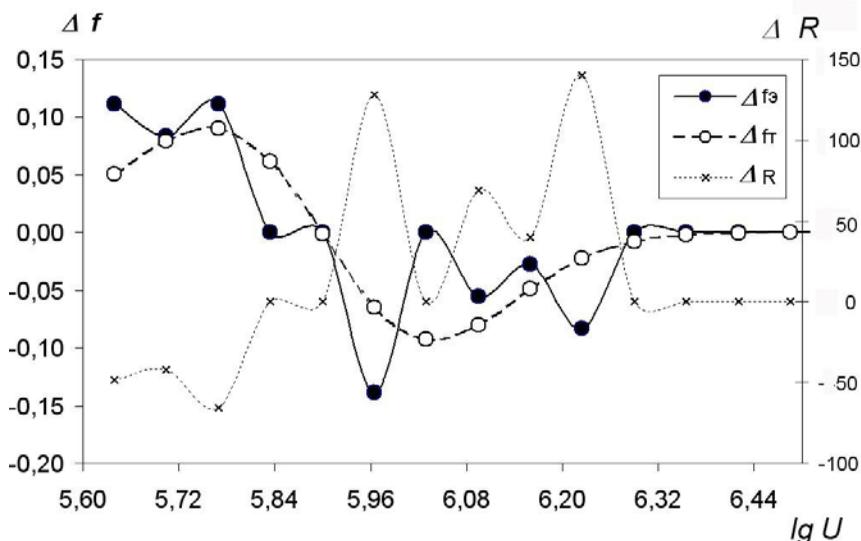


Рис. 6. Ожидаемое изменение частостей (Δf) различных классов экологического ущерба (U , тыс. руб. \times год $^{-1}$) и математические ожидания предотвращённого экологического ущерба гидросистеме (ΔR , тыс. руб. \times год $^{-1}$) после реализации предлагаемых мероприятий (U_n ; масштаб логарифмический)

Расчетная величина современного экологического ущерба от воздействия предприятия на экосистему р. Плюссы составляет около 960 тыс. руб. в год. Величина ущерба, ожидаемого после реализации мероприятия – 780 тыс. руб. в год. Таким образом, ожидаемая величина предотвращаемого за год ущерба составит около 180 тыс. руб. При этом распределение возможных значений предотвращенного рыбохозяйственного ущерба при различных сценариях сукцессии также приближается к логнормальному (рис. 7).

При аппроксимации с использованием модели логнормального распределения: объясненная доля дисперсии эмпирических частот

– 95 %; критерий Колмогорова – 0.37; мода предотвращенного ущерба $\overline{\lg U}$ – 5.32; ожидаемая величина предотвращенного экологического ущерба R составляет около 210 тыс. руб./год.

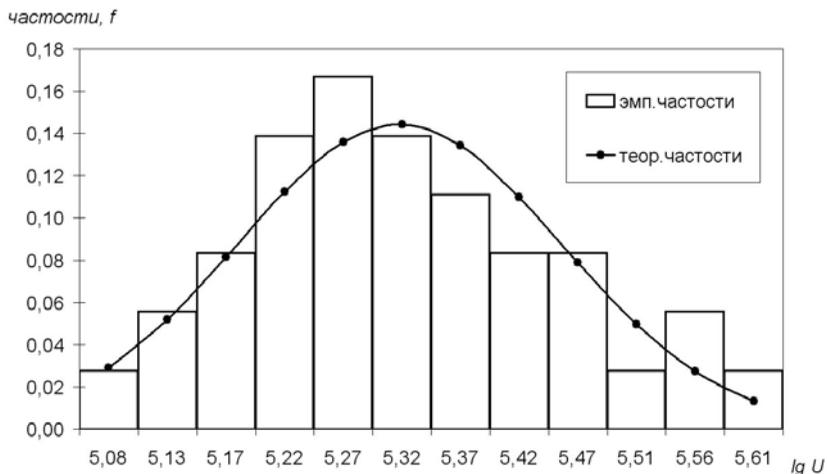


Рис. 7. Гистограмма значений предотвращённого экологического ущерба гидроэкосистеме, ожидаемого от реализации предлагаемых мероприятий (U_m , тыс.руб.·жгод⁻¹; масштаб логарифмический).

Данный метод позволяет прогнозировать экологический ущерб от воздействия на водные объекты строящихся и эксплуатируемых предприятий. При этом обеспечивается значительное увеличение точности результата оценки благодаря адекватному учёту вероятных сценариев последовательных изменений состояния экосистемы

Литература

Методика определения предотвращенного экологического ущерба. Госкомэкология РФ. 30.11.1999.

- Временная методика оценки ущерба рыбным запасам при строительстве, реконструкции и расширении предприятий... Госкомприроды, Минрыбхоз, Минфин СССР. 1989.
- Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов. РД 03-418-01. 2001.
- Шуйский В.Ф., Евдокимов И.И., Михнин А.Е., Белов М.М. 1995. Количественная оценка многофакторного воздействия на сообщества макрозообентоса. В сб.: Научные труды ГосНИОРХ . Вып. 314. с. 87-100.
- Шуйский В.Ф., Максимова Т.В., Петров Д.С. 2004. Изобилический метод оценки и нормирования многофакторных антропогенных воздействий на пресноводные экосистемы по состоянию макрозообентоса. СПб.: МАНЭБ. 304 с.
- Shuisky V.F., Maximova T.V., Petrov D.S., Lvutina N.V., Klavdiev I.A., Kuznetsova D.S. 2005. Evaluation of hydroecosystem technogenic damage on the basis of environmental risk analysis. // Modeling and Analysis of Safety and Risk in Complex Systems. Proceedings of the Fourth International Scientific School MA SR. SPb.: SUAI. p. 139-144.

V.F. Shuisky, T.V. Maximova, E.G. Tchernova, E.V. Ivanov

Method of man-caused hydroecological risk estimation

Summary

The modern normative-methodical base for an estimation of man-caused damage to fishery reservoirs and rivers is imperfect and gives to inadmissible estimation. More adequate approach to an estimation of man-caused influences on hydroecosystems and definition of damage is offered. The estimation is based on results of the detailed analysis of ecological risk connected with construction and exploitation of industrial objects, which influence on reservoirs and rivers. The method rest on representative base of the hydroecological data and was used in researches of the impacts of different industrial objects on the reservoirs and rivers of Russia.

М.А. Мамкаева, К.А. Мамкаева, А.В. Плющ,
Н. Герреро М., С.А. Карнов

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ХИТРИДИЕВОГО ГРИБА *Polyphagus parasiticus* Now.

Введение

Хитридиевые грибы – широко распространенные в природе микроорганизмы. Среди них встречаются как почвенные, так и водные, обитающие в пресных и соленых водоемах. По последней классификации царства грибов (Hibbett et al., 2007) тип Chytridiomycota включает два класса: Monoblepharidomycetes и Chytridiomycetes. Последний класс составляют три порядка: Chytridiales, Rhizophydiales и Spizellomycetales. Порядок Chytridiales наиболее многочисленный не только для класса, но и для всех Chytridiomycota: в нем насчитывается 75 из немногим более ста родов, описанных для всего типа (Barr, 2001; Longcore, 2001).

Многие хитридиевые грибы способны развиваться на представителях микрофлоры (водоросли, цианобактерии, грибы) (Голубева, 1995). Для паразитов водорослей известны случаи эпифитотий, когда наблюдалось поражение значительной части популяции водоросли. Подобные явления были описаны для некоторых представителей *Rhizophyidium* и *Polyphagus* (Голубева, 1995; Мюллер, Леффлер, 1995). Очевидно, что обильное развитие паразитических хитридиевых может вызывать массовую гибель водорослей-хозяев, однако и небольшие очаги заражения, которые постоянно поддерживаются в природе, существенно влияют на численность пресноводных водорослей.

К роду *Polyphagus*, который является одним из хорошо известных представителей порядка Chytridiales, относятся 9 или 10 видов, паразитирующих на различных водорослях. Наиболее часто они встречаются на *Euglena*, *Chlamydomonas*, *Tribonema* и *Sphaerocystis* (Johns, 1964). Одной из характерных черт *Polyphagus* (как следует из названия) является полифагия, то есть один паразит способен поражать сразу несколько клеток хозяина. Эти паразиты формируют интербиотический таллом, а развитие спорангия происходит из проспрангия. Зооспоры выходят из спорангия через

специальную пору в его оболочке. Кроме того, для многих видов описан половой процесс, в результате которого формируются покоящиеся споры (Сербинов 1907; Голубева 1995).

Одним из наиболее изученных видов является *Polyphagus euglenae* Now. (Powell, 1981; Roychoudhury, Powell, 1991), первоначально описанный как узкоспециализированный паразит, развивающийся только на эвгленах. Причем, зооспоры гриба прорастали лишь после контакта с клетками эвглен. Ранее Сербинов (1907) наблюдал развитие данного вида в окрестностях Санкт-Петербурга на водоросли *Chlamydomonas reinhardtii*, который поражал лишь неподвижные клетки хозяина. При этом автор указывал на преимущественно сапрофитное прорастание зооспор, вдали от водоросли. Кроме того, *P. euglenae* был способен питаться также отмершими клетками *C. reinhardtii*, что свидетельствует о его факультативном паразитизме.

Позднее был описан вид *P. starrii* Johns (Johns, 1964). Изучение специфичности данного представителя показало, что он способен поражать достаточно широкий круг хозяев (в основном водоросли порядка Volvocales) Инфицирование определенных штаммов *Chlamydomonas* происходит после контакта жгутиков водоросли с ризоидами гриба. При развитии паразита на других чувствительных штаммах прикрепление осуществлялось лишь с неподвижными клетками хозяина. Прорастание зооспор, полностью формирующихся и приобретающих подвижность еще внутри спорангия, также как и в случае развития *P. euglenae* на *C. reinhardtii* сапрофитное (Johns, 1964).

Для других представителей рода *Polyphagus* биологические особенности не изучены. Одним из таких видов является *P. parasiticus*, который неоднократно был описан в качестве паразита водоросли *Tribonema gayanum* (Sparrow, 1943, 1960). Однако в России его ни разу не находили, а детальные описания стадий жизненного цикла и биологических особенностей в литературе отсутствуют. Не изучено и ультратонкое строение *P. parasiticus*.

Нам удалось обнаружить этот вид в России и выделить его в культуру. Статья посвящена исследованию жизненного цикла, специфичности, а также культуральных свойств выделенного штамма, который культивировали на желто-зеленой водоросли *Tribonema gayanum* Pash. (CALU 20).

Материал и методы

При заражении культуры желто-зеленой водоросли *Tribonema gayanum* Pash. (CALU 20) материалом, взятым из придорожной канавы близ д. Куты Кингисеппского района Ленинградской области было отмечено развитие хитридиевого гриба, который мы определили как *Polyphagus parasiticus* Now. Выделение его в монокультуру проводили путем заражения петель культур водорослей в 300 мл среды №1 (Громов, Титова, 1991). Зараженный материал выдерживали в культиваторной комнате в течение месяца и регулярно просматривали. При обнаружении паразита заражали свежие культуры водорослей. При успешном развитии гриба после нескольких пассажей дальнейшее культивирование проводили на водоросли-хозяине, выращенной в пробирке в 5 мл жидкой среды №1. Для очистки культур пораженные клетки водоросли переносили с помощью капилляра в свежую культуру водоросли-хозяина. Очищенному штамму присвоили сокращенное название Р.р.

Культивирование

Штамм водоросли-хозяина, предварительно выращенный на жидкой среде №1 объемом 5 мл в пробирках при температуре 25°C и освещенности 25 ммоль м⁻²с⁻¹ фотон, заражали при помощи микробиологической петли. Непосредственно перед посевом культуры паразитов проверяли на наличие зооспор или спорангиев. Зараженные культуры водорослей помещались в культиваторную комнату при температуре 24°C и той же освещенности лампами дневного света. Штамм Р.р. требовал пересева раз в 30 дней.

Светооптические исследования проводили с помощью микроскопа МБИ-3, оснащенного фазово-контрастной насадкой; для фотосъемки использовали фотонасадку Olympus.

Оценка специфичности.

Некоторые штаммы хитридиевых являются факультативными паразитами, то есть способны развиваться на мертвых клетках. Поэтому мы оценили специфичность штамма Р.р. по отношению, как к живым, так и мертвым водорослям. Для этой цели использовали культуры водорослей и цианобактерий коллекции лаборатории микробиологии СПбГУ CALU. К предварительно выращенным в

жидкой среде культурам водорослей добавляли по 0.5 мл культуры гриба. Большинство водорослей культивировали на жидкой среде № 1; для CALU №978 (*Gonium pectorale* O. Mull) и №1020 (*Euglena gracilis* Klebs) использовали жидкую среду № 6, разведенную в 10 раз, и для CALU №14/13 (*Cryptomonas* sp.) жидкую среду №3, разведенную в 5 раз. Для выяснения способности развития паразитов на мертвых водорослях, последних убивали на водяной бане при 80°C в течение 10 мин. После охлаждения к ним добавляли 0.5 мл культуры гриба и выращивали при описанных выше условиях. Культуры просматривали через 7 и 14 дней после посева. При обнаружении зооспор и (или) спорангиев считали, что гриб способен поражать этот вид водоросли.

Во всех случаях при постановке эксперимента использовали следующие контроли:

1. Чистая культура проверяемой водоросли.

2. Культура исследуемого паразита на водоросли-хозяине в культуральной среде водоросли.

В контроле 2 наличие зооспор или спорангиев являлось обязательным условием, в противном случае результаты считались недостоверными. Эксперимент проводили в двух повторностях. Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Результаты

Оценка специфичности

Хитридиевый гриб *Polyphagus parasiticus*, как и другие представители этого рода, характеризуется полифагией. В опытах по исследованию его специфичности к хозяину было проверено 29 штаммов водорослей, относящихся к различным систематическим группам. В результате оказалось, что паразит способен поражать живые культуры *Ulothrix* и *Botrydium* (табл. 1). Причем, из нескольких штаммов рода *Ulothrix*, поражен только штамм № 003. Мертвые культуры водорослей практически не поражаются, за исключением одного штамма *Tribonema*. На пыльце сосны паразит не развивался.

Жизненный цикл

Зооспоры прорастали преимущественно сапрофитно, вдали от водоросли-хозяина. Зачастую это происходило сразу же после выхода жгутиконосцев из спорангия в непосредственной близости от него.

Таблица 1.

Развитие паразита *Polyphagus parasiticus* (P.p.) на живых и мертвых водорослях

Род, штамм водоросли	Культура водоросли	
	живая	мертвая
<i>Ankistrodesmus</i> , № 80	-	-
<i>Ankistrodesmus</i> , № 254	-	-
<i>Botrydium</i> , № 387	+	-
<i>Bracteococcus</i> , № 927	-	-
<i>Chlorella</i> , № 168	-	-
<i>Chlorella</i> , № 190	-	-
<i>Chlorella</i> , № 195	-	-
<i>Chlorella</i> , № 833	-	-
<i>Chlorococcum</i> , № 746	-	-
<i>Cladophora</i> , № N-10	-	-
<i>Cryptomonas</i> , № 14/3	-	-
<i>Dictyosphaerium</i> , № 161	-	-
<i>Euglena</i> , № 520	-	-
<i>Kirchneriella</i> , № 28	-	-
<i>Nitzschia</i> , № D-1	-	-
<i>Nitzschia</i> , № D-2	-	-
<i>Nitzschia</i> , № 40	-	-
<i>Pediastrum</i> , № 386	-	-
<i>Scenedesmus</i> , № 12	-	-
<i>Scenedesmus</i> , № 13	-	-
<i>Scenedesmus</i> , № 160	-	-
<i>Scenedesmus</i> , № 251	-	-
<i>Scenedesmus</i> , № 65	-	-
<i>Trentepohlia</i> , № A-140	-	-
<i>Trentepohlia</i> , № A-141	-	-
<i>Tribonema</i> , № N-1	-	-
<i>Tribonema</i> , № 20	+	+
<i>Ulothrix</i> , № N-2	-	-
<i>Ulothrix</i> , № N-6	-	-
<i>Ulothrix</i> , № 003	+	-

Условные обозначения:

+ развитие паразита, - отсутствие развития паразита

При этом зооспоры теряют жгутик, округляются, одеваются дополнительной оболочкой и выпускают ветвящиеся ризоиды (рис. 3, 8). После этого обычно прикрепившийся к стенке водоросли грибок формирует проспороангий (рис. 1-3, 8). Его диаметр составляет около 12 мкм, оболочка становится толще, основной довольно длинный ризоид проникает в клетку водоросли, где ветвится внутри цитоплазмы. Питаясь за счет клеток трибонемы, проспороангий полифагуса увеличивается в размерах до 30×20 мкм, формируя таким образом, спорангий с толстой оболочкой (рис. 4, 5, 8). Внутри зрелого спорангия образуются мелкие одноядерные споры (рис. 8). Одножгутиковые зооспоры диаметром 5 мкм формируются внутри спорангия. Они выходят из зооспорангия через специальную апикальную пору в его оболочке (рис. 8). Детальные исследования штамма Р.р. выявили его способность формировать путем бесполого размножения ярко окрашенные покоящиеся споры диаметром 12 мкм. Они имеют характерную для представителей этого рода толстую шиповатую оболочку (рис. 6, 8). Покоящиеся споры образуются довольно редко. Они также способны к прорастанию и заражению водорослей (рис. 7, 8).

Исследование динамики развития штамма Р.р. в культуре показало, что наибольшее количество зооспор, так же как и зрелых спорангиев, наблюдается на 3-4 день после заражения водоросли (рис. 9). Массовое прорастание цист зооспор происходит на 5-7 день после заражения. Проспороангии в значительном количестве присутствуют в культуре на протяжении всего периода культивирования, даже на 20-е сутки их количество значительно. Надо отметить, что данный штамм паразита поражает практически всю культуру водоросли в условиях культивирования.

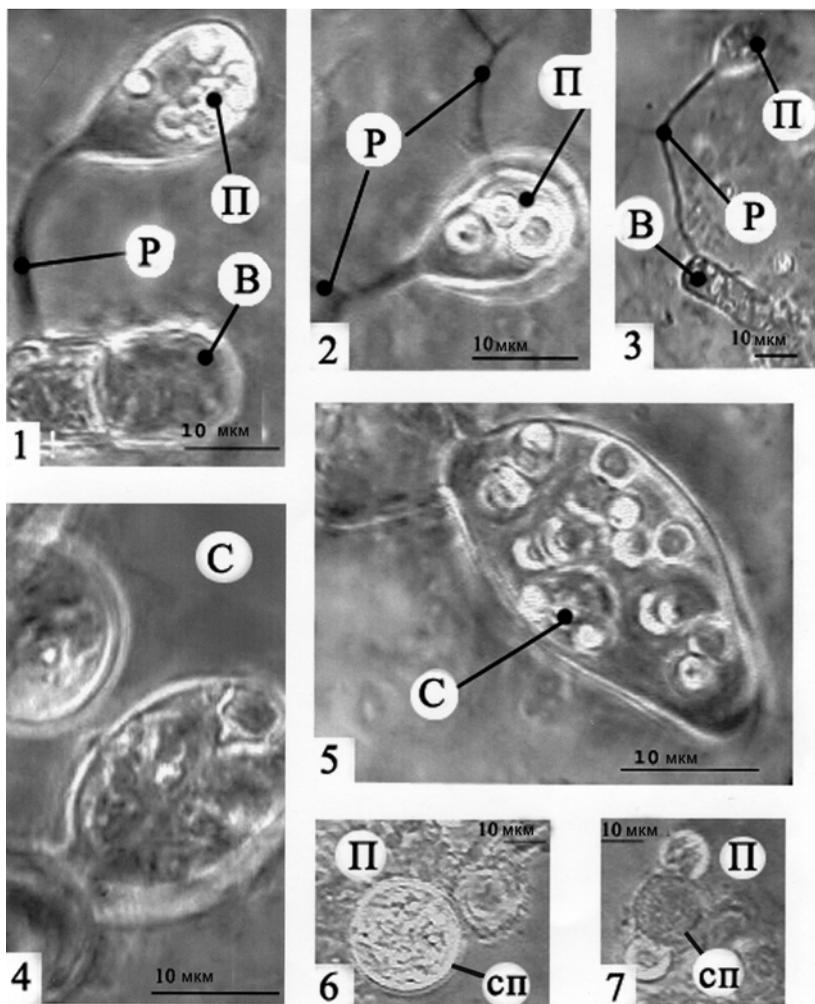


Рис. 1-7. Polyphagus parasiticus (CALU P.p.), паразитирующий на Tribonema gayanum

Фазовый контраст: 1-3 – развитие проспрангий; 4 – молодой зооспорангий; 5 – зрелый зооспорангий; 6 – образование покоящейся споры; 7 – прорастание покоящейся споры.

Условные обозначения: В – клетка водоросли; П – проспрангий; Р – ризоиды; С – спорангий; сп – покоящаяся спора.

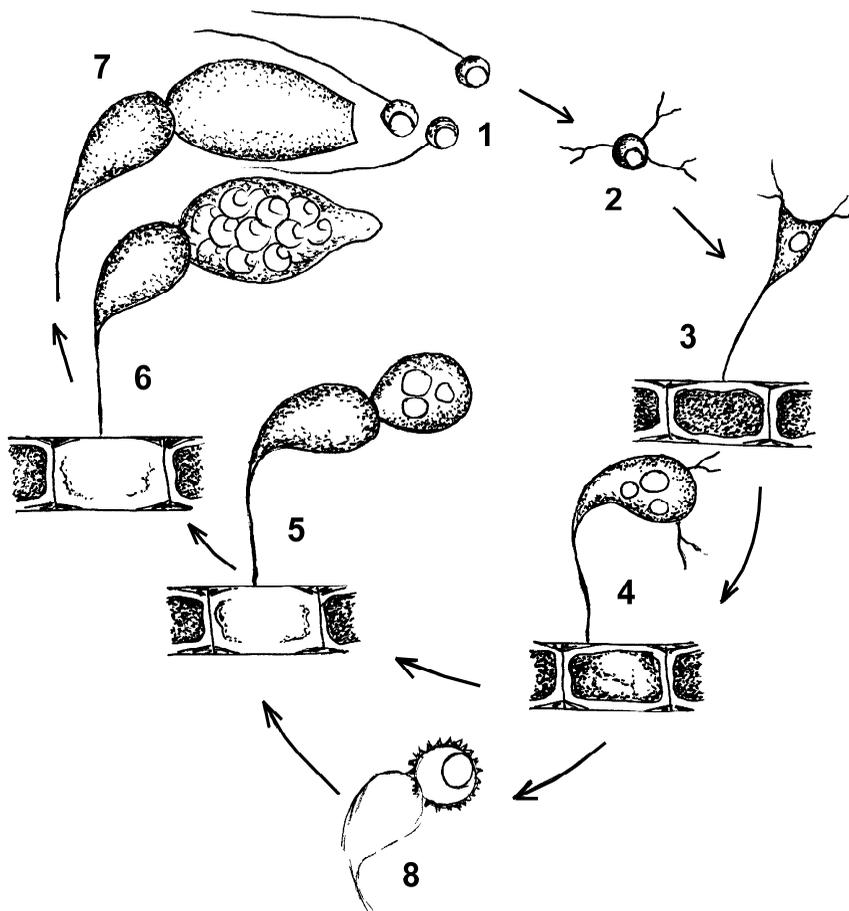


Рис. 8. Схема жизненного цикла Polyphagus parasiticus (CALU P.p.)
 1 – подвижная стадия зооспоры; 2 – прорастание зооспоры; 3 – образование проспрангия; 4 – рост проспрангия; 5 – образование и рост зооспорангия; 6 – зрелый зооспорангий; 7 – выход зооспор; 8 – стадия покоящейся споры

Обсуждение

Вид *Polyphagus parasiticus* обнаружен в России впервые. Он успешно выделен в культуру и стабильно поддерживается в коллекции лаборатории микробиологии СПбГУ CALU на водоросли-хозяине *Tribonema gayanum* (CALU 20). В литературных источниках данный вид хитридиевого гриба описан только на этом виде желто-зеленой водоросли (Голубева 1995, Sparrow 1960).

В ходе изучения его специфичности оказалось, что этот паразит способен поражать виды (*Ulothrix limnetica* Lemm. и *Botrydium* sp.), ранее не описанные как чувствительные к *P. parasiticus*. Несмотря на то, что прорастание цист зооспор носит сапрофитный характер, из исследованных 29 штаммов поражились лишь 3, что указывает на определенную избирательность паразита. Явление расширения круга возможных хозяев не ново для представителей рода *Polyphagus*. Так, Сербинов (1907) наблюдал развитие вида *P. euglenae*, описанного как узкоспециализированный паразит эвглен, на водоросли *Chlamydomonas reinhardtii*. Поэтому вполне возможно, что виды, известные как узкоспециализированные паразиты, на самом деле ими не являются. Видоспецифичность следует считать скорее характеристикой штамма, а не вида.

Кроме того, обращает на себя внимание тот факт, что у ряда представителей рода *Polyphagus* известен половой процесс, в результате которого происходит формирование покоящейся споры (Johns, 1964). Отмечен половой процесс с последующим образованием зиготы и у *P. parasiticus* (Sparrow, 1960). У нашего штамма подобного явления не наблюдалось. Покоящиеся споры образуются бесполом путем из проспрангия, что происходит, вероятно, в ответ на резкое уменьшение числа клеток водорослей. Впоследствии спора прорастает в спорангий. Похожие результаты были получены при исследовании вида *P. endogenus* Now. Сербинов (1907) наблюдал у него формирование покоящихся спор бесполом путем, как ответ на неблагоприятные условия, в то время как Новаковский наблюдал их формирование в результате полового процесса (Сербинов, 1907). Учитывая это обстоятельство, а также обнаружив отличия по ряду морфологических признаков, Сербинов переименовывает *P. endogenus* в *Saccomyces dangeardii* Serb. (Сербинов, 1907). Вполне возможно, что

Polyphagus parasiticus, как и *Saccomyces dangeardii*, способен к образованию покоящихся спор и половым, и бесполом путем.

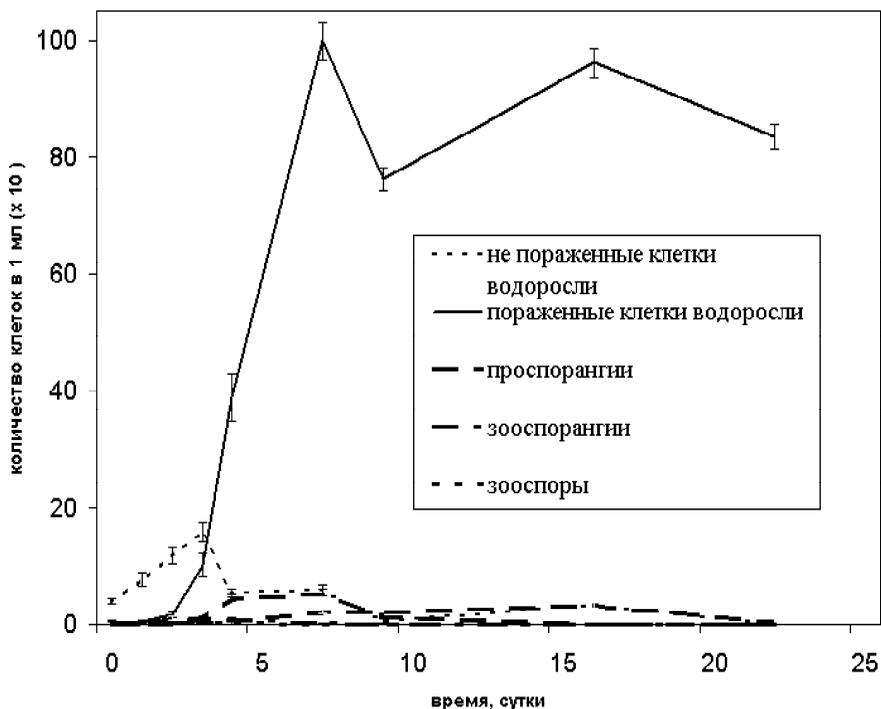


Рис. 9. Динамика развития *Polyphagus parasiticus* (CALU P.p.) на *Tribonema gayanum* (CALU 20)

Таким образом, *P. parasiticus* является паразитом зеленых и желто-зеленых водорослей, полифагом, который имеет типичный для этого рода жизненный цикл и способен к образованию покоящихся спор, как половым, так и бесполом путем. Хотя для рода *Polyphagus* известны случаи эпифитотий, при обнаружении *P. parasiticus* не отмечена массовая гибель водорослей, но такая вероятность, конечно, не исключена.

Благодарности

Авторы благодарят РФФИ (грант 05-04-49667) за финансовую поддержку.

Литература

- Голубева О.Г. 1995. Класс Chytridiomycetes. Определитель грибов России. СПб.: Мир и семья.
- Громов Б.В., Титова Н.Н. 1991. CALU – коллекция культур водорослей лаборатории микробиологии Биологического института Санкт-Петербургского Государственного университета. В сб.: Каталог культур микроводорослей в коллекции СССР. Москва, с. 76-127.
- Мюллер Э., Леффлер В. 1995. Микология. М.: Мир.
- Сербинов И.Л. 1907. Организация и развитие некоторых грибов Chytridineae Schröter. Ботанические записки. Вып. 24. с. 65-70.
- Barr D.J.S. 2001. 5 Chytridiomycota. The Mycota VII Part A. In: Systematics and Evolution. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. pp. 93-112.
- Hibbett D.S., Binder M., Bischoff J.F., Blackwell M., Cannon P.F., Eriksson O.E., Huhndorf S., James T., Kirk P.M., Lucking R., Thorsten Lumbsch H., Lutzoni F., Matheny P.B., McLaughlin D.J., Powell M.J., Redhead S., Schoch C.L., Spatafora J.W., Stalpers J.A., Vilgalys R., Aime M.C., Aptroot A., Bauer R., Begerow D., Benny G.L., Castlebury L.A., Crous P.W., Dai Y.-C., Gams W., Geiser D.M., Griffith G.W., Gueidan C., Hawksworth D.L., Hestmark G., Hosaka K., Humber R.A., Hyde K.D., Ironside J.E., Koljalg U., Kurtzman C.P., Larsson K.-H., Lichtwardt R., Longcore J., Miadlikowska J., Miller A., Moncalvo J.-M., Mozley-Standridge S., Oberwinkler F., Parmasto E., Reeb V., Rogers J.D., Roux C., Ryvarden L., Sampaio J.P., Schussler A., Sugiyama J., Thorn R.G., Tibell L., Untereiner W.A., Walker C, Wang Z., Weir A., Weiss M., White M.M., Winka K., Yao Y.-J., Zhang N. 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. Mycol. Res. Vol. 111. № 5. p. 509-547.
- Johns R.M. 1964. A new *Polyphagus* in algal culture. Mycologia. Vol. LVI. p. 441-451.
- Longcore J. 2001. Chytridiomycota. Encyclopedia of life science. Nature Publishing Group. p. 1-7 (www.els.net).
- Powell M. 1981. Ultrastructure of *Polyphagus euglenae* zoospores. Can. J. Bot. Vol. 59. p. 2049-2061.
- Roychoudhury S., Powell M. 1991. Ultrastructure and mitosis in the parasitic fungus *Polyphagus euglenae*. Can. J. Bot. Vol. 69. p. 2201-2214.
- Sparrow F. K. 1943. Aquatic Phycomycetes exclusive of the Saprolegniaceae and *Pythium*. University of Michigan Press. Ann. Arbor.
- Sparrow F. K. 1960. Aquatic Phycomycetes. Ann. Arbor.

M.A. Mamkaeva, K.A. Mamkaeva, A.V. Pljusch, N. Guerrero M. and S.A. Karpov

Biological peculiarities of the chytrid *Polyphagus parasiticus* Now.

Summary

A parasite of algae the chytrid fungus *Polyphagus parasiticus* Now. was described from the Leningrad region what is the first record for the Russia. It was isolated from sample, and the culture on the host alga *Tribonema gayanum* was established and deposited in the culture collection of Biological Research Institute of St. Petersburg State University (CALU). Among 29 strains of algae from our collection *P. parasiticus* can live, besides the *T. gayanum*, on *Botrydium*, *Ulotrix* and dead cells of *Trybonema*. Using the light microscopy we revealed typical for *Polyphagus* life cycle: uniflagellate zoospore withdraws flagellum and produces rhizoids, then it attaches to the host cell and forms prosperangium, which can then produce either sporangium with spores, or the resting spore. The production of the resting spore was not connected with sexual reproduction as in other strains of *Polyphagus*.

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА РАЗЛИЧНЫХ АГЕНТОВ

Ленинградская область совместно с Санкт-Петербургом, являясь крупнейшим индустриальным районом, создают огромную антропогенную нагрузку на все составляющие природной среды Северо-Западного региона России. Отходы промышленности и транспорта содержат значительное количество токсичных веществ.

Токсичными являются вещества, которые при неправильном обращении представляют угрозу для здоровья населения и для окружающей среды. К ним относятся вещества с канцерогенными, анеугенными, мутагенными, тератогенными свойствами, а также ядовитые вещества. Канцерогенные вещества обладают свойствами, вызывающими раковые заболевания. Анеугенные вещества приводят к нерасхождению хромосом. Мутагенные вещества вызывают мутации или изменения в генах. Тератогенные вещества становятся причиной врожденных дефектов и аномалий. Для уменьшения экологического риска и опасности для здоровья человека необходима разработка системы для тестирования мутагенной, тератогенной и анеугенной опасности различных факторов окружающей среды.

Нами предложена экспериментальная система для тестирования мутагенной, тератогенной и анеугенной опасности различных биологических веществ и химических соединений. Цель данной работы состоит в возможности практической оценки потенциальной опасности различных факторов окружающей среды, используя для этого разработанные в этой системе генетические модели.

В качестве объекта исследований предлагается использовать мутантную линию *l(1)ts403 Drosophila melanogaster* с нарушением синтеза белков теплового шока в результате теплового воздействия. Развитие дрозофилы проходит на изюмно-дрожжевой среде при температуре $+24 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

Стрессовые белки или белки теплового шока (БТШ), индуцируются при действии различных факторов, вызывающих в

клетке состояние физиологического стресса, и обеспечивают способность клетки и организма переносить экстремальные воздействия. Подобный ответ на стрессорные воздействия был обнаружен у самых разных организмов, от бактерий до человека. Универсальные свойства БТШ, обеспечивающие сохранение надлежащей конформации белков, имеют всеобъемлющий характер и могут быть востребованы в самых различных клеточных реакциях.

Для понимания функций БТШ необходимо использование модельных систем, дающих возможность оценить, к каким последствиям приводит отсутствие, уменьшение количества или нарушение в работе БТШ при стрессорных воздействиях. Такие возможности дает использование мутантной линии *Drosophila melanogaster l(1)ts403*, дефектной по синтезу белков теплового шока. Эта мутация была описана в работе Arking R. (1975), как термочувствительная клеточная леталь, приводящая к гибели клеток при повышенной температуре на всех стадиях развития. Позднее данная мутация была картирована в локусе 32,5 X-хромосомы и охарактеризована как дефектная по синтезу БТШ в ответ на тепловое воздействие (Zhimulev et. al., 1981; Evgen'ev M. et. al., 1985). Показано, что после одного часа температурного воздействия (+37°C) уровень синтеза БТШ в клетках слюнных желез личинок мутантной линии *l(1)ts403* в 10-20 раз ниже, чем у линии дикого типа *Oregon-R*, выбранной в качестве контрольной. Эффект данной мутации на синтез БТШ носит рецессивный характер. У *ts*-мутанта, характеризующегося задержкой в достижении максимального уровня синтеза БТШ и более продолжительным синтезом этих белков по сравнению с линией дикого типа, наблюдается и более продолжительный блок клеточной пролиферации. Действие высокой температуры приводит к увеличению числа клеток с аномальной морфологией хроматина (пульверизация хромосом и агрегация хроматина) и к увеличению частоты метафазных пластинок со слипаниями хромосом в нервных ганглиях личинок линии *l(1)ts403*. Было показано, что у самок линии *l(1)ts403* после ТШ резко снижается плодовитость. Кроме того, высокая температура индуцирует нерасхождение и потери половых хромосом в ооцитах самок линии *l(1)ts403* с высокой частотой. В то же время высокая температура не влияет на частоту нерасхождения и потерь половых хромосом в ооцитах самок линии дикого типа *Canton S* (Мамон и др., 1999).

По признаку нерасхождения и потерь половых хромосом в мейозе у самок при действии ТШ мутантная линия *l(1)ts403* характеризуется доминантным эффектом, проявляя эффект дозы, также, как и по признаку чрезвычайной теплочувствительности ранних эмбрионов. О важности продукта изучаемого гена в оогенезе и развитии свидетельствует и сильный стерилизующий эффект ТШ, наблюдаемый у самок, гемизиготных по мутации *l(1)ts403*.

Впервые была показана чрезвычайно высокая, по сравнению с линией дикого типа, теплочувствительность ранних эмбрионов линии *l(1)ts403* в возрасте до 1 часа с момента откладки яиц - при тепловом воздействии, наблюдалась их 100%-ая гибель (Мамон и др., 1999а). Таким образом, высокая теплочувствительность ранних эмбрионов представляет собой еще одно из проявлений мутации *l(1)ts403*.

ТШ и другие внешние воздействия во время роста организма оказывают неблагоприятное воздействие также и на программу развития. ТШ в период дифференциации может приводить к возникновению фенкопий - морфологических аномалий, похожих по фенотипу на мутации. Наиболее часто фенкопии индуцируются в критические периоды развития, характеризующиеся повышенной чувствительностью к внешним воздействиям. Тератогенный эффект внешних воздействий проявляется в задержке митотической активности и клеточной гибели.

Индукция морфологических аномалий у взрослых особей является еще одним проявлением мутации *l(1)ts403*, характеризующейся нарушенным синтезом БТШ в ответ на ТШ (Никитина, 2000). К появлению морфологических аномалий у взрослых особей приводила обработка ТШ особей мутантной линии *l(1)ts403*, находившихся на всех стадиях онтогенеза, что является вполне закономерным, так как данная мутация проявляется на всех стадиях развития. Самые высокие частоты морфологических аномалий наблюдали при действии высокой температуры на особей в наиболее теплочувствительные периоды. Вероятно, эти периоды являются критическими и с точки зрения индукции при действии высокой температуры морфологических аномалий. Характерной чертой аномалий являлась утрата каких-либо структур: головы, гальтер, крыльев, сегментов брюшка, конечностей.

Таким образом, мутация *l(1)ts403* при действии ТШ характеризуется широким плеiotропным эффектом, который может

быть опосредован нарушением синтеза БТШ или непосредственным участием продукта данного гена в регуляции важнейших клеточных процессов.

Исследуемая генетическая модель представляет уникальную возможность не только для определения роли белков теплового шока в ответе клетки на стрессорные воздействия, но и открывает перспективы для выявления фактора, контролируемого геном *l(1)ts403*. Продукт данного гена является жизненно важным и вовлеченным в регуляцию важнейших программированных клеточных процессов: ответа клетки на экстремальное воздействие, программы развития и морфогенеза. Изучение структуры и функции генов, контролирующих жизненно важные клеточные функции, у модельных объектов приобретает в настоящий момент особое значение, так как подобные гены обычно проявляют эволюционный консерватизм, что открывает перспективы в понимании функций гомологичных генов у человека.

Для проведения эколого-токсикологического контроля традиционно используются физико-химические методы анализа. Вместе с тем, в последние годы все более широкое применение в лабораториях контроля находят и иные методы анализа. Так, при проведении анализов проб продукции и природных объектов альтернативой химическим методам нередко выступают биологические методы.

Описанные выше результаты экспериментальных исследований поведения мутантной линии *l(1)ts403 Drosophila melanogaster* при тепловом воздействии дают возможность проводить более глубокий и детальный токсикологический контроль различных агентов. Особенности разведения дрозофилы позволяют добавлять в изюмно-дрожжевую среду, которой она питается, растворы различных соединений, и затем наблюдать эффекты воздействия на последующих поколениях. Развитие дрозофилы от яйца до взрослой особи занимает от 10 до 14 дней, что дает возможность в короткие сроки получать экспериментальные данные на нескольких поколениях и изучать отсроченные эффекты исследуемых соединений. Это крайне важно в условиях неблагоприятной экологической ситуации, когда последствия внешних воздействий могут проявляться через несколько поколений.

Разработанная на этой основе экспериментальная система может быть эффективно применена для тестирования мутагенной, анеугенной и тератогенной опасности различных агентов, вызывающих состояние физиологического стресса, например, лекарственных препаратов, пищевых добавок, химических соединений, различных факторов окружающей среды. Данная модель позволяет оценивать влияние тестируемых соединений на следующие показатели: выживаемость особей, соотношение гибели на различных стадиях развития, соотношение по полу, плодовитость, частота нерасхождения и потеря половых хромосом, частота возникновения и спектр морфологических аномалий. Это дает возможность ответить на вопрос, является ли данное соединение мутагенным, тератогенным и анеугенным фактором, что открывает широкие перспективы применения разработанной экспериментальной системы для тестирования экологического риска различных агентов.

Предлагаемая экспериментальная модель позволяет оценивать длительные последствия подобных воздействий в ходе всего онтогенеза, а также в ряду последовательных поколений, что дает возможность оценивать экологический риск различных факторов среды и контролировать долгосрочное потребительское качество различной продукции народного потребления.

Литература

- Мамон Л.А., Бондаренко Л.В., Третьякова И.В., Комарова А.В., Е.А.Никитина, Пугачева О.М., Голубкова Е.В. 1999. Последствия клеточного стресса при нарушенном синтезе белков теплового шока у дрозофилы. Вестник СПбГУ. Сер. 3. Вып. 4. № 24. с. 100–114.
- Мамон Л.А., Никитина Е.А., Пугачева О.М., Голубкова Е.В. 1999а. Влияние материнского и отцовского организмов на определяемую мутацией *l(1)ts403* теплочувствительность ранних эмбрионов *Drosophila melanogaster*. Генетика. Т. 35. № 8. с. 1078–1085.
- Никитина Е.А. 2000. Нарушения морфогенеза у *Drosophila melanogaster* в результате физиологического стресса В сб.: Тезисы III Всероссийской медико-биологической конф. «Человек и его здоровье». СПб. с. 98–100.
- Arking R. 1975. Temperature – sensitive cell – lethal mutants of *Drosophila*: isolation and characterization. Genetics. Vol. 80. p. 519–537.

- Evgen`ev M., Zatsepina O., Titarenco H. 1985. Autoregulation of heat – shock system in *Drosophila melanogaster*. FEBS Lett. Vol. 188, № 2. p. 286–290.
- Zhimulev I., Belyaeva E., Pokholkova G. et. al. 1981. Dros. Inf. Serv. Vol. 56. p. 192–196.

E.A. Nikitina

Elaboration of experimental system for study of ecological risk of different agents

Summary

Structure of many human and *Drosophila* genes is homologous. Study of molecular – genetic, biochemical and morphological bases of neurodegenerative processes in *Drosophila* provides an understanding of mechanisms of human neurodegenerative disorders and opens perspectives of therapy with using *Drosophila* as an animal model.

l(1)ts403 is a cell lethal mutation, it shows a lethal effect under restrictive temperature (29°C) at all ontogenetic stages. This mutation has broad pleiotropic effect on different cell and organism processes. All properties of *l(1)ts403* allow to use it for modeling of brain pathology with analysis of its relation to learning and memory formation. We investigated learning ability and memory formation in this mutant using conditioned courtship suppression paradigm following HS. According our dates mutation *l(1)ts403* has effect on behavior of adults. We obtained disturbance of long-time memory of *l(1)ts403* males following HS. It allows to suppose that in this mutant HS can cause teratogenic effect on development of brain structures, responsible for memory formation.

А.В. Аванесян, А.В. Арсеньева, Е.В. Шапкина

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОЙ МЕЗОФАУНЫ ГАТЧИНСКОГО РАЙОНА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Экологическое состояние почвы и особенности населяющих ее организмов тесно связаны между собой. Физико-химические свойства почвы оказывают сильное влияние на обитающих в ее слоях и на ее поверхности беспозвоночных животных. Эдафический фактор обуславливает вертикальное и горизонтальное распределение почвенных организмов, особенности их жизнедеятельности. Степень антропогенного загрязнения почвы влияет на видовое многообразие, количество особей каждого вида, их доминирование в зооценозе. Почвенные беспозвоночные, в свою очередь, сами создают особенности своей среды обитания: их выделения, движения по горизонтали и вертикали изменяют структуру почвы, ее аэрацию, водные свойства, химизм и другие характеристики (Почвенные беспозвоночные, 1982; Фильков, 1990; Аванесян, 2006).

Кроме этого, почвенные животные представляют собой наименее миграционную часть наземных зооценозов. Стабильность и устойчивость даже при очень неблагоприятных изменениях в экосистеме позволяет данным организмам быть объектом изучения степени воздействия человека на биоту.

Среди почвенных беспозвоночных для целей мониторинга наиболее удобны следующие представители почвенной мезофауны: дождевые черви, щелкуны и их личинки, крупные хищные жуки, некоторые виды мокриц и диплопод. Высшая степень оседлости этих групп, широкая пищевая база, хорошая изученность особенностей экологии, распределения в почве, высокая численность в различных местообитаниях и их доступность позволяют предложить виды из этих групп в качестве основных объектов экологического мониторинга за состоянием почвенной биоты (Биоиндикация, 1994; Тихонова, 2006).

Целью данной работы явилось изучение экологического состояния почвенной мезофауны Гатчинского района Ленинградской области. Основные задачи исследования заключались в следующем:

- определить пространственное распределение и трофическую структуру почвенной мезофауны;
- изучить численность особей и видовое многообразие почвенной мезофауны на участках с различной степенью антропогенного загрязнения.

Материалы и методы. Изучение экологического состояния почвенной мезофауны было проведено на территории поселка Вырицы Гатчинского района Ленинградской области в период август-сентябрь 2007 года. Для исследования видового состава почвенной мезофауны был использован метод почвенных раскопок. Изучение численности особей и видового многообразия проводилось на 9-ти пробных площадках размером 100x100 см, которые были заложены на трех участках с различной степенью антропогенного загрязнения:

Участок №1 – расположен на расстоянии около 1,5 км на запад от биологической станции. Участок представляет собой закустаренный разнотравно-злаковый луг с дерново-слабоподзолистой обычной глееватой легкосуглинистой на моренных отложениях почвой. Для данного участка характерно отсутствие жилых построек, промышленных объектов и близости дорог, обилие травянистой растительности.

Участок №2 – находится у въезда на территорию биологической станции. Участок отличается непосредственной близостью дороги, высокая запыленность вследствие движения транспорта и проведения хозяйственных работ, шумовое загрязнение, угнетение травянистого покрова.

Участок №3 – выбран на берегу реки Оредеж. Расстояние от ближайшей проезжей части составляет около 100 м. Характерно наличие деревьев и обилие травянистой растительности. Наблюдается наличие единичных мусорных выбросов.

На каждом участке было заложено по три пробных площадки на расстоянии около 3 м друг от друга. Глубина взятия проб составила 15 см. Листовой опад и растения с площадок были удалены, почва послойно разобрана, встреченные животные зафиксированы, и определена их систематическая принадлежность.

Изучение пространственного распределения и трофической структуры почвенной мезофауны было проведено на участке №1, который предположительно является территорией с наименьшей

степенью антропогенного загрязнения. Для этой цели отдельно была заложена одна пробная площадка, размеры которой составили 100x100 см, а глубина взятия пробы – 70 см.

Результаты. В ходе исследования были обнаружены следующие группы-представители почвенной мезофауны: дождевые черви, многоножки, мокрицы, муравьи, паукообразные, жесткокрылые и их личинки. Как было показано ранее (Зенкова, 1998; Бадтиев, 2006), в качестве основных биоиндикаторов среды изучаются такие почвенные беспозвоночные, как дождевые черви, мокрицы, паукообразные и многоножки. Определение средней плотности особей данных групп на пробных площадках показало, что на всех исследованных участках преобладает численность дождевых червей и многоножек (табл. 1).

Таблица 1.

Средняя плотность особей основных изучаемых систематических групп почвенной мезофауны на различных участках

Систематические группы	Участок №1 (экз/ м ²)	Участок №2 (экз/ м ²)	Участок №3 (экз/ м ²)
Дождевые черви (Lumbricidae)	37.6 ± 21.73	10.6 ± 3.16	12 ± 2.44
Многоножки (Myriapoda)	10.6 ± 5.43	4 ± 2.82	11.3 ± 7.24
Мокрицы (Ligidae)	–	1 (в 1 пробе)	2 (в 1 пробе)
Паукообразные (Arachnida)	0.6 ± 1.06	1.33 ± 2.34	3.6 ± 2.91

Среднее количество всех найденных особей распределилось следующим образом: участок №1 – 60,6 экз/ м², участок №2 – 26,3 экз/ м², участок №3 – 33,6 экз/ м².

Доминирование групп-биоиндикаторов было определено с помощью индекса доминирования И. Балюга (Шитиков и др., 2003), рассчитанного по формуле:

$$D_i = N_i / N_s,$$

где N_i – число особей i -й группы, N_s – общее число особей в пробе, D_i – индекс доминирования.

Расчет индекса доминирования для каждой обнаруженной группы представителей почвенной мезофауны позволил выделить доминантные, субдоминантные, малочисленные и редкие группы видов, присутствующие в пробах почвы с разных участков (табл. 2, 3).

Таблица 2.

Индекс доминирования особей основных изучаемых систематических групп почвенной мезофауны на различных участках (средние данные по трем пробам)

Систематические группы	Индекс доминирования		
	Участок №1	Участок №2	Участок №3
Дождевые черви (Lumbricidae)	0.73	0.4	0.35
Многоножки (<u>Myriapoda</u>)	0.17	0.15	0.33
Жужелицы (Carabidae)	0.01	0.01	0.02
Личинки жесткокрылых	0.14	0.13	0.27
Мокрицы (Ligidae)	-	0.03	0.05
Стафилины (Staphylinidae)	0.01	0.02	-
Паукообразные (Arachnida)	0.009	0.05	0.1
Щелкуны (Elateridae)	0.01	-	-
Мертвоеды (Silphidae)	0.005	-	-

Таблица 3.

Сравнительная характеристика некоторых доминантных (Д), субдоминантных (С), малочисленных (М), редких (Р) и отсутствующих (-) видов в пробах почвы на различных участках (средние данные по трем пробам)

Систематические группы	Участок №1	Участок №2	Участок №3
Дождевые черви (Lumbricidae)	Д	Д	Д
Многоножки (<u>Myriapoda</u>)	С	С	Д
Жужелицы (Carabidae)	М	Р	Р
Личинки жесткокрылых	С	С	С
Мокрицы (Ligidae)	-	Р	М
Стафилины (Staphylinidae)	М	Р	-
Паукообразные (Arachnida)	Р	М	Р

Щелкуны (Elateridae)	М	-	-
Мертвоеды (Silphidae)	Р	-	-

Изучение пространственной структуры почвенной мезофауны на участке № 1 показало, что наибольшее количество особей и видов располагается в верхних слоях почвы глубиной 0-20 см (табл. 4).

В горизонтальном направлении группы видов-биоиндикаторов показывают диффузный тип пространственного размещения с тенденцией к однородному (рис. 1). Остальные особи проявляют диффузный и мозаичный тип пространственного размещения.

Анализ трофической структуры почвенной мезофауны на участке № 1 показал следующее распределение найденных видов по типу питания: сапрофаги (дождевые черви, некоторые стафилины и др.) составляют около 60% от общего числа найденных особей, фитофаги (личинки щелкунов, некоторые виды жесткокрылых и др.) – 15%, зоофаги (многоножки, муравьи и др.) – 25%.

Обсуждение результатов. Сравнение количественных показателей почвенной мезофауны трех исследованных участков показало, что наиболее благоприятное экологическое состояние среды характерно для участка № 1 (луг). Данный участок показывает наибольшее видовое разнообразие, общую численность найденных особей, а также преобладающее количество таких видов-биоиндикаторов как дождевые черви, что показывает умеренную степень антропогенного загрязнения почвы (Антощенков, Яковлева, 1999; Бадтиев, Лянгер, 2007). Кроме этого, на участках № 2 и № 3 наблюдалось смещение доминантных и субдоминантных видов в сторону малочисленных и редких относительно участка № 1, что также указывает на неблагоприятное состояние почвенной среды в данных зонах (Аванесян, Потапова, 2006).

Эти характеристики позволили определить участок № 1 как контрольный по отношению к участкам № 2 и № 3, участок № 3 – как зону умеренного антропогенного загрязнения почвы, а участок № 2 – как территорию с крайне неблагоприятным экологическим состоянием почвы.

При анализе трофической структуры почвенного населения в различных биоиндикационных исследованиях показано, что на фоновой территории доминируют сапрофаги (40-60 %); фитофаги

составляют 15-20 %, зоофаги – 20-40 % (Воробейчик, 1995). С ростом загрязнения уменьшается доля сапрофагов до их полного выпадения, и в наиболее загрязненных участках население представлено исключительно фитофагами (40-50 %) и зоофагами (порядка 60 %).

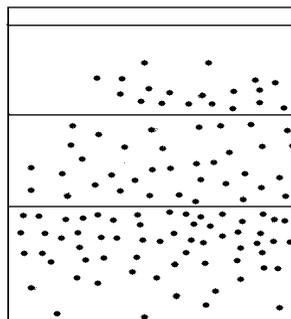
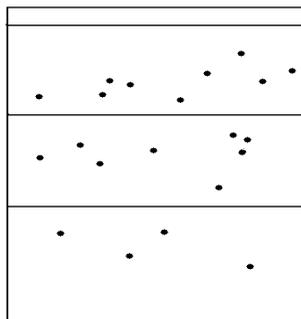
Таблица 4.

Вертикальное распределение обнаруженных представителей почвенной мезофауны и их плотность в каждом почвенном слое

<i>Слои почвы</i>	<i>Виды (семейства)</i>	<i>Плотность особей (экз/м²)</i>
Подстилка	Муравьи-мирмики (Mymricidae)	менее 200
0-10 см	Многоножки (Mugiapoda)	9
	Жесткокрылые, или Жуки (Coleoptera) из них – сем. Стафилины (Staphylinidae)	6 3
	Личинки жесткокрылых	4
	Дождевые черви (Lumbricidae)	19
	Муравьи-мирмики (Mymricidae)	более 200
10-20 см	Многоножки (Mugiapoda)	8
	Жесткокрылые, или Жуки (Coleoptera) из них – сем. Стафилины (Staphylinidae)	4 2
	Личинки жесткокрылых	11
	Дождевые черви (Lumbricidae)	30
	Муравьи-мирмики (Mymricidae)	менее 200
	Нематоды (Nematoda)	3
	Пауки (Aranei)	1
Глубже 20 см	Многоножки (Mugiapoda)	4
	Личинки жесткокрылых	2
	Дождевые черви (Lumbricidae)	57

*Многоножки
(Mugiapoda)
Дождевые
черви
(Lumbricidae)
Подстилка

0-10 см*



10-20см

Глубже 20 см

Рис. 1. Схема горизонтального размещения многоножек и дождевых червей в каждом почвенном слое (найденные особи обозначены точками)

Это связано с тем, что эффективность потребления пищи у сапрофагов ниже, чем у зоофагов и фитофагов. Следовательно, они пропускают через кишечник большие объемы субстрата, максимально аккумулирующего, например, тяжелые металлы при техногенной нагрузке, и тем самым, увеличивают вход токсических элементов в организм. Фитофаги питаются "отжатым" клеточным соком, что уменьшает прохождение через их организм металлов, так как они связываются в клеточных стенках растений. Аналогичная ситуация у зоофагов: тяжелые металлы могут связываться в хитиновом покрове жертв.

Преобладание сапрофагов на участке № 1 показывает низкую степень антропогенного загрязнения почвы.

При загрязнении меняется вертикальное распределение населения. На фоновой территории более 50 % особей сосредоточено в верхнем (0-10 см) слое почвы, меньше организмов обнаруживается в подстилке и еще меньше – в более глубоких слоях (10-20 см) почвы. С увеличением загрязнения максимум плотности смещается вверх: в нижних слоях почвы мезофауна не встречается, и постепенно все население переходит в подстилку. Данная закономерность проявляется как для подстилочных и почвенно-подстилочных форм, так и для групп – типичных обитателей минеральных горизонтов (Воробейчик, 1995).

В нашем исследовании около 60% почвенной мезофауны сосредоточено в верхнем слое почвы (0-10 см), 30% – в глубоких слоях, а в подстилке обнаружены только муравьи, составляющие около 10% от всего исследованного почвенного населения.

Что касается горизонтальной структуры почвенной мезофауны, то при увеличении техногенной нагрузки имеет место тенденция увеличения агрегированности в распределении

большинства групп почвенных видов-биоиндикаторов. Возможно, возрастание неоднородности распределения организмов связано с дифференциацией пространства на микробиотопы с разными по степени оптимальности условиями (Воробейчик, 1995).

Преобладание диффузного или относительно однородного типа распределения видов-биоиндикаторов на участке № 1 указывает на минимальную техногенную нагрузку на данном участке.

Выводы. На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

Анализ пространственной и трофической структуры почвенной мезофауны на выбранном участке закустаренного разнотравно-злакового луга Гатчинского района Ленинградской области (на участке № 1) показал низкую степень антропогенного загрязнения почвы на данной территории. Виды-биоиндикаторы проявили относительно однородное или диффузное в некоторых микробиотопах размещение особей с их количественным преобладанием в верхних слоях почвы.

Сравнительное изучение численности особей и видовой структуры почвенной мезофауны на участках с различной степенью антропогенного воздействия позволило выявить территорию с минимальным уровнем загрязнения – участок №1 (луг), зону умеренного загрязнения – участок № 3 (прибрежная зона) и территорию с наименее благополучным экологическим состоянием почвы – участок № 2 (зона жилых построек).

Литература

- Аванесян А.В. 2006. Беспозвоночные как биоиндикаторы почвенной среды. В сб.: Современные проблемы почвоведения и экологии. Ч. 2. Йошкар-Ола. с.5-7.
- Аванесян А.В., Потапова И.С. 2006. Антропогенное влияние на общее состояние пресноводного биоценоза. В сб.: Функциональная морфология, экология и жизненные циклы животных. Вып.6, СПб: РГПУ. с.87-90.
- Антощенко В. Ф., Яковлева Ж. А. 1999. Морфо-анатомические изменения у дождевых червей, вызываемые химическими веществами

- антропогенного происхождения. В сб.: Проблемы почвенной зоологии. с. 145-146.
- Бадтиев Ю.С. 2006. Методология биодиагностики качества окружающей среды военных объектов. Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Москва.
- Бадтиев Ю.С., Лянгер И.Б. 2007. Биоиндексация химического загрязнения почвы. В сб.: Экологические нормы. Правила. Информация. № 2. с. 5-7.
- Биоиндикация: теория, методы, приложения 1994. Тольятти: Изд-во Интер-Волга.
- Воробейчик Е. Л. 1995. Реакция почвенной биоты лесных экосистем среднего Урала на выбросы медеплавильных комбинатов. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Екатеринбург.
- Зенкова И.В. 1998. Состояние почвенной мезофауны в зоне воздействия комбината "Североникель". В сб.: Антропогенное воздействие на природу Севера и его экологические последствия. Апатиты. с. 130-134.
- Почвенные беспозвоночные и промышленное загрязнение. 1982. Минск: Наука и техника.
- Тихонова Е.Н. 2006. Почвенные условия развития техногенных ландшафтов. В сб.: Современные проблемы почвоведения и экологии. Ч. 2. Йошкар-Ола. с. 198-202.
- Фильков Ф. Н. 1990. Общее земледование. М.: Высшая школа.
- Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. 2003. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН. 463 с.

A.V. Avanesyan, A.V. Arsenieva, E.V. Shapkina

Ecological state of soil-dwelling mesofauna in Gatchinskij region of Leningrad area

Summary

Ecological features of soil-dwelling mesofauna populations in Leningrad area were investigated. Total amount of species, the diversity of species and their location in soil layers in different territories were determined. The results of our investigation have demonstrated the highest level of anthropogenic pollution of soil near constructions, the normal level of soil pollution on riverside and the lowest level of soil destruction on grassland.

А.В. Аванесян, Ю.А. Сакина

ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ, ПОЧВЕННОЙ И НАЗЕМНО-ВОЗДУШНОЙ ФАУНЫ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Загрязнение почвенной среды сырой нефтью и нефтепродуктами – это одна из наиболее острых экологических проблем, возникающих в процессе работы нефтедобывающих промышленных комплексов. Проблема загрязнения почвы является актуальной для городов и районов Республики Коми, и связано это с тем, что почва является: основным аккумулятором химических загрязнений; источником загрязнений сопредельных сред (воздух, подземные и поверхностные водоемы, растительность, включая пищевые продукты); непосредственным источником поступления загрязняющих веществ в организм человека. Контроль за состоянием гигиены почвы населенных мест в общем плане охраны окружающей среды является одной из основных задач госсанэпидслужбы (Миланова, Рябчиков, 1986; Безуглая и др., 1991).

Общая особенность всех нефтезагрязненных почв – изменение численности и ограничение видового разнообразия педобионтов (почвенной мезо- и микрофауны и микрофлоры). Изменение экологической обстановки приводит к подавлению фотосинтезирующей активности растительных организмов. Прежде всего, это сказывается на развитии почвенных водорослей: от их частичного угнетения и замены одних групп другими до выпадения отдельных групп или полной гибели всей альгофлоры. Особенно значительно ингибирует развитие водорослей сырая нефть и минеральные воды (Терещенко, 2007).

Загрязнение почвы нефтепродуктами также вызывает изменение ее физических (механического состава, влагоемкости, дыхания почвы и др.) и химических (кислотности, содержания минеральных элементов и др.) свойств. Кроме этого, процессы естественной регенерации биогеоценозов на загрязненных территориях идут медленно, а темпы становления различных ярусов экосистем различны. Так, сапрофитный комплекс животных

формируется значительно медленнее, чем микрофлора и растительный покров (Терещенко, 2007).

Целью данной работы явилось изучение влияния нефтяного загрязнения республики Коми вблизи нефтяных разработок на экологическое состояние почвенной и наземно-воздушной сред.

Основные задачи исследования заключались в следующем:

- изучить физико-химические свойства почвы на участках с различной степенью нефтяного загрязнения,
- определить видовое разнообразие и пространственное распределение почвенной мезофауны на данных участках,
- исследовать видовое разнообразие наземно-воздушной фауны на данных участках.

Материалы и методы. Изучение влияния нефтяного загрязнения на экологическое состояние почвенной и наземно-воздушной сред было проведено на территории поселка Ярега города Ухты республики Коми вблизи нефтяной шахты № 3. Экспериментальные данные получены в августе 2007 года. Для проведения данного исследования были заложены 4 пробные площадки размером 100x100 см, по одной на каждом из 4-х участков с различной степенью нефтяного загрязнения.

Участок № 1 – расположен на территории шахты. Участок характеризуется, прежде всего, наличием разлива нефти с равномерным распределением ее на поверхности почвы. Глубина разлива нефти составляет около 10 см, далее идет порода, которая представлена каменистыми отложениями. Травянистая растительность в месте разлива нефти практически отсутствует.

Участок № 2 – также был определен на территории шахты, но на расстоянии 300 м от места разлива нефти. Толщина почвенного слоя составляет 10 см, под которым располагается каменистая порода. На поверхности почвы регистрируются пятна нефти. Растительность представлена довольно скудно.

Участок № 3 – находится у границы территории шахты на расстоянии около 800 м от места разлива нефти. На поверхности пробной площадки отмечены лишь следы нефти. Биocenоз участка характеризуется развитым растительным покровом.

Участок № 4 – был выбран на расстоянии около 500-600 м за пределами границ территории шахты. Следов нефти на поверхности

почвы здесь обнаружено не было. Участок характеризуется луговым сообществом, типичным для данной области: растительность представлена такими видами, как клевер, брусника, голосеменные растения (ель), кустарники.

Исследование некоторых физико-химических свойств почвы было проведено методом отмучивания почвы, полевым методом определения гранулометрического состава почвы, потенциометрическим методом определения кислотности почвы (Павлова, Панкратова, 2003).

Для изучения видового разнообразия и пространственного распределения почвенной мезофауны был использован метод почвенных раскопок (Гиляров, 1975). Взятие почвенных проб размером 25x25 см и глубиной 20 см проводилось с заложенных площадок с ручным послойным разбором: лесная подстилка, далее через 5 см с повторностью 10-20 см. В местах раскопок отбирали образцы почвы по интервалам глубин. Листовой опад и растения из проб были удалены, встреченные животные зафиксированы, и определена их систематическая принадлежность.

Для исследования видового разнообразия наземно-воздушной фауны были проведены последовательные 30-минутные наблюдения и сбор животных с поверхности почвы на каждой площадке и над ней на высоте около 100 см. Встреченные животные зафиксированы, и определена их систематическая принадлежность.

Результаты. В ходе работы были определены гранулометрический состав, кислотность, влагоемкость и обеспечение гумусом почвы на участках № 2-4 (табл. 1). Исследование почвы на участке № 1 было затруднено из-за присутствия в пробе значительного количества нефти, сильно меняющей физико-химические свойства почвенного покрова на данной территории.

Изучение видового разнообразия почвенной мезофауны на территории шахты показало следующие результаты.

На участке № 1 почвенные беспозвоночные не обнаружены. Участок № 2 показывает наименьшее видовое разнообразие по сравнению с участками № 3-4, а также наименее глубокое проникновение почвенной мезофауны (табл. 2).

На участке № 3 почвенная фауна представлена более разнообразно. Отмечено видимое повышение численности дождевых

червей (виды – *Eisenia nordenskioldi* Eisen и *Limbricus rubellus* Hoff.) по сравнению с участком № 2. К ранее указанным добавлены представители типа Моллюски (Mollusca), семейства Муравьи (Formicidae), а также личинки жесткокрылых и двукрылых. Виды проникают в почву более глубоко (табл. 3).

Таблица 1.

Основные физико-химические показатели экологического состояния почвы на участках № 2-4

Участок	Гранулометрический состав почвы	Кислотность		Влагоемкость	Содержание гумуса
		pH H ₂ O	pH KCl		
№ 2	Легкий суглинок	7.75 (щелоч.)	6.75 (нейтр.)	средняя	Слабо гумусирована (рекультивируемая)
№ 3	Средний суглинок	7.5 (щелоч.)	6.5 (нейтр.)	средняя	Средне гумусирована
№ 4	Супесь	7.62 (щелоч.)	6.45 (нейтр.)	средняя	Гумусовый слой большой площади

Участок № 4 характеризуется наибольшим видовым разнообразием и количеством почвенных беспозвоночных. Среди впервые отмеченных видов – представители семейства Долгоножки (Tipulidae) и отряда Равнокрылые (Homoptera). Почвенные беспозвоночные занимают все из рассмотренных горизонтов почвы с численным и видовым преобладанием в верхнем слое (0-10 см) (табл. 4).

Таблица 2.

Вертикальное распределение обнаруженных представителей почвенной мезофауны и их видовое разнообразие на участке № 2

Слой почвы	Систематические группы
0-10см	Многоножки (Myriapoda), Долгоножки (Tipulidae), Жесткокрылые (Coleoptera), Паукообразные (Arachnida)
глубже 10 см	порода

Оценка численности каждой обнаруженной группы представителей почвенной мезофауны позволила выделить

доминантные, субдоминантные, малочисленные и редкие группы видов, присутствующие в пробах почвы с разных участков (табл. 5).

Таблица 3.

Вертикальное распределение обнаруженных представителей почвенной мезофауны их видовое разнообразие на участке № 3

<i>Слои почвы</i>	<i>Систематические группы</i>
подстилка	Муравьи (Formicidae)
0-10см	Дождевые черви (Lumbricidae) Другие малощетинковые (Oligochaeta) Многоножки (Myriapoda) Паукообразные (Arachnida) Моллюски (Mollusca) Жесткокрылые (Coleoptera) Личинки жесткокрылых и двукрылых
10-20см	Дождевые черви (Lumbricidae) Паукообразные (Arachnida) Моллюски (Mollusca) Многоножки (Myriapoda)
глубже 20 см	порода

Таблица 4.

Вертикальное распределение обнаруженных представителей почвенной мезофауны их видовое разнообразие на участке № 4

<i>Слои почвы</i>	<i>Систематические группы</i>
подстилка	насекомые наземно-воздушной фауны
0-10см	Дождевые черви (Lumbricidae) Другие малощетинковые (Oligochaeta) Многоножки (Myriapoda) Паукообразные (Arachnida) Моллюски (Mollusca) Жесткокрылые (Coleoptera) Личинки жесткокрылых Долгоножки (Tipulidae) Равнокрылые (Homoptera)
10-20см	Дождевые черви (Lumbricidae) Многоножки (Myriapoda) Паукообразные (Arachnida) Моллюски (Mollusca) Личинки жесткокрылых

Глубже 20 см	Дождевые черви (Lumbricidae) Многоножки (Myriapoda)
---------------------	--

Таблица 5.

Сравнительная характеристика некоторых доминантных (Д), субдоминантных (С), малочисленных (М), редких (Р) и отсутствующих (-) видов в пробах почвы на различных участках

Систематические группы	Участок № 2	Участок № 3	Участок № 4
Дождевые черви (Lumbricidae) и другие малощетинковые	-	Д	Д
Многоножки (Myriapoda)	Д	С	С
Паукообразные (Arachnida)	Д	С	С
Моллюски (Mollusca)	-	Р	Р
Личинки жесткокрылых	-	М	Р
Жесткокрылые (Coleoptera)	Р	Д	С
Долгоножки (Tipulidae)	Р	-	Д
Равнокрылые (Homoptera)	-	Р	Р

Исследование видового разнообразия наземно-воздушной фауны на данной территории показало следующие результаты. На участках № 1 и № 2 отмечено отсутствие насекомых в течение наблюдений.

Таблица 6.

Видовое разнообразие наземно-воздушной фауны на исследуемых участках

Систематические группы	Участок № 3	Участок № 4
Муравьи (Formicidae)		Пчелиные (Apidae)
Комариные (Culicidae)		Комариные (Culicidae)
Оводы подкожные (Hypodermatidae)		Оводы подкожные (Hypodermatidae)
Журчалки (Syrphidae)		Журчалки (Syrphidae)
Слепни (Tabanidae)		Слепни (Tabanidae)
Тахины (Tachinidae)		Тахины (Tachinidae)
Долгоножки (Tipulidae)		Долгоножки (Tipulidae)
Стрекозы (Odonata):		Кузнечиковые (Tettigonioidae)
Красотки (Calopterygidae)		Божьи коровки (Coccinellidae)

	Коромысла (Aeschnidae)	Жужелицы (Carabidae) Трутовиковые жуки (Ciidae)
--	------------------------	--

Видовой состав наземно-воздушной фауны на участках № 3 и № 4 довольно разнообразен и близок к типичному для данного региона (табл. 6) (Фауна и экология беспозвоночных, 2001).

Обсуждение результатов. Исследование физико-химических свойств почвы крайне необходимо для определения степени благополучия среды для роста и развития растений и животных на данной территории.

Гранулометрический состав представляет собой относительное содержание в почве различных механических элементов. Его определение имеет большое практическое значение, так как от него зависит поглотительная способность, водный, воздушный, тепловой и питательный режим почвы, а, следовательно, и условия жизни растений и животных (Павлова, Панкратова, 2003). Участки № 2-4 имеют, в целом, благоприятный гранулометрический состав почв. Однако наиболее оптимален он на участке № 4, так как для такого типа механического состава, как супесь, характерны наиболее высокая влагоемкость и обеспеченность гумусом (табл. 1).

Кислотность почвы – важнейшая характеристика почвы. Повышенная кислотность почв ухудшает рост и развитие растений, подавляет жизнедеятельность полезных бактерий, ухудшает другие физико-химические свойства почвы. Для растений и почвенных животных существует определенный, наиболее благоприятный режим кислотности – это слабокислая, нейтральная и слабощелочная среда. Из полученных результатов видно, что на всех исследуемых участках почвы благоприятны для обитания живых организмов (табл. 1). Следует отметить, что нейтрализация кислой почвенной среды на территории шахты происходит за счет близости к почвенному покрову известковых пород, вынесенных в верхние слои в связи с нефтяными разработками.

Влагоемкость почвы сильно зависит от гранулометрического состава, от структурного состояния и от количества в почве коллоидных частиц (Павлова, Панкратова, 2003). Почва на всех

исследуемых участках показывает нормальную влагоемкость для обитания, роста и развития растительных и животных организмов.

Содержание гумуса определяется условиями и характером почвообразовательного процесса, колеблется в верхних горизонтах от 1% до 15% и уменьшается с глубиной. Значение гумуса велико. Прежде всего, это хранилище ценнейших элементов (K, P, S, N и др.), необходимых для питания растений, а соответственно, и почвенных насекомых. Наличие гумуса также определяет и ряд других свойств почв.

Наибольшее содержание гумуса зарегистрировано в пробе почвы на участке № 4, в которой наблюдалось наличие растительных и животных остатков. Слабо гумусированной оказалась почва на участке № 2, что вероятно связано с рекультивируемым характером почвенного покрова – почвенный слой толщиной около 10 см на данной территории является искусственно восстановленным.

Сравнение наличия, пространственного распределения и видового разнообразия почвенной мезофауны и наземно-воздушных беспозвоночных на всех исследованных участках показало, что наиболее благоприятное экологическое состояние наземно-воздушной среды характерно для участка № 4. Данный участок показывает наибольшее видовое разнообразие, преобладающее количество таких биоиндикаторов как дождевые черви, многоножки, паукообразные, а также наиболее глубокое их проникновение в почвенный покров (табл. 4-5). Видовой состав наземно-воздушной фауны на данном участке также довольно разнообразен и близок к типичному для данного региона (Фауна и экология беспозвоночных, 2001).

Такие результаты позволяют сделать заключение о крайне низкой степени нефтяного загрязнения почвенной и наземно-воздушной среды участка № 4 и считать данную территорию фоновой по отношению к другим участкам.

Исходя из данных результатов, участок № 3 демонстрирует умеренную степень загрязнения, он характеризуется чуть более низким видовым разнообразием почвенной и наземно-воздушной фауны по сравнению с контролем, но таким же благоприятным состоянием почвы (табл. 3, 5).

Участок № 2 отличает практически отсутствие представителей наземно-воздушной фауны, некоторых почвенных видов-биоиндикаторов, низкое видовое разнообразие почвенной фауны,

располагающейся только в верхнем искусственно нанесенном почвенном слое, который характеризуется менее благоприятным физико-химическим состоянием по сравнению с участком № 3 и контролем (табл. 2). Это позволяет судить о довольно сильной степени нефтяного загрязнения среды на данном участке (Аванесян, 2006).

Однако наиболее высокая загрязненность нефтью и нефтепродуктами характерна для участка № 1, что делает невозможным существование растительных и животных организмов в данной зоне.

Выводы. На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

Сравнительный анализ физико-химических свойств почвы, а также наличия, пространственного распределения и видового разнообразия почвенной мезофауны и наземно-воздушных беспозвоночных на участках с различной степенью нефтяного загрязнения на территории республики Коми показал наиболее благоприятное состояние почвенной среды за пределами границ территории нефтяной шахты № 3.

По мере приближения к месту нефтяных разработок ухудшается экологическое состояние почвы, регистрируются разливы нефти, снижается видовое разнообразие почвенной и наземно-воздушной фауны, что показывает крайне высокую степень нефтяного загрязнения на территории шахты и необходимость проведения охранных мероприятий.

Литература

- Аванесян А.В. 2006. Беспозвоночные как биоиндикаторы почвенной среды. В сб.: Современные проблемы почвоведения и экологии. Ч.2. Йошкар-Ола, с. 5-7.
- Безуглая Э. Ю., Расторгуева Г. П., Смирнова И. В. 1991. Чем дышит промышленный город. Л.: Гидрометеиздат.
- Гиляров М.С. Учет крупных почвенных беспозвоночных (мезофауны). В кн.: Методы почв.-зоол. исследований. М.: Наука, 1975. с. 12-29.
- Миланова Е. В., Рябчиков А. М. 1986. Использование природных ресурсов охрана природы. М.: Высш. шк., 280 с.
- Павлова Т.К., Панкратова И.В. 2003. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена.

Терещенко В. 2007. Госкомпании идут на Восток. Нефть России. № 12.
<http://www.press.lukoil.ru>.
Фауна и экология беспозвоночных животных европейского северо-востока
России. 2001. Сыктывкар.

A.V. Avanesyan, J.A. Sackina

**The influence of oil contamination on an ecological state of the soil and
on the fauna of soil, land and air in a region of Komi republic**

Summary

Physical and chemical properties of the soil on the territory of oil mine in Komi republic region were investigated. The diversity of species and their location in soil layers in areas with different level of oil contamination were determined. The presence and the diversity of species on the land and in the air were also observed.

The results of our investigation have demonstrated the highest level of oil contamination of the soil right near oil fields and moderate pollution at all territory of oil mine. The normal level of soil pollution and the increasing of biodiversity of soil and land invertebrates were only registered out of the territory of oil mine.

К.К. Каримов

СЕЛЕКЦИЯ ПО ПЛОДОВИТОСТИ ОДНА ИЗ ВАЖНЕЙШИХ ЗАДАЧ ПОВЫШЕНИЯ МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ САМОК КРОЛИКОВ

Современное продуктивное кролиководство главным образом ориентировано на всемерное увеличение производства молодой крольчатины. В мясном кролиководстве конечный результат – валовой выход мяса на средне-фуражную самку за определенный срок ее использования является основным показателем эффективности селекции и конкурентноспособности породы или линии кроликов. Признак является комплексным многокомпонентным. Каждая компонента комплекса требует применения специальных методов оценки и отбора животных по ним.

Плодовитость кроликов, на первой взгляд, кажется податливым для прямого отбора признаком. В больших стадах всегда есть самки с ниже средней плодовитостью – с крольчатами от 1 до 6 и выше средней – от 7 до 12 голов. Но, кролиководам известно, что показатели плодовитости каждой самки не устойчивы из окрота в окрол, как по сезонам одного года, так и по наблюдениям за несколько лет. Из этого следует, что природа этих колебаний в большей степени зависит от модифицирующих, чем наследственных факторов. Так, биометрически установлено, что величина вклада генетических факторов в общую фенотипическую изменчивость очень низкая и находится в пределах – $h = 0.01 - 0.15$ (Иоганссон и др., 1970; Визнер, Виллер, 1979; Лэсли, 1982; Сулей, 1983; Сухарьков, 1987; Плотников, 1996). Все это ясно указывает, что для успешного решения поставленной задачи следует искать и отбирать особи, обладающие константно устойчивой наследственностью в отношении высокой плодовитости.

Сложность задачи в том, что, как и следует из величин коэффициентов наследуемости, для ее успешного решения требуется вести поиски среди огромного поголовья животных, в надежде найти хотя бы считанные количества особей, у которых этот признак был наследственно детерминирован. Нет необходимости в данном случае подчеркивать, что для достижения этой цели каждая самка подлежит к оценке по результатам как минимум трех окролов подряд в течение 2-

3-х лет. При этом если учесть, что тенденцию устойчивого наследования признака можно обнаружить только лишь при анализе данных не менее пяти поколений предков, нельзя не согласиться, что объем работы достигает гигантского размера.

Стремление повысить надежность оценки требует максимального учета информации по всем доступным каналам ее регистрации. Применительно, в частности, к анализу плодовитости животных это означает, что в объем выборки должны быть включены данные, характеризующие плодовитость всех боковых родственников пробанда. Единицей селекционной оценки в этой организованной совокупности далее вступает не столько отдельные подконтрольные особи, а плеяда семейств. Предельный уровень в повышении эффективности таких способов нахождения (исключительных) селекционно-значимых генотипов можно добиться переходя на испытания самцов производителей по показателям плодовитости их дочерей. Такая работа возможно лишь при концентрации огромного поголовья племенных животных в мощных селекционных центрах.

Зная предельные возможности нашей работы, и, поскольку наши цели ограничены всего лишь рамками исследовательского любопытства, нами намечены соответственно намного упрощенные – экстенсивные пути решения задачи по селекции кроликов на повышение их плодовитости. Главным технологическим приемом в этом случае выступает тщательный индивидуальный анализ генотипа подконтрольных животных за длительный период наблюдения.

В 2004 году при выборе породы наиболее удовлетворительные показатели по мясной скороспелости и по плодовитости среди семи оцененных пород имели животные породы белый великан. По рангу селекционных достоинств за ними следовали кролики тюрингемской породы. Тогда же была сформулирована задача, обогатить генофонд белых великанов и животных тюрингемской породы аллелями высокой сочетаемости родительских пар по мясной скороспелости потомства при обращении внимание на их плодовитость. Назначением таких групп считалось создание экспериментального плана резервного селекционного аллелефонда – источника получения генетического материала при выведении бройлерных кроссов.

В общей сложности за три года по двум породам были оценены 78 голов самок, которые за то же время принесли 512 крольчат. Количество окролов у самок по годам были, по разным

причинам, различным: 1-3. Три окрола при нашей системе содержания кроликов является максимально возможными. В 2005 году колебание числа крольчат в помете у белых великанов находилось в пределах: 4-11, тюрингемских – 2-9; в 2006-м соответственно 3-12 и 1-9 и в 2007-м 5-9 и 2-7 голов. А средние показатели плодовитости по тем же годам соответственно имели величину: 6.2 и 4.9; 6.6 и 4.7; 6.1 и 4.4 голов. Следует заметить, что из выборки были исключены прохолостившие после покрытия самки. В анализе этих данных обращает на себе внимание показатели средней плодовитости самок, которые более или менее стабильны, чем индивидуальные результаты по годам наблюдения у обеих пород. Расхождение же по средней плодовитости самок на 1.3-1.9 крольчат, скорее всего, характеризует межпородные генетические различия животных по данному признаку.

Поскольку, как было подчеркнуто выше, по всем обстоятельствам нашей работы мы не можем применять ни классические заводские, ни ультра современные широкомасштабные методы селекции, вынуждены ограничиваться элементарно простыми эмпирическими методами поиска – отбирать желательный генотип на основе сравнительного анализа генеалогических данных по предкам.

Не представляя большой цифровой материал, результаты анализа данных за три года по белым великанам следует особо отметить, что кролики полученные от 9-и (отобраные из 78 голов) условно высокоплодовитых (8 и более крольчат в помете) самок не смогли стабильно по окролам повторить показатели своих родителей. Картина была такая же и по тюрингемским кроликам, но с другими цифровыми данными. По обоим породам отмечалась интересная закономерность – как правило, высокоплодовитые самки в раннем возрасте (60-90 дней) были заметно легче (на 13-197 г) по живой массе по сравнению со сверстниками и однопометниками, имевшими меньшую, чем они плодовитость в репродуктивном возрасте.

Установив отсутствие положительного результата в попытках обнаружения, закономерного наследования, потомками характерной для родительских форм плодовитости, и имея ввиду что это является следствием значительной зависимости изучаемого признака от паратипических факторов, следует отметить как важный вывод, что необходимость проведения интенсивной селекции по данному признаку, во избежании регресса, для кроликофермы биологической станции остается повседневной актуальной задачей.

Литература

- Визнер.Э., Виллер З. 1979. Ветеринарная патогенетика. М.: Колос.
- Иоганссон И., Рендель А., Граверт О. 1970. Генетика и разведение домашних животных. М.: Колос.
- Лэсли Дж. Ф. 1982. Генетические основы селекции сельскохозяйственных животных. М.: Колос.
- Плотников В.Г. 1996. Племенная работа в кролиководстве. Кролиководство и пушное звероводство. № 3.
- Сулей М. Э. 1983. Биология охраны природы. М.: Мир.
- Сухарьков С.И. 1987. Закономерности наследования плодовитости при внутрипородном разведении и межлинейном скрещивании. В кн.: Материалы V съезда ВОГиС.

К.К. Karimov

Summary

В статье рассмотрены актуальность и сложности решения задач повышения плодовитости кроликов. Показано, что прямой отбор по фенотипу малоэффективен, так как признак имеет низкий коэффициент наследуемости. По собственным наблюдениям, устойчивого (за ряд окролов) наследования потомством высоких показателей плодовитости своих предков у кроликов породы белый великан и тюрингемский, разводимых в условиях биологической станции не обнаружено. Сделан вывод, что интенсивная селекция является необходимым условием поддержания плодовитости кроликов на достигнутом в настоящее время уровне.

НЕКОТОРЫЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ

Выращиваемые капустные растения в Ленинградской области является важными овощными и кормовыми культурами. Наличие в тканях капустных большого числа характерных глюкозинолатов и летучих продуктов их гидролиза является безусловным сигналом привлекательности данных растений как потенциальных источников корма для значительного количества фитофагов.

Большая роль среди кормовых представителей этого семейства отводится горчице белой (*Sinapis alba* L.) за счет относительной ее неприхотливости и короткого вегетационного периода. Посевная площадь горчицы в 90-е годы уменьшалась от 247 тыс. га в 1995 г. до 127 тыс. га в 1998 г. Однако, согласно данным Госкостата в последние годы отмечен ее стремительный рост со 140 тыс. га (1999 г.) до 210 тыс. га (2004 г.).

Вредителей горчицы принято подразделять на шесть групп. В первую отнесены насекомые, повреждающие только листья; вторую составляют вредители цветков и соцветий; третью вредители стеблей и корней; четвертую – вредители стручков и семян; пятую – сосущие вредители, повреждающие все органы; шестую группу составляют вредители зерна в амбарах.

Основными вредителями горчицы являются крестоцветные блошки (*Phyllotreta nemorum* L. – светлоногая, *P. vittata* F. – выемчатая, *P. undulata* Kutsch. – волнистая, *P. nigripes* F. – синяя, *P. atra* F. – черная, *P. armoraciae* Koch. – широкополосая). Наибольшее значение имеет волнистая крестоцветная блошка. Кроме того, широко распространены горчичные листоеды, крестоцветные клопы, рапсовый пилильщик (*Athalia colibri* Christ.), рапсовый цветоед (*Meligethes aeneus* F), капустная моль (*Plutella maculipennis* Curt.), горчичная белянка (*Synchlora daplidice* L., = *Pontia daplidice* L.). В наших посевах горчицы в Ленинградской области была отмечена капустная белянка (*Pieris brassicae* L.), не включенная в перечень «главнейших вредителей горчицы» в «Методических указаниях по защите горчицы от вредителей» (1970).

Помимо, культурных растений, в агробиоценозах, занятых горчицей, всегда присутствует большое число сорняков, относящихся к другим семействам. Высокая засоренность ими полей ухудшает и затягивает развитие возделываемых растений, что, в свою очередь, влияет на состояние популяций вредителей и последующие элементы цепей питания. В случае низкой агротехники и присутствия на полях цветущих сорняков состав полевой энтомофауны обогащается еще больше из числа местных видов. Кроме того, энтомофауна полей, занятых горчицей, отнюдь не изолирована от окружающих угодий и постоянные миграции насекомых между различными агробиоценозами служат причиной постоянного возобновления характерного состава энтомофауны агроэкосистемы. Поэтому следует учитывать, что на накопление и эффективность энтомофагов горчицы особенно положительное влияние оказывают расположенные вблизи полей открытые луговые биоценозы с цветущими растениями. На ограничение численности вредителей влияют также и возбудители их заболеваний (вирусы, бактериозы, микозы, протозоозы и др.).

Одним из агроэкологических приёмов повышения продуктивности горчицы является создание источника дополнительного питания из смеси нектароносов. Так, паразит капустной моли – наездник нитобия *Nitobia fenestralis* Holmgr. (Лебедев, 2004) в этом случае может поражать 36–96% (в контроле: 22–26%). Основной эндопаразит горчичной и капустной белянок (Бабушкина, 2001) является: апантелес *Apanteles glomeratus* L. (сем. *Braconidae*), который при создании благоприятных условий для питания способен заражать от 80 до 98% гусениц вредителя, что существенно выше по сравнению с контрольными данными: 21–29% (Лебедев, 2003).

Горчица белая благодаря ризосферным выделениям может также отпугивать некоторых корневых вредителей – личинок жуков щелкунов посевного (*Agriotes sputator* L.), полосатого (*A. lineatus* L.) и темного (*A. obscurus* L.) (сем. *Elateridae*), или проволочников. Наиболее распространены личинки щелкуна.

Вторым агроэкологическим способом повышения продуктивности является улучшение минерального питания, которое может способствовать повышению устойчивости растений. Одним из основных факторов, определяющих продуктивность растений, в том числе и горчицы белой, – является азотное питание, а также

биологический азот, фиксированный в ризосфере кормовых культур за счет ассоциации diaзотрофных микроорганизмов с небобовыми растениями, которая достигается путем инокуляции семян соответствующими бактериальными препаратами (Воробейков, 1998; Шабаев, 2004; Воробейков, Лебедев, 2007; Tikhonovich, 1997).

Усиление ростовых процессов при инокуляции семян ассоциативными ризобактериями: *Arthrobacter mysorens*, штамм 7 и *Flavobacterium* sp., штамм Л 30, прослеживается на всех этапах органогенеза горчицы вплоть до укосной спелости. Так, высота растений в фазе цветения составляла в среднем за все годы исследований от 104,5 до 115,1% в полевых опытов (сорт Kirbi). Увеличивается и облиственность растений, которая в фазу цветения составляет от 0,26 – в контроле до 0,37 (142,3%) у сорта Чергинская, от 0,27 – в контроле до 0,33 (126,9%) у сорта Grisilba и от 0,26 – в контроле до 0,32 (123,1%) у сорта Kirbi (Lebedev et al., 2005).

Изменения морфотипа растения отражается на формировании урожая. По результатам наших исследований масса надземных органов горчицы увеличивалась в разные годы (2004–2007 гг.) у сорта Чергинская от 21,2 до 46,6%, у сорта Grisilba от 29,7 до 42,7% и у сорта Kirbi от 20,2 до 36,3% (Лебедев, Воробейков, 2006).

Таким образом, результаты наших исследований свидетельствуют о том, что при выращивании горчицы белой на дерново-подзолистых почвах в условиях Нечерноземной зоны России, обеспечение энтомофагов комплексом нектароносных растений и инокуляция семян высокоэффективными штаммами ассоциативных азотфиксирующих ризобактерий, способствует повышению продуктивности растений.

Литература

- Бабушкина Н.Г. 2001. Энтомофаги вредителей капусты и свеклы Нечерноземной зоны Р.Ф. СПб.: ВИЗР.
- Воробейков Г.А. 1998. Микроорганизмы, урожай и биологизация земледелия. СПб.
- Воробейков Г.А., Лебедев В.Н. 2007. Продуктивность горчицы белой при инокуляции семян ассоциативными бактериальными штаммами. Кормопроизводство. №1. с. 24-26.
- Лебедев В.Н. 2003. Нектароносы и энтомофаги как биотический фактор в защите *Brassica oleracea* в условиях Северо-западного региона. В кн.:

Функц. морф., экол. и жизн. циклы жив. Вып. 3. СПб.: ТЕССА. с. 65-77.

- Лебедев В.Н. 2004. Основные перепончатокрылые эндопаразиты наиболее распространенных вредителей капустного агробиоценоза Ленинградской области. В кн.: Функц. морф., экол. и жизн. циклы жив. Вып. 4. СПб.: ТЕССА. с. 129-134.
- Лебедев В.Н., Воробейков Г.А. 2006. Влияние бактериальных препаратов на минеральное питание и продуктивность горчицы белой (*Sinapis alba* L.). Агрехимия. № 12. с. 42-46.
- Шаббаев В.П. 2004. Роль биологического азота в системе «почва-растения» при внесении ризосферных микроорганизмов. Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. М.: МГУ.
- Lebedev V.N., Vorobeikov G.A., Dmitrieva O.M., Pavlova T.K. 2005. Influence of seed's inoculation associative nitrogen-fixation rhizobacteriums on yield and quality of *Sinapis alba* L. Physiological and molecular-genetic aspects of preservation of a biodiversity: Proceedings International Conference. Vologda. p. 101.
- Tikhonovich I.A., Kozhemyakov A.P., Provorov N.A. et al. 1997. Genetic potential of plants for improving the beneficial microbe interaction. Biological fixation of Nitrogen for Ecology and Sustainable Agriculture. Berlin; Heidelberg. p.191-194.

V.N. Lebedev

The some agroecological receptions of increase of efficiency mustard white

Summary

The group of insects connected with mustard agrobiocenoses is non-homogeneous with the origin, the structure and don't limit by only phytophagans because second consumers (predators and parasitic insects) are necessary part of any agrosystem. Plants carried the nectar can play a significant role in the defense of mustard plants to vermin.

Our experiments revealed, that bacterial preparations consisted from associations nitrogenfixated microorganisms are shown also favorable influence on formation of a crop of dry weight mustard white. On the average from two crops (spring and summer) increase the yield of dry weight, in relation to the control was at processing mizorin (*Arthrobacter mysorens*, strain 7), flavobakterin (*Flavobacterium sp.*, strain 30).

Г.Л. Атаев, Н.П. Исакова

ГЕРМИНАЛЬНЫЕ МАССЫ ПАРТЕНИТ *Echinostoma caproni* (Trematoda: Echinostomatidae)

Проблемы, связанные с природой жизненного цикла трематод, волнуют исследователей уже более 150 лет. Однако до сих пор не решен вопрос: являются редии и спороцисты половым поколением или бесполом. Начало спора было положено еще в конце XIX века. Первой была сформулирована гипотеза метагенеза (Steenstrup, 1842), согласно которой размножение редий и спороцист представляет собой почкование. Позднее появилась альтернативная точка зрения: развивающиеся внутри моллюска генерации трематод размножаются партеногенетически, то есть формирующиеся в них генеративные клетки представляют собой яйцеклетки, способные приступить к дроблению без оплодотворения. Соответственно, жизненный цикл в этом случае толкуется как гетерогония (Grobben, 1882; Leuckart, 1882; Schwarze, 1886; Синицын, 1905, 1911 и др.).

Разрешение этого спора требует детального изучения механизма размножения редий и спороцист, в том числе способа и места закладки генеративных клеток (ГК). Ряд авторов признает возможность их возникновения в любом участке стенки тела (Cary, 1909; Dubois, 1929 и др.). Другие считают, что единственным органом размножения спороцист/редий, в котором происходит пролиферация генеративных клеток, является герминальная масса (ГМ) (см.: Dobrovolskij, Ataev, 2003). При этом встает вопрос об источнике ГК. Одни исследователи считают возможным развитие генеративных клеток редий/спороцист из стволовых клеток в любом участке тела. В противовес этой точке зрения утверждается, что существует линия половых клеток, то есть ГК редий и спороцист специализируются исключительно из недифференцированных клеток (НК) полового зачатка. В этом случае признается гомологичность герминальных масс партенит и гонад марит.

Материалы и методы

Объектом исследования явилась лабораторная линия трематод *Echinostoma caproni* (сем. Echinostomatidae). В качестве моллюсков-хозяев были использованы два вида pulmonat: *Biomphalaria pfeifferi* и

B. glabrata (Planorbidae). Ранее было показано принципиальное сходство развития материнских спороцист и редий различных генераций в обоих моллюсках (Атаев et al., 1998, Атаев и др., 2006 и др.). Поэтому в статье объединены сведения о размножении партенит, развивающихся в обоих видах. Для описания материнских спороцист и редий каждого возраста детально изучалось не менее 20 особей партенит.

В работе применялась световая микроскопия. Основным методом исследования явилось гистологическое изучение парафиновых срезов толщиной 5 – 6 мкм окрашенных гематоксилином Эрлиха с последующей подкраской водным раствором Эозина. Материал фиксировался в жидкости Буэна. Строение партенит изучалось также на тотальных препаратах, окрашенных кармином.

Результаты

Материнские спороцисты. Зрелый мирацидий *Echinostoma caproni* содержит 3 – 5 недифференцированных и 5 – 7 генеративных клеток, 1 – 2 из которых опережают в развитии остальные. Именно эти ГК первыми приступают к дроблению на паразитической фазе развития материнской спороцисты (МС).

Через 2 дня после заражения (ПЗ) большая часть МС содержит по 2 – 4 эмбриона, состоящих из 5 – 10 бластомеров, а также 2 – 3 зрелые ГК. Мультипликация ГК начинается на 3 день ПЗ. В зоне пролиферации НК, созревания и дробления ГК, расположенной в задней части спороцисты, сохраняется паренхима. Учитывая структуру и генеративную функцию этого образования, мы обозначаем его как центр пролиферации генеративных элементов – герминальную массу.

Через 5 дней ПЗ все МС имеют общую зародышевую полость. С расширением схизоцеля, ГМ остается в паренхиме, сохраняющейся в каудальной части тела. Отсутствие заметной структурной обособленности ГМ от окружающих соматических клеток, а иногда и отсутствие прямого контакта со схизоцелом затрудняют выход эмбрионов в зародышевую полость. Для обеспечения их выхода в паренхиме вблизи ГМ образуется углубление со стороны схизоцеля, которое постепенно достигает задней стенки тела спороцисты, пронизывая при этом ГМ насквозь. Вероятно, это явление приводит к фрагментации ГМ на два или даже три участка.

Важно отметить, что строго каудально ГМ располагается только на первых этапах развития МС *E. caproni*. В дальнейшем она смещается на боковую стенку задней трети тела. Разделение ее на фрагменты часто приводит к еще большему удалению от заднего конца тела. К 10 дню ПЗ герминальная масса уменьшается в размере, в ее составе насчитывается меньшее количество клеточных элементов. У 13-дневных спороцист не удается обнаружить ГМ.

Образование новых ГК у спороцист *E. caproni* возможно только в результате соответствующей специализации части НК, входящих в состав ГМ. При этом процесс закладки новых ГК у большинства МС заканчивается к 9-10 дню ПЗ, то есть сразу после начала отрождения редий.

Материнские и дочерние редии. У редиоидных эмбрионов зачаток ГМ располагается в толще паренхимы, занимающей заднюю треть тела. По мере развития зародыша паренхима деградирует и на ее границе с зародышевой полостью формируется сеть пластинчатых структур, в которой развиваются эмбрионы.

ГМ новорожденной редии располагается в паренхиме позади локомоторных выростов. Она выглядит как компактная группа клеток, среди которых преобладают недифференцированные и генеративные клетки, часть из которых уже приступила к дроблению. В ГМ развивается около 4-х эмбрионов.

В редиях, размер которых от 400х90 мкм до 550х95 мкм, развивается 23 – 30 эмбрионов. У большинства партенит этого размера ГМ располагается в заднем конце тела. Она может быть погружена в сохранившуюся здесь паренхиму или уже начинает выдвигаться в схизоцель. В последнем случае ГМ выглядит как компактное скопление клеток. При этом она остается связанной со стенкой тела редии многочисленными пластинчатыми структурами. Последние образуют также покров ГМ.

В активно функционирующая ГМ располагается в зародышевой полости, оставаясь связанной со стенкой тела пластинчатыми структурами. В состав ГМ редий *E. caproni* входят НК, ГК, структурные клетки и эмбрионы (до 8), находящихся на стадии от 2 до 25 бластомеров. Последние располагаются в поверхностном слое этого образования со стороны схизоцеля. Около ГМ локализуется еще до 10 зародышей, связанных со стенками пластинчатыми структурами.

К началу размножения в редиях развивается до 55 зародышей. У таких партенит ГМ представлена компактной группой клеток, в которой с краю располагается от 2 до 5 эмбрионов, не достигших стадии 24 бластомеров. Рядом с ГМ располагается еще от 3 до 6 мелких зародышей, которые связаны с ней и стенкой тела пластинчатыми структурами. Важно отметить, что в редиях этого возраста редко отмечаются зародыши на стадии 2-5 бластомеров, что свидетельствует о замедлении процесса закладки эмбрионов.

Редии начинают размножаться в 4-х дневном возрасте. К этому времени прекращается образование новых зародышей (самые мелкие из них состоят из 7-10 бластомеров). В ГМ уменьшается количество ГК и эмбрионов, появляются многочисленные пикнотические тельца. У большинства зрелых редий ГМ представлена небольшим количеством рыхло расположенных клеток, между которыми лежат эмбрионы (часто уже зародышевые шары). В конце жизни редии не удается обнаружить ГМ.

Обсуждение

У всех *материнских спороцист* закладка ГМ приурочена к задней половине тела. Далее судьба генеративного зачатка может быть различна. У одних трематод пролиферация НК и специализация части из них в ГК заканчивается очень рано: в процессе морфогенеза или на начальных этапах паразитической фазы развития МС. У остальных центры мультипликации ГК сохраняются длительное время. У МС, в которых формируется менее 100 особей дочерней генерации (*Echinostomatidae*, *Psilostomatidae* и другие), обычно имеется только одна ГМ, фрагментация которой если и наблюдается, то уже на заключительных этапах существования. У МС диплостоматид и плагиорхийд описано раннее формирование множественных ГМ. Это связано с удлинением тела (*Diplostomatidae*) или появлением многочисленных выростов тела (то есть с возникновением модульной организации у спороцист плагиорхийат).

У МС *Echinostoma caproni* ГМ погружена в паренхиматозный матрикс в каудальной части тела. Отсутствие прямого контакта с схизоцелем затрудняют выход в зародышевую полость эмбрионов, развивающихся в ее задней части. Для облегчения их выхода в паренхиме образуется углубление со стороны схизоцеля, которое постепенно пронизывает ГМ насквозь. В результате она разделяется

на фрагменты, которые ошибочно могут быть описаны как самостоятельные центры мультипликации генеративных элементов, сформированные независимо друг от друга.

Таким образом, фрагментация ГМ у спороцист *Echinostoma caproni* связана с выходом из нее эмбрионов, достигших стадии зародышевого шара. В тоже время, разделение единого центра пролиферации на два участка – проявление дегенерационных процессов, связанных с завершением мультипликации ГК. В данном случае, как и у МС *Halipegus eccentricus* (Ameel et al., 1949), отделенные участки ГМ существуют не продолжительный промежуток времени.

Формирование герминального материала **дочерних поколений** партенит начинается еще до их отрождения. На завершающих этапах эмбрионального развития зачаток ГМ представлен НК и несколькими ГК, количество которых постепенно возрастает. Первые ГК обычно приступают к дроблению еще до отрождения. В процессе формирования схизоцеля группа ГК и НК обособляется от дегенерирующей паренхимы и дает начало ГМ.

Важно отметить, что у всех описанных в этом отношении редий закладка ГМ приурочена к заднему концу тела. Зачаток, расположенный позади уровня локомоторных выростов, представляет собой плотное скопление НК. Позднее на его переднем крае становятся видны несколько ГК и ранних эмбрионов. Остальные зародыши располагаются в микрополостях (зачатке схизоцеля). Предположение о том, что первые эмбрионы развиваются из ГК, сформированных вне ГМ (Атаев, Добровольский, 1990; Галактионов, Добровольский, 1998) нами не подтвердилось. Мультипликация ГК в редиях возможна только в рамках в ГМ или ее зачатка. Нам, как и другим исследователям, иногда удавалось обнаружить ГК и ранние эмбрионы вне ГМ. Именно это обстоятельство создает видимость их самостоятельной закладки. Однако во всех подобных случаях они располагались в остатках паренхимы в непосредственной близости от ГМ. Очевидно, что эти ГК были сформированы в рамках единого полового зачатка, их отрыв от ГМ произошел в результате неравномерной дегенерации паренхимы, окружающей центр пролиферации НК.

На основе результатов собственных исследований и литературных данных (Cort et al., 1948, 1949) мы представили схему

последовательных преобразований ГМ в процессе развития редий сем. Echinostomatidae. Зачаток ГМ становится заметен в редиоидных эмбрионах с оформленными зачатками глотки и кишки. Он располагается в толще паренхимы, занимающей заднюю треть тела. По мере развития зародыша клетки паренхимы специализируются в звездчатые клетки с длинными цитоплазматическими отростками, формирующими сеть, в ячейках которой располагаются первые эмбрионы. В средней части тела за счет расхождения пластинчатых структур формируется полость общая для нескольких эмбрионов. ГМ обособляется от паренхимы пластинчатыми структурами. На этом этапе большинство редий покидает материнский организм.

ГМ молодых особей постепенно выдвигается в схизоцель, сохраняя связь со стенками тела посредством многочисленных пластинчатых структур. Последние на первых этапах постэмбрионального развития формируют около ГМ сеть, которая разрушается по мере развития зародышей.

У партенит с крупными зародышами ГМ располагается в схизоцеле и прикрепляется к стенке одной или несколькими ножками. При этом в центре располагаются НК (зона пролиферации), ближе к периферии лежат созревающие и зрелые ГК (зона созревания) и, наконец, в поверхностном слое наблюдается дробление ГК. Эмбрионы могут беспрепятственно выходить из такой ГМ почти по всей поверхности.

ГМ редий представителей сем. Echinostomatidae занимает каудальное положение или реже несколько смещается на боковую стенку. Перед началом размножения ГМ придавливается крупными зародышами к стенке. При этом завершается пролиферация ГК, часть соматических и генеративных элементов подвергается дегенерации. У большинства зрелых партенит ГМ представлена небольшим количеством рыхло расположенных клеток, между которыми лежат последние эмбрионы. У остальных размножающихся редий не удается обнаружить даже следов ГМ.

Большой неожиданностью проведенного исследования оказались данные о завершении формирования ГК в партенитах всех генераций *Echinostoma caproni* к началу размножения. После отрождения первых зародышей уменьшается количество эмбрионов, ГК и структурных элементов в ГМ. Соответственно последние дни существования ГМ выполняет только функции выводковой камеры.

Из всего выше изложенного следует, что универсальным органом размножения партенит всех генераций является ГМ. Последняя всегда закладывается и начинает функционировать еще в ходе эмбриогенеза и исходно занимает каудальное положение, однако в ходе развития и роста партенит может быть смещена вдоль стенки.

Литература

- Атаев Г.Л., Добровольский А.А. 1990. Развитие микрогемипопуляции партенит трематод *Philophthalmus rhionica*. Паразитология. 24. с. 499-507.
- Атаев Г.Л. 2000. Развитие партенит трематод: Диссертация на соискание уч. ст. доктора биол. наук. СПб., 329 с.
- Атаев Г.Л., Добровольский А.А., Исакова Н.П. 2005. Формирование инфрапопуляции партенит *Echinostoma caproni* (Digenea: Echinostomatidae). Паразитология. 39 (3): 221—232.
- Атаев Г.Л., Исакова Н.П., Добровольский А.А. 2006. Развитие материнских спороцист *Echinostoma caproni* (Trematoda: Echinostomatidae). Паразитология. 40 (1): 47—56.
- Галактионов К. В., Добровольский А. А. 1998. Происхождение и эволюция жизненных циклов трематод. СПб: Наука, 404 с.
- Ameel D.J., Cort W.W., Van der Woude. 1949. Germinal development in the Mother sporocyst and Redia of *Haliipegus eccentricus* Thomas. Journal of Parasitology 35, p. 569-78.
- Ataev G.L., Fournier A., Coustau C. 1998. Comparison of *Echinostoma caproni* mother sporocysts development in vivo and in vitro using of *Biomphalaria glabrata* snails and a *B. glabrata* embryonic cell line. Journal of Parasitology. 84: 227—235.
- Cort W.W., Ameel D.L., Van der Woude A. 1948. Studies on germinal development in rediae of the trematode order Fasciolatoidea Szidat, 1936. Journ. of Parasitol. 34, p. 428-451.
- Cort W.W., Ameel D.J., Van der Woude A. 1949. Germinal masses in redia embryos of an echinostoma and a psilostome. Journal of Parasitology 35.
- Dobrovolskij A., Ataev G. 2003. The nature of reproduction of Trematodes Rediae and Sporocysts. Taxonomy, Ecology and Evolution of Metazoan Parasites. Presses Universitaires de Perpignan. T.1: 249—272.
- Dubois G. 1929. Les cercaires de la Region de Neuchatel. Bull. Soc. neuchatel. Sci. nat. 53, 177p.

**Germinal mass of the partenitae of *Echinostoma caproni*
(Trematoda: Echinostomatidae)**

Summary

Developmental studies showed that newly hatched miracidium contained 5-7 germinal cells and several undifferentiated cells. During sporocyst development, every primary germinal cells apparently gave rise to a mother redial embryos, whereas undifferentiated cells gave rise to both somatic and germinal cells. These processes and early stages of embryo genesis are taking place only in special reproductive organ – germinal mass. Principal processes of forming generative material and its developmental steps for all *Echinostoma caproni* partenites generations were similar. Germinal mass, placed at the back part of the body, is the reproduction organ of the mother and daughter redial generations.

Е.Е. Прохорова, Т.А. Разумова

КЛЕТОЧНЫЙ СОСТАВ ГЕМОЛИМФЫ МОЛЛЮСКОВ *Planorbarius corneus* (Gastropoda, Pulmonata)

В последние годы значительно возрос интерес к изучению защитных реакций моллюсков – промежуточных хозяев трематод. Известно, что многие из трематод являются паразитами человека и сельскохозяйственных животных. Роль основных эффекторных элементов в процессе реализации защитных реакций гастропод выполняют циркулирующие клетки гемолимфы моллюсков – гемоциты. Гемоциты участвуют во всех этапах как клеточного, так и гуморального ответа (Adema et al., 2001; Connors, 2003). Установлена роль клеточных элементов гемолимфы в предотвращении проникновения, распознавании, икапсуляции и элиминации партенит трематод (Cheng, Jourdane, 1987; Van der Knaap, 1990). Поэтому выявление особенностей функциональной морфологии гемоцитов моллюсков-промежуточных хозяев трематод имеет значение не только для сравнительной и эволюционной иммунологии, но и паразитологии.

Разными авторами описано несколько типов клеток гемолимфы гастропод, предложены разные варианты их классификации. Согласно наиболее распространенной классификации, все клеточные элементы гемолимфы гастропод относят к двум основным типам - гранулоцитам и гиалиноцитам, отличающимся по степени гранулярности цитоплазмы и способности к адгезии (Cheng, Jourdane, 1987; Adema et al., 2001).

Целью нашего исследования является морфологическое и количественное изучение циркулирующих клеток гемолимфы моллюска *Planorbarius corneus*.

Материалы и методы. Моллюски для исследований собирались летом-осенью 2007 года в заводях р. Оредеж в окрестностях пос. Вырица. В районе сбора *P. corneus* является промежуточным хозяином для нескольких видов трематод *сем. Echinostomatidae*, *сем. Schistosomatidae*, *сем Strigeidae*, *сем. Notocotylidae*, *сем. Philophthalmidae*, *сем. Opistorchiidae*. До момента взятия проб моллюски содержались в лабораторных условиях

Гемолимфа для исследования бралась из кровеносного синуса в головном отделе моллюска с помощью пастеровской пипетки. Подсчет числа клеток гемолимфы проводился с помощью камеры Горяева в 8 пробах по 3 повторности. Для изготовления мазков использовались пластиковые чашки Петри и предметные стекла с адгезивным полилизининовым покрытием. Кроме того, проводилась инкубация гемолимфы в физиологическом растворе в течение 30 мин во влажной камере.

Препараты фиксировали в жидкости Буэна. После тщательной промывки от фиксатора препараты окрашивались гематоксилин-эозином по Эрлиху в течение 7 мин. Анализ морфологии гемоцитов проводился на светооптическом уровне.

Результаты и обсуждение. Было установлено, что 1 мм^3 гемолимфы моллюска *Planorbarius corneus* содержится от 880 до 3480 клеток (в среднем 2048). Полученные данные согласуются с имеющимися в литературе. В гемолимфе катушек, собранных в Калининградской обл. содержится от 118 до 3267 клеток на 1 мм^3 (Алякринская, 1970). Большой разброс по числу клеток связан с использованием разновозрастного материала. Кроме того, число клеток зависит от физиологического состояния моллюска, зараженности, условий содержания (Сорокина, Зеленская, 1967). Так для моллюска *Biomphalaria glabrata* показано увеличение числа клеток в гемолимфе при заражении трематодами *Echinostoma caproni* и инъекции антигенов (Атаев, Coustau, 1999). Меньшая вариабельность числа клеток гемолимфы в мм^3 в нашем исследовании, по сравнению с данными коллег, возможно, связана с условиями взятия проб и содержания моллюсков. Все использованные моллюски не менее месяца содержались в лаборатории в однородных условиях.

Среди клеток гемолимфы *Planorbarius corneus* отчетливо выделяются два основных типа (рис. 1). Преобладающий клеточный тип – распластывающиеся на субстрате клетки, размером $9,5 \pm 5,94 \times 12,95 \pm 7,89$ мкм, формирующие многочисленные филоподии и лобоподии. При этом в инкубированных препаратах расположение лобоподий радиальное, а мазках – неупорядоченное. Распластывающиеся клетки имеют ядра размером $4,08 \pm 2,76 \times 5,26 \pm 2,18$ мкм, округлой, овальной и сегментированной формы. Менее

многочисленны (около 10% всех циркулирующих клеток) округлые клетки, размером $4,12 \pm 1,24 \times 5,13 \pm 1,54$ мкм, с тонким слоем цитоплазмы, иногда формирующим одну лобоподию. Ядра округлые или овальные, размером $2,56 \pm 1 \times 3,32 \pm 1,35$ мкм.

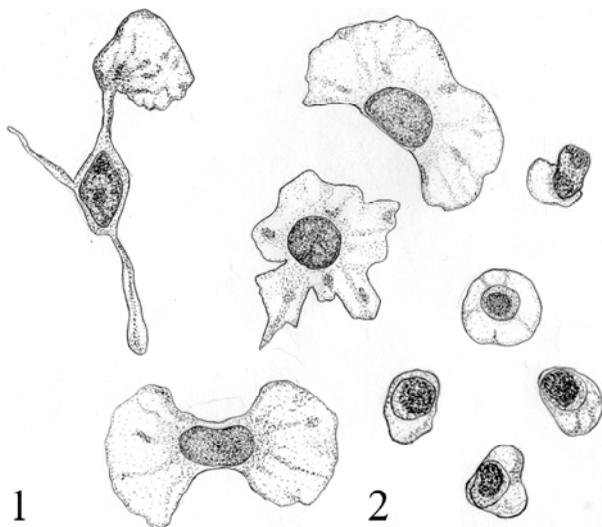


Рис. 1. Клеточные элементы гемолимфы моллюска *Planorbarius corneus*:
1 – гранулоциты, 2 – гиалиноциты

В литературе имеется крайне мало сведений по клеточному составу гемолимфы моллюска *Planorbarius corneus*. Наиболее подробной работой по морфологии гемоцитов планорбариуса является электронномикроскопическое исследование Оттавиани и Франчини (Ottaviani, Franchini, 1988). Эти авторы выделяют в гемолимфе планорбариуса две основные клеточные популяции. Рапластывающиеся клетки с ядром непостоянной неправильной формы – они относят к гранулоцитам. В этих клетках хорошо развит гладкий и шероховатый эндоплазматический ретикулум, имеются многочисленные митохондрии удлинённой формы с крупногранулярным матриксом, несколько аппаратов Гольджи, лизосомоподобные структуры, гранулы гликогена, эндоцитозные вакуоли. Таким образом, состав органоидов указывает как на активную экскреторную, так и фагоцитарную функцию этого

клеточного типа. Округлые клетки с овальным или округлым ядром с большим ядрышком авторы относят к гиалиноцитам. Основной объём цитоплазмы этих клеток занимает гладкий эндоплазматический ретикулум, аппарат Гольджи, лизосомоподобные структуры, скопления гликогеновых гранул немногочисленны. В хорошо гранулированном матриксе митохондрий содержится электронноплотное вещество. Кроме того, среди гиалиноцитов обнаруживаются клетки на разных стадиях апоптоза. Авторы также описывают картины фагоцитирования гиалиноцитов гранулоцитами.

Морфологические особенности выделенных нами групп распластывающихся и округлых клеток, позволяют отнести их к описанным клеточным типам – соответственно гранулоцитам и гиалиноцитам. Следует отметить большую вариабельность в размерах и ядерно-цитоплазматическом отношении, гранулярности цитоплазмы внутри выделенных клеточных типов. В литературе до сих пор нет единого мнения относительно происхождения, путей дифференцировки и функциональной роли гемоцитов. Различия внутри каждого клеточного типа могут быть связаны как с различной функциональной нагрузкой клеток, так и с различной степенью их дифференцировки, этапом клеточного цикла.

Прояснить вопрос о природе и функциональной роли гемоцитов моллюска *Planorbarius corneus* позволят продолжающиеся в настоящее время исследование с использованием проточной цитофотометрии, иммунологических тестов, анализа экспрессии факторов защитных реакций (Прохорова, 2007).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 05-04-48520-а, гранта Правительства Санкт-Петербурга для студентов и аспирантов на 2007 год, стипендии президента РФ для аспирантов.

Литература

- Алякринская И.О. 1970. Количественная характеристика гемолимфы и гемоглобина роговой катушки *Planorbis corneus* (Gastropoda, Pulmonata) // Зоологический журнал. Т. 69, вып. 3. С. 349-353.
- Прохорова Е. Е. 2007. Изучение экспрессии факторов защитных реакций у моллюска *Planorbis corneus* (Gastropoda, Pulmonata) // Герценовские чтения. Вып. 7. СПб.: ТЕССА. С. 65 – 69.

- Сорокина З.А., Зеленская В.С. 1967. Особенности электролитного состава гемолимфы брюхоногих моллюсков // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. Т. 3, № 1. С. 25-30.
- Adema C. M., Sapp K. K., Hertel L. A., Loker E. S. 2000. Immunobiology of the relationships of the echinostomes with snail intermediate hosts // Echinostomes as experimental models for biological research. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht / Boston / London. P. 149-173.
- Ataev G. L., Coustau C. 1999. Cellular response to Echinostoma caproni infection in Biomphalaria glabrata strains selected for susceptibility/ resistance // Development and Comparative Immunology. V. 23. P. 187-198.
- Cheng T. C., Jourdane J. 1987. Transient cellular reaction in Biomphalaria glabrata (Mollusca) to heterotopic isografts // The Journal of Invertebrate Parasitology. V. 49. P. 273-278.
- Connors V. A. 2003. The schistosome- snail interaction: factors involved in host immunodefense activation and parasite killing in susceptible and resistant Biomphalaria glabrata. // Taxonomy, ecology and evolution of metazoan parasites. T. I. P. 203-224.
- Ottaviani E., Franchini A. 1988. Ultrastructural study of haemocytes of the freshwater snail Planorbarius corneus (Gastropoda, Pulmonata) // Acta Zoologica. Vol. 69, No 3. P. 157-162.
- Van der Knaap W.P.W., Loker E. S. 1990. Immune mechanisms in trematode – snail interactions // Parsitology today. V. 6, No. 6. P. 176-182.

E.E. Prohorova, T.A. Razumova

Study of haemocytes of the snail *Planorbarius corneus* (Gastropoda, Pulmonata)

Summary

Microscopically studies were preformed on the haemocytes of *Planorbarius corneus*. Granulocytes and hyalinocytes were observed. The granulocytes can be distinguished from the hyalinocytes by its abundant cytoplasm, pseudopods and irregularly shaped nucleus. Hyalinocytes are have round or oval nucleus. Our dates suggest the point of view of two main cell types in the haemolymph of Pulmonates.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫЕ ПРИЗНАКИ КАРПАТСКИХ ПЧЕЛ И ИХ ПОМЕСЕЙ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Медоносная пчела *Apis mellifera*, обитающая на всех материках, кроме Антарктиды, имеет огромную хозяйственную ценность, собирая большие запасы меда и обеспечивая плановое опыление энтомофильных сельскохозяйственных культур, разводится человеком с древнейших времен.

Поскольку медоносные пчелы расселились очень широко, дальнейшая эволюция их шла в различающихся природно-климатических условиях, оказывающих определенное воздействие на комплекс признаков отдельных внутривидовых групп. Этот фактор, а также творческое воздействие человека в более поздние времена привели к дифференцировке вида и образованию ряда подвидов (примитивных пород), различающихся по ряду признаков и имеющих специфическую реакцию на воздействия внешней среды (Лебедев, Билаш, 1991).

Из наиболее известных и изученных пород, следует отметить, прежде всего, разводимые в России и других странах развитого пчеловодства.

Среднерусская (среднеевропейская, темная лесная, *A. mellifera mellifera*) порода сформировалась в относительно суровых условиях центральной Европы и отличается хорошей приспособленностью к их перенесению, устойчивостью к ряду заболеваний, высокой яйценоскостью маток, сильной злобливостью и ройливостью, крупными размерами тела и малой длиной хоботка.

Серая горная кавказская порода (*A. mellifera caucasica*) обитающая в районах Кавказа, характеризуется высокой предприимчивостью в отыскании источников медосборов, способностью ограничивать выращивание расплода и вследствие этого использовать слабый медосбор, отличается слабой ройливостью, миролюбием, большой длиной хоботка, позволяющей эффективно работать на опылении бобовых культур, в частности, клеверов.

Желтая кавказская порода (*A. mellifera remipes*) сформировавшаяся в условиях мягкого климата Закавказья и

Северного Кавказа, приближается по ряду признаков к серой горной кавказской, но отличается более сильной ройливостью.

Карпатская порода (A. mellifera carpatica) распространенная в Карпатах и их предгорьях, отличается миролюбием, сравнительно хорошей зимостойкостью и слабой ройливостью.

Украинская степная порода (A. mellifera acervorum) разводится в степных и южных лесостепных зонах Украины, по ряду признаков приближается к среднерусской, но более миролюбива и менее ройлива.

Краинская порода (A. mellifera carnica), сформировавшаяся в районе юго-восточных Альп, характеризуется миролюбием, ранним весенним развитием и вследствие этого эффективным использованием раннего медосбора, слабой ройливостью, высокой миграционной способностью.

Итальянская порода (A. mellifera ligustica) происходящая из Италии, в настоящее время имеет широкое распространение и отличается самой высокой яйценоскостью маток, устойчивостью к акарапидозу, высокой предприимчивостью в отыскании источников медосбора.

Все перечисленные породы имеют и ряд морфологических различий (окраска, размеры хитиновых частей), позволяющих проводить их идентификацию (Алпатов, 1948).

Из менее известных пород следует отметить *африканскую черную (A. m. intermissa)*, *африканскую желтую (A. m. adansonii)*, *западноафриканскую (A. m. friesei)*, *сирийскую (A. m. syriaca)*, *палестинскую (A. m. saneta)*, *египетскую (A. m. fasciaia)*, *мадагаскарскую (A. m. unicolor)*, *греческую (A. m. cecropsa)*, *анатолийскую (A. m. insularium)*, *критскую (A. m. adamil)*, *кипрскую (A. m. suprica)* (Кривцов, 1985).

Следует отметить, что породы медоносной пчелы представляют собой замечательно подогнанные естественным отбором географические формы к вполне определенным природным условиям. Эту точную подогнанность можно использовать в практических интересах человека, но не ценой разрушения присущих им генетических структур, а напротив, сохраняя и укрепляя их (Дреер, 1985).

Несколько лет назад было обнаружено, что вследствие односторонней селекции медоносных пчел, направленной только на

извлечение выгод, и пренебрежения старыми исходными породами оказался под угрозой генетический фонд.

В плане селекционной работы главной частью была межпородная гибридизация, главным недостатком которой оказалась явная недооценка реальных возможностей ее практического осуществления, а также тех последствий, к которым могла привести гибридизация пчел на территории всей страны.

Ничем не сдерживаемая стихийная метизация продолжала изменять породную принадлежность пчел на пасеках европейской части России и даже в сибирских глубинках. Бесконтрольность спаривания пород пчел привела к образованию самых различных комбинаций морфологических признаков у помесей. У одной и той же пчелы встречались признаки разных пород. Особенно сильно пострадала среднерусская порода, которая практически исчезла даже в большинстве мест ее традиционного разведения (Чепик, 1994).

Одной из мер, направленных против повсеместной хаотической и бесплановой метизации, стал План породного районирования пчел СССР (1979).

Конечно, главными целями плана породного районирования, безусловно, были «предотвращение метизации, сохранение пчел в чистоте и повышение их продуктивности», хотя возможность выполнения этих задач вызывала большие сомнения, связанные с тем, что в 29 (из 57) областях, краях и автономных республиках РСФСР разрешалось разводить и использовать наряду со среднерусскими пчел других пород, в том числе в 22 случаях кавказских и в 17 – карпатских, и лишь в 20 областях разрешалось разводить только среднерусских пчел.

План породного районирования (1979), несмотря на ряд недостатков, все же позволял надеяться на то, что будет упорядочена и прекращена бесплановая и неконтролируемая система перевозок пчел. Возможно, что частично эти меры смогли предотвратить нежелательные перевозки пчел. Однако фактически он был планом районирования помесей, потому что в областях, в которых планировалось совместное содержание пчел двух-трех пород, ни о каком «сохранении пчел в чистоте» реально не могло быть и речи.

Несостоятельность и ущербность первого плана породного районирования стала абсолютно очевидной после утверждения в 1988 г. Госагропромом СССР второго плана. Вся разница между этими

планами состояла в том, что из него были удалены почти полностью серые горные кавказские пчелы, а их место повсюду заняли пчелы *карпатской* породы. Предпочтение, отданное карпатским пчелам, как более зимостойким, не могло помочь освободиться от помесей. Новый вариант плана мог лишь служить официальным признанием ошибочности многолетних утверждений.

Для Ленинградской области планом породного районирования пчел в СССР (1988) были рекомендованы *карпатская* и *серая горная кавказская* породы пчел.

В дальнейшем в проекте программы по селекции пчел и матководству Института пчеловодства при участии Генерального агентства по пчеловодству (Пчелопрора России) в разделе «Уточнение плана породного районирования пчел» предлагалось: «В Новгородской, Псковской и Ленинградской областях Северо-Западного экономического районировать *среднерусскую* и *серую горную кавказскую* породы...» (Билаш и др., 1993). Однако, в настоящее время для Ленинградской области разрешены для разведения пчелы *среднерусской* и *карпатской* пород пчел. Селекцией чистопородных пчел среднерусской породы никто не занимается, а чистопородных маток карпатской породы завозят из южных пчелопитомников.

Таким образом, в условиях Ленинградской области пчеловоды разводят карпатских пчел и их помесей. Изучению биологических и хозяйственно-полезных признаков карпатских пчел и их помесей в условиях Ленинградской области посвящена данная работа.

Материал и методика

Комплексную оценку продуктивности и племенных качеств пчелиных семей карпатской породы проводили на основании оценки их по комплексу хозяйственно-полезных признаков путем непосредственного осмотра пчелиных семей и анализа зоотехнических записей на учебной пасеке РГПУ им. А.И.Герцена в поселке Вырица Ленинградской области (биологическая станция факультета биологии) с марта 2005 по октябрь 2006.

Для исследования было сформировано 5 групп пчелиных семей (по 3 в каждой) по принципу семей-аналогов с пчелиными матками разного происхождения (табл. 1). Пчел содержали в стандартных 16-рамочных ульях-лежаках. В период исследования все

пчелиные семьи были обеспечены достаточным количеством углеводного и белкового корма и имели устойчивый медосбор. Все зоотехнические мероприятия по уходу за пчелами проводились одновременно и одинаково для всех подопытных семей.

Таблица 1.

Пчелиные семьи, используемые в данном исследовании

№ группы	Происхождение пчелиной матки
№ 1	чистопородная племенная матка карпатской породы (Мукачевский пчелопитомник), 2005 г.
№ 2	чистопородная племенная матка карпатской породы (Мукачевский пчелопитомник), 2004 г.
№ 3	чистопородная племенная матка карпатской породы (Мукачевский пчелопитомник), 2003 г.
№ 4	помесная карпатская 1 поколения (♀ чистопородная карпатская х ♂ неизвестный), 2005 г.
№ 5	помесная карпатская 2 поколения (♀ помесная карпатская 1 поколения х ♂ неизвестный) 2005 г.

Для оценки породности пчел от каждой пчелиной семьи в течение всего весенне-осеннего активного сезона (2005 г.) отбирали пробы пчел и оценивали их по экстерьерным признакам. Для характеристики экстерьера всей пчелиной семьи даже при очень высоких требованиях точности и достоверности достаточно 24 рабочих пчелы, что позволяет вполне объективно и достоверно охарактеризовать экстерьер всей пчелиной семьи (Меркурьева, 1970; Кривцов, 1985).

Для препарирования хитиновых частей заготавливали пчел следующим образом. С помощью пинцета отлавливали несколько десятков рабочих пчел в открытый садок. Сначала пчел помещали на 1-2с в воду, доведенную до кипения, а затем извлекали их, просушивали на фильтровальной бумаге и помещали в банку с 70° спиртом. Перед началом препарирования пчел вынимали из спирта, разваривали в течение нескольких минут в 10%-ном растворе едкой щелочи, промывали в воде и приступали к работе по отделению хитиновых частей и изготовлению соответствующих препаратов.

Наиболее важными для промеров являются следующие признаки рабочих пчел: длина хоботка, длина правого переднего и

заднего крыла, длина и ширина третьего тергита и стернита, длина и ширина воскового зеркальца третьего стернита, тарзальный и кубитальный индекс (Алпатов, 1948).

Комбинированную оценку продуктивности и племенных качеств пчелиных семей карпатской породы проводили на основании оценки их по комплексу хозяйственно-полезных признаков.

Определение интенсивности весеннего развития.

Интенсивность весеннего развития пчелиных семей определяли по количеству выращенного расплода. Оценку количества расплода осуществляли следующим способом: с середины апреля до середины мая через каждые 12 дней проводили учет печатного расплода с помощью рамки-сетки со сторонами квадратов 5x5 см, вмещающих по 100 пчелиных ячеек. Подсчитывали печатный расплод (количество квадратов) с помощью наложения рамки-сетки на соты с расплодом. Весь расплод пересчитывали на стандартную рамку (стандартная рамка Дадана-Блатта содержит с двух сторон около 8 000 ячеек) и оценивали пчелиные семьи по количеству расплода (табл. 2).

Таким образом, пересчет всего имеющегося расплода в стандартных рамках в определенный весенний промежуток времени позволяет определить темп развития семей.

Таблица 2.

Оценка в баллах в зависимости от количества выращенного расплода

Балл	Количество всего выращенного расплода по периодам (в перерасчете на стандартную рамку 435 x 300 мм)		
	апрель	май	всего (апрель-май)
5	2.5-3	4-4.5	6.5-7.5 и более
4	2-2.5	3.5-4	5.5-6.5
3	1.5-2	3-3.5	4.5-5.5
2	1.0-1.5	2.5-3	3.5-4.5
1	0.5-1.0	2-2.5	2.5-3.5 и меньше

Определение яйценоскости. Оценку яйценоскости маток проводили в первую половину лета до начала главного медосбора, т.е. в период, когда матка откладывает максимальное количество яиц. Яйценоскость матки определяли путем обмера всего печатного расплода через каждые 12 дней, так как в запечатанном виде расплод находится 12 дней. Следовательно, учитывая площадь печатного

расплода, определяли количество пчел, которое выведется в ближайшие после учета 12 дней. При подсчете яйценоскости матки делали поправку на пестрый расплод.

Определение генетической пестроты расплода. Генетически пестрый расплод наблюдается в том случае, если матка откладывает какое-то количество нежизнеспособных, гомозиготных по гену пола яиц, из которых выходят личинки диплоидных трутней, вскоре поедаемые пчелами-кормилицами.

Для определения генетической пестроты расплода в гнезда пчелиных семей устанавливали доброкачественный пчелиный сот (специально отмеченный – фиксировали дату постановки) «под засев». Через трое суток этот сот внимательно осматривали и если при этом наблюдали сплошной засев (центральная расплодная часть сотовых ячеек рамки полностью заполнена яйцами, отложенными маткой), то его возвращали в гнездо, а в пасечном журнале делали соответствующую запись. В противном случае все повторяли сначала, пока не будет получен сплошной засев. Через 9-10 суток после подстановки в гнездо семьи этого сота (в котором был получен сплошной засев) его снова внимательно осматривали. В это время ячейки, в которые были отложены жизнеспособные, гетерозиготные по гену пола яйца, будут представлять собою запечатанный жизнеспособный пчелиный расплод. Если матка откладывала только такие яйца, то ее расплод на контрольном соте будет полностью сплошным. Если же расплод окажется "пестрым", то "на глаз" определяли в процентах количество незапечатанных ячеек, находящихся среди запечатанных, к суммарной площади и тех и других. Незапечатанные ячейки могут быть совершенно пустыми, либо содержать мед, либо молодых личинок и яйца, повторно появившиеся здесь после того, как пчелами-кормилицами были съедены нежизнеспособные гетерозиготные по гену пола личинки диплоидных трутней от предыдущей яйцекладки.

Если будет установлено, что генетическая "пестрота" расплода превышает 10% от его общей площади, то такую матку следует выбраковывать при первой же возможности и заменять ее на молодую.

Агрессивность и поведение на сотах. Признак агрессивности детерминирован генетически, доминирует признак низкой

агрессивности и агрессивность пчел часто положительно связана с их высокой жизнестойкостью, устойчивостью к заболеваниям и высокой медопродуктивностью (Mraz, 1981; Rinderer, Collins, Brown, 1983; Табер, 1984: цит. по Кривцов, 2003).

Учитывали агрессивность следующим образом:

палкой проводили утром поперек сотов гнезда назад и вперед и оценивали поведение пчел по четырехбалльной шкале;

поведение на сотах: по верхней планке вынутаго сота пять-шесть раз слегка постукивали пальцем и оценивали поведение пчел по четырехбалльной шкале (табл. 3).

Ройливость, Другой хозяйственно полезный признак, который складывается из множества поведенческих реакций. Действуя методами селекции можно снизить его проявление до ничтожных значений, однако между ройливостью пчел и их жизнеспособностью существует положительная связь, а всем пчеловодам известна высокая жизненная энергия роев (Bienefeld, 1988: цит. по Кривцов, 2003).

Для оценки ройливости пчел использовали четырех балльную систему, при этом инстинкт ройливости относили к отрицательному признаку и в соответствии с этим за максимальное проявление признака ройливости начисляли наименьшее количество баллов (табл. 3).

Таблица 3.

Оценка в баллах селекционных признаков пчел

Селекционные признаки	Оценка в баллах			
	4	3	2	1
Миролюбие	очень миролюбивы	миролюбивые	агрессивные	очень агрессивные
Поведение пчел на сотах	остаются на расплоде	подвижны на расплоде	перебегают на мед	покидают соты
Ройливость	никаких признаков	легко выходят из роевого состояния	трудно выходят из роевого состояния	роятся вопреки любым вмешательствам
Развитие	своевременное	очень раннее	позднее	очень позднее

Медопродуктивность. Один из основных показателей пчелиных семей – медопродуктивность. Использовали относительные

показатели медопродуктивности. Для этого средне-пасечную медопродуктивность принимали за 100% и баллы начисляли по следующей схеме (табл. 4).

Таблица 4.

Оценка пчелиных семей по медопродуктивности

балл	5	4	3	2	1
процент	200-160	150-120	119-80	79-40	39-0
	отлично	хорошо	удовлетворительно	плохо	очень плохо

В течение весенне-летнего периода через каждые 12 дней проводили регулярные учеты печатного расплода и числа ячеек, занятых пергой (с помощью рамки-сетки), а также определяли количество меда в гнезде. Делением общего числа ячеек печатного расплода

Оценку *зимостойкости* пчелиных семей проводили по следующим основным показателям.

1. *Количество пчел в семье* (сила семей) определяли путем подсчета числа улочек (или числа рамок, обсиживаемых пчелами), занятых пчелами. При этом считали улочки при температуре +5°C, когда все пчелы сидят более плотно и не разбредаются по всему гнезду. Не ограничивались подсчетом улочек, занятых пчелами сверху, а разбирали крайние рамки и осматривали насколько глубоко пчелы занимают улочку. Если пчелы обсиживали только 1/2 или 1/3 улочек, то проводили перерасчет на полную улочку пчел. Не ограничивались однократным подсчетом улочек, а оценивали 3 раза в течение 10 дней и выводили среднюю силу пчелиной семьи. Силу семей оценивали по пятибалльной системе (табл. 5).

Таблица 5.

Пятибалльная система оценки силы пчелиной семьи (в весенний период)

Баллы	5	4	3	2	1
Значение признака	очень сильная	сильная	средняя	слабая	очень слабая
Улочки	более 10	8–10	5–7	3–4	менее 3
Масса пчел, кг	более 2.3	1.8–2.2	1.2–1.7	0.7–1	менее 0.7

2. Яркий поведенческий признак – *гигиеническая (санитарная) способность пчел очищать гнездо*. Такое поведение контролируют два единичных локуса (распечатывание ячейки и выбрасывание пораженной личинки), пчелы, отличающиеся гигиеническим поведением, более устойчивы к американскому гнильцу (Rothenbuhler, 1958, 1964: цит. по Кривцов, 2003). Работами НИИ пчеловодства установлено, что признак гигиенического поведения характеризуется значительной наследуемостью ($h^2=0,44$) и связан со многими хозяйственно полезными признаками, поэтому его можно рассматривать в качестве перспективного сигнального признака при селекции на устойчивость к заболеваниям, например к аскарофозу.

Особое значение в поддержании чистоты жилища пчел имеет приспособленность их переживать большой безоблетный период от 4 до 7 месяцев и при этом не опорожнять свой кишечник. Только те семьи можно считать зимостойкими, у которых каловая нагрузка не переходит критическую точку (около 43 мг, что составляет 46.3% массы пчелы). Чистоту гнезд оценивали следующим образом (табл. 6):

Таблица 6.

Оценка чистоты гнезд пчелиных семей, балл

5	4	3	2	1
чисто	слабо опоношено (отдельные пятна экскрементов)	средне опоношено (несколько десятков пятен)	сильно опоношено (все соты загрязнены экскрементами)	очень сильно опоношено (потечи и сильная загрязненность экскрементами)

3. *Сохранность пчел в зимний период (отход пчел)*. Отход пчел в определенной степени повторяет оценку пчел по силе семьи, и эти два признака не следует рассматривать изолированно. Понятно, что чем больше пчел сохранится за зимний период в семьях (чем меньше отойдет), тем сильнее они будут в весенний период. Сохранность пчел учитывали в относительных единицах, которые дают более объективную оценку, и рассчитывали по формуле:

$$\frac{\text{сила семей осенью (улучки)} - \text{сила семей весной (улучки)}}{\text{сила семей осенью (улучки)}} \times 100\%$$

Баллы распределялись следующим образом: при отходе пчел меньше 15% – 5 баллов, от 15 до 20% – 4, от 20 до 30% – 3, от 30 до 50% – 2, больше 50% – 1 балл.

4. **Расход корма.** Количество потребленного корма осенью и весной определяли визуально. Правильно отстроенный и полный сот в рамке Дадана-Блатта с запечатанным с обеих сторон медом весит приблизительно 4 кг. Если меда $\frac{1}{2}$ сота, то его будет 2 кг, а в $\frac{1}{4}$ сота – 1 кг. Участки, заполненные пергой, вычитались из общей массы меда, принимая, что площадь сота с пергой 5x5 см весит около 100 г. По разнице в массе определяли количество потребленного корма в зимний период.

Для определения количества потребленного корма на единицу массы пчел, общее количество потребленного корма за зиму делили на силу семьи зимой, которую вычисляли следующим образом:

$$\frac{\text{число пчел (улучки) осенью} + \text{число пчел (улучки) весной}}{2}$$

Для оценки расхода корма в зимний период использовали пятибалльную систему (табл. 7).

Часть методик комплексной оценки биологических и хозяйственно-полезных признаков пчелиных семей учебной пасеки будет изложена в главе «Результаты и обсуждения».

Таблица 7.

Пятибалльная система оценки расхода корма в зимний период

Баллы	5	4	3	2	1
Значение признака	очень хорошая зимовка	хорошая зимовка	удовлетворительная зимовка	плохая зимовка	очень плохая зимовка
Уровень признака (кг)	менее 1.5	1.5–2.0	2.1–2.9	3.0–3.5	более 3.6

Результаты и обсуждение

1. Характеристика экстерьерных признаков пчел

Данные о размерах экстерьерных признаков пчел необходимы для изучения их систематики, определения породной принадлежности в процессе селекционной работы, а также для контроля за качеством

особей. При проведении комбинированной оценки продуктивности и племенных качеств пчелиных семей карпатской породы необходимо было установить породную принадлежность пчел из пчелиных семей, за которыми проводилось наблюдение по комплексу хозяйственно-полезных признаков.

Данные литературных источников по породной принадлежности пчел свидетельствуют о значительных вариациях в породоопределяющих морфологических признаках пчел из разных регионов Российской Федерации (Билаш и др., 1983; Тимченко, 1983; Малков, 1985; Губин и др., 1986; Петров, 1986; Акопян, Аракелян, 1987; Билаш, Бородачев, 1991; Маликов и др., 1991; Чепик, 1994; и др.). Эти морфологические параметры представляются нам наиболее объективными и статистически достоверными так как являются результатом многолетней научной работы ведущих специалистов пчеловодства и получены из литературных источников не вызывающих сомнения. Именно они и послужили критериями для оценки породной принадлежности пчел учебной пасеки РГПУ им. А.И. Герцена (биологическая станция – п. Вырица Ленинградской области).

При определении породной принадлежности пчел использовали признаки, позволяющие достаточно достоверно отличить одну породу от другой. К ним в первую очередь относятся кубитальный индекс и длина хоботка. Контроль проводили сравнением породных признаков пчел с биоморфологическим стандартом пчел разных пород с помощью полей экстерьерных признаков (Гайдар и др., 1992).

Это поле в системе координат образовали линии, проходящие через предельные значения кубитального индекса (%), свойственные определенной породе пчел (карпатской) (рис. 1). Заштрихованное поле является допустимым значением отклонения данного признака для пчел карпатской породы. При сравнении конкретных значений кубитального индекса исследуемой группы пчел если параметры выходят за пределы заштрихованного поля, то можно утверждать, что данная группа пчел не является чистопородными. Аналогичный контроль проводили и с длиной хоботка пчел (рис. 2).

Полученные результаты сравнения конкретных значений кубитального индекса и длины хоботка свидетельствуют, что пчелы

из разных пчелиных семей учебной пасеки имеют некоторые отличия (рис. 1, 2; табл. 8). Только семьи № 1–3 являются карпатками, семьи № 4–5 – помесными. При чем по значению кубитального индекса – они имеют отношение к пчелам серой горной кавказской породы, а по длине хоботка – к среднерусским пчелам.

Таблица 8.

Экстерьерные признаки пчел пасеки биостанции РГПУ им. А.И. Герцена (Вырица) 2005 год

<i>Экстерьерные признаки</i>	группа № 1	группа № 2	группа № 3	группа № 4	группа № 5
Длина хоботка (мм)	6,64 ± 0,063	6,53 ± 0,016	6,43 ± 0,066	6,15 ± 0,074	6,02 ± 0,042
Кубитальный индекс (%)	48,4 ± 1,14	47,8 ± 1,19	48,2 ± 2,62	52,1 ± 1,32	54,5 ± 1,46
Тарзальный индекс (%)	57,8 ± 1,74	56,47 ± 0,56	53,1 ± 1,13	56,8 ± 0,39	51,7 ± 0,49
Длина правого переднего крыла (мм)	9,22 ± 0,083	9,27 ± 0,048	9,25 ± 0,055	9,06 ± 0,041	9,06 ± 0,031
Ширина правого переднего крыла (мм)	3,17 ± 0,014	3,32 ± 0,015	3,14 ± 0,021	3,16 ± 0,023	3,15 ± 0,032
Длина 3-го тергита (мм)	2,23 ± 0,025	2,48 ± 0,021	2,31 ± 0,025	2,28 ± 0,095	2,24 ± 0,014
Ширина 3-го тергита (мм)	4,92 ± 0,048	4,86 ± 0,033	5,0 ± 0,035	5,10 ± 0,024	5,21 ± 0,047
Длина 3-го стернита (мм)	2,66 ± 0,021	2,91 ± 0,016	2,73 ± 0,018	2,68 ± 0,021	2,67 ± 0,019
Ширина 3-го стернита (мм)	4,52 ± 0,039	4,75 ± 0,041	4,69 ± 0,035	4,66 ± 0,021	4,57 ± 0,031
Длина воскового зеркала (мм)	2,52 ± 0,033	2,48 ± 0,012	2,50 ± 0,016	2,50 ± 0,013	2,48 ± 0,015
Ширина воскового зеркала (мм)	1,57 ± 0,024	1,56 ± 0,012	1,58 ± 0,016	1,56 ± 0,016	1,54 ± 0,019

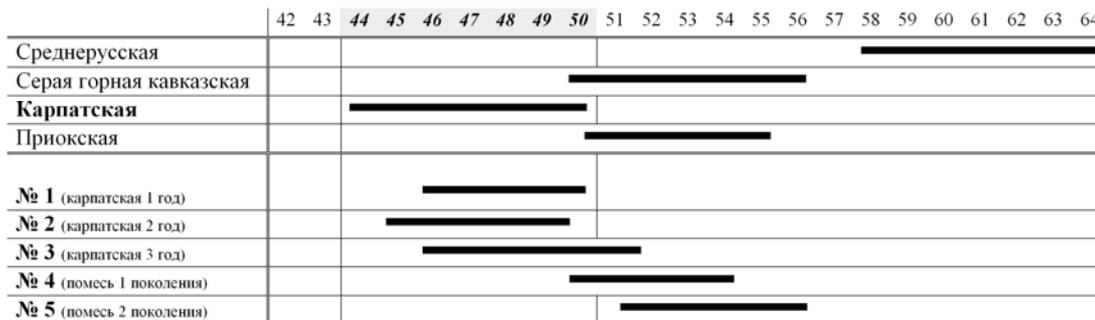


Рис. 1. Кубитальный индекс (%) пчел разных пород (породный стандарт – по данным разных авторов) и пчел учебной пасеки биостанции РГПУ им. А.И.Герцена (Вырица) 2005 год

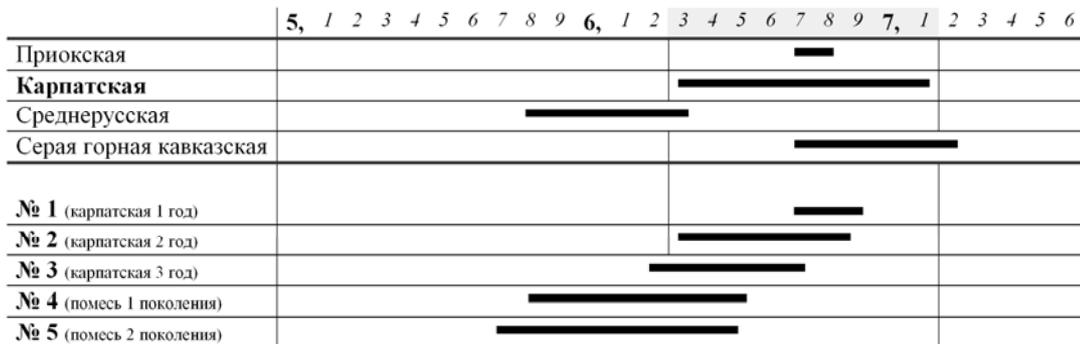


Рис. 2. Длина хоботка (мм) пчел разных пород (породный стандарт – по данным разных авторов) и пчел учебной пасеки биостанции РГПУ им. А.И.Герцена (Вырица) 2005 год

Очевидно, для получения чистопородных пчел карпатской породы недостаточно чистопородных трутней этой породы в условиях Гатчинского района Ленинградской области, что приводит к образованию помесей среднерусских и даже серой горной кавказской пчел.

В целом следует отметить, что потомство (пчелиные семьи групп № 1, 2, 3) чистопородных маток, полученных из Мукачевского пчелопитомника, практически полностью соответствуют биоморфологическому стандарту пчел карпатской породы (табл. 9). Однако пчелы из группы № 3, являясь чистопородными карпатскими, имеют несколько меньшие показатели по основным экстерьерным признакам, что вероятно связано с возрастом матки (более трех лет), который оказывает существенное влияние на качество потомства.

Таблица 9.

Экстерьерные признаки карпатских пчел Мукачевского пчелопитомника Закарпатье (Тимченко, 1983)

Экстерьерные признаки	<i>Lim</i> , мм	<i>M ± m</i> , мм	<i>Cv</i> %
Длина хоботка	6.30-6.90	6.61 ± 0.008	171
Длина правого переднего крыла	8.80-10.30	9.37 + 0.005	2.64
Длина 3- го tergита	2.15-2.40	2.26 ± 0.002	2.37
Кубитальный индекс	1.73-4.45	2.39 ± 0.014	15.65

Чистопородность исследуемых семей подтверждается и их основными характерными признаками: цвет тела матки, рабочих пчел и трутней, печатка меда, поведение пчел, характер весеннего развития пчел, прополисование гнезд, характер роя и др.

Оценивая пчелиные семьи на породную принадлежность применяли поправочный коэффициент на известность происхождения: 2 – если известно происхождение пчелиной семьи по матери и отцу; 1.5 – если известно происхождение только по матери, или по отцовской семье, который умножали на основной балл типичности (3 – большая типичность; 2 – промежуточная типичность; 1 – нетипичные), были получены следующие результаты:

№ 1 (карпатка 1 год)	№ 2 (карпатка 2 год)	№ 3 (карпатка 3 год)	№ 4 (помесь 1 поколения)	№ 5 (помесь 2 поколения)
6	6	6	3	2

2. Оценка интенсивности весеннего развития

Важнейшим селекционным признаком у медоносных пчел является скорость роста в весенний период. Чем скорее семья развивается, тем быстрее она нарастит массу пчел, которых можно будет использовать для медосбора или для создания новых пчелиных семей. Необходимо отметить, что скорость роста в наилучшей степени характеризует зимостойкость пчел, плодовитость маток и в соответствии с этим прямо влияет на медосбор. Чем больше расплода в весенний период (темп развития), тем лучше перезимовали пчелы. Развитие семей весной охватывает два периода – подготовительный, когда происходит смена зимующих пчел, и период собственного роста. Уже в подготовительный период семьи пчел, отличающиеся большой энергией роста, выращивают гораздо больше расплода, чем пчелиные семьи, не обладающие этими качествами. Темп развития семьи – относительно самостоятельный признак, он также зависит от яйценоскости маток. При прочих равных условиях (зимовка, наличие корма и т.д.), те семьи будут развиваться быстрее, чьи матки приступят к интенсивной яйцекладке с ранней весны.

Учет интенсивности весеннего развития пчелиных семей проводили по количеству расплода. Этот способ трудоемкий и связан с разборкой гнезда пчел для подсчета расплода, но он наиболее точный и позволяет дать объективную оценку темпам роста пчелиных семей (табл. 10).

Весь расплод, пересчитанный на стандартную рамку (данные в скобках) у исследуемых семей, оценили следующим образом:

№ 1 (карпатка 1 год)	№ 2 (карпатка 2 год)	№ 3 (карпатка 3 год)	№ 4 (помесь 1 поколения)	№ 5 (помесь 2 поколения)
5 (6.5)	4 (6.0)	2 (4.2)	3 (5.1)	1 (3.3)

Таким образом, наилучшие результаты весеннего развития (апрель-май) мы наблюдали у пчелиных семей групп № 1, 2 и 4, которые уже в подготовительный период, отличались большой энергией роста, что непосредственно связано с интенсивной яйценоскостью маток.

Яйценоскость маток. Яйценоскость маток, исследуемых пчелиных семей оценивали в первую половину летнего сезона до начала главного медосбора, т.е. в период когда матки откладывают

максимальное количество яиц. Использовали непрямой способ определения яйценоскости по запечатанному расплоду как наиболее распространенный, позволяющий гораздо легче и более просто определить суточную яйцекладку маток. Несмотря на то, что этот способ не дает совершенно точного учета отложенных яиц, тем не менее, он ценен тем, что позволяет учесть деловой выход яиц, т.е. показывает, какое число отложенных маткой яиц было затем реализовано семьей пчел. Перерасчет квадратов рамки-сетки печатного расплода в ячейки и деление их числа на 12 позволило получить яйценоскость матки за сутки.

Как показали наши наблюдения, матки из разных пчелиных семей, разного возраста и разного происхождения значительно отличались друг от друга по своей яйценоскости (табл. 11).

Значительно отставали по интенсивности откладки яиц матки из семей чистопородных карпатских пчел, но имеющие возраст более трех лет, а также помеси карпатских пчел как первого, так и второго поколений.

Таблица 11.

Количество выращенного расплода и яйценоскость маток в весенне-летний период

№ группы	Число ячеек / яйценоскость (шт.) в сутки					
	01.04-12.04.06		10.05-21.05.06		25.06-06.07.06	
№ 1 (карп. 1 год)	10 000	833	21 000	1 750	24 100	2 008
№ 2 (карп. 2 год)	9 800	816	20 200	1 683	23 800	1 983
№ 3 (карп. 3 год)	7 200	600	15 400	1 283	17 000	1 416
№ 4 (помесь 1 покол.)	7 400	616	14 700	1 225	17 100	1 425
№ 5 (помесь 2 покол.)	6 800	566	13 400	1 116	15 900	1 325

Яйценоскость маток исследуемых семей пчел оценили следующим образом:

№ 1 (карпатка 1 год)	№ 2 (карпатка 2 год)	№ 3 (карпатка 3 год)	№ 4 (помесь 1 поколения)	№ 5 (помесь 2 поколения)
5	5	4	4	3

Таблица 10.

**Показатели сравнительного испытания пчел учебной пасеки РГПУ им. А.И. Герцена
весенне-летний период 2005 г.**

Показатель	Чистопородные карпатские пчелы			Помеси (♀ карпатка x ♂ неизвестен)	
	1 год	2 год	3 год	1 поколение (1 год)	2 поколение (1 год)
Расплод, сотни ячеек					
Весной	114.8	99.1	97.1	122.1	82.2
05-27 июня	254.5	218.0	179.5	232.5	176.1
17-27 июля	245.2	208.5	184.4	236.5	186.8
Мед, кг					
Главный медосбор	13.4	11.5	9.0	20.3	8.8
Валовой	30.6	25.9	18.3	30.2	15.9
Роилось пчелиных семей	-	-	+	-	+
Воск, кг	0.44	0.42	0.40	0.50	0.31
Длина хоботка, мм	6,64 ± 0,063	6,53 ± 0,016	6,43 ± 0,066	6,15 ± 0,074	6,02 ± 0,042

3. Оценка медопродуктивности

Оценка медопродуктивности семей в сумме оценок по всем группам признакам имеет существенное значение, во-первых, потому, что на медопродуктивность оказывают влияние (при равной силе семей) эффективность использования медосбора (интенсивность работы, предприимчивость в отыскании новых источников корма при слабом медосборе и т.д.), и, во-вторых, оценка медопродуктивности дает окончательную оценку (заключительную) пчелиным семьям на пригодность их к использованию человеком.

Поскольку медосбор семей имеет большие колебания по годам в зависимости от внешних условий, то получить абсолютные цифры медопродуктивности не представляется возможным. Поэтому используют относительные показатели медопродуктивности.

Медопродуктивность пчелиных семей учебной пасеки оценили следующим образом:

№ 1 (карпатка 1 год)	№ 2 (карпатка 2 год)	№ 3 (карпатка 3 год)	№ 4 (помесь 1 поколения)	№ 5 (помесь 2 поколения)
4	3	2	4	2

4. Оценка зимостойкости пчел

Зимостойкость – свойство пчел переносить неблагоприятные условия зимы в конкретных условиях. Высокая зимостойкость пчел имеет большое значение в условиях Ленинградской области с длительной зимой (около 6 месяцев). Разные породы пчел и даже отдельные семьи обладают различной зимостойкостью.

Зимостойкость пчелиных семей учебной пасеки после зимовки 2005 г. изучали по следующим признакам: количество израсходованного корма, степень ослабления пчелиных семей, частота гнезд, устойчивость пчел к заболеваниям, способность выращивать расплод весной (табл. 10).

Количество израсходованного корма. Известно, что за зимний период одна пчелиная семья расходует до 10-12 кг меда. Количество потребленного корма семьей пчел в зимний период определяли по разнице в массе осенью и весной (табл. 12).

Зная силу семей осенью и весной, определили количество потребленного корма на единицу массы пчел, что необходимо делать для того, чтобы подвести все семьи под общий знаменатель.

Полученные результаты позволили провести оценку пчелиных семей по расходу корма в зимней период следующим образом:

№ 1 (карпатка 1 год)	№ 2 (карпатка 2 год)	№ 3 (карпатка 3 год)	№ 4 (помесь 1 поколения)	№ 5 (помесь 2 поколения)
4	4	3	4	4

Количество пчел в семье (сила семей). Для того чтобы наследственные качества матки могли проявиться в полной мере, необходимо наличие достаточного количества пчел в семье. Только семьи, имеющие силу от 2 до 3 кг (8-12 улочек), способны поддерживать оптимальный терморезим и матки активно откладывают яйца независимо от влияния внешней температуры.

Результаты зимовки показали, что пчелы хорошо пережили зимний период и могут быть оценены следующим образом:

№ 1 (карпатка 1 год)	№ 2 (карпатка 2 год)	№ 3 (карпатка 3 год)	№ 4 (помесь 1 поколения)	№ 5 (помесь 2 поколения)
4	4	3	3	3

Таблица 12.

Результаты зимовки пчелиных семей учебной пасеки

Показатели зимовки		№ группы				
		1	2	3	4	5
Погибло пчелиных семей, %		0	0	0	0	0
Подмор на дне улья, см³		351.9	360.0	364.3	342.5	376.2
Расход корма	всего за зиму, кг	14.4	14.2	15.0	13.8	14.0
	на улочку пчел, кг	2.0	2.0	2.6	1.7	1.8

Сохранность пчел в зимний период (отход пчел). Следует помнить, что небольшой отход пчел в зимний период – закономерное биологическое явление. Более того, у сильных семей всегда наблюдается большой абсолютный отход пчел в зимний период по сравнению с менее сильными. Для очень сильной семьи в 11-12

улочек отход пчел в 2-3 улочки (до 25%) не считается существенным и не повлияет на их дальнейшее развитие и жизнедеятельность, поэтому всегда следует в первую очередь рассматривать силу семей весной, а сохранность пчел как вспомогательный показатель – во вторую.

Наши наблюдения за зимовкой пчел (табл. 12) показали, что все пчелиные семьи благополучно пережили зимний период и имели отход пчел не более 25%, таким образом, оценка сохранности пчел в зимний период распределилась следующим образом:

№ 1 (карпатка 1 год)	№ 2 (карпатка 2 год)	№ 3 (карпатка 3 год)	№ 4 (помесь 1 поколения)	№ 5 (помесь 2 поколения)
5	4	4	5	3

Селекция пчел на зимостойкость является элементом разведения пород для особых условий среды. В данном случае – это холодная зима, которая препятствует облету пчел для очищения кишечника от экскрементов. В связи с этим ни один из основных признаков – медопродуктивность и плодовитость – не могут рассматриваться в отрыве от приспособленности пчел к суровым условиям зимовки. Но зимостойкость пчел оценивается по нескольким показателям, поэтому после того как пчелиные семьи учебной пасеки получили оценки по всем показателям зимостойкости, необходимо вывести общую оценку. Для этого оценки всех показателей свели в единую таблицу (табл. 13) и вывели общую оценку.

Таблица 13.

Оценка зимостойкости пчел

Показатель	Оценка в баллах				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Количество израсходованного корма	4	4	3	4	4
Количество пчел в семье (сила семей)	4	4	3	3	3
Сохранность пчел в зимний период (отход пчел)	5	4	4	5	3
Гигиеническая (санитарная) чистота гнезд	4	4	4	5	5
Общая оценка	4.25	4.0	3.5	4.25	3.75

5. Оценка других признаков пчел

Миролюбие. Этому признаку пчел придавали большое значение в связи с расположением учебной пасеки на территории биологической станции, где студенты факультета биологии проходят выездную учебно-исследовательскую практику. Кроме того, общение с пчелами доставляет удовольствие, если они не проявляют излишнего агрессивного поведения. Необходимо отметить, что утверждение некоторых пчеловодов о том, что злобливость пчел связана с лучшей их продуктивностью, ни на чем не основана (Малков, 1985). В Ленинградской области районированы миролюбивые (карпатские) и злобливые (среднерусские). В связи с этим отбор по миролюбию должен быть дифференцированным. Для миролюбивых пород признак миролюбия должен быть породным признаком, и поэтому пчелиные семьи, склонные к ужалениям, следует выбраковывать, не обращая внимание на любые их достоинства. Среднерусская лесная порода пчел отличается излишней агрессивностью в своей основной массе и поэтому следует отыскивать и оставлять наиболее миролюбивых среди них.

Здесь следует сказать, что объективных критериев степени миролюбия пока еще не найдено и поэтому каждый пчеловод, по собственному опыту относит пчелиные семьи к тому или иному классу миролюбия.

Исследуемые пчелиные семьи были оценены как миролюбивые, особенно группы № 1 и 2, пчелы этих семей при осмотре гнезда в теплую безветренную погоду остаются на сотах и продолжают спокойно работать. Спокойное поведение характерно и для пчел группы № 3 и 4, только на сотах они ведут себя подвижно. Пчелы группы № 5 (помесь 2 поколения) при осмотре гнезда бегают по сотам, проявляют беспокойное поведение и агрессивны (табл. 14).

Ройливость. В настоящее время уже нет двух мнений относительно роли роения, всеми признано отрицательное значение естественного роения, которое в большинстве случаев носит стихийный характер и не позволяет в нужное время и в нужных размерах проводить контролируемое размножение семей – единственно правильный и прогрессивный способ разведения пчел. При таком ведении хозяйства повышается роль таких важных признаков, как скороспелость пчелиных семей и яйценоскость маток.

Следует отдавать предпочтение неройливым или легко выходящим из роевого состояния пчелиным семьям, при этом следует постоянно иметь ввиду, что ройливость больше определяется условиями ухода и содержания, а также условиями среды, нежели наследственностью.

В условиях учебной пасеки отсутствие к роению была отмечена только для группы № 1, это вполне закономерно, для молодой матки карпатской породы при соответствующих условиях (активное расширение или вентилирование гнезд, постановка рамок с открытым расплодом или удаление рамок печатного расплода и др.). Небольшую склонность к роению проявляли пчелы из группы № 2 в отличие от пчел из групп № 3, 4 и 5, которые демонстрировали еще контролируемую склонность к роению (табл. 14).

Таблица 14.

Результаты комплексной оценки по важнейшим селекционным и хозяйственно-полезным признакам пчелиных семей учебной пасеки РГПУ им. А.И.Герцена (в баллах)

Селекционный или хозяйственно-полезный признак	№ группы				
	1	2	3	4	5
1. Зимостойкость	4.25	4.0	3.5	4.25	3.75
2. Весеннее развитие	5	4	2	3	1
3. Яйценоскость маток	5	5	4	4	3
4. Медопродуктивность	4	3	2	4	2
5. Ройливость	4	3	2	2	2
6. Миролюбие	4	4	3	3	2
7. Генетическая пестрота расплода	3	3	2	3	2
8. Породная принадлежность	6	6	6	3	2
ВСЕГО	35.25	32.0	24.5	26.25	17.75

Результаты комплексной оценки по важнейшим селекционным и хозяйственно-полезным признакам пчелиных семей учебной пасеки (табл. 14) свидетельствуют, что чистопородные пчелы карпатской породы могут быть успешно использованы в условиях Ленинградской области, однако содержание их будет эффективным только при условии использования молодых (не более 2-3 лет) чистопородных маток. Не плохие результаты могут давать помесные пчелиные семьи, но лишь при условии, что это будут помеси первого поколения.

Полученные нами результаты хорошо согласуются с данными литературных источников. Чистопородные карпатские пчелы широко используются в различных регионах России и зарубежом (Тормосина, 1984; Гайдар, 1986; Гайдар, Левченко, 2003 и др.), поэтому чистопородные карпатские пчелы могут быть рекомендованы для разведения в условиях Ленинградской области.

Наши исследования позволяют утверждать, что чистопородные пчелы карпатской породы способны мобилизовать все резервы семьи и использовать минимальные возможности кормовой базы для создания кормовых запасов, что особенно актуально для Гатчинского района Ленинградской области со слабым поддерживающим типом медосбора. Кроме того, карпатские пчелы обладают целым рядом и других ценных хозяйственно-полезных признаков: зимостойкостью, малой ройливостью, миролюбием.

Литература

- Акопян Н.М., Аракелян Г.С. 1987. Степанованская популяция кавказянок. Пчеловодство. № 12.
- Алпатов В.В. 1948. Породы медоносной пчелы. М.
- Билаш Г.Д., Бородачев А.В. Приокские пчелы. 1991. Пчеловодство. №5.
- Билаш Г.Д., Бородачев А.В., Кривцов Н.И., Назин С.Н., Кудрявцева Л.И., Подольский М.С. 1993. Российская программа по селекции пчел и матководству. Пчеловодство. № 1.
- Буренин Н.Л., Котова Г.Н. 1994. Справочник по пчеловодству. М.
- Гайдар В.А. 1986. Селекция карпатских пчел. Пчеловодство. № 9.
- Гайдар В.А., Левченко И.А. 2003. Сравнительная оценка карпатских и краинских пчел. Пчеловодство. № 8.
- Дреер К. 1985. В защиту естественных пород пчел. Пчеловодство. № 4.
- Кривцов Н.И. 1985. Происхождение, эволюция и систематика пчел. Пчеловодство. № 2.
- Кривцов Н.И. 2003. Породное районирование и «лучшие пчелы для России». Пчеловодство. № 1.
- Лебедев В.И., Билаш Н.Г. 1991. Биология медоносной пчелы. М.: Агропромиздат.
- Маликов В.В., Мартынов А.Г., Назин С.Н. 1991. Селекция приокских пчел. Пчеловодство. № 5.
- Малков В.В. 1985. Племенная работа на пасеке. М.: Россельхозиздат.
- Меркурьева М.А. 1970. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных. М.

- Петров А.И. 1986. Наследование экстерьерных признаков. Пчеловодство. № 1.
- План породного районирования пчел в СССР. 1979. Пчеловодство. № 4.
- План породного районирования пчел в СССР. 1988. Пчеловодство. № 5.
- Тимченко Н.Н. 1983. Сохранение чистопородных карпатских пчел. Пчеловодство. № 7.
- Тормосина Т.Т. 1984. Испытание карпатских пчел. Пчеловодство. № 4.
- Чепик Е.Г. Нужны чистопородные пчелы. 1994. Пчеловодство. № 5.

МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ СЕЛЕКЦИИ ЭКЗОТИЧЕСКИХ ПОРОД РЫБ

В настоящее время, в связи с расширением ассортимента рыбной продукции, на мировом потребительском рынке особым спросом пользуются новые, нетрадиционные разновидности рыб. К ним можно отнести форель золотистых оттенков. Необычная, красивая окраска привлекает покупателей и рыболовов-спортсменов и поэтому, как показывает зарубежный опыт, разведение таких рыб является перспективным направлением рыбоводства. В России эта форма форели получает все большее распространение, в связи с чем необходимы всесторонние исследования рыбоводно-биологических признаков нового объекта выращивания, а также обоснование методов и схем селекции и разведения рыб.

В 2006–2007 гг. на базе Федерального селекционно-генетического центра рыбоводства (пос. Ропша, Ленинградская область) предпринято изучение фенотипического разнообразия рыб по окраске и характера ее наследуемости у особей различных цветовых морф; размерно-весовых и репродуктивных показателей производителей маточного стада золотистой форели Адлерского племзавода.

Исходная генерация золотой форели выращивалась на Адлерском племзаводе. Трехгодовалые самки золотой форели, которых использовали для воспроизводства, имели ярко-желтую окраску, особенно интенсивную на спинке и верхней части тела, которая постепенно светлеет ниже боковой линии, заканчиваясь бледно-желтым с серебристым оттенком цветом брюшка. Вдоль боковой линии проходит довольно широкая малиновая полоса. В середине жаберной крышки также имеется большое малиновое пятно. Все плавники окрашены в нежнорозовый цвет, который образуется от смешения золотистого и малинового оттенков. Форелевый рисунок на теле рыб просматривается слабо, а вся поверхность тела, за исключением брюшка, покрыта серо-коричневыми пятнами. Рыба, извлеченная из воды, сохраняет цвет и яркость окраски.

Самцы по окрашиванию тела и плавников, а также по пятнистости схожи с самками, но все цвета выражены ярче и

интенсивнее. Густая золотистая окраска покрывает все тело самцов, включая брюшко.

Наряду с изучением хозяйственно-полезных качеств, проведена оценка самок и самцов по выживаемости потомства, а также рассмотрены особенности рыб, связанные с плейотропным действием гена окрашивания.

С эстетической точки зрения наиболее привлекательны рыбы с золотисто-желтой окраской. Поэтому в основу селекционной работы была положена селекция рыб с яркой золотистой окраской. С этой целью среди годовиков проводили отбор особей, соответствующих гамме оттенков золотистого цвета, которые составили ремонтную группу исходного маточного стада в количестве около 300 экз. Их содержали в отдельном пруду с плотностью посадки в 2-3 раза ниже, чем при выращивании других пород.

Объектами исследования послужили годовики, двух-, трех- и четырехгодовалые производители исходного маточного стада золотистой форели.

Проверку самок на созревание проводили два раза в неделю, и на основании полученных данных устанавливали сроки нереста маточного стада в нерестовом сезоне. У зрелых самок и самцов измеряли вес, длину, высоту и толщину тела, длину головы. У самок определяли рабочую плодовитость и средний вес овулировавших икринок, а у самцов – объем эякулята. Характеристика производителей представлена в сравнении с показателями радужной форели других пород, содержащихся на хозяйстве.

Икру от каждой племенной самки инкубируют отдельно в аппаратах Шустера. В этих же аппаратах происходит вылупление личинок и выдерживание их в начальный период эндогенного питания. Переход к активному питанию и выращивание мальков до средней массы тела 1,5 – 2 г осуществляют в прямо точных бетонированных бассейнах 7,0 x 0,6 x 0,5 м с плотностью посадки 20 – 30 тыс. шт/м³. Следующий этап выращивания молоди проводят в выростных прудах площадью 150 м², объемом воды около 150 м³ и расходом воды 8 – 10 л/сек. Плотность посадки не превышает 10 кг/м². После того, как племенная рыба достигнет веса тела в среднем 100 г, её дальнейшее выращивание осуществляют в нагульных прудах площадью 600 м² или 900 м² при проточности воды 16 л/сек и плотности посадки 5 – 6 кг/м².

Рыб кормят гранулированными форелевыми кормами финской фирмы «Реху-Райсио» и датской «БИОМАР». Режим и нормы кормления корректируют в зависимости от температуры воды, возраста и размера рыб в соответствии с нормативами.

Результаты селекционных работ

При большом разнообразии рыб в оттенках, их можно разделить на четыре группы.

В первую группу включили рыб ярко-золотистой окраски. Особенно интенсивное золотое окрашивание наблюдали на спине и выше боковой линии, вдоль которой проходила полоса яркомалинового цвета. Отчетливо прослеживался форелевый рисунок. Все плавники были окрашены в золотисто-розовый цвет с малиновым оттенком. Ниже боковой линии хорошо заметны серые пятна. Брюшко светлое с желтоватым оттенком. Количество таких рыб в общей выборке составило 226 штук или 23 %.

Рыбы, включенные во вторую группу, по окраске были схожи с рыбами первой группы, но общий тон менее яркий, ближе к светло-желтому. Спинка приобретает легкий сероватый оттенок, а брюшко почти белого цвета. Форелевый рисунок и пятнистость прослеживаются отчетливо. Таких рыб в выборке было 211 штук или 21 %.

Третья группа состояла из особей, окраска которых занимала как бы промежуточное место между золотистым и обычным окрашиванием. Эту окраску отнесли к типу паломино. Серый цвет тела, особенно темный выше боковой линии, включал в себя желтые оттенки. Пятнистость была более интенсивной, а форелевый рисунок и пятна были более темного цвета, чем у рыб первых двух групп. При этом полоса вдоль боковой линии сохраняла малиновое окрашивание, а плавники включали в себя малиновые и розовые оттенки. В этой группе насчитали 304 штук рыб, что составило 31 % от общей выборки.

Четвертую группу составляли рыбы обычной окраски, не отличающиеся по внешним признакам от радужной форели других пород. Численность группы составляла 245 штук или 25%.

Таким образом, наблюдали примерно равное соотношение рыб четырех типов окраски у годовиков-потомков самок и самцов

золотистого фенотипа: 23 % золотистых, 21 % желтых, 31 % паломино и 25 % обычных.

Итоги проведенных исследований свидетельствуют о том, что во второй генерации рыб при скрещивании самок и самцов золотистой окраски количество рыб обычного фенотипа в потомстве достигает 25%, а в случае скрещивания золотистых самок с обычными самцами, эта величина возрастает до 50 %.

Самцы золотистой форели были в 1,2 – 1,9 раз больше по весу тела рыб сравниваемых пород форели (табл. 1). Изменчивость самцов по этому признаку была несколько выше, чем у самок, при этом коэффициент вариации у золотистых самцов занимает промежуточное положение среди других пород. Индексы телосложения и по средним значениям, и по их вариабельности сопоставимы у всех рыб.

Таблица 1.

Морфометрические показатели трехгодовалых самцов форели

Показатели	Золотая форель	Камлоопс	Адлер
Вес тела, г	2402,7 ± 81,12	1370,7 ± 31,33	1940,6 ± 54,87
Индекс упитанности	1,19 ± 0,019	1,06 ± 0,01	1,18 ± 0,013
Индекс толщины	10,3 ± 0,09	9,9 ± 0,07	10,9 ± 0,09
Индекс головы	25,2 ± 0,18	24,3 ± 0,13	24,5 ± 0,21

Остается открытым вопрос о причинах возникновения цветовых аномалий у рыб, и каждый случай их появления привлекает внимание с точки зрения теоретических исследований и практического использования в рыбоводстве.

Таким образом, исследование золотой форели в Ропшинском хозяйстве позволило разделить всех особей на 4 цветовые группы:

- ярко-золотистая;
- светло-желтая;
- тип «паломино» (промежуточная серовато-желтоватая);
- рыба обычной для форели окраски.

Результаты наших исследований показали преимущества форели золотистой окраски перед традиционными породами радужной форели по основным биолого-рыбоводческим признакам.

Проведен отбор самок и самцов по основным рыбоводным признакам: масса и размер тела, плодовитость, масса икринок, выживаемость потомства.

Учитывая положительные результаты селекционных достижений при работе с породой форели золотистой окраски в Ропшинском ФСГЦР, создано маточное стадо этой породы, а также планируется исследование этой породы методами генетики.

К.К. Каримов

РАБОТА НА ЗООЛОГИЧЕСКОЙ ФЕРМЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ РГПУ им А.И.ГЕРЦЕНА

Биологическая станция является летним учебным полигоном и природной лабораторией научных исследований студентов многих специальностей, изучающих биологию. Она расположена в 70-ти километрах к югу от города на живописном берегу Вырицкого водохранилища реки Оредеж. В этом году с момента ее организации прошло 70 лет. Поскольку события, связанные с юбилеем всегда навивают мысль о былой жизни, то возникает повод рассказать, что за сокровища накапливались в ее золотом учебном фонде за прошлые годы трудами наших предшественников.

В соответствии с учебными предметами биологическая станция имеет множество различных отделов, которые можно отнести к трем большим ботаническим, зоологическим и методическим (в преподавании биологии) секторам. Однако, согласно теме нашего повествования речь в основном пойдет о учебной базе кафедры зоологии.

Зоологическая ферма, которая уже более 50-ти лет служит делу просвещения студентов биологов, в настоящее время обеспечивает содержание и воспроизводство семи пород кроликов. Поголовье родительских особей – 80-90 голов, с потомством в летнее время их общая численность достигает 350-400 голов. Кролики в основном содержатся в деревянных и в небольшом количестве в сетчатых экспериментальных клетках. Деревянные клетки установлены блоками по 20 клеток в каждом из пяти рядов, а сетчатые – под навесом и в не отапливаемом помещении – в бывшей голубятне. Для хранения корма, тары и запасных материалов имеются подсобные помещения. Имеется оборудованный для занятий летний класс. Кроликов обслуживает рабочий персонал.

Кроликов на биологическую станцию впервые завезли в 1956 году в небольшом количестве в составе трех пород – белый великан, серый великан и шиншилла. К 1970 году их число увеличилось до 12 пород, а через четыре года – ещё на 2 породы. В 1976 году для них построили типовой крольчатник с удобными в обслуживании и содержании кроликов клетками. В 90-ые годы поголовье кроликов и

разнообразие пород пришлось сократить почти вдвое, а ввиду остановки ремонтно-строительных работ крольчатник оказался на грани полного износа.

С 2004 года в течении трех лет удалось произвести почти полную реконструкцию всей фермы с соответствующим благоустройством учебной и производственной территорий. Животные теперь обеспечиваются всеми видами кормов и лечебно-профилактических средств в полном объеме. Появились возможности закупать племенных животных для поддержки генетической структуры пород. По трем породам такая работа уже выполнена, по остальным породам она будет продолжена в конце текущего и течение следующего годов.

Кролики породы *белый великан* самые крупные, взрослые самки имеют живую массу 5.0-5.7 кг, самцы – 5.5-6.5 кг, скорость роста крольчат значительно выше, чем у сверстников из других пород – стандартную массу тела к 120 дневному возрасту достигают на 13-18 дней раньше. Плодовитость и выживаемость высокие, альбиносы – шерстный покров белый, глаза красные, уши розовые. Получены за счет отбора и широкого разведения мутантов по окраске среди кроликов породы фландр в Германии в конце XIX в. В скрещиваниях с кроликами любых цветных пород приносят только цветных крольчат, т.е, имеют гомозиготный рецессивный генотип – универсальный анализатор.

Кролики породы *шиншилла* серой масти, обусловленной соответствующими мутантными аллелями из серии, ведущие к альбинизму. Взрослые животные и крольчата по всем хозяйственно-полезным признакам уступают белым великанам незначительно. Широко распространены в личных и фермерских хозяйствах, неприхотливы к уходу и содержанию. Скрещивают с белыми великанами и другими породами для производства высокоскороспелых мясных крольчат.

Кролики породы *калифорнийская* по окраске тоже относятся к той же серии мутации альбинизма как и две предыдущие – уши, лапы, хвост и кончик морды темноокрашены на общем фоне белой окраски, как у белых великанов глаза красные, уши розовые. Они доминируют по окраске над белыми великанами, но рецессивны по отношению к шиншиллам, черно-бурым и другим цветным кроликам. Эти кролики как уникальные экспонаты используются для

демонстрации явления термозависимости в проявлении активности мутантных аллелей гена окраски. Порода создана в США в начале прошлого столетия, но позднее – 80-ые годы преобразована и специализирована в одну из родительских форм в скрещиваниях по получению гибридных крольчат, используемых в бройлерном производстве. Исключительная ценность их в том, что в межпородных скрещиваниях от них получают потомство с бурным ростом в начальный период жизни – за 86-90 дней достигают стандартную убойную массу – 2.5-2.7 кг.

Кролики *черно-бурой* породы, имеют сплошную темно-коричневую окраску, доминантную по отношению к окраскам всех трех предыдущих пород – у них доминантный гомозиготный генотип с дикими аллелями. Они такие же крупные по массе и размеру тела как и белые великаны, но уступают им лишь по мясной скороспелости крольчат и взрослых животных. Их высокий рейтинг по хозяйственной ценности среди других пород (в истории кролиководства) подтверждается особо уникальным фактом – создание этой и серебристой пород оценивалось как выдающийся в мире селекционное достижение и за этот героический труд их автор Никитин был удостоен Сталинской премии. В настоящее время они сохранились у любителей кролиководов и в некоторых небольших фермерских хозяйствах. В экстенсивном производстве за счет сочетания большой массы тушек с крупными размерами сплошной темно-коричневой окраски шкур с прочной мездрой от разведения кроликов этой породы получают достаточно удовлетворительный доход.

Кролики *серебристой* породы, как и черно-бурой созданы одновременно тем же именитым автором Никитиным в 40-ые годы прошлого столетия в одних хозяйственных условиях (Татарская АССР) для получения животных с универсальной продуктивностью. От своих собратьев по селекции они кроме серебристо серой окраски почти ничем не отличаются. В качестве учебного экспоната они интересны тем, что в генотипе имеют доминантный ген – ген депигментации окраски волос, который блокирует распределение меланина в волосные фолликулы равномерным их чередованием. Действие генов проявляются с месячного возраста крольчат. С этого возраста изначально сплошь черные крольчата начинают постепенно серебриться начиная с груди, далее вокруг морды, между ушами,

передние лапы, лопатки, бока, брюхо, хребет, хвост, круп, задние лапы. К достижению половозрелости поселение заканчивается и молодой приобретает типичную окраску, характерную для взрослых животных. У взрослых кроликов отчетливо обнаруживается эффект дозы гена по данному признаку. Оба признака наглядно обнаруживаются в небольшом интервале жизненного цикла животных, что очень важно в целях учебной работы.

Тюрингемская порода была завезена в 1986 году в количестве двух самок и одного самца. Их потомки образуют имеющиеся в настоящее время стадо тюрингемских кроликов и представляют собой живой экспонат действия эффекта основателя или «бутылочное горлышко». На их примере можно обсуждать вопросы о чистых линиях Йогансена, инбредном минимуме, генетико-автоматических процессах. Кролики этой породы имеют сплошную желто песочную окраску разной интенсивности, зависящей от дозы гена.

Что касается кроликов **венской голубой** породы, то можно сказать, что они в мировом кролиководстве с давних пор пользуются большим спросом и широкой известностью благодаря уникальной и красивой окраске меха – пепельно-серой с оттенком от светло голубой до темно серой. Они мельче по сравнению с кроликами вышеназванных пород, обладают более изнеженной конституцией и, следовательно, требуют большего внимания в кормлении и уходе. Ценность их как учебно-демонстрационного материала определяется генотипом серой окраски. Такая окраска возникает за счет различной степени агрегации пигментных гранул в меланосомах под действием ответственных за это генов. Фенотип серой окраски этих кроликов является удачной находкой в изучении вопросов меланогенеза по теме генетики окраски животных.

Интересным объектом наблюдения и разведения являются **карликовые кролики**. Они имеют миниатюрные размеры очень подвижные, имеют высокую активность почти во всех жизненных проявлениях. Селекционерам удалось придать их облику самый разнообразный и причудливый вид – одни мохнатые пушистые, другие с еле заметной гладкой шерстью, бывают со смешными висячими ушами другие в противоположность им – зачаточными короткими ушами, среди них нередко встречаются кролики с различными отделками головы – над глазами, вокруг шеи, на кончике морды имеются обрамления из прямых или волнистых пучков волос.

Существует множество разнообразных пород карликовых кроликов по окраске и расцветке меха.

Функционально учебная мини кроликоферма выполняет три важные взаимосвязанные задачи – учебную, научную и воспитательную. Студенты биологи здесь имеют возможность на живом материале изучить законы моногенного наследования признаков на примере окраски шерсти кроликов, обнаруживают особенности взаимодействия разных генов на характер, интенсивности и тональности рисунка, получают полное представление о закономерностях наследования признаков, обусловленных серией множественных аллелей, делают важные выводы о физиологических и биохимических механизмах действий и взаимодействий отдельного и нескольких генов и решают задачи по наследованию количественных качественных признаков.

В рамках учебной дисциплины «Практическая зоология» кролики, как представители класса млекопитающих, используются как модельные животные, на примере которых студенты осваивают учебный материал по общей зоотехнии, связанный с вопросами разведения и селекции, особенностями кормления и содержания, специфики лечения и профилактики болезней животных. Плодовитость, интенсивность размножения, темпы роста и развития, выживаемость, характер питания, качество продукции оцениваются студентами в определении относительной экономической значимости разных видов животных. Здесь студенты также приобретают элементарные навыки ухода за животными, знакомятся с особенностями поведения самцов и самок, и молодых животных, делают выводы в отношении организации технологического цикла.

Зоологическая ферма с разнообразными породами кур и кроликов используется студентами как экспериментальная лаборатория при изучении курса методики обучения биологии – здесь они проводят разнообразные и интересные экскурсионные занятия, на которых всегда много школьников из городских и сельских школ. Особенно интересно и трогательно наблюдать за детьми из детских садов и оздоровительных лагерей, которые, можно сказать, впадают в оцепенение от изумления при виде разноцветных кур и кроликов в меховой радуге и готовы никогда не расставаться с пушистым крольчонком, если удастся взять его на руки. Говоря о посещаемости животноводческой фермы следует отметить, что летом здесь

достаточно многолюдно – все кто бывает и живет в Вырице не могут отказать в удовольствии себе и своим детям не приехать и не посмотреть на обитателей чудо уголка родного поселка.

Кролики как объект научных изысканий среди млекопитающих, без преувеличения можно сказать, сравнимы со знаменитой на небосклоне генетической науки плодовой мушкой (*Drasophila melanogaster*). Но, последних они явно превосходят по своим размерам и привлекательности, кроме того от них так же получают диетическое мясо. За все время, сколько существует мини кроликоферма, трудно на сегодняшний день точно сказать, сколько студенческих научных работ было выполнено по вопросам биологии, разведения, генетики, селекции, методам кормления и содержания кроликов, но безошибочно можно утверждать – их было достаточно много. Это немалая лепта скромной кроликофермы в развитии научного мышления будущих педагогических кадров.

С 2004 года, в плане развития научной работы с кроликами сделаны определенные шаги по накоплению и анализу информации о перспективах развития мирового и отечественного кролиководства. Намечены пути обогащения генофонда двух пород аллелями высокой сочетаемости родительских пар по мясной скороспелости потомства за счет применения специфической технологии отбора. Предварительные результаты 2-х летней работы по этому вопросу изложены в трудах кафедры зоологии и отмечены дипломом второй степени на университетской выставке научных достижений. В выполнении важных и ответственных работ по вакцинации и мечения животных, ежемесячных взвешиваниях, отъема и пересадке крольчат активное участие с большим желанием принимают студенты разных курсов. Благодаря энергичной и инициативной работе студентов наша ферма с каждым годом становится все более благовидным и уютным местом для работы и учебы. Студенты любят животных, общение и работа с ними для них счастливое событие. В период полевых практик совместный труд и общения студентов и преподавателя в общественно полезных работах приобретает окраску воспитательного характера.

На зоологической ферме вышеназванным породам кроликов превосходным дополнением является коллекция из 10 замечательных пород кур. Однако, как бы то не было, вспоминая об их недалеком прошлом не отделаться от мысли, что сегодняшнее великолепие этих

галлусов не больше, чем урезанный остаток былой роскоши «птичьего царства». В начале и середине 80-х годов в этом «царстве» насчитывалось почти 400 голов взрослой птицы с птенцами доходивших до 1000 голов 4-х видов 38 пород. Кур и гусей было по 14 пород, уток – 8, цесарок – 2. Это были особо ценные птицы. Некоторые из них уже тогда числились, а потом к ним добавилось еще несколько в списке пород находящихся на грани исчезновения и подлежащих охране в специальных резерватах – генофондных фермах или хозяйствах. Кстати, уместно сказать, что теперь с этого года породам кур биологической станции по договору с ВНИИГРЖ РАНСХ определен статус – дублирующий резерв удаленной локализации соответствующих генофондных пород.

Породный состав кур не случаен, а определен с учетом наличия в генотипе интересных генов и их аллелей для демонстрации пройденного учебного материала по теоретическому курсу практической зоологии и генетики. Их генеалогия, история, место, цель и задачи их создания, районы широкого разведения в сочетании с разнообразием их генетического багажа используются для иллюстрации эволюции домашнего птицеводства вплоть до современной промышленной технологии. В коллекции пород постоянно присутствуют итальянские куропатчатые (с диким фенотипом окраски), знаменитые всему миру австролорпы с рыхлым оперением сплошной черной окраски (предки английские орпингтоны, описанные в происхождении видов Ч. Дарвином), светлый суссекс, нью-гемпшир, загорские лососевые, юрловские голосистые, белый леггорн, черно-пестрые австролорпы, пушкинские золотистые, детскосельские серебристые, теперь к ним присоединились кохинхины, китайские шелковистые и павловские чубатые.

Такой богатый состав пород с уникальными признаками внешнего облика кур позволяет, в частности, на живом примере показать проявление закона Бэтсона по взаимодействию генов в определении формы гребня. Классическим объектом в демонстрации доминантного эпистаза служат белые леггорны. Эти же куры, имея в генотипе, кроме доминантного ингибитора окраски оперения ещё и ген доминантной белой окраски кожи, введенные в их генотип специалистами генетиками дают пример какими путями они достигли кардинального улучшения товарного качества мяса и заложили

основы бройлерного и яичного производства. Светлые суссексы и нью-гемпширы используются студентами в решении задач по получению автосексных кроссов, которое основано на явление сцепленного с полом наследования признаков, открытое Т.Х.Морганом у плодовых мушек еще в 1910 году. В последние десятилетия в бройлерном и яичном птицеводстве, ввиду большой экономической выгоды, создают автосексные кроссы карликовых кур. В этом случае ген карликовости так же локализован в половой хромосоме кур. Студенты составляют схему скрещивания, чтобы получить нужные генотипы для конкретного вида товарной птицы. Эти примеры вполне достаточны, чтобы понять значимость коллекции пород в занятиях по полевой практике. Студентами за многие годы написаны замечательные курсовые работы, связанные с множеством разнообразных вопросов биологии, поведения, происхождения и интенсивного использования птиц. Достоинно уделить внимания проявлению студентами здесь бурного интереса и исследовательского любопытства в отношении изучения хозяйственно-полезных признаков и породного разнообразия кур.

Для полноты общей картины рассказа о зооферме есть смысл добавить к историческим фактам ответы на вопрос – как это было? Например, сегодня даже очевидцам не верится, что на месте кролиководческих сооружений и птицеводческих помещений когда-то была низина с болотной растительностью, заросшей густым мхом как и в соседствующем лесу. Теперь по высоте расположения этого комплекса можно судить какой героический трудовой подвиг был совершен здесь во имя осуществления заветного желания. При этом ради истины следует лишь добавить, что побудительным мотивом этих желаний было выполнение партийных постановлений о подъеме сельского хозяйства, близко коснувшихся и педвузов. Такие прорывы были предприняты 1953 и 1980 годы и по директивам партийных Пленумов в педвузах в те же годы создавались кафедры основ сельского хозяйства. Первая такая кафедра у нас функционировала с 1953 по 1964-ый, а вторая с 1983 по 1989 год. Безусловно, эти встряски сыграли положительную роль в создании и укреплении учебной и материальной базы биологической станции (до 1998 года агробиологическая станция). Для иллюстрации данного утверждения приведем лишь две фразы из объемной работы «Роль агробиологической станции педагогического института в

практической подготовке студентов по сельскому хозяйству», написанной в 1957 году профессором кафедры основ сельского хозяйства В.А.Матисона, - «... Кафедра основ сельского хозяйства имеет лаборатории агрономии и растениеводства, опытное поле площадью в 8 гектаров, где размещаются в полевом и овощекормовом севооборотах типичные для зоны культуры, полигон в 2.5 гектара для занятий по механизации сельского хозяйства, парники, теплица, коллекционно-опытный участок в 1 гектар, учебный плодово-ягодный сад, где размещено 250 яблонь в 52 сортах, ягодные питомники. Достаточно богат и машинно-тракторный парк станции (6 тракторов разных систем, необходимые машины и орудия), что позволяет неплохо проводить занятия по механизации сельского хозяйства». И добавим из этой же работы примечательный факт к вышеприведенным, что студенты 4-го курса тогда имели 90 дней!? полевых практик по основам сельского хозяйства. Кстати говоря, очередная попытка КПСС подъема сельского хозяйства и решения продовольственной программы в 1980 г. добавила новый виток в спирали истории института с повторным открытием 1983 году кафедры основ сельского хозяйства и в связи с чем и мне так же пришлось изменить свою трудовую биографию уходя из ВНИИ генетики и разведения животных в теперешний наш университет им. А.И.Герцена.

Гармоничное существование животных зоофермы за многие годы в прошлом (конечно и сейчас) было связано с именами уважаемых руководителей университета, (факультета) и талантливых кадров биологической станции. Например, ничем не сравнить и переоценить в этом важном деле заслуги, А.Д. Боборыкина (ректора в те годы ЛГПИ им. А.И.Герцена) – он уделял особое внимание на положение и состояние жизни животных и птиц в коллекциях пород, требовал и приучал всех к четкости и порядку в работе с ними, активно поддерживал все инициативы, направленные на улучшение их благосуществования и жизни биологической станции. Многоуважаемая В.М. Панова заведовала делами биологической станции более сорока лет, ныне на заслуженном отдыхе, всегда приветливая и вежливая, добрейшей души интеллигентный человек, проявляла неумную заботу о кормлении и уходе за животными, как добрая няня за малолетними детьми, стояла на чеку в защите здоровья сохранности живого поголовья.

Функцию специалиста (по совместительству) по животным в течение более 30 лет, начиная с 1953 года выполняла доцент кафедры зоологии И.Л. Скворцова. Она была талантливым, требовательным и ответственным специалистом. Регулярное обогащение ценными и интересными породами состава учебного коллекционера и поддержание в них генетической стабильности было делом ее большого таланта. С 1984 года продолжение ее славных дел поручено мне. Работая здесь уже немало времени могу твердо сказать, что когда замечаешь, что дела сделанные твоим старанием нравятся другим, чувствуешь в чем смысл счастья.

Вспоминая сложности в работе биологической станции в 90-ые годы и наблюдая положительные сдвиги достигнутые в наше время, можно сказать, что сегодняшние руководители университета и факультета – проректор В.П. Соломин, декан В.Н. Бредихин и другие ответственные лица во главе ректором Г.А. Бордовским проводят курс, направленный на обновление и дальнейшее процветание дорогой сердцу каждого герценовца **БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ**.

А.В. Абрамов

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ ОСТЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ УЧЕБНЫХ И НАУЧНЫХ КОЛЛЕКЦИЙ

К остеологическим препаратам относят черепа, целые скелеты животных или наборы костей животных. Остеологические препараты используются для научных исследований, в процессе педагогического обучения и в музейной экспозиции. Отпрепарированный экземпляр должен быть снабжен полной этикеткой, включающей информацию о видовой принадлежности, поле, возрасте, месте и времени добычи. Без этой информации материал не имеет научного значения. Для изготовления наглядных пособий и учебных препаратов используют, как правило, только взрослых животных. Одно из основных требований к остеологическим препаратам – кости должны быть хорошо очищены от мягких тканей, хрящей и сухожилий, обезжирены и отбелены.

Существует много способов препарирования черепов и костей посткраниального скелета. Рассмотрим особенности основных способов.

Подготовительный этап. Собранные сырые скелеты очищают от мышц. С костей срезают мускулатуру, на черепе удаляют глазные яблоки и язык, отделяют нижнюю челюсть, через затылочное отверстие извлекают мозг. Дистальные концы длинных костей конечностей крупных животных просверливают для облегчения выхода костного жира и мозга. Через эти отверстия с помощью металлической проволоки можно удалить костный мозг по частям, а затем промыть кости теплой водой.

Если в последующем скелет будет монтироваться в разборном виде, то его следует расчленить – отделить конечности в суставах и череп. Если же предполагают ставить скелет на связках, то расчленять его не следует. Обычно на связках монтируют только скелеты мелких животных (грызунов, насекомоядных, мелких птиц).

Мацерация гниением. Мацерация в воде – один из наиболее простых способов очистки черепа и костей. Собственно мацерацию проводят в холодной воде, используя деревянную, стеклянную или

пластмассовую посуду. Железная посуда для мацерации не используется, так как кости в ней заметно темнеют. Воду меняют каждые 5-7 дней. Мацерация длится не менее двух-трех недель, в зависимости от размеров объекта. После отхода остатков мускулатуры и сухожилий кости извлекают и промывают в проточной воде, затем в горячей воде с детергентами (мыло, стиральный порошок). Один из основных недостатков метода – сильный гнилостный запах, сопровождающий процесс. Чтобы ослабить запах, в воду рекомендуется добавлять агар-агар – 1.5 г агар-агара на 1 л воды (Заславский, 1966, 1980). При вовремя остановленной мацерации сохраняются остатки суставных связок, что позволяет получать скелет в анатомическом сочленении.

При мацерации скелетов в теплой воде (при температуре 30°-40°С) существенно ускоряется процесс отделения остатков мышц от костей, быстрее растворяется костный жир, более активно действует микрофлора. Мелкие объекты удобнее мацерировать непосредственно в термостатах. Скелеты крупных животных мацерируют с использованием «водяной бани» (Заславский, 1966). Мацерация в теплой воде длится не более 10-12 суток. Если она проходит недостаточно активно, добавляют кусочек свежего мяса, что ускоряет гнилостный процесс.

Вываривание. Наиболее распространенный способ подготовки остеологических препаратов. Хорошо подходит для очистки черепов и скелетов животных среднего и крупного размера.

При этом способе не требуется тщательная предварительная очистка скелета и черепа от мускулатуры. В процессе выварки могут выпадать зубы (особенно резцы и клыки), поэтому рекомендуется вываривать черепа зашитыми или завернутыми в матерчатые мешки. Также рекомендуется дистальные части конечностей (кисти и стопы) помещать в матерчатые или марлевые мешочки, предварительно забинтовав пальцы, чтобы не потерять и не перепутать мелких костей. Кости помещаются в емкость с большим количеством холодной воды и варятся на медленном огне. С кипящей воды снимают накипь. Если череп имеет рога, то следует позаботиться, чтобы они не погружались в кипящую воду. У полорогих копытных предварительно отделяют роговые чехлы, для чего, завернув в тряпку рог, поливают его кипятком. Размякший чехол обычно легко сходит со стержня. Сразу

после выварки черепа чехлы следует вновь насадить на роговые стержни, иначе они могут деформироваться. Вываривание длится до тех пор, пока мясо не начнет легко отделяться от костей, для животных среднего и крупного размера это занимает обычно несколько часов. Для ускорения процесса можно использовать скороварку или автоклав (Brown, Twigg, 1967).

После вываривания кости промывают в проточной воде, удаляя размягченное мясо и счищая остатки сухожилий с помощью щеток (например, зубных) и хирургических инструментов (скальпеля, пинцета, препаровальных игл). При очистке черепа нужно следить за тем, чтобы не повредить решетчатые кости носа, основную кость и затылочное отверстие (при удалении мозга)

Превышение времени выварки приводит к частичному или полному разрушению черепов и костей мелких и молодых животных. Также это касается некоторых групп животных (зайцеобразные, мелкие копытные) с относительно непрочными черепными швами. Чаще всего приходится лишь слегка «отваривать» такие экземпляры и потом аккуратно дочищать вручную с помощью препаровальных инструментов.

Очистка костей при помощи беспозвоночных животных.

Чаще всего для подготовки остеологических препаратов используются жуки-кожееды. Семейство кожеедов *Dermestidae* включает около 800 видов. Многие виды являются опасными вредителями зоологических коллекций, например, так называемый музейный жук *Anthrenus museorum*. Однако при соблюдении соответствующих мер безопасности кожеедов можно использовать и для обработки остеологического материала. Этот способ очистки с давних времен используется в зарубежных естественноисторических музеях (Hall, Russell, 1933; Borell, 1938; Russell, 1947). Многие зоологические музеи мира располагают специальными инсектариями, есть они и в отечественных учреждениях, например, Зоологическом институте РАН в Санкт-Петербурге. Чаще всего для очистки скелетов используются жуки-кожееды *Dermestes maculatus* и *Dermestes caninus*.

Колонии жуков содержатся в металлических или стеклянных (аквариумы) емкостях. Взрослые жуки способны летать, поэтому емкости следует закрывать сверху мелкой сеткой для предотвращения расселения насекомых. В инсектарии поддерживается температура

около 25°C. Перед помещением объекта в инсектарий рекомендуется удалить внутренности и большую часть мягких тканей (для животных крупных и средних размеров). Желательно также несколько подсушить объект – кожееды лучше справляются с сухими тканями. Скелеты и черепа помещают в инсектарий в отдельных перфорированных коробках, что предохраняет кости от перемешивания, а отверстия обеспечивают доступ жуков и личинок к объекту. Большие колонии кожеедов способны достаточно быстро очистить даже скелеты крупных животных. Например, череп медведя или оленя – за 1-2 суток.

Сравнительные исследования показали, что сухой вес и содержание кальция в остеологических материалах, очищенных вручную и с использованием кожеедов, не различаются (Hefti et al., 1980), а значит, жуки оставляют кости скелета неповрежденными и неизменными. Применение этого способа позволяет получать частично или полностью сочлененные скелеты мелких животных. Использование кожеедов особенно обосновано при деликатной очистке скелетов мелких и молодых животных.

В зоологических музеях остеологические объекты после очистки помещают в дезинсекционные камеры (газовые или морозильные) для предотвращения попадания в коллекционные фонды личинок кожеедов. После дезинсекционной камеры кости промываются и, если необходимо, обезжириваются.

Кроме жуков-кожеедов используются и другие насекомые, например личинки мучного хрущака *Tenebrio molitor*, так называемые «мучные черви». Мучной хрущак нетребователен к условиям содержания. При достаточном объеме инсектария и соответствующем кормлении колония довольно быстро развивается. Личинки мучного хрущака используются для очистки средних и крупных объектов. Мраморный, или пепельный, таракан *Nauphoeta cinerea* также применяется для очистки скелетов и черепов (Pecina, Porkert, 1975). Мраморный таракан неприхотлив, быстро размножается, всеяден – способен поедать как свежее мясо, так и вареное (но не высушенное). Для содержания необходим аквариум или пластиковый бокс с плотной крышкой и хорошей вентиляцией. Тараканы чувствительны к влажности воздуха, в инсектарии необходима поилка. Тараканы хорошо ползают по стеклу, так что необходимо исключить любые

щели в боксе. Мраморные тараканы используются для очистки объектов среднего размера (Pescina, Porkert, 1975).

Химическая мацерация. К этому способу относятся различные виды обработки остеологических объектов с помощью химических веществ. В отличие от биологической мацерации (мацерации гниением) химическая обработка значительно быстрее и эффективнее. Следует помнить, что химическая мацерация требует соблюдения точности дозировок химических веществ и температурного режима.

Использование органических препаратов. Один из старейших методов – очистка с помощью растворов различных протеолитических энзимов – трипсина, пепсина, панкреатина, папина (см. Заславский, 1966; Mahoney, 1973). Для мацерации используют водный раствор трипсина (на 4 л воды добавляют две чайные ложки трипсина и одну ложку сернистого натрия Na_2S). Обработку лучше проводить при температуре $35^{\circ}\text{--}40^{\circ}\text{C}$. Трипсиновый мацерационный раствор регулярно (раз в три дня) заменяют свежим. После отделения мягких частей от скелета в раствор добавляют 0.5 г нашатыря (NH_4Cl) и затем варят скелет на медленном огне в течение 1-2 час. При этом одновременно с мацерацией производится обезжиривание материала. При применении трипсина мацерационный раствор выделяет сильный и неприятный запах. Даже кости, полностью прошедшие обработку и сушку, сохраняют этот запах довольно долго. В настоящее время мацерация при помощи органических веществ почти не используется.

Использование неорганических препаратов. Неорганические препараты действуют быстрее органических, но при работе с ними необходимо точно соблюдать дозировки и температурный режим, так как можно легко испортить или уничтожить скелетный материал. В первую очередь это относится к таким сильнодействующим веществам, как едкий натрий и едкий калий, нашатырь и ряд других. Работать с этими веществами можно только в резиновых перчатках.

Мацерация едким калием и едким натрием производится при температуре раствора не выше $35^{\circ}\text{--}40^{\circ}\text{C}$. Перегревание может привести к разрушению костей. Для поддержания нужной температуры можно использовать принцип «водяной бани». Этот

раствор размягчает мышцы и превращает жир в мыло, которое легко смывается теплой водой.

При мацерации содой Na_2CO_3 кости погружают в теплый раствор (20 г соды на 1 л воды) и проваривают в течение 4-5 часов на небольшом огне до полного отделения мышц. Для мацерации скелетов молодых особей следует использовать менее концентрированный раствор (10 г соды на 1 л воды). Повышенная температура раствора и кипение может привести к разрушению костей.

Хорошие результаты достигаются при обработке антиформинном. Антиформин (раствор хлорноватистокислого натрия) используется как дезинфекционное средство в медицине и ветеринарии. Для приготовления антиформина 150 г соды растворяют в 250 см^3 воды, затем 100 г хлорной извести – в 750 см^3 воды. Оба раствора сливают вместе и тщательно перемешивают. Готовый раствор отфильтровывают и добавляют в него 1250 г едкого натра, 15% раствор этого состава и есть антиформин (см. Заславский, 1966). Раствор хранят в темном и прохладном месте. Кости помещают в теплый 10% раствор антиформина. Процесс мацерации длится 6-12 часов в зависимости от размеров объекта. Мышцы при мацерации антиформинном превращаются в желеобразную массу, легко смываемую струей горячей воды. Если мацерация не дала нужных результатов, ее можно повторить. По окончании мацерации кости следует выдержать в горячей воде не менее суток.

В Англии долгое время использовался метод очистки костей при помощи тетрагидрата пербората натрия $\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (Charman, Charman, 1969). Сначала скелет варится (до готовности мяса), потом помещается в раствор пербората натрия на несколько часов. После этого кости промываются с использованием детергентов и высушиваются. Существует модифицированный вариант этого метода (McDonald, Vaughan, 1999). Тушки животных помещаются в раствор тетрагидрата пербората натрия в просторную емкость и выдерживаются в течение 2-3 дней при температуре 60°C . Концентрация раствора и время экспозиции зависят от объекта. Авторы (McDonald, Vaughan, 1999) указывают следующие параметры для черепов и скелетов горностая и ласки: 15 г пербората на 150 мл воды, продолжительность 48 часов; для черепов и скелетов зайца-

русака: 55 г вещества на 800 мл воды, продолжительность обработки 72 часа.

Сотрудники Всероссийского НИИ охотничьего хозяйства и звероводства (Соловьев и др., 2007) разработали способ очистки остеологических материалов с использованием дешевого и доступного реактива – декагидрата тетраборат натрия или буры ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Кости и черепа, предварительно очищенные от мышц, помещаются в водный 10-13% раствор буры и подвергаются термической обработке. Термическая обработка проводится в термостате при температуре не выше $70^\circ\text{-}90^\circ\text{C}$ (используется стеклянная посуда) или на электрической/газовой плите (используется алюминиевая посуда). Мацерация в термостате более длительна, но требует меньше внимания. Время экспозиции зависит от температуры раствора. Авторы (Соловьев и др., 2007) указывают следующие параметры: для черепов ондатры – экспонирование в 13% растворе при температуре 60°C в течение 22-23 часов; для черепов барсука – экспонирование в 10% растворе при температуре 90°C в течение 16 часов. Избыточная концентрация раствора и излишняя продолжительность экспозиции может привести к разрушению костей, черепа могут распасться на отдельные кости. Черепа и скелеты молодых животных следует обрабатывать осторожно, постоянно контролируя состояние объекта. После мацерации с применением буры последующее обезжиривание и отбеливание костей не требуются.

Обезжиривание очищенных костей. При химической мацерации большая часть жира и костного мозга из костей удаляется. Если же в процессе сушки скелета на отдельных костях появляются жировые пятна, то такие кости необходимо дополнительно обезжирить.

Можно использовать в качестве обезжиривающих средств различные органические растворители (технический трихлорэтилен, ацетон, хлороформ, серный эфир). Хорошим обезжиривающим средством является бензин. Отдельные жирные кости или целые скелеты, предварительно тщательно высушенные, погружают в очищенный бензин. Сосуд с бензином должен быть установлен в таком месте, где бы исключалось его возгорание. Бензиновое обезжиривание сильно зажиренных костей требует длительного времени (1-2 мес.).

Более удобный и доступный способ – обезжиривание с помощью соды (Na_2CO_3). Кости помещают в теплый 5-10% раствор соды. Раствор доводят до кипения и оставляют скелет в теплой воде на 24 часа. Вынутые кости проваривают в чистой воде. Образовавшиеся при взаимодействии жирных кислот с содой мыла хорошо растворяются в горячей воде.

При появлении незначительного жирного налета на костях можно обезжирить их погружением на 20-30 часов в 10% раствор нашатырного спирта.

М.А.Заславский (1966) рекомендует использовать для обезжиривания сероуглерод CS_2 . Сероуглерод растворяет многие жиры и смолы и может применяться, когда обезжиривание бензином не дает нужных результатов. Скелет или отдельные кости опускают в емкость с сероуглеродом. Обезжиривание длится 2-3 недели. Сероуглерод испаряется при комнатной температуре, поэтому для предотвращения быстрого испарения в емкость доливают воду, которая тонкой пленкой покрывает поверхность сероуглерода и препятствует его испарению.

Отбеливание. Отбеливание желательно для всех остеологических препаратов, особенно после мацерации. Оно производится 3-5% раствором перекиси водорода в эмалированной, деревянной или стеклянной посуде. Для ускорения реакции рекомендуется добавлять 2.5 г нашатырного спирта на 1 л раствора (Заславский, 1980). Отбеливание костей и черепов животных среднего размера (например, представители семейства куньих) длится 4-5 часов, крупных животных (крупные копытные и хищники) – 10-15 часов. Отбелку костей следует вести только при ярком освещении. Во время работы кости необходимо переворачивать для равномерного отбеливания. Естественная окраска костей светло-желтоватая, поэтому не следует добиваться слишком большой белизны. Отбеленные кости тщательно промываются теплой водой, а затем просушиваются.

Литература

Заславский М.А. 1966. Изготовление чучел птиц, скелетов и музейных препаратов. Таксидермия птиц. Ленинград: Наука. 251 с.

- Заславский М.А. 1980. Обработка охотничьих трофеев // Охота и охотничье хозяйство, 1, 10-12.
- Соловьев В.А., Сергеев А.А., Жиряков А.С., Фоминых С.В. 2007. Эффективный способ обработки остеологического материала млекопитающих и птиц // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию ВНИИОЗ. С. 411-412.
- Borell A.E. 1938. Cleaning small collections of skull and skeletons with dermestid beetles // Journal of Mammalogy, 19, 102-103.
- Brown J.C., Twigg G.I. 1967. The rapid cleaning of bones in quantity // Journal of Zoology (London), 153, 566-567.
- Chapman D.I., Chapman N. 1969. The use of sodium perborate tetrahydrate ($\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) in the preparation of mammalian skeletons // Journal of Zoology (London), 159, 522-523.
- Hall E.R., Russell W.C. 1933. Dermestid beetles as an aid in cleaning bones // Journal of Mammalogy, 14, 372-374.
- Hefti E., Trechsel U., Rüfenacht H., Fleisch H. 1980. Use of dermestid beetles for cleaning bones // Calcified Tissue International, 31, 45-47.
- Mahoney R. 1973. Laboratory techniques in zoology. 2nd edition. London: Butterworths. 518 p.
- McDonald R.A., Vaughan N. 1999. An efficient way to prepare mammalian skulls and bones // Mammal Review, 29, 265-266.
- Pecina P., Porkert J. 1975. Chov švába *Nauphoeta cinerea* a jeho použití pro preparaci středně velkých koster a lebek obratlovců // Lynx (nov.ser.), 17, 76-78.
- Russell W.C. 1947. Biology of the dermestid beetle with reference to skull cleaning // Journal of Mammalogy, 28, 284-287.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>В.Ф. Шуйский, Т.В. Максимова, Е.Г. Чернова, Е.В. Иванов</i>	
МЕТОД ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОГО ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА	4
<i>М.А. Мамкаева, К.А. Мамкаева, А.В. Плюц, Н. Герреро М., С.А. Карнов</i>	
БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ХИТРИДИЕВОГО ГРИБА <i>Polyphagus parasiticus</i> Now.	17
<i>Е.А. Никитина</i>	
РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА РАЗЛИЧНЫХ АГЕНТОВ	29
<i>А.В. Аванесян, А.В. Арсеньева, Е.В. Шапкина</i>	
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОЙ МЕЗОФАУНЫ ГАТЧИНСКОГО РАЙОНА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	35
<i>А.В. Аванесян, Ю.А. Сакина</i>	
ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ, ПОЧВЕННОЙ И НАЗЕМНО-ВОЗДУШНОЙ ФАУНЫ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ	44
<i>К.К. Каримов</i>	
СЕЛЕКЦИЯ ПО ПЛОДОВИТОСТИ ОДНА ИЗ ВАЖНЕЙШИХ ЗАДАЧ ПОВЫШЕНИЯ МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ САМОК КРОЛИКОВ	54
<i>В.Н. Лебедев</i>	
НЕКОТОРЫЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ	58
<i>Г.Л. Атаев, Н.П. Исакова</i>	
ГЕРМИНАЛЬНЫЕ МАССЫ ПАРТЕНИТ <i>Echinostoma caproni</i> (Trematoda: Echinostomatidae)	62
<i>Е.Е. Прохорова, Т.А. Разумова</i>	
КЛЕТОЧНЫЙ СОСТАВ ГЕМОЛИМФЫ МОЛЛЮСКОВ	

<i>Planorbarius corneus</i> (Gastropoda, Pulmonata)	70
<i>П.С. Горбунов</i> БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫЕ ПРИЗНАКИ КАРПАТСКИХ ПЧЕЛ И ИХ ПОМЕСЕЙ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	75
<i>В.З. Крупкин, М.А. Гвоздев</i> МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ СЕЛЕКЦИИ ЭКЗОТИЧЕСКИХ ПОРОД РЫБ	99
<i>К.К. Каримов</i> РАБОТА НА ЗООЛОГИЧЕСКОЙ ФЕРМЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ РГПУ им А.И.ГЕРЦЕНА	104
<i>А.В. Абрамов</i> МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ ОСТЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ УЧЕБНЫХ И НАУЧНЫХ КОЛЛЕКЦИЙ	114

Авторы научных статей сборника

Абрамов А.В., к.б.н., старший научный сотрудник ЗИН РАН.
abramov@zin.ru

Аванесян А.В., к.б.н., доцент кафедры зоологии РГПУ им. А.И.Герцена.
Арсеньева А.В., студентка факультета биологии РГПУ им. А.И.Герцена.
Атаев Г.Л., д.б.н., профессор кафедры зоологии РГПУ им. А.И.Герцена.
Гвоздев М.А., к.б.н., профессор кафедры зоологии РГПУ им. А.И.Герцена.
Герреро Н.М. студентка факультета биологии РГПУ им. А.И.Герцена.
Горбунов П.С., к.б.н., доцент кафедры зоологии РГПУ им. А.И.Герцена.

pgorbunov@rambler.ru

Иванов Е.В., студент факультета биологии РГПУ им. А.И.Герцена.
Исакова Н.П., ассистент кафедры зоологии РГПУ им. А.И.Герцена.
Каримов К.К., к.с-х.н., доцент кафедры зоологии РГПУ им. А.И.Герцена.
Карпов С.А., д.б.н., профессор кафедры зоологии РГПУ им. А.И.Герцена.
Крупкин В.З., к.б.н., доцент кафедры зоологии РГПУ им. А.И.Герцена.
Лебедев В.Н., ассистент кафедры ботаники РГПУ им. А.И.Герцена. *antares-*

80@yandex.ru

Максимова Т.В., к.б.н., специалист Городского центра экспертиз "Экология".
Мамкаева М.А. биологический НИИ СПбГУ
Мамкаева К.А. биологический НИИ СПбГУ

Никитина Е.А., к.б.н., старший научный сотрудник Институт Физиологии
им. И.П.Павлова РАН, доцент кафедры зоологии РГПУ им. А.И.Герцена.
21074@mail.ru

Плющ А.В. биологический НИИ СПбГУ

Прохорова Е.Е., аспирант кафедры зоологии РГПУ им. А.И.Герцена.
Разумова Т.А., студентка факультета биологии РГПУ им. А.И.Герцена.
Сакина Ю.А., студентка факультета биологии РГПУ им. А.И.Герцена.
Чернова Е.Г., студентка факультета биологии РГПУ им. А.И.Герцена.
Шапкина Е.В. студентка факультета биологии РГПУ им. А.И.Герцена.
Шуйский В.Ф., д.б.н., профессор кафедры зоологии РГПУ им. А.И.Герцена.

shuisky.v@mail.ru

Научное издание

**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ,
ЭКОЛОГИЯ И ЖИЗНЕННЫЕ ЦИКЛЫ
ЖИВОТНЫХ**

Научные труды кафедры зоологии
РГПУ им. А.И.Герцена

ВЫПУСК 7

Научный редактор М.А.Гвоздев
Технический редактор П.С.Горбунов

Лицензия ИД № 01957 от 05.06.2000

Подписано в печать 20.12.07. Формат 60x88 1/16
Бумага офсетная. Печать оперативная.
Гарнитура «Таймс». Усл. печ. Л.
Тираж 500 экз. Заказ 112/2

ООО «ТЕССА»
190121, Санкт-Петербург, Английский пр., 2