

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОУВПО «МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.П. ОГАРЕВА»

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИОЛОГИИ,
БИОХИМИИ И ГЕНЕТИКИ
ЖИВОТНЫХ**

**Материалы II Международной
научной конференции**

САРАНСК
2009

УДК 591.1: 575: 577.1

ББК Е 08

А 437

Редакционная коллегия:

к.б.н. А. Г. Бакиев, к.б.н. В. С. Вечканов, д.б.н. В. А. Кузнецов,
к.б.н. А. Л. Маленев, д.б.н. В. В. Ревин, к.б.н. А. Б. Ручин (отв. редактор)

А 437 **Актуальные** проблемы экологической физиологии, биохимии и генетики животных: Материалы II Междунар. науч. конф. / Редкол.: А.Б. Ручин (отв. ред.) и др. – Саранск: Типография ООО «Мордовия-ЭКСПО», 2009. – 180 с.

В сборнике представлены материалы II Международной научной конференции по различным проблемам экологической физиологии, биохимии и генетики животных. Рассмотрены актуальные проблемы экологической физиологии, биохимии и генетики, популяционной генетики животных и некоторые вопросы адаптационных процессов организма.

Тематика представленных сообщений разнообразна и будет интересна как специалистам биологам и экологам, так и неспециалистам, интересующимся указанными направлениями.

За содержание материалов ответственность несут авторы.

УДК 591.1: 575: 577.1

ББК Е08

© макет А.Б. Ручин, 2009

© Коллектив авторов, 2009

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВТОРНЫХ РЕГЕНЕРАЦИЙ КОНЕЧНОСТИ ИСПАНСКОГО ТРИТОНА

Д.Р. Агильон-Гутиеррес, О.В. Бурлакова, В.А. Голиченков

Московский государственный университет, 119899 Москва;

e-mail: davidrag@gmail.com

Несмотря на то, что явление регенерации давно известно, оно и по сей день остается одним из наиболее интересных и широко изучаемых направлений в биологии как механизм поддержания гомеостаза особи в онтогенезе. Для видов, у которых возможно восстановление утраченных органов, репаративная регенерация – уникальная модель исследования механизмов регуляции повторных морфогенезов, поскольку поздние этапы в регенерации конечности соответствуют развитию конечности, хотя ранние этапы, на которых формируется бластема, характерны только для регенерации (Endo et al, 2004).

В нашей работе представлены результаты сопоставления динамики повторных регенераций задней конечности испанского тритона *Pleurodelis waltlii* (Michah). Работа явилась частью длительного эксперимента по исследованию регенерации при многократных ампутациях – у животных этой группы, начиная с возраста 1.5 месяцев после метаморфоза, уже были проведены 3 ампутации задних конечностей на уровне дистальной трети бедра с интервалом в 4 месяца. Ампутации проводили тритонам, наркотизированным 0.3%-ным раствором MS-222. Плоскость ампутации проходила перпендикулярно проксимодистальной оси конечности. Ампутированные конечности фиксировали 10%-ным раствором формалина для проведения в дальнейшем анатомического анализа. После операции животных содержали отдельно друг от друга в пластиковых контейнерах, соблюдая стандартные температурные и световые условия и режим кормления. Сохраняли нумерацию тритонов в эксперименте, чтобы проследить индивидуальные особенности процессов последовательных регенераций. В опыте использовали группу из 30 животных. Один раз в неделю проводили прижизненную съемку регенерирующих конечностей с помощью МБС-10, оборудованного видеокамерой Kampro video professional, подключенной к компьютеру (программное обеспечение на компьютере – iuVCR 4 9.2.35.5.). При съемке строго соблюдали проксимо-дистальную и антерио-постериорную параллельность регенерата столику бинокуляра, что позволило провести морфометрический анализ, для чего использовали программу Plana, разработанную в Институте биофизики РАН (г. Пущино), измеряя длину и площадь дорзовентральной проекции регенерата. Данные обрабатывали статистически.

Ампутация проксимодистальной оси приводит к образованию пролиферативной зоны недифференцированных клеток (бластема), которые обеспечивают регенерацию дистальных структуры (Echeverri, Tanaka, 2004). Динамику четвертой регенерации задней конечности испанского тритона мы регистрировали с недельным интервалом в течение первых 7 недель. Рост бластемы отмечен, начиная с 14 дня после ампутации, и лишь на 42-й день у большей части животных регенераты достигают стадии «лопатки» – уплощение дистальной

части бластемы в дорзо-вентральном направлении. Однако в темпах развития регенератов наблюдали некоторый индивидуальный разброс. В наиболее продвинутом регенерате можно отметить закладку пальцев (рис. 1).

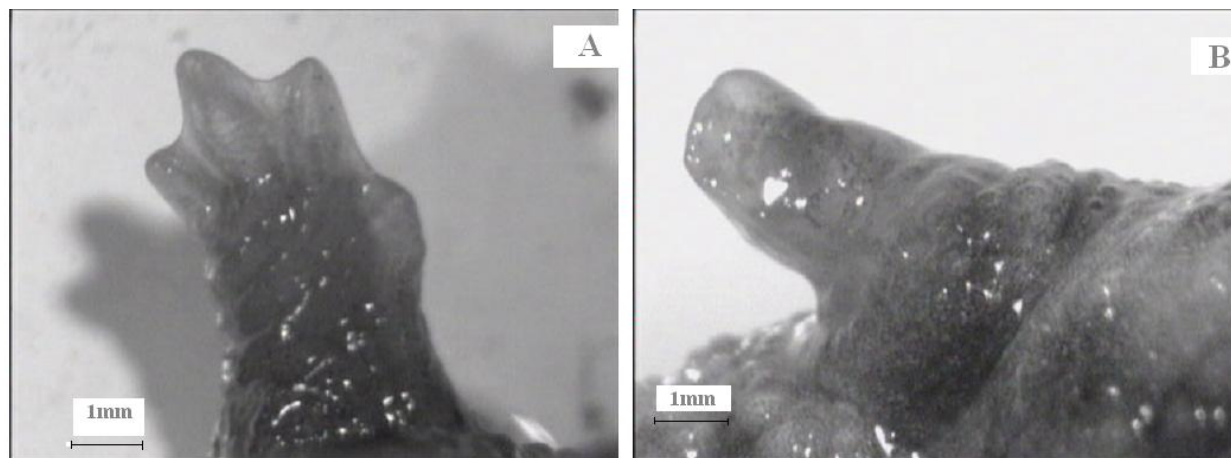


Рис. 1. Регенераты задней конечности испанского тритона на 42-й день после 1-й (А) и 4-й (В) ампутации.

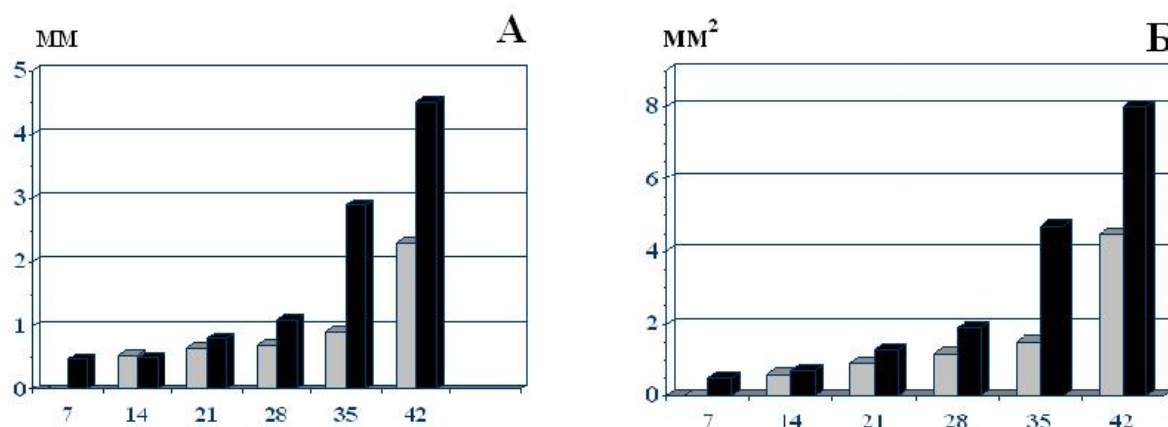


Рис. 2. Изменение размеров регенератов задней конечности испанского тритона после 1-й (черные столбики) и 4-й (серые столбики) ампутации. А – длина регенерата (мм); Б – площадь дорзо-вентральной проекции (мм²).

У этого же животного (как и у других тритонов) после 1-й ампутации развития регенерата той же конечности происходило значительно быстрее – уже на 35-й день после ампутации регенерат представлял собой конечность с ранним развитием пальцев. После появления пальцев происходит мобилизация конечности (конечность начинает функционировать), как это отмечалось при развитии регенератов (Ebert, Sussex, 1977). В целом, число гипоморфных регенератов в группе увеличилось по сравнению с первой регенерацией. Например, после первой ампутации у данного тритона развилась почти нормальная пятипалая конечность (наблюдалось только нерасхождение 2-го и 3-го пальцев), а после четвертой ампутации на том же месте регенерировала гипоморфная ластоподобная конечность.

Мы провели морфометрический анализ регенератов, развивающихся после первой (по изображениям, сделанным ранее на этих же животных) и чет-

вертой ампутации, и выявили достоверные отставания темпов роста регенератов после 4-й ампутации (рис. 2).

Таким образом, эксперимент, длящийся уже 1.5 года, одним из этапов которого была наша работа, позволил проследить динамику и результат последовательных регенераций задней конечности испанского тритона в течение длительного периода его жизни. Первая и вторая охватывали ювенильный период, третья в период полового созревания, который у испанского тритона происходит между 11 и 12-ми месяцами и четвертая идет у половозрелых животных. Поэтому интересно будет сопоставить регенерационные способности в связи не только с возрастом, но и, прежде всего, с разным гормональным фоном организма при протекании регенерационных процессов. Это вопрос можно прояснить, сопоставляя результаты однократной ампутации в разные сроки онтогенеза.

Авторы выражают большую благодарность А.И. Никифоровой, проводившей работу на этапе 1, 2 и 3 ампутаций.

Список литературы

Ebert J.D., Sussex I.M. Sistemas que interactúan en el desarrollo // CECSA. 1977. P. 325–326.

Echeverri K., Tanaka E.M. Proximodistal patterning during limb regeneration // Dev. Biol. 2005. V. 279. P. 391–401.

Endo N., Bryant S.V., Gardiner D.M. A stepwise model for limb regeneration // Dev. Biol. 2004. V. 270. P. 134–145.

ВЛИЯНИЕ ПРЕОПТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ ГИПОТАЛАМУСА НА РЕГУЛЯЦИЮ ЭРИТРОПОЭЗА ЖИВОТНЫХ-ДОНОРОВ КОСТНОГО МОЗГА

Ц.И. Адамян, Э.С. Геворкян

Ереванский государственный университет, 0025 Ереван;

e-mail: Esgevorkyan@yahoo.com

В многочисленных исследованиях детально показана роль нейрогуморальных систем в поддержании гомеостаза внутренней среды организма. Установлено, что процессы кроветворения в определенной степени обусловлены наличием гипоталамического контроля. Однако мнения авторов в вопросе о направленности реакции системы крови на стимуляцию или повреждение различных структур гипоталамуса во многом расходятся. В связи с этим связать функции системы крови с определенной ядерной структурой, равно как и очертить схему нейрогуморальных влияний гипоталамуса на систему крови, нам пока не представляется возможным. В частности отсутствуют данные о роли преоптической области гипоталамуса на процесс кроветворения в условиях функциональной нагрузки гемопоэза. В настоящем исследовании приводятся результаты изучения влияния однократной и длительной электростимуляции ядер преоптической области гипоталамуса на реактивность регулирующих механизмов эритропоэза интактных животных и костномозговых доноров.

Исследования проведены на половозрелых кроликах массой 2.5–3.0 кг в условиях хронического эксперимента. Стимуляция преоптической области гипоталамуса осуществлялась биполярными константовыми электродами, вводимыми в соответствующую структуру согласно координатам атласа Фифковой и Маршала. Костный мозг у доноров извлекался из трубчатых костей в объеме 10 мл/кг. Гипоталамическое ядро раздражалось током частотой 100 Гц, длительностью импульса 0.1 мсек. Серия импульсов подавалась в течение 10 с с интервалом 20 с, в течение 10 мин. Морфофункциональные показатели эритропоэза исследовались в норме, после однократной электростимуляции преоптической области гипоталамуса, а также через 24 ч после аспирации костного мозга и в динамике раздражения на 5, 10, 15 и на 15, 60-й дни после прекращения электростимуляции.

Как свидетельствуют полученные данные, у интактных животных через 5 мин после раздражения наблюдалось недостоверное понижение количества эритроцитов, содержания гемоглобина и абсолютного количества ретикулоцитов (табл. 1). На последующих минутах исследования количество эритроцитов, гемоглобина и ретикулоцитов продолжало находиться на пониженном уровне.

Таблица 1. Реакция красной периферической крови на электростимуляцию преоптической области гипоталамуса

Ингредиенты	До раздражения	После раздражения, мин			
		5	30	60	90
Эритроциты, тыс.	5000	4580	4600	4520	4500
Гемоглобин, г %	11.8	11.2	11.0	10.8	10.8
Абсолютное кол-во ретикулоцитов	90000± 2654	82440± 2348	73600± 2415	63280± 2245	76500± 2502

Отклонения показателей эритропоэза, наблюдаемые нами при электростимуляции преоптической области гипоталамуса свидетельствуют об активации парасимпатических механизмов регуляции системы крови.

Изучение влияния раздражения ядер преоптической области гипоталамуса на скорость и характер регенерации кроветворения после аспирации костного мозга выявило нормохромное понижение показателей эритропоэза через 24 ч и гиперхромный сдвиг на 5-й день (табл. 2). Как показал эритрометрический анализ, последнее, по-видимому, можно объяснить превалированием в периферической крови макро- и нормоцитов, и наоборот, уменьшением числа микроцитов; возможно также явление компенсаторного гемолиза, при котором геметрия определяет процент плазменного гемоглобина. Указанные изменения крови свидетельствуют об относительно низкой регенераторной реакции костного мозга у этих групп животных. К 10–15-му дню показатели эритропоэза находились на низком уровне в связи с медленным течением регенеративных процессов. Через неделю после прекращения электростимуляции темпы регенерации эритропоэза почти не отличались от предыдущих. В более же отдаленные сроки наблюдалась активация эритропоэза, выражающаяся в увеличении

количества гемоглобина, эритроцитов, ретикулоцитов и элементов миелограммы из очага аспирации костного мозга, что, по-видимому, можно объяснить прекращением подачи тормозящих импульсов из указанных ядер.

Таблица 2. Показатели красной периферической крови после аспирации костного мозга и многократной электростимуляции преоптической области гипоталамуса

Ингредиенты	Исходные данные	Через 24 ч	Дни после аспирации костного мозга				
			Период электростимуляции, дни			После электростимуляции	
			5	10	15	7	60
Эритроциты, тыс.	4900±130	3500±125 <i>p</i> <0.001	3333±115 <i>p</i> <0.001	3620±140 <i>p</i> <0.001	3796±119 <i>p</i> <0.001	3740±112 <i>p</i> <0.001	4880±132
Гемоглобин, г %	11.6±0.52	8.3±0.36 <i>p</i> < 0.001	8.5±0.26 <i>p</i> < 0.01	9.2±0.34 <i>p</i> < 0.01	9.2±0.40 <i>p</i> < 0.01	10.2±0.44 <i>p</i> < 0.05	12.0±0.71
Абсолютное кол-во ретикулоцитов	88200±3327	87500±3218	79920±3216	86330±3126	75530±2248	77800±2360	91720±3146

Таким образом, результаты наших исследований позволяют заключить, что многократное раздражение ядер преоптической области гипоталамуса животных-доноров костного мозга не оказывает заметного влияния на скорость регенерации эритропоэза.

АККЛИМАТИЗАЦИИ ЗАВОЗНЫХ КОРОВ ЧЕРНО- ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ В УСЛОВИЯХ НИЗМЕННОЙ ЗОНЫ АЗЕРБАЙДЖАНА

С.Э. Азиев

*Научно-исследовательский Ветеринарный Институт,
370029 Баку; e-mail: aznivi05@rambler.ru*

В современных условиях интенсификации животноводства с введением промышленных методов ведения хозяйства возникает необходимость создания животных, отличающихся высоким генетическим потенциалом продуктивности и устойчивостью к неблагоприятным факторам окружающей среды. При этом важное значение приобретает изучение проблемы приспособления организма, его адаптационных способностей к конкретным условиям окружающей среды, кормления и содержания, т.е. проблемы естественной адаптации.

В литературе имеются сведения об изменении адаптивных реакций у сельскохозяйственных животных. Установлено, влияние условий микроклимата высоких и низких температур, интенсивности воздухообмена и степени освещения животноводческих поношений на проявление приспособительных реакций организма, его неспецифическую реактивность (БИГ, 2001; Иванов, 2003;

Пасербски, 1985; Гринь, 1984), породные различия акклиматизационных возможностей и естественной резистентности коров в отдельных климатических зонах (Шпилов, 1984). Эти данные свидетельствуют о влиянии внешней среды на динамику показателей естественной резистентности животных. Целью настоящих исследований явилось изучение акклиматизационных свойств и неспецифической реактивности организма завозного скота в условиях Азербайджана.

Исследования были проведены в трех хозяйствах Агджебединского района на группе телок (32 головы) черно-пестрой породы, завезенных из Литвы. Кровь у подопытных животных брали через 5 дней, через 1 месяц и через 3 месяца после завоза, в процессе адаптации к условиям окружающей среды. В качестве контроля служили телки того же возраста и той же породы, но родившиеся и выросшие в местных условиях. У всех животных определялись морфологические, биохимические и некоторые показатели естественной резистентности организма. Содержание гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитов определялось общепринятыми методами; содержание общего белка – рефрактометрическим методом; белковых фракций – экспресс методом Олла и Маккорда, содержание общих иммунных глобулинов по методу Мак-Эвена (1970); содержание фагоцитарной активности определяли по В. Гостеву (1950), бактерицидную по методике О. Смирновой и Т. Кузьминой (1979). Полученные экспериментальные данные обработаны методом биологической статистики (Асотиани, 1967).

Результаты исследований показали, что у завозных животных в процессе адаптации происходят заметные изменения в характере и уровне неспецифических факторов защиты. Это проявляется уже в первые дни, но особенно четко через месяц после завоза. В первые дни после завоза у телок заметно повышается содержание лейкоцитов в крови на 15%, по сравнению с контрольными животными, значительно, более чем на 25% повышается количество эозинофилов в крови. При этом на 9% повышается количество нейтрофилов. При этих изменениях, по-видимому, повышается содержание эритроцитов (табл. 1).

Таблица 1. Морфологические показатели крови телок черно-пестрой породы в процессе адаптации к условиям среды

Период опыта	К-во жив-х	Гемоглобин, г	Эритроциты, млн.	Лейкоциты, тыс.	Элементы эозинофилов	Лейкоформулы нейтрофилы
1-5 дней	10	11.8±0.2	6.5±0.3	8.5±0.5	7.0±0.6	28±0.5
2-месяц	12	11.8±0.3	6.8±0.3	8.6±0.3	10.0±1.0	33.5±0.8
3-месяц	12	12.2±0.2	6.5±0.2	8.0±0.3	6.6±0.5	26±0.5
Контроль		12.0±0.4	6.8±0.2	7.2±0.2	5.0±0.3	26±0.6

Характерные изменения наблюдаются в биохимической картине крови. В содержание общего белка заметных изменений не наблюдается. Его величина почти одинакова во всех периодах после завоза. Однако для всех животных характерно более высокое по сравнению с другими периодами содержание γ–

фракции белков крови. Содержание γ -глобулиновой фракции крови у телок через месяц завоза на 6% выше, чем в начальном периоде пребывания.

Необходимо отметить, что в сравнении показателей естественной резистентности, наиболее высокая величина их также наблюдается через месяц после завоза. По сравнению с первыми днями после завоза в этот период на 20% ($p < 0.001$) повышается величина бактерицидной активности сыворотки крови. Соответственно, в этот период более высоким является величина фагоцитарного индекса. Через 3 месяца после завоза величина почти всех исследуемых показателей снижается до величины показателей начального периода.

Таким образом, проведенные исследования показали, что в процессе адаптации, особенно в первый месяц после завоза изменяется величина всех показателей неспецифических факторов защиты организма. В первый месяц после завоза значительно повышается величина показателей клеточных и гуморальных факторов индекс, фагоцитарное число. Именно эти факторы отражают потенциальные, адаптационные возможности организма, его способность противостоять действию вредных агентов. В этот период повышается содержание гамма-глобулинов крови. Как известно, гаммаглобулины принимают активное участие в формировании всех приспособительных реакций.

Проведенные исследования показали, что через месяц после завоза происходит активизация, мобилизация функциональной способности всех защитных сил организма, что способствует лучшему приспособлению к новым условиям среды. Это обстоятельство необходимо учитывать при создании животным в этот период наиболее оптимальных условий кормления и содержания, а также при проведении ветеринарно-профилактических мероприятий.

Список литературы

- БИГ А.И. Крупномасштабная селекция черно-пестрого скота. М., 2001.
Иванов И.А. Акклитатизация крупного рогатого скота в Туркменистане. Ашхабад, 2003.
Пасербски З.Р. Методы улучшения молочной продуктивности черно-пестрого скота // Международный журнал. 1985. № 1. С. 56–60.
Гринь М.П. Программа и основные результаты селекции черно-пестрого скота Белоруссии. ВКН. Селекция молочного скота. Л., 1984. С. 80–89.
Шипилов В.С. Получить и сохранить всех телят // Животноводство. 1984. № 3. С. 46–49.

ТОКСИЧНОЕ ДЕЙСТВИЕ АКРИДОН-2-СУЛЬФОКИСЛОТЫ НА БЕЛЫХ БЕСПОРОДНЫХ КРЫС

Н.С. Акимова, Т.И. Губина

*Саратовский государственный технический университет, 410035 Саратов;
e-mail: Akimva-nadezhda@rambler.ru*

Нами проведен эксперимент по определению острой токсичности акридон-2-сульфокислоты (АСК). В эксперименте были использованы белые беспо-

родные крысы-самцы массой 280–300 г. Всего было сформировано 3 группы – две опытных и контрольная, по 3 особи в группе (соответственно, далее обозначены как 1, 2 и К-группы). 1-я группа получила максимальную дозу АСК – 370 мг/8мл, 2-я группа – 185 мг/8мл и К-группа – 8 мл стерильной воды. В эксперименте использовали водные растворы АСК. Растворы вводили внутривентрально.

По истечении суток после постановки эксперимента наблюдение за поведением крыс показало, что во 2-й и К-группах поведенческие характеристики животных, их потребность в еде и питье не изменилось. В 1-й группе животные лежали на брюхе с закрытыми глазами. Через 10 ч с момента введения, животные стали проявлять интерес к еде и питью. Спустя 20 ч после начала эксперимента, вели обычный образ жизни (были активны, умывались, ели, пили). Спустя 24 ч с момента введения растворов, поведение животных в 1-й и 2-й группах не отличалось от контрольной.

Следующий этап исследования заключался в определении морфологических и гистологических изменений внутренних органов всех, взятых в эксперимент животных. После вскрытия были установлены следующие изменения: 1-я группа – все внутренние органы с кровоподтеками, вены вздутые, стенки толстого кишечника тонкие, сильно увеличена печень; 2-я группа – увеличенная печень, кровоподтеки не наблюдаются; К-группа – внутренние органы относительно в норме.

Гистологические исследования показали следующее.

Печень: 1-я группа. Ткань печени неравномерно восприняла окраску гематоксолоном. Балочная структура плохо заметна, границы гепатоцитов сглажены. Между гепатоцитами наблюдается значительное количество эритроцитов и свободные пространства. Кровеносные сосуды содержат умеренное количество форменных элементов крови.

2-я группа. Тинкториальные свойства слабо сохранены, границы гепатоцитов и их ядер не четкие, что характерно для очаговой зернистой дистрофии. Между печеночными балками встречаются свободные пространства и эритроциты, что позволяет говорить об отеке паренхимы печени и кровоизлияниях.

К-группа. Балочная структура сохранена, тинкториальные свойства не нарушены. Кровеносные сосуды в большинстве случаев запустевшие или содержат незначительное количество эритроцитов. Границы гепатоцитов и их ядра хорошо заметны.

Селезенка: 1-я группа. Лимфоидные фолликулы имеют большие размеры и встречаются в большом количестве в поле зрения микроскопа. В веществе красной и белой пульпы, а также вокруг стромы наблюдаются щелевидные пространства, что позволяет говорить об отеках явлениях. Возле ряда фолликулов встречаются слабо структурированные базофильные скопления, что характерно для очагового перифолликулярного некробиоза. Стенки центральных вен фолликулов утолщены.

2-я группа. Лимфоидные фолликулы имеют незначительные размеры, многие из них деформированы. Имеют место отек стромы органа и перифолли-

кулярные отеки. В некоторых случаях встречаются очаги перифолликулярного некробиоза.

К-группа. Лимфоидные фолликулы четко контурированы, имеют средние размеры и умеренное количество в поле зрения микроскопа. В отдельных случаях наблюдаются слабые отечные явления в веществе красной и белой пульпы, строма не изменена.

Желудок: 1-я группа. Кровеносные сосуды слизистой оболочки заполнены эритроцитами, скопления которых также наблюдаются между тканевыми элементами складок, что говорит о гиперемии и кровоизлияниях. Подзолистый слой и мышечная пластина слизистой оболочки разделены свободными пространствами различной формы и величины, что позволяет говорить об отеке слизистой оболочки. Кроме того, в подзолистом слое встречаются скопления лимфоидных клеток, что характерно для лимфоидной инфильтрации при гастрите.

2-я группа. В слизистой оболочки наблюдаются единичные скопления эритроцитов, как в поверхностном, так и в более глубоких слоях. Между железами располагаются свободные пространства щелевидной формы, а большинство самих желез переполнены секретом. Все это позволяет говорить об отеке слизистой оболочки и гиперфункции желез.

К-группа. Слизистая оболочка собрана в складки. Кровоизлияния, отеки и лимфоидная инфильтрация отсутствуют.

По результатам эксперимента были сделаны следующие выводы: 1) максимальная доза **АСК** (максимальное количество **АСК** способное раствориться в 8 мл воды) не вызвала гибель животных; 2) морфологические и гистологические исследования показали, что водные растворы **АСК** вызывают гиперфункцию органов, а так же проявляют сосудорасширяющий эффект.

АНАЛИЗ РЕАКТИВНОСТИ СИСТЕМНОГО И РЕГИОНАЛЬНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ К АДРЕНАЛИНУ ПРИ АДАПТАЦИИ К НИЗКИМ ТЕМПЕРАТУРАМ

В.Н. Ананьев, М.Н. Мирюк, О.В. Ананьева, Б.Н. Павлов, И.В. Ипполитов,
Е.В. Ипполитов, Н.Б. Павлов, Г.В. Ананьев, Р.Ш. Аминев,
В.А. Фурин, И.Н. Курочкина

Институт медико-биологических проблем РАН, 123007 Москва;

e-mail: noradrenalin1952@pochta.ru

Основу механизмов адаптации составляет совокупность генетически обусловленных ответных реакций организма в ответ на изменившиеся условия среды, в том числе и действие холода.

Поэтому, для выяснения механизмов действия холода на сердечно-сосудистую систему было изучено изменение адренореактивности системного давления и перфузионного давления артериальных сосудов кожно-мышечной области задней конечности при 30-и дневной холодовой адаптации. Контроль-

ную группу составили кролики, содержащихся при температуре окружающей среды (+)18–22°C в течение 30-и дней. В опытной группе холодное воздействие проводилось ежедневно по 6 часов в охлаждающей камере при температуре (-)10°C, в остальное время кролики находились при температуре (+)18–22°C. У животных в остром опыте регистрировали системное давление и перфузионное давление артериального русла задней конечности при аутоперфузии насосом постоянного расхода и датчиками давления MPX5100DP записывали показания в компьютер с помощью АЦП на базе микросхемы ADS1286.

Адреналин в восьми дозах вводили внутривенно и в/а перед входом насоса. Реактивность оценивали с помощью двойных обратных координатах Лайниувера-Берка, где находили количество активных адренорецепторов и их чувствительность. Для оценки параметров взаимодействия адренорецепторов с медиаторами были применены методы количественной оценки взаимодействия «медиатор–рецептор». Для построения графика «доза–эффект» в двойных обратных координатах, экспериментальные точки соединены прямой, с использованием метода наименьших квадратов и экстраполировали до пересечения с осями ординат и абсцисс. Пересечение с осью ординат давало отрезок, который соответствовал $1/P_m$, обратная величина которого отражала максимально возможную реакцию системного и перфузионного давления (P_m – мм.рт.ст.) и соответствовала количеству активных адренорецепторов; пересечение с осью абсцисс отсекало отрезок, который был равен величине $1/K$ и отражал чувствительность адренорецепторов к агонисту, а обратная величина (K – мкг.кг) отражала сродство рецепторов к агонисту и была равна дозе, вызывающей 50% от максимально возможной реакции перфузионного давления.

Как видно из рис. 1 после 30-и дней адаптации к холоду чувствительность ($1/K$) прессорной реакции системного давления к адреналину уменьшилась в 2.28 раза, но увеличилась максимально возможная прессорная реакция (P_m) в 1.58 раза.

Поэтому, в результате низкой чувствительности ($1/K$) и увеличенной максимально возможной (P_m) реактивности артериального давления к адреналину после 30-и дней холодной адаптации, на низкие дозы адреналина прессорная реакция была больше в контрольной группе, а на более высокие дозы, наоборот, больше после 30-и дней адаптации к холоду.

По оси абсцисс: от пересечения с осью ординат направо - доза препарата в обратной величине ($1/\text{мкг.кг}$); ниже в круглых скобках - доза препарата в прямых величинах (мкг.кг).

Анализ реактивности артерий кожно-мышечной области показал, что (рис. 2) после 30-дневного охлаждения $1/P_m=0.0034$, что соответствует $P_m=294$ мм.рт.ст. Эта цифра характеризует количество активных альфа-адренорецепторов.

Контрольная группа животных представлена на рис. 2 прямой (N), которая пересекает ось ординат при $1/P_m=0.0045$, что соответствует $P_m=222.2$ мм.рт.ст. и отражает количество активных альфа-адренорецепторов артериальных сосудов у животных контрольной группы.

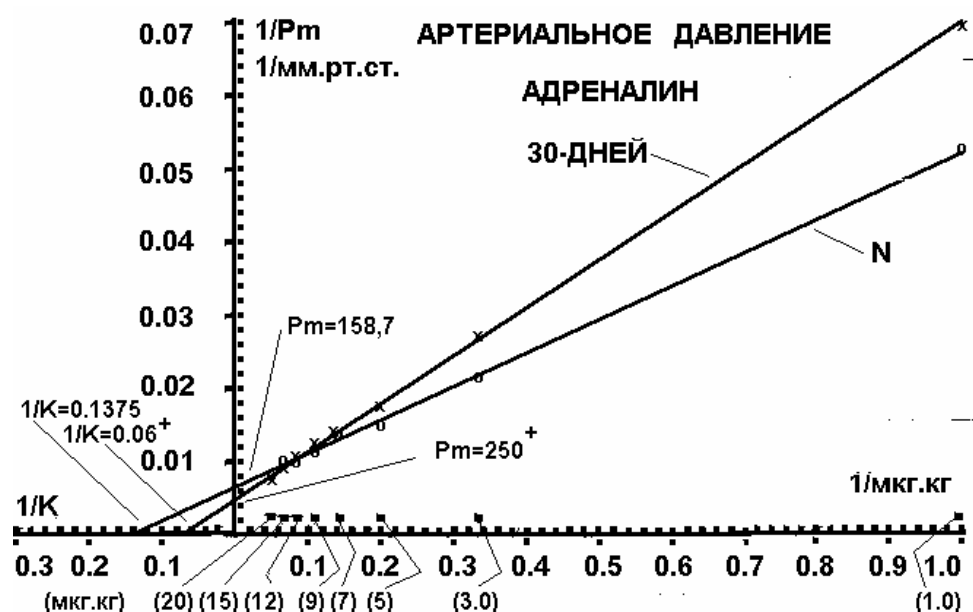


Рис. 1. Повышение артериального давления кролика на адреналин в двойных обратных координатах в контрольной группе (N) и после 30-дневной холодовой адаптации.

Таким образом, количество активных альфа-адренорецепторов после 30-дневного охлаждения увеличилось с $P_m=222$ мм.рт.ст. в контроле до $P_m=294$ мм.рт.ст. после 30-дневного охлаждения, то есть количество активных рецепторов увеличилось в 1.32 раза или возросло на 32.3% по сравнению с контрольной группой.

Чувствительность взаимодействия адреналина с альфа-адренорецепторами артерий после 30-дневного охлаждения была как в контрольной группе ($1/K=1.2$).

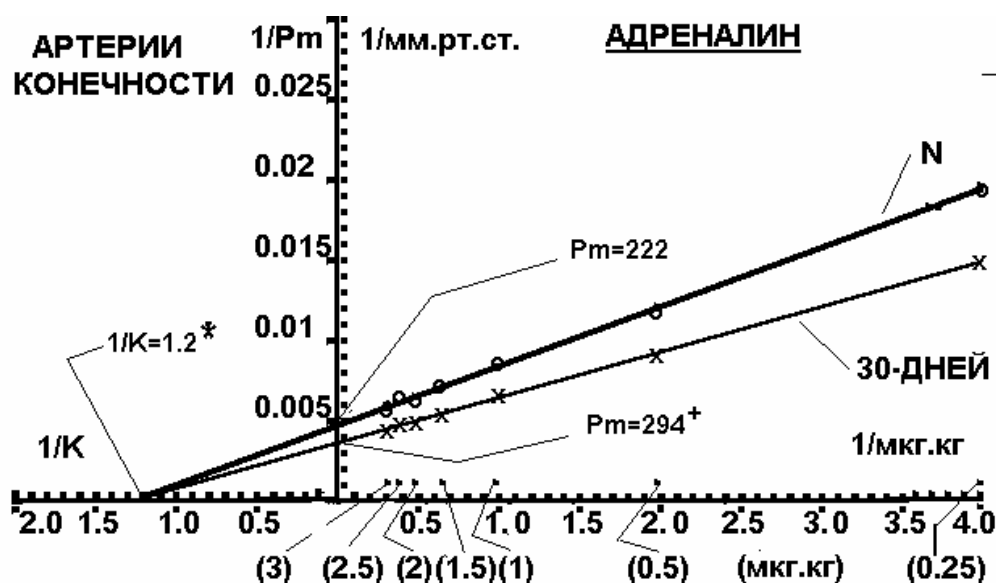


Рис. 2. Повышение перфузионного давления артериального русла задней конечности кролика на адреналин в двойных обратных координатах в контрольной группе (N) и после 30-дневной холодовой адаптации.

Таким образом, проведенное исследование показало, что реактивность системного давления к адреналину изменяется за счет уменьшения чувствительности рецепторов при одновременном увеличении максимально возможной прессорной реакции. Реактивность же артерий кожно-мышечной области значительно повысилась после холодовой адаптации только за счет повышения количества активных альфа-адренорецепторов. Впервые показано, что реактивность системного давления и реактивность артерий конечности к адреналину после адаптации к холоду изменилась противоположно.

ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УЧАСТИЯ МАМИЛЛЯРНЫХ ЯДЕР ГИПОТАЛАМУСА В РЕГУЛЯЦИИ АКТИВНОСТИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ НЕЙРОНОВ ПРИ ГИПОКСИИ

Р.С. Арутюнян, Н.С. Акопян, Н.Ю. Адамян, М.А. Карапетян
*Ереванский государственный университет, 0025 Ереван;
e-mail: anibur25@rambler.ru*

Любой организм в зависимости от экологического состояния среды обитания, интенсивности жизнедеятельности сталкивается с кислородной недостаточностью. Кроме того, в патогенезе многих заболеваний главную роль играет гипоксия. Для сохранения кислородного гомеостаза организм вырабатывает различные компенсаторные механизмы, среди которых ключевую роль играет дыхательная система. В связи с этим знание тонких механизмов регуляции дыхания при гипоксии имеет не только теоретическое, но и прикладное значение.

В адаптивной деятельности дыхательной системы и приспособлении организма особое место занимает гипоталамус, как высший центр вегетативной нервной системы (Баклаваджян, 1988). Однако недостаточно изучены характер и механизмы влияния различных ядер гипоталамуса (в частности мамиллярные тела) на функционально идентифицированные экспираторные (ЭН) и инспираторные нейроны (ИН) дыхательного центра продолговатого мозга. В связи с этим, целью нашей работы явилось изучение реакций ЭН и ИН дыхательного центра на раздражение медиального (ММ) и латерального (ЛМ) ядер гипоталамуса в динамике гипоксического воздействия.

Исследования проведены на белых крысах, наркотизированных смесью хлоролозы и нембутала (30 и 10 мг/кг соответственно, внутривенно). Для идентификации инспираторных (ИН) и экспираторных (ЭН) нейронов производили одновременную регистрацию внешнего дыхания животного.

Эксперименты проведены в динамике гипоксического воздействия. Регистрацию изучаемых показателей производили до «подъема» животного, т.е. в условиях нормоксии ($pO_2=142$ мм рт.ст), на высоте 4–5 тыс. м ($pO_2=109-85$ мм рт. ст.), на высоте 7.5–8 тыс.м ($pO_2=64-58$ мм. рт.ст.) и после «спуска», в условиях нормального атмосферного давления. Регистрация производилась с помощью специально разработанной компьютерной программы. Отклонения средней величины вычислялись по Стьюденту ($p<0.05$).

При раздражении **ЛМ** и **ММ** ядер регистрировали активность 293 (135 **ИН** и 158 **ЭН**) дыхательных нейронов продолговатого мозга. Поскольку эти ядра гипоталамуса оказывали однонаправленное генерализированное влияние и в норме, и в условиях гипоксии, мы сочли целесообразным обсудить полученные результаты по этим двум ядрам вместе.

До «подъема» животных, в условиях нормоксии, в ответ на раздражение мамиллярных ядер количество активирующихся нейронов превалировало над тормозившимися: активировались 185 (63.14%), снижали активность 92 (31.4%) нейронов, ареактивными остались 16 (5.46%). Повышение активности проявлялось в увеличении средней частоты импульсов в залпе у **ЭН** на 36%, у **ИН** – на 40%, а подавление – в уменьшении средней частоты импульсов в залпе на 20% и 22%, соответственно (рис. 1, а).

В начальной фазе гипоксического воздействия (4.5–5 тыс. м) на фоне гипоксического облегчения импульсной активности всех нейронов, активирующий эффект раздражения **ЛМ** и **ММ** ядер проявлялся слабо (рис. 1, б). Возможно, на этой высоте нейроны, будучи возбужденными под гипоксическим воздействием (Власова 1994), подвергаются слабому модулирующему влиянию мамиллярных ядер гипоталамуса. Однако можно предположить также, что на этой высоте происходит повышение активности корковых элементов (Акопян, 1987), приводящее к ослаблению воздействия исследуемых ядер.

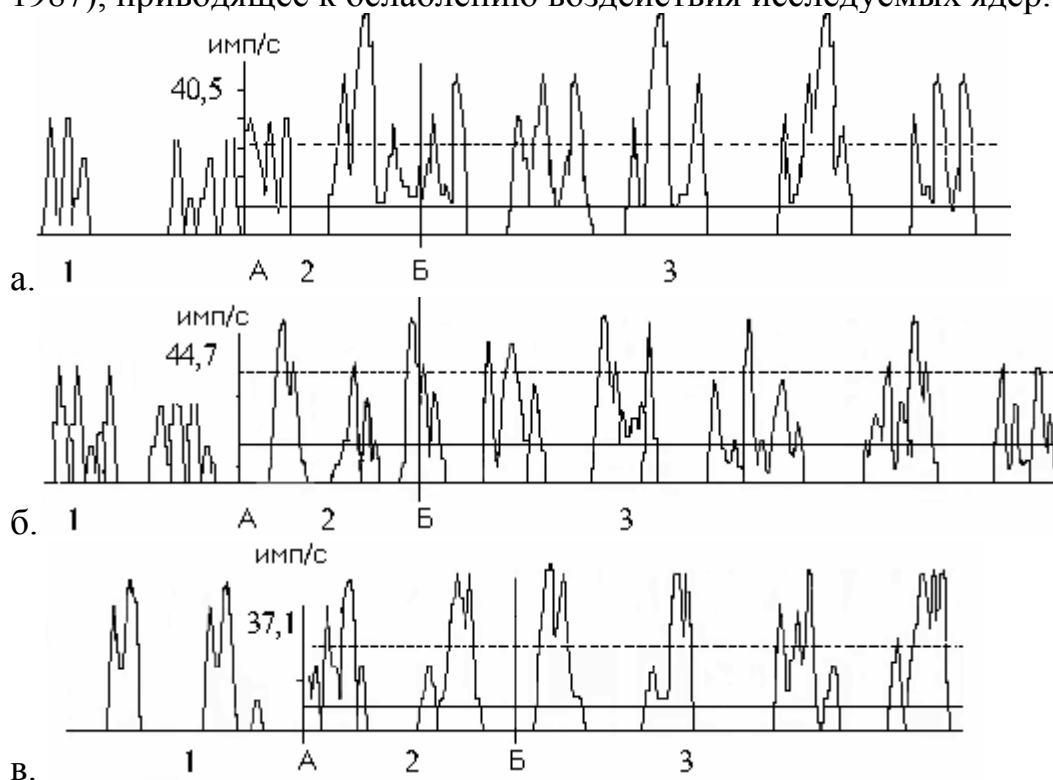


Рис. 1. Скользящая частота активности импульсного потока **ИН** дыхательного центра продолговатого мозга при раздражении латерального мамиллярного ядра гипоталамуса в норме, и в динамике гипоксии. Показана наиболее наглядная часть эксперимента, где 1 – до стимуляции, 2 – в период стимуляции и 3 – после стимуляции. А – начало, Б – конец стимуляции. По оси абсцисс частота, по оси ординат – время (сплошная линия относится к средней частоте ($\bar{M}$), пунктирная линия – к уровню $+2SD$). а – норма, б – 4–5 тыс. м, в – 7.5–8 тыс. м.

При увеличении «высоты» до максимального уровня (7.5–8 тыс. м), на фоне резкого угнетения спайковой активности функционирующих ЭН и ИН раздражение мамиллярных ядер оказывало выраженное облегчающее влияние: активацией ответило 62.35% всех нейронов (рис. 1, в). Очевидно, это обусловлено тем, что на больших высотах кора больших полушарий отключается раньше других структур мозга (Акопян, 1987), следовательно, подкорковые образования, в том числе и гипоталамус, высвобождается из-под тонического тормозного влияния коры, усиливая контроль активности нейронов дыхательного центра, и обеспечивая кислородный гомеостаз организма в условиях тяжелой гипоксии.

После «спуска» животных, через 10–15 мин, происходит восстановление как спонтанной активности нейронов, так и их реакции на раздражение. Влияние мамиллярных ядер на нейроны дыхательного центра может осуществляться как за счет прямых, так и опосредованных связей с ядрами продолговатого мозга (Казаков и др., 1992). Такой механизм взаимодействия можно считать «аварийным», который запускается лишь в критических условиях, играя решающую роль в адаптации организма к изменяющимся условиям окружающей среды.

Список литературы

Акопян Н.С. Электрофизиологические исследования деятельности мозга при гипоксии. Ереван: Айастан, 1987. 171 с.

Баклаваджян О.Г. Нейронная организация гипоталамовисцеральной рефлекторной дуги. Л.: Наука, 1988. 83 с.

Казаков В.Н., Кравцов П.Я., Крахоткина Е.Д., Майский В.А. Источники кортикальных, гипоталамических и спинальных серотонинэргических проекций: топическая организация в пределах дорсального ядра шва // Нейрофизиол. 1992. Т. 24. № 1. С. 87–96.

РОЛЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В СУЩЕСТВОВАНИИ ПАТОГЕННЫХ БАКТЕРИЙ

Н.Д. Архипова, Н.М. Бессонова

*Горно-Алтайский государственный университет, 649000 Горно-Алтайск;
e-mail: Root @gasu.gorny.ru*

Впервые обоснование того, что окружающая среда может служить полноценной средой обитания ряда патогенных микроорганизмов, содержится в работе В.И. Терских (1958). Он предложил выделить самостоятельную группу инфекций – сапронозы, возбудители которых способны к обитанию в окружающей среде. Он указал, что «прерывистое пребывание» некоторых паразитов в окружающей среде длится многие тысячи и миллионы лет и, следовательно, все это время продолжается их адаптация к условиям окружающей среды.

Еще в начале XX в. С.Н. Виноградский, изучая почвенные бактерии, обнаружил, что большинство бактерий существуют группами, прикрепленными к частицам почвы. Одной из фундаментальных работ в этой области следует назвать работу Д.А. Шапиро (1988), где автор рассматривает популяцию бактерий

как многоклеточный организм и ставит под сомнение существующий ныне подход к микроорганизмам с точки зрения примитивных одноклеточных существ. В настоящее время хорошо известно, что многие патогенные бактерии способны существовать и активно размножаться не только в организме хозяина, но и в объектах окружающей среды: в почве, в воде, на растительных субстратах.

Микобактерии содержат единственный род *Mycobacterium*. Согласно руководству Берги по определению бактерий (1997), род микобактерий насчитывает 49 видов, кроме того, 11 видов занимают неопределенное таксономическое положение. Микобактерии делятся на туберкулезные – *M. bovis* и *M. tuberculosis*, вызывающие туберкулез у человека и млекопитающих животных, и атипичные (нетуберкулезные). Атипичные микобактерии объединены в четыре группы (по Раньону) Т.Ф. Оттен (1997). Изучение популяций микобактерий в окружающей среде позволяет получить объективную информацию об особенностях развития клеток и их выживании в объектах окружающей среды. Исследования строения бактерий в популяции, их изменчивость в процессе развития, взаимодействие клеток в колониях при воздействии биотических и абиотических факторов окружающей среды на популяционном уровне в настоящее время ограничены. Целью исследований было изучение способности популяций микобактерий к выживанию и развитию на объектах окружающей среды.

Для изучения адгезии и колонизации клеток микобактерий на объектах окружающей среды в сканирующем электронном микроскопе тест-объекты (частицы комбикорма, зерна сои) автоклавировали, скорлупу яиц, кусочки кожи кур тщательно промывали теплой кипяченой водой. Обработанные тест-объекты помещали на предметные стекла в чашки Петри на увлажненный стерильный бумажный фильтр для создания влажной камеры (Павлова и др., 1990). Отдельные колонии микобактерий с плотной питательной среды суспензировали в физиологическом растворе на электровстряхивателе до получения гомогенной взвеси, концентрация клеток составляла 1 млрд/мл по оптическому стандарту мутности. Полученной взвесью орошали тест-объекты. Длительность эксперимента составляла 3–4 суток при температуре +22–+26°. Контролем к опытам служили тест-объекты, не контаминированные микобактериями. Для исследования в СЭМ фиксацию препаратов проводили в растворе 4%-го глутарового альдегида на фосфатном буфере (pH 7.0) и обезвоживали в спиртах возрастающей концентрации (50°, 70°, 96° и 100°).

В результате наших исследований обнаружено наличие микобактерий в почве, водохранилищах, воде рек, воздухе, кормах, в организме клещей, рыб, птиц, диких и домашних животных, в различных выделениях человека и животных. Количество обнаруживаемых видов, подвидов, вариантов микобактерий постоянно растет. Так, по данным А.И. Кузина (1992), известно 160 видов микобактерий, во внешней среде обитает около 200 видов микобактерий. Их удастся обнаружить во всех объектах окружающей среды. Известно, что микобактерии переходят из теплокровного организма в резко отличающиеся условия внешней среды. Температурный фактор является одним из важнейших, определяющих характер метаболизма бактерий и выбор ими альтернативных путей

биологических адаптаций к изменяющимся условиям. Многочисленными исследованиями установлено, что микобактерии способны размножаться в широком температурном диапазоне.

Исследование в сканирующем электронном микроскопе контрольных образцов препаратов из частиц комбикорма показало, что они имели гладкую поверхность и не содержали сторонних бактерий. В препаратах частиц комбикорма после контаминирования их микобактериями *M. avium* наблюдали адгезию единичных клеток, а так же образование микроколоний, с поверхности закрытых массивным слоистым покровом.

Исследование контрольных образцов препаратов зерен сои показало, что они имеют различную величину и гладкую поверхность. Исследование опытных препаратов в СЭМ выявило на частицах зерен сои адгезию единичных клеток *M. avium*. В отдельных участках наблюдали образование микроколоний, закрытых с поверхности слоистым покровом. На периферии покровов выявлялись концевые отделы палочковидных клеток. Контрольные образцы наружной стороны скорлупы яйца имели выраженную ячеистую структуру со множеством пор. После контаминации объектов была выявлена адгезия отдельных палочковидных клеток, некоторые из которых находились в стадии деления. Процесс колонизации микобактериями скорлупы яйца сопровождался формированием межклеточного матрикса и покровов на поверхности клеток.

Поверхность контрольных образцов кожи кур имела характерную складчатую поверхность. В опытных образцах выявлена адгезия единичных клеток микобактерий с последующим формированием колоний, закрытых с поверхности покровами.

Проведенные исследования показали, что наличие трех основных факторов – питательного субстрата, влажности объекта (50–60%) и температуры окружающей среды (+22–26°) обеспечивают клеткам микобактерий возможность адгезироваться к поверхностям биологических объектов с последующей их колонизацией.

Таким образом; обобщая данные научной литературы и результаты собственных исследований можно отметить, что изучение экологии микобактерий, их популяционный анализ имеет большое практическое и теоретическое значение для успешного проведения профилактических, лечебных и дезинфекционных мероприятий в ветеринарии и медицине.

Список литературы

- Кузин А.И. Туберкулез с/х животных и его профилактика. М.: Агропром, 1992. 192 с.
- Павлова И.Б., Куликовский А.В. и др. Электронно-микроскопическое исследование развития бактерий в популяциях. Морфология колоний бактерий // Микробиология. 1990. № 9. С. 15–20.
- Терских В.Н. Сапронозы // Микробиология. 1958. № 8. С. 118–122.
- Шапиро Д.А. Бактерии как многоклеточные микроорганизмы // В мире науки. 1988. № 8. С. 46–54.

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЙ ДОЗЫ ВИТАМИНА А НА ЭНДОГЕННЫЙ УРОВЕНЬ РЕТИНОЛА И α -ТОКОФЕРОЛА У ПЕСЦОВ И ЛИСИЦ

И.В. Баишникова, Т.Н. Ильина, Н.Н. Тютюнник
Институт биологии Карельского НЦ РАН, 185910 Петрозаводск;
e-mail: ilyinant@karelia.ru

Жирорастворимый витамин А необходим для нормального протекания таких процессов, как рост, развитие, репродукция, а также поддержания иммунной функции. Кроме того, он обладает антиоксидантными свойствами. Известно, что его высокие дозы в рационе оказывают влияние на уровень в организме основного низкомолекулярного антиоксиданта – витамина Е.

Оптимальная доза витамина А для песцов и лисиц клеточного содержания составляет 500–1000 ИЕ на зверя в сутки. Токсической считается доза, превышающая 70000 ИЕ витамина А на 1 кг массы тела (Перельдик и др., 1981). Данные о влиянии доз, превышающих оптимальные, на организм песцов и лисиц в доступной нам литературе не обнаружены.

Представители семейства собачьих (Canidae) песцы и лисицы являются интересными модельными объектами для изучения закономерностей распределения витамина А в организме у хищных, так как существует мнение, что собачьи менее чувствительны к большим количествам данного витамина в пище (Cline et al., 1997). Целью нашей работы было исследование эндогенного фона ретинола и α -токоферола у песцов и лисиц при нагрузке их высокой дозой витамина А.

Объектами исследования являлись 6-месячные самки вуалевых песцов (*Alopex lagopus* L.) и серебристо-черных лисиц (*Vulpes vulpes* L.), разводимые в неволе. Животные каждого вида были разделены на 2 группы: 1 – контрольную и 2 – опытную, по 6 особей в каждой. Дополнительно к основному рациону животные опытных групп в течение 14 дней получали с утренней порцией корма масляный раствор ретинола ацетата, доза которого составляла 10 тыс. ИЕ на голову в день. В период планового забоя у исследуемых животных была взята кровь и отобраны образцы органов, которые замораживали и хранили при температуре -25° до проведения анализа. Концентрацию ретинола и α -токоферола в сыворотке крови и гомогенатах органов определяли методом ВЭЖХ.

Введение высокой дозы витамина А вызвало достоверное увеличение концентрации ретинола (табл.) в сыворотке крови песцов ($p < 0.01$, критерий Вилкоксона-Манна-Уитни) и лисиц ($p < 0.001$). Обмен витамина А у представителей отряда хищных (Carnivora) имеет свои особенности, однако известно, что уровень ретинола, как и у других видов, подвержен гомеостатической регуляции (Raila et al., 2000). Основным органом, депонирующим витамин А у животных является печень. Добавка ретинола-ацетата вызвала тенденцию к повышению концентрации ретинола в печени опытных песцов и лисиц, тогда как у песцов контрольной группы в этом органе детектировались лишь его следы.

Введение высокой дозы витамина А повлияло на увеличение концентрации ретинола в почках обоих видов животных ($p < 0.05$). Содержание данного

витамина в почках лисиц контрольной группы было в 88 раз выше, чем в печени. Подобная картина у серебристо-черных лисиц описана ранее (Raila et al., 2000). Почки играют важную роль в метаболизме витамина А у собак. Установлено, что хищные экскретируют существенные количества ретинола и эфиров ретинила с мочой, причем это не является показателем обеспеченности или признаком интоксикации организма данным витамином (Raila et al., 2000).

Таблица 1. Содержание ретинола и α -токоферола в тканях песцов и лисиц

Ткани:	Песцы				Лисицы			
	ретинол		α -токоферол		ретинол		α -токоферол	
	Гр. 1	Гр. 2	Гр. 1	Гр. 2	Гр. 1	Гр. 2	Гр. 1	Гр. 2
Сыворотка, мМоль/л	0.28	2.13	119.3	118.09	0.24	1.1	109.96	71.31
Органы, мкг/г:								
печень	нд	0.29	52.31	73.74	0.36	0.68	30.21	19.07
почки	16.64	37.42	166.4	146.67	31.75	89.49	99.23	117.67
сердце	нд	нд	22.66	23.14	нд	0.49	14.51	32.9
легкие	нд	0.18	43.61	58.22	нд	0.24	17.48	20.58
селезенка	0.15	0.22	75.84	58.39	0.13	0.34	8.11	16.04
скел. мышца	нд	нд	37.41	63.5	нд	нд	10.87	17.42

Примечание: нд – витамин не детектировался

Дополнительное введение в рацион витамина А вызвало достоверное увеличение концентрации ретинола и α -токоферола в селезенке ($p < 0.05$), а также α -токоферола в сердце лисиц ($p < 0.01$). Токоферол, как и витамин А, в организме млекопитающих транспортируется в связанном с липопоротейнами состоянии (Надилов, 1991). В опытах на крысах показано, что селезенка интенсивно утилизирует перорально поступающие в организм пищевые растительные и животные жиры, вызывающие усиление окислительных процессов в органе (Грицук и др., 2008). Масляный раствор витамина А, дополнительно вводимый животным опытных групп, вызывал повышение уровня ретинола и α -токоферола в селезенке лисиц, что может усиливать защитное действие данных витаминов-антиоксидантов, способствующих уменьшению процессов окисления в органе. Уровень витамина Е в тканях различных органов может зависеть от притока липидов плазмы к ним для удовлетворения их энергетических потребностей. Сердце характеризуется высоким уровнем аэробного обмена и интенсивным окислительным метаболизмом, в связи с чем велика потребность сердечной ткани в антиокислительной защите (Надилов, 1991). Увеличение в органе уровня α -токоферола может быть связано с перераспределением данного антиоксиданта в организме.

Результаты нашего исследования позволяют сделать вывод об устойчивости организма песцов к действию высокой дозы витамина А. В то же время, у лисиц подобное воздействие вызвало больше достоверных изменений. Песцы и

лисицы, как представители одного семейства, обладают рядом сходных физиологических и биохимических характеристик, однако являются выходцами из различных экологических зон, что обуславливает особенности их метаболизма.

Список литературы

Грицук А.И., Кадер А., Коваль А.Н. и др. Влияние витаминов А, Е, С на дыхательную активность лимфоцитов селезенки // Вопросы питания. 2008. Т. 77. № 1. С. 26–29.

Надиров Н.К. Токоферолы и их использование в медицине и сельском хозяйстве. М.: Наука, 1991. 336 с.

Перельдик Н.Ш., Милованов Л.В., Ерин А.Т. Кормление пушных зверей. М.: Колос, 1981. 335 с.

Cline J.L., Czarnecki-Maulden G.L., Losonsky J.M., Sipe C.R. and Easter R.A. Effect of increasing dietary vitamin A on bone density in adult dogs // J. Anim. Sci. 1997. № 75. P. 2980–2985.

Raila J., Buchholz I., Aupperle H., Raila G., Schoon H.-A. and Schweigert F. The distribution of vitamin A and retinol-binding protein in the blood plasma, urine, liver and kidneys of carnivores // Vet. Res. 2000. № 31. P. 541–551.

ПРИРОДНЫЕ МИКОЗЫ В ЛОКАЛЬНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА С РАЗЛИЧНЫМИ УРОВНЯМИ РЕЗИСТЕНТНОСТИ К ХИМИЧЕСКИМ ИНСЕКТИЦИДАМ

Г.В. Беньковская, Е.В. Сурина

Институт биохимии и генетики Уфимского НЦ РАН, 450054 Уфа;

e-mail: bengal2@yandex.ru

Энтомопатогенные грибы, относящиеся к гифомицетам (Deutero mycota, Hyphomycetes), широко распространены в природе, и для многих видов насекомых являются активными регуляторами численности. Созданные на их основе препараты успешно применяются для защиты растений (Крюков и др., 2007а). Опыт использования *Beauveria bassiana* и *Metarhizium anisopliae* как средства снижения численности колорадского жука в Восточном Казахстане дал положительные результаты (Крюков и др., 2007б).

Мы предприняли попытку сравнения уровня заражения микопатогенами в локальных популяциях на территории Республики Башкортостан, различающихся по токсикологическим характеристикам.

Оценку уровня заражения природными микопатогенами проводили в 13 выборках (объем выборки от 100 до 450 особей) перезимовавших имаго колорадского жука, собранных в период массовой откладки яиц (июнь 2008 г.) на частных посадках и товарной плантации картофеля в 13 районах. Имаго содержали в лабораторных условиях на свежем корме в чашках Петри либо в пластиковых сосудах с вентиляцией.

Оценку чувствительности к инсектицидам проводили контактным методом путем нанесения спиртовых растворов (1 мкл/особь, 2 повторности по 20

особей) с диагностической концентрацией соответствующего инсектицида на переднегрудь имаго (Беньковская и др., 2008). Были использованы препараты из классов фосфорорганических соединений (ФОС: Актеллик, КЭ 500 г/л), пиретроидов (Децис, КЭ 25 г/л), неоникотиноидов (Актара, ВДГ 250 г/кг), фенилпиразолов (Регент, КЭ 25 г/л). Учеты смертности проводили спустя 10 суток после обработки. При учетах отмечали имаго, на теле которых были видны проросшие гифы. Были собраны также особи с симптомами микоза: погибшие в характерной позе с широко расставленными конечностями, либо отличающиеся очень светлым фоном окраски переднеспинки, головы и брюшка. Для проверки соответствия этих симптомов заражению гифомицетами насекомых содержали в чашках Петри на влажных фильтрах (Крюков и др., 2007б), смоченных дистиллированной водой с добавкой ампициллина. Во всех случаях в течение 3 суток наблюдалось прорастание гифов грибов.

Достоверность различия долей зараженных микопатогенами особей между выборками оценивали в контрольных группах и в вариантах токсикологических экспериментов с использованием критерия Стьюдента (Лакин, 1990).

Сравнение полученных данных позволяет выделить в ряду локальных популяций несколько групп, среди которых на высоком уровне значимости ($p \leq 0.999$) различаются две: 1) выборки, в которых доля зараженных особей составляет не менее 0.2 и 2) выборки, в которых эта доля составляет не более 0.05 (табл. 1).

Таблица 1. Соотношение доли зараженных микопатогенами имаго колорадского жука в локальных популяциях РБ (2008 г.)

Номер*	Район	Общий объем	Доля имаго без симптомов заражения	Доля зараженных имаго
0408	Кигинский	242	0.6	0.4
0608	Благоварский	301	0.64	0.36
2108	Илишевский	285	0.7	0.3
0108	Кармаскалинский	366	0.77	0.23
0208	Калтасинский	240	0.8	0.2
2008	Тумайзинский	268	0.8	0.2
0508	Будзякский	343	0.8	0.2
1408	Бирский	110	0.95	0.05
0808	Салаватский	240	0.95	0.05
1508	Аургазинский	455	0.96	0.04
1008	Давлекановский	241	0.97	0.03
1108	Чишминский	267	0.97	0.03
0308	Кушнаренковский	240	0.98	0.02

* - данные приведены в порядке убывания доли зараженных имаго.

Данные токсикологического анализа позволяют отметить, что в локальных популяциях второй группы сохраняется высокий уровень устойчивости к актеллику (доля устойчивых особей составила 0.79 ± 0.02) при относительно высокой чувствительности к остальным препаратам (доля устойчивых особей составила в среднем 0.13 ± 0.008). В первую группу входят локальные популяции,

для которых характерна множественная резистентность: доля особей, устойчивых не менее чем к двум препаратам составляла в них 0.84 ± 0.05 . Наряду с ними в эту группу входят популяции, в которых сохраняется чувствительность ко всем использованным инсектицидам: доля устойчивых к различным препаратам особей в них не превышала 0.085 ± 0.05 . В этих выборках из Илишевского и Туймазинского районов отсутствовали особи, устойчивые к децису и регенту.

Подразделение в первой группе локальных популяций становится особенно заметным при сравнении доли зараженных особей в вариантах с обработкой инсектицидами. В локальных популяциях с высоким уровнем устойчивости доля зараженных особей выше среди обработанных имаго ($0.23-0.49$) и ниже среди контрольных групп ($0-0.08$), тогда как в выборках из популяций с высоким уровнем чувствительности к инсектицидам наблюдается обратное соотношение (соответственно $0.09-0.17$ и $0.3-0.45$).

Выявленный полиморфизм требует детальных исследований как видового состава микопатогенов, поражающих колорадского жука, так и генетических основ восприимчивости устойчивости насекомого-хозяина к энтомопатогенным грибам.

Работа частично поддержана грантом РФФИ 08-04-97015-р_поволжье_а.

Список литературы

Беньковская Г.В., Леонтьева Т.Л., Удалов М.Б. Резистентность колорадского жука к инсектицидам на Южном Урале // *Агрохимия*. 2008. № 8. С. 55–59.

Крюков В.Ю., Леднев Г.Р., Дубовский И.М. и др. Перспективы применения энтомопатогенных гифомицетов (*Deuteromycota*, *Hyphomycetes*) для регуляции численности насекомых // *Евразийский энтомологический журнал*. 2007а. Т. 6. № 2. С. 195–204.

Крюков В.Ю., Серебров В.В., Малярчук А.А. и др. Перспективы использования энтомопатогенных гифомицетов (*Deuteromycota*, *Hyphomycetes*) против колорадского жука в условиях Восточного Казахстана // *Сибирский вестник с.-х. науки*. 2007б. № 4. С. 52–60.

Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ МАРАЛОВ В ПОСТНАТАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ

Н.М. Бессонова, Н.С. Петрусева, Е.С. Ленская, Г.А. Алисова, А.В. Полтев
Горно-Алтайский государственный университет, 649000 Горно-Алтайск;
e-mail: Root @gasu.gorny.ru

Решающей основой селекции является отбор, представляющий собой процесс в результате которого, одна часть особей данного вида остается для преимущественного размножения, другая – выбывает. Возникла необходимость разработки эффективных методов отбора маралов в более раннем возрасте, базирующихся на морфо-функциональных закономерностях развития органов и систем (Ржаницина и др., 1982; Тельцов, 2004). Целью данной работы – опреде-

лить основные параметры отбора молодняка в 6-месячном возрасте и в период полового созревания в 1.5 года с учетом критической фазы развития в первый зимний период.

Работа проведена в 2005–2008 гг. на территории Центрального Алтая. Постановка опытов и другие экспериментальные исследования проведены в лаборатории пантового оленеводства ГНУ ГАНИИСХ Россельхозакадемии и кафедре зоогигиены, кормления и анатомии, сельскохозяйственного факультета Горно-Алтайского государственного университета. Для проведения исследований использовались общепринятые в зоотехнии методы. В хозяйствах Усть-Коксинского района в ООО «Верхний Уймон» и СПК «Племхоз Теньгинский» отобрали по 268 голов. В СПК «Абайский» отобрали – сайков – 300 голов, 945 телят и в ЗАО «фирма Курдюм» – 208 сайков, 235 телят.

Отбор в мараловодстве проводится с учетом биологических циклов, сезона года, возраста и технологии введения отрасли пантового оленеводства. Первый этап отбора проведен в декабре, при разбивке маралят и маралух. Разбивку проводили при постановке на зимнее содержание. Весь молодняк отбивали от маток и содержали отдельно. Из таблицы 1 видно, что маралята линейными размерами превосходят маралушек.

Таблица 1. Линейные промеры маралят и маралушек в возрасте 6 месяцев в СПК «Абайский» (см)

Показатели	Маралята, 6 мес.	Маралушки, 6 мес.
Длина головы	41.4 $\pm$ 0.24 29.6 $\pm$ 0.53	39.5 $\pm$ 0.15 28.7 $\pm$ 1.52
Ширина головы наибольшая	20.8 $\pm$ 0.02	18.2 $\pm$ 0.05
Ширина головы наименьшая	16.6 $\pm$ 0.03	14.2 $\pm$ 1.24
Высота головы	17.2 $\pm$ 0.82	15.6 $\pm$ 0.72
Длина ушей	17.3 $\pm$ 0.04	15.3 $\pm$ 0.09
Высота в холке	100.7 $\pm$ 0.02	99.4 $\pm$ 0.24
Высота в крестце	106.2 $\pm$ 0.31	95.2 $\pm$ 1.56
Высота в спине	103.2 $\pm$ 0.03	91.7 $\pm$ 2.76
Длина хвоста	8.1 $\pm$ 0.04	7.5 $\pm$ 0.75
Косая длина туловища	112.6 $\pm$ 0.2	98.3 $\pm$ 0.16
Косая длина таза	40.2 $\pm$ 0.83	34.3 $\pm$ 0.32
Обхват пясти	13.6 $\pm$ 1.06	12.7 $\pm$ 0.12
Ширина в маклоках	20.7 $\pm$ 0.04	18.3 $\pm$ 0.47
Ширина в седалишных буграх	12.7 $\pm$ 0.08	10.2 $\pm$ 0.43
Обхват груди	124.7 $\pm$ 1.24	112.5 $\pm$ 0.45
Ширина груди	24.4 $\pm$ 0.35	22.2 $\pm$ 0.87
Глубина груди	42.4 $\pm$ 0.54	38.9 $\pm$ 0.25

Рост и развитие являются двумя взаимосвязанными процессами. Живая масса – наиболее выраженный показатель роста и развития молодняка. Она подвержена значительным изменениям в зависимости от возраста, пола и характера кормления. Процессы роста и развития маралят носят ступенчатый ха-

рактически, особенно в первые 6 месяцев. Под влиянием окружающей среды регистрируются критические фазы развития, при этом зоотехнической службе хозяйств нужно строго сбалансировать рацион кормления. К моменту отбивки в возрасте 6 месяцев самцы весят 86–88 кг, самки 69–71 кг. Зимой у молодняка и взрослых замедляются и прекращаются темпы роста и развития. Для пантовых оленей, как и других видов животных, характерна периодичность жизненных функций животных (Любимов, 1976). Периодические изменения в организме животных имеют характер биологических ритмов, которые складываются в результате взаимодействия животных с внешней средой.

С наступлением ранней весны (март) у маралов изменяется характер обмена веществ: интенсивность его повышается, что отражается во внешнем поведении животных. Они становятся более подвижными. У маралов–рогачей начинаются спад коронок и отрастание новых рогов. Маралята рождаются живой массой 15.00 ± 2.86 кг. Среднесуточный привес составил 300–350 г (Луницын, 2004).

Второй этап отбора провели в декабре, молодых маралов «сайков» и маралушек «саюшек» в период полового созревания в возрасте 15–16 месяцев. Учитывали живой вес, а у самцов также длину, развитие «шпилек» (табл. 2).

Таблица 2. Зависимость длины «шпилек» и ширины лба у сайков

Хозяйства	Длина «шпилек», см	Ширина лба, см
ЗАО «Фирма Курдюм»	54.4 ± 1.36	20.1 ± 0.13
СПК «Племхоз Теньгинский»	54.7 ± 0.73	20.5 ± 0.23
ООО «Верхний Уймон»	54.1 ± 0.43	20.6 ± 0.24
СПК «Абайский»	55.1 ± 0.54	22.2 ± 0.53

Из таблицы 2 видно, что существует прямая зависимость между продуктивностью и шириной лба. На основании установленной зависимости между длиной «шпилек», шириной лба и весом пантов можно успешно решать практические задачи по совершенствованию племенной работы.

Таким образом, отбор и оценка маралов проводится с учетом биологических циклов, сезона года, возраста и технологии ведения отрасли. Установлена зависимость веса пантов от длины «шпилек», представилась возможность оценивать племенные качества самцов в 1.5-годичном возрасте, проводя бонитировку их в ноябре – декабре, т. е. в период формирования стада, когда животные достигают половой зрелости.

Список литературы

- Луницын В.Г. Пантовое оленеводство России. Барнаул, 2004. 582 с.
 Любимов М.П. Болезни пантовых оленей. Барнаул, 1976. 126 с.
 Ржаницина И.С., Малофеев Ю.М., Белоногова С.П., Белоногов А.П. Адаптационные особенности морфологии ряда систем организма пантовых оленей Горного Алтая // Научные труды ЦНИЛПО. Прогрессивная технология пантового оленеводства. 1982. Т. 28. С. 80–82.

Тельцов Л.П., Бушукина О.С., Добрынина И.В. Закономерности индивидуального развития крупного рогатого скота // Морфологические ведомости. 2004. № 3–4. С. 77–80.

ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ АЗОВСКОГО МОРЯ В 2008 г.

Л.А. Бугаев, О.А. Зинчук, Т.М. Смыр, А.В. Войкина
*Азовский НИИ рыбного хозяйства, 344007 Ростов-на-Дону;
e-mail: bugayov@list.ru*

Традиционно на Азово-Черноморском бассейне токсикологические исследования направлены на оценку уровня загрязнения тяжелыми металлами и хлорорганическими пестицидами. Тем не менее, спектр современного антропогенного загрязнения естественных водоемов значительно шире и редко учитывается. Ростовская область и Краснодарский край относятся к регионам с развитым сельским хозяйством, которое, в свою очередь, интенсивно применяет химическую обработку семян и посевов для борьбы с сорняками, насекомыми-вредителями, грибковыми заболеваниями и т.д. пестицидными препаратами. В итоге возникает опасность попадания ядохимикатов с подземным или поверхностным стоком в речную сеть и затем в Азовское море.

Ассортимент пестицидов за последние 30 лет претерпел существенные изменения. Важнейшее требование к современным пестицидам — их низкая активность для теплокровных животных. Однако, большинство препаратов, являясь малоопасными для теплокровных, представляют значительную опасность для гидробионтов (Левина и др., 2002). Целью исследований являлась оценка токсикологического состояния производителей пиленгаса, тарани и бычка кругляка.

Для токсикологических исследований производился анализ содержания действующих веществ пестицидов в печени рыб. Печень выполняет в организме роль активного биологического барьера между организмом и окружающей средой, а высокое содержание жира обеспечивает условие для накопления в органе липофильных, в том числе и чужеродных, веществ. После вылова рыбы печень замораживалась при $T -20^{\circ}C$. Экстракция веществ производилась по методикам, описанным в руководствах по проведению экологических анализов (Другов, Родин, 2002). Химический анализ предусматривал количественное определение содержания действующих веществ пестицидов в печени методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Колонка 4.6×150 мм Reprosil-PUR ODS-3, 5 мкм (Элсико, Россия); термостатирование — $40^{\circ}C$; подвижная фаза: Ацетонитрил/вода (70/30) в изократическом режиме; скорость потока 0.3 мл/мин; объем вводимого в хроматограф экстракта пробы — 10 мкл.

Физиологическое состояние рыб оценивалось на основе гематологического анализа. Для предупреждения изменений общей картины показателей отбор крови производился из хвостовой артерии сразу же после отлова рыбы и нано-

сился в виде мазка на предметное стекло. Для фиксирования препарата использовалась смесь Никифорова. Препараты анализировались в отсроченном режиме по окончании полевых работ.

Исследование интоксикации рыб показало, что у всех обследованных особей независимо от сезона вылова в печени обнаруживались действующие вещества пестицидов. Частота встречаемости и концентрация обнаруженных веществ была различной даже у рыб одного вида, выловленных в одном месте. Наиболее часто в печени обнаруживались: Имидаклоприд, Тиабендазол (табл. 1). Группу веществ средней частоты встречаемости составляли: Ипродион, Метконазол, Метрибузин, Фамоксадон, Флумиоксазин, Ципроконазол, Этофумесат. Остальные действующие вещества встречались значительно реже или в единичных случаях. Из обнаруженных веществ наибольшей токсичностью для рыб обладают: Имазалил, Этофумесат, Фамоксадон.

Таблица 1. Интоксикация действующими веществами пестицидов в обследованной выборке рыб

Действующее вещество	Среднее значение (мкг/г)	Min–Max (мкг/г)	Частота встречаемости, %
Дикамба	0.21	0.13–0.37	4
Имазалил	0.15	0.02–0.40	3
Имидаклоприд	1.48	0.02–2.66	47
Ипродион	0.05	0.001–0.24	30
Клопиралид	0.49	0.06–2.06	5
Метконазол	0.15	0.02–0.87	29
Метрибузин	0.13	0.007–0.94	33
Пенцикурон	0.10	0.001–0.45	15
Тиабендазол	0.82	0.003–3.80	49
Фамоксадон	0.11	0.003–1.11	25
Флумиоксазин	0.08	0.001–0.73	29
Цинидон-этил	0.35	0.003–1.48	11
Ципроконазол	0.24	0.007–1.65	37
Этофумесат	0.17	0.006–1.01	37

Физиологическое состояние рыб, оцененное по гематологическим показателям, можно охарактеризовать как удовлетворительное. Интенсивность эритропоэза и лейкоцитарная формула свидетельствовали об отсутствии выраженных воспалительных или компенсационных процессах у рыб. Несколько более негативная картина была характерна для тарани: высокая представленность пойкилоцитоза на фоне низкого эритропоэза могла свидетельствовать о начале анемических процессов, некачественном питании. В целом были обнаружены следующие морфологические нарушения клеток красной крови (доля рыб указана по отношению к общему числу обследованных особей): гипохромазия (37%), пойкилоцитоз (37%), анизоцитоз (2%), коагуляция эритроцитов (10%), смещение ядер эритроцитов (24%), набухание эритроцитов из-за нарушения осмотической резистентности (24%), наличие ядерных теней (2%).

Тем не менее, ввиду неспецифичности гематологического ответа на внешние или внутренние факторы воздействия, проблематичным оказывается выявление причинно-следственных зависимостей (в нашем случае — это интоксикация действующими веществами пестицидов и ее влияние на состояние рыб). Для выявления закономерностей между интоксикацией организма рыб и реакцией крови был проведен корреляционный анализ с помощью коэффициента контингенции Шарлье. Выявлено, что в парах признаков Дикамба-коагуляция, Клопиралид-коагуляция, Тиабендазол-коагуляция эритроцитов, Ципроконазол-гипохромазия, Этофумесат-гипохромазия обнаружена тесная связь между обнаружением в печени вещества и выявлением морфологических нарушений в крови. В парах признаков: Клопиралид-гипохромазия, Метрибузин-пойкилоцитоз обнаружена обратная зависимость — при обнаружении данных пестицидов в печени рыб, вероятность одновременного развития перечисленных нарушений крови меньше 5%. Таким образом, можно предположить, что некоторые действующие вещества при попадании в организм рыб могут увеличивать риск развития тех или иных нарушений морфологии эритроцитов.

Список литературы

Другов Ю.С., Родин А.А. Экологическая аналитическая химия. СПб.: «Анатолия», 2002. 464 с.

Левина И.Л., Москвичев Д.В., Гвозденко С.И. Сравнительная оценка острого токсического воздействия пестицидов группы диазолов на гидробионты // Основные проблемы рыб. хоз-ва и охраны рыбохоз. водоемов Азово-Черноморского бассейна. 2002. С. 601–609.

ИЗМЕНЕНИЕ ОБЩЕЙ ГОНАДОТРОПНОЙ АКТИВНОСТИ ГИПОФИЗОВ ПОРЦИОННО-НЕРЕСТУЮЩЕГО БЫЧКА-КРУГЛЯКА *GOBIUS MELANOSTOMUS* В РЕПРОДУКТИВНОМ ЦИКЛЕ

А.Б. Бурлаков, Е.Б. Моисеева

*Московский государственный университет, 119899 Москва;
e-mail: burlakova@mail.ru*

Положение рыб в ряду позвоночных, особенности их биологии, обусловленные обитанием в водной среде, многообразие приспособлений к размножению — все это привлекает к данной группе животных внимание широкого круга специалистов, занимающихся исследованиями развития, строения и функционирования репродуктивной системы. Разнообразные условия обитания обусловили появление в эволюции рыб ряда физиологических приспособлений (в том числе, и в гормональной регуляции репродуктивной системы), позволяющих успешно адаптироваться к изменениям среды. Именно чрезвычайная пластичность такой регуляторной системы открывает возможность плавных переходов от единовременного икрометания к порционному и обратно, создает условия для регуляции численности потомства и соотношения в нем самцов и самок. В связи с этим, проблема гормональной регуляции репродуктивной функции не-

сомненно актуальна не только для физиологии рыб, но и для познания сложных внутрисистемных отношений регуляторных звеньев гипоталамо-гипофизарно-гонадной системы, обеспечивающей широкий спектр репродуктивных особенностей.

Проведено исследование изменения общей гонадотропной активности гипофизов у порционно-нерестующего бычка-кругляка (*Gobius melanostomus*) в репродуктивном цикле. Пойманных рыб подвергали полному биологическому анализу. Вычисляли гонадосоматический индекс (ГСИ) и гипофизарно-мозговой индекс (ГМИ). Гонадотропную активность гипофиза определяли иммунологическим методом с использованием сенсibilизированных высокоочищенным ХГ эритроцитов барана (удельная активность ХГ 8000 МЕ/мг) по ранее описанной методике (Бурлаков, 1985).

Таблица 1. Изменение общей гонадотропной активности гипофизов порционно-нерестующего бычка-кругляка в репродуктивном цикле

Стадия зрелости гонады	ГСИ (%)	Индекс гранулированных базофилов (ИГБ), (%)	Гонадотропная активность гипофиза ГТА, (МЕ./ мг)	Число особей
juv			(0.01)	185
II	0.44±0.0	16.7±0.02 (18.0±0.23)	0.072±0.001 (0.18±0.01)	156 (138)
II-III	2.35±0.0	18.7±0.31	2.12±0.02	176
III природа			(6.81±0.05)	145
III аквар.			(1.64±0.01)	36
III-IV	8.12±0.0	48.7±2.34	12.5±1.44 (37.2±3.21)	138 (142)
IV-V	15.8±1.8	57.9±4.13 (55.2±4.38)	15.8±1.65 (165.5±7.61)	112 (172)
VI-III ₁ апрель	6.65±1.2	52.9±5.23	10.6±1.45	86
VI-III ₂ май	4.25±0.8	47.8±4.26	6.72±0.63	67
VI-III-П июнь	1.24±0.0	40.1±4.21	1.85±0.25	62
VI-III.....п июль	1.55±0.1	36.5±4.31	2.27±0.26	85
VI-П сентябрь	0.87±0.0	31.2±3.34	0.09±0.001 (2.12±0.03)*	167 (137)

Примечание: в скобках указаны значения для самцов, * - у самцов, отловленных после участия в нересте, в течение всего периода с мая по сентябрь

Проведенное исследование показало (табл. 1), что по мере развития гонад как у самцов, так и у самок наблюдается увеличение ГСИ, ГМИ и общей гонадотропной активности гипофизов. Интересно отметить, что у самок на III стадии развития гонад (активный вителлогенез), отловленных из природы, общая

гонадотропная активность гипофизов была в 4.15 раза выше, чем у рыб, содержащихся длительное время в морском аквариуме (табл. 1). В нерестовый период у самок и самцов изменение этих показателей в значительной степени различается. У самок в этот период гонадотропная активность гипофиза длительное время сохраняется на довольно высоком уровне, а у самцов резко снижается с переходом гонад на VI стадию зрелости (табл. 1).

Аналогичная закономерность функционирования гипофизов у самок по сравнению с самцами на завершающих этапах гаметогенеза была выявлена и у порционно размножающейся черноморской камбалы-калкана. Проведенное гистохимическое исследование морфо-функционального состояния гонадотропоцитов в гипофизах бычка-кругляка показало, что у самок этого вида, также как и у калкана, сохраняется большое количество активных гонадотропоцитов после вымета первой и последующих порций икры, которые обеспечивают рост и созревание многих последовательно развивающихся порций яйцеклеток. Известно, что самки бычка-кругляка выметывают за сезон до 5–6 порций икры, в то время как самцы участвуют в нересте только 1 раз в сезон размножения (Моисеева, 1981). Поэтому у самцов наблюдаются морфологические картины резкого истощения гонадотропоцитов и падения уровня общей гонадотропной активности гипофизов сразу после нереста. То есть, по характеру функционирования гипофиза и гонад самцы бычка-кругляка приближаются к единовременно нерестующим рыбам, в отличие от типично порционно нерестящихся самок.

Список литературы

- Бурлаков А.Б. Активность гонадотропинов в гипофизе и сыворотке крови самок толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.) (Cyprinidae) на разных этапах репродуктивного цикла // *Вопр. ихтиологии*. 1985. Т. 25. Вып. 3. С. 494–504.
- Моисеева Е.Б. Бычки как возможные объекты морской аквакультуры // *Эколого-физиологические основы аквакультуры на Черном море*. М: ВНИРО, 1981. С. 80–90.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОПТИЧЕСКИХ КОНТАКТОВ РАННИХ ЗАРОДЫШЕЙ БЕСХВОСТЫХ АМФИБИЙ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ ПИГМЕНТИРОВАННОСТИ

О.В. Бурлакова, А.Б. Бурлаков, И.Ф. Голиченкова, В.А. Голиченков
Московский государственный университет, 119899 Москва;
e-mail: burlakovao@mail.ru

Показано, что оптические контакты дробящейся икры и ранних зародышей низших позвоночных могут оказывать влияние на их жизнеспособность и динамику дальнейшего развития (Бурлаков и др., 2000). Такие эффекты обеспечиваются стадиоспецифическим сверхслабым излучением электромагнитной

природы (Белоусов и др., 2003). Поэтому видовые особенности пигментации могут оказывать влияние на формирования биологического эффекта контактирующих зародышей. Были проанализированы влияния оптических контактов групп эмбрионов амфибий, различающихся по степени пигментации (от меньшей – к наибольшей) – шпорцевой лягушки (*Xenopus laevis*), прудовой (*Rana esculenta*) и травяной (*R. temporaria*) лягушек, серой жабы (*Bufo bufo*).

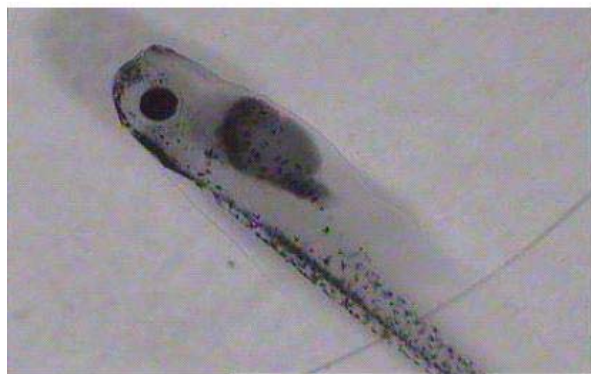
Икру шпорцевой лягушки получали в лабораторных условиях общепринятым методом гормональной стимуляции производителей. Икру остальных видов брали из водоемов Подмоскovie в период естественного размножения. Эксперименты по оптическому контакту разновозрастных групп зародышей проводили по единой разработанной ранее схеме (Бурлаков, 1998). В кварцевые полужакрытые кюветы (40x10x10 мм) с водой помещали по 30 зародышей одной стадии развития, предварительно освобожденных от третичной оболочки. Кюветы располагали в металлическом стерилизаторе так, чтобы взаимодействующие группы зародышей располагались одна над другой. Кюветы с контрольными группами содержали в тех же условиях. Время оптического контакта 24 ч, температура для шпорцевой лягушки +22–23°C, прудовой +19°C и травяной лягушки и жабы +17°C (термостат ТСО 1/80 СПУ). Были проанализированы результаты оптических контактов зародышей, находящихся на разных стадиях от начала дробления до бластулы с зародышами разных стадий гаструляции (каждое сочетание не менее, чем в 3–5-кратной повторности). По окончании эксперимента каждую группу зародышей из кювет переносили в отдельные чашки Петри, под бинокулярным микроскопом отмечали число погибших и аномально развивающихся эмбрионов и определяли стадии развития зародышей по таблицам нормального развития для каждого вида. Данные обрабатывали статистически.

Оптические контакты разновозрастных групп зародышей оказывали влияние на изменение темпов последующего развития по сравнению с зародышами соответствующих контрольных групп и вызывали появление аномалий. Проявление эффекта специфично для определенных сочетаний стадий развития.

В опытах с зародышами шпорцевой лягушки были выявлены стадиоспецифичные аномалии: микрофтальмия, односторонняя анофтальмия, раздвоение осевых структур на разных уровнях передне-задней оси. Часть из них представлена на рис. 1. Спектр аномалий, как и у наиболее исследованной в этом аспекте рыбы выюна (Бурлаков и др., 2000), икра которой лишена меланина, гораздо шире, чем у других исследованных амфибий.

После оптических контактов разновозрастных зародышей прудовой лягушки в группах, где отмечали замедление развития, достоверно снижался процент аномальных зародышей, а при ускорении развития наблюдали в большинстве случаев увеличение числа аномальных зародышей. К числу характерных аномалий в экспериментальных группах, можно отнести устойчивые искривления туловища за счет асимметрии развития левой и правой частей на разных уровнях переднезадней оси зародыша, нарушение развития головных структур. В подопытных группах более часто встречались отеки вентральных отделов – аномалии, наблюдающиеся и в контрольных группах, но значительно реже (до

2–4% в контроле и до 20% – после оптических контактов на стадиях поздней бластулы – средней гаструлы).



А

Рис.1. Аномалии развития шпорцевой лягушки после оптического контакта.

А - нормальная личинка;



Б

Б - латеральное искривление осевого комплекса и раздвоение хвостового отдела;



В

В - микрофтальмия, отек вентральной области и дорзо- вентральное искривление хвостового отдела у личинок того же возраста.

Во всех подопытных группах зародышей травяной лягушки число аномальных и погибших зародышей не меняется достоверно по сравнению с контрольными группами, однако некоторые аномалии были характерны только для зародышей после оптического контакта. Это нарушение симметрии развития осевых структур, отеки вентрального отдела, рыхлые опухоли в области pronefro и вентро-каудального отдела туловища.

Особенностью последствий оптических контактов разновозрастных зародышей жабы, вида с наиболее пигментированной икрой, было увеличение числа аномальных зародышей во всех экспериментальных группах, как при ускорении, так и при замедлении развития. Этот вид имеет характерную форму кладок, представляющих собой «цепочку» икринок в студенистой третичной оболочке, развешенной длинной нитью на подводной растительности. В результате такого взаимного расположения в норме зародыши жабы имеют минимальный оптический контакт друг с другом, по сравнению с кладками лягу-

шек. Не является ли такая форма кладки эволюционным приспособлением для уменьшения площади оптического контакта?

Работа поддержана грантом РФФИ № 08-04-00919

Список литературы

Белоусов Л.В., Бурлаков А.Б., Лучинская Н.Н. Статистические и частотно-амплитудные характеристики сверхслабых излучений яйцеклеток и зародышей выюна в норме и при их оптических взаимодействиях. II. Изменение характеристик сверхслабых излучений при оптическом взаимодействии разновозрастных групп зародышей // Онтогенез. 2003. Т. 34. № 6. С. 453–463.

Бурлаков А.Б., Бурлакова О.В., Голиченков В.А. Дистантные волновые взаимодействия в раннем эмбриогенезе выюна // Онтогенез. 2000. Т. 31. № 5. С. 343–349.

Бурлаков А.Б. Внутривидовая волновая коррекция раннего эмбрионального развития // Пространственно-временная организация онтогенеза. М.: Изд-во МГУ, 1998. С. 183–192.

ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСЕННЕЙ ЖИГАЛКИ *STOMOXYS CALCITRANS* L. (DIPTERA, MUSCIDAE) В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

С.П. Гапонов, М.А. Сотникова

Воронежский государственный университет, 394006 Воронеж;

e-mail: gaponov2003@mail.ru

Жигалка осенняя – *Stomoxys calcitrans* L. – формирует природные и синантропные популяции. Самцы и самки питаются кровью теплокровных, нанося болезненные укусы и вызывая тяжелые раздражения покровов. Прокормителями *S. calcitrans* являются дикие млекопитающие, крупный и мелкий рогатый скот, лошади, свиньи, собаки, человек. Эта муха является переносчиком вируса лошадиной влажной лихорадки, вируса лейкоза коров, возбудителя везикулярного стоматита лошадей и скота, анаплазм. Кроме того, жигалка осенняя отмечается в качестве механического переносчика возбудителей сибирской язвы, бруцеллеза, сальмонеллеза. Экономический ущерб, наносимый этим кровососом, связан с истощением сельскохозяйственных животных, потерей веса до 20%, уменьшением удоев молока до 40% (Campbell, Berry, 1989; Campbell et al., 1987).

В 2007 и 2008 гг. мы изучали развитие *S. calcitrans* в различных температурных условиях окружающей среды. Одна кладка *S. calcitrans* содержит от 50 до 130 яиц. Наблюдения показали, что самки осенней жигалки чаще всего откладывают яйца в компостные кучи вблизи ферм, разлагающиеся пищевые остатки, мусор, навоз, старые навозные кучи, пропитанную мочой подстилку скотоводческих хозяйств. При среднесуточной температуре 22–25°C развитие от яйца до имаго занимает от 20 до 25 дней. Это совпадает с результатами, полученными другими исследователями (Lysyk, 1993; Gilles, David, 2005).

Яйца раскрываются через 20–26 ч, и из них выходят личинки первого возраста. Они питаются бактериями в субстрате. Через 2–3 дня личинки перво-

го возраста линяют в личинок второго возраста. Эти личинки продолжают питаться частицами органики в течение 3–4 дней. Затем происходит следующая линька, появляются личинки третьего возраста. Они питаются один день и окукливаются, формируя пупарии. Имаго выходят через 4–5 дней (иногда через 6–8 дней). При оптимальных условиях развитие от яйца до имаго занимало 8–10 дней. В ряде случаев развитие протекало дольше, до 15–17 дней. Длительность полного жизненного цикла от яйца до откладки яиц самкой следующего поколения составляет в среднем 3–5 недель. Известно, что в зонах с климатическими условиями, близкими к оптимуму, каждое лето появляется до 12 поколений *S. calcitrans*. В областях с умеренным климатом эта муха дает 1–3 поколения за летний период. В лабораторных условиях имаго выживали до 20–30 дней (в среднем 25–26 дней).

Длительность генераций, продолжительность жизни имаго, пожизненная плодовитость, время развития личинок и период откладки яиц зависят от температурного режима. Наибольшая продолжительность жизни имаго выявлена при среднесуточной температуре 18–20°C, а размножение мух наблюдалось при 18–30°C. В температурном промежутке от +15 до +28°C было отмечено, что пожизненная плодовитость понижается с ростом температуры. Размножение *S. calcitrans* было отмечено при среднесуточной температуре +15°C. Самки откладывали от 16 до 28 яиц, а развитие личинок заняло от 64 до 69 дней. При температуре 18–19°C личинки развивались от 50 до 52 дней. При среднесуточной температуре выше +21°C развитие личинок ускоряется очень резко и занимает около 3 недель. При 30°C развитие завершается за 14–15 дней, однако повышается смертность личинок из-за быстрого высыхания субстрата.

В условиях Воронежской области время, требуемое на развитие одной генерации, составляет около 3–4 недель. Однако этот показатель зависит от температурного режима. Самый короткий период времени для развития одного поколения наблюдался при среднесуточной температуре +24–25°C (в аномально жаркое лето 2008 г.), в то время как наибольшее время требуется на развитие одного поколения при температуре +15–18°C (прохладное начало лета 2007 г.). Температурные режимы ниже +15°C и выше +30°C повышали смертность яиц, личинок и пупариев.

Полученные данные могут быть использованы для моделирования развития синантропных популяций жигалки осенней и защиты скота от нее.

Жигалка осенняя требует интегрированного контроля, основанного на применении химических, экологических и биологических методов. Химический контроль связан с применением различных инсектицидов и эффективен и оправдан при необходимости сокращения крупной популяции *S. calcitrans* в синантропных условиях. Следует учитывать, что инсектициды не поражают личиночные стадии мухи в местах их обитания. Следовательно, применение химических методов нужно повторять каждые 2 недели (иногда даже чаще), чтобы воздействовать на следующие поколения имаго. Экологическая защита основана на проведении плановых санитарных обработок, направленных на предотвращение развития жигалки осенней. Нужно уменьшить влажность или вообще осушить субстраты, в которых протекает развитие личинок мухи. Кроме

этого, важно удалять навоз, компост и гниющую растительность, чтобы не создавались подходящие условия для развития *S. calcitrans*. Биологический контроль связан с использованием микроорганизмов и животных (в частности, некоторых клещей), которые являются естественными врагами личинок и имаго жигалки осенней.

Список литературы

Campbell J.B., Berry I.L. Economic threshold for stable flies on confined livestock // Misc. Publ. Entomol. Soc. Am. 1989. V. 74. P. 18–22.

Campbell J.B., Berry I.L., Boxler D.J., et al. Effects of stable flies (Diptera: Muscidae) on weight gain and feed efficiency of feedlot cattle // J. Econ. Entomol. 1987. V. 80. P. 117–119.

Lysyk T.J. Adult resting and larval developmental sites of stable flies and house flies (Diptera: Muscidae) on dairies in Alberta // J. Econ. Entomol. 1993. V. 86. P. 1746–1753.

Gilles J., David J.-F. Effects of temperature on the rate of increase of *Stomoxys calcitrans* and *Stomoxys niger niger* (Diptera: Muscidae) from la Réunion Island // J. med. Entomol. 2005. V. 42. № 6. P. 959–965.

ВЛИЯНИЕ 30-ДНЕВНОЙ ВИБРАЦИИ НА ФОНОВУЮ АКТИВНОСТЬ СУПРАОПТИЧЕСКИХ КЛЕТОК ГИПОТАЛАМУСА

Г.Ю. Григорян

Ереванский государственный университет, 0025 Ереван;
e-mail: gaygrig2002@yahoo.com

В современных экологических условиях резко возросла интенсивность влияния негативных факторов внешней среды, в частности, вибрации, на человека и животных. Вибрация рассматривается как стресс-фактор, индуцирующий дисбаланс гомеостаза организма и являющийся патогенетическим фактором вибрационной болезни, поражающей нервную и другие системы организма (Минасян, 1990; Griffin, Bovenzi, 2002). Особую актуальность приобретает выявление механизмов, лежащих в основе формирования дисфункций в организме при воздействии вибрации. В этой связи нами проведено изучение влияния 30-дневной вибрации на фоновую импульсную активность (**ФИА**) супраоптического ядра гипоталамуса (**СОЯ**), крупноклеточные нейроны которого участвуют в автономном и нейроэндокринном видах гомеостатического контроля.

Методом экстраклеточной регистрации изучена **ФИА** 152 нейронов **СОЯ** гипоталамуса крыс, анестезированных нембуталом (40 мг/кг, внутривентрикулярно): 78 нейронов – в контрольной группе (6 крыс) и 74 нейрона – в опытной (6 крыс), после 30-дневного воздействия общей вертикальной вибрации (60 Гц, 0.4 мм, по 2 ч ежедневно). Отведение **ФИА** осуществлялось стеклянными микроэлектродами (диаметр кончика 1 мкм, сопротивление 3–5 МОм), заполненных 2М раствором хлористого натрия, по координатам атласа (Paxinos, Watson, 2005). После завершения экспериментов проводился гистологический

контроль локализации электродов. Эксперименты выполнены в соответствии с Хельсинкской Декларацией о гуманном обращении с животными.

Анализировались последовательные участки межимпульсных интервалов (**МИ**), включающие до 1200 потенциалов действия. Оценивались распределения нейронов **СОЯ** по степени регулярности **ФИА**, характеру динамики следования **МИ**, рассчитывались значения основных статистических показателей **ФИА**: средняя частота импульсации нейронов и коэффициент вариации **МИ**. По частоте разрядов **ФИА** исследованные нейроны подразделялись на три группы: 1 – с низкой ($<10 \text{ с}^{-1}$), 2 – со средней ($10\text{--}30 \text{ с}^{-1}$), 3 – с высокой ($>30 \text{ с}^{-1}$) частотой импульсации. Для оценки достоверности изменений в распределениях **МИ** нейронов **СОЯ** гипоталамуса после влияния вибрации использовался критерий χ^2 . Достоверность изменения статистических показателей **ФИА** оценивалась по *t*-тесту Стьюдента.

Анализ аутокоррелограмм **МИ** клеток **СОЯ** после 30-дневной экспозиции общей вертикальной вибрации выявил достоверные ($p<0.001$) по сравнению с нормой сдвиги в распределении по степени регулярности **ФИА**. Так, вибрационная стимуляция индуцировала возникновение регулярно разряжающихся нейронов, количество которых достигло 23.0%, при том, что в норме их зарегистрировано не было. В результате воздействия вибрационного раздражителя наблюдалось также увеличение по сравнению с нормой (11.5%) количества промежуточных по степени регулярности нейронов в два раза. Повышение степени регулярности **ФИА** сопровождалось снижением количества нерегулярных клеток, число которых к 30-у дню воздействия уменьшалось в два раза, составляя 39.2% (в норме – 79.5%). Доля же нестационарных единиц в результате вибрационного воздействия возросла в 1.6 раза (в норме – 9.0%). На 30-й день вибрационного воздействия обнаруживались также достоверные ($p<0.01$) по сравнению с нормой изменения в характере динамики следования **МИ** нейронов **СОЯ**. Вибрационная стимуляция вызывала резкое увеличение по сравнению с нормой количества клеток с монотонными (в 3.2 раза) и случайными изменениями в следовании **МИ** (в 1.6 раза) (в норме – 7.7% и 2.6%, соответственно). Число единиц с пачечно-групповой активностью было ниже нормы (33.3%) в 1.8 раза. Доля же нейронов с локальными изменениями в следовании **МИ** несколько снизилась, составив 52.4%, при 56.6% в контроле. К 30-у дню вибрационного воздействия достоверно снизилась средняя частота импульсации супраоптических нейронов, составив $17.8 \pm 2.1 \text{ с}^{-1}$ ($p<0.05$), при $22.7 \pm 1.9 \text{ с}^{-1}$ в норме. Это сопровождалось достоверным ($p<0.05$) по сравнению с контролем сдвигом в распределении нейронов **СОЯ** по отдельным частотным группам, выражавшемся, в основном, в увеличении доли низкочастотных клеток в два раза (в норме – 22.5%) и уменьшении количества высокочастотных нейронов в 1.7 раза (в норме – 26.8%). Число же среднечастотных единиц снизилось до 41.3%, при 50.7% в контроле. 30-дневное воздействие вибрации вызывало достоверное повышение коэффициента вариации **МИ** нейронов **СОЯ** до $105.1 \pm 3.4\%$ ($p<0.05$), при $94.6 \pm 3.3\%$ в контроле.

Аутокорреляционный анализ спонтанноактивных клеток **СОЯ** выявил преобладание нерегулярных нейронов как в контрольной, так и в экспериментальной группах. Вибрационное воздействие приводило к повышению степени

регулярности **ФИА**, что выражалось в увеличении количества регулярных и промежуточных по степени регулярности клеток, доли которых становились равными, параллельно сокращению числа нерегулярных единиц. Это может свидетельствовать об изменении в результате длительной вибрационной стимуляции функционального состояния ГАМК_A-рецепторов, опосредующих возникновение нерегулярной активности (Kononenko, Dudek, 2004). Отметим, что на 30-й день вибрации, несмотря на повышенную регулярность **ФИА**, наблюдалось высокое значение коэффициента вариации **МИ**. Этот факт, по всей вероятности, связан с общим понижением значения средней частоты спайков нейронов **СОЯ**, обусловленным существенным увеличением доли низкочастотных клеток. Наблюдаемые нами изменения в динамике следования **МИ** в результате действия фактора могут определяться пре- и постсинаптической модуляцией тормозного (**ГАМК**) и возбуждательного (глутамат) входов в **СОЯ**. В частности, уменьшение числа клеток с пачечно-групповой активностью может быть связано с усилением активации **ГАМК**-ергических интернейронов, образующих тормозные синапсы на дендритах клеток **СОЯ** (Семьянов, 2002). Активация **ГАМК**-системы мозга как модуляторного механизма ограничивает потенциально опасное возбуждение стрессреализующих систем организма. По всей вероятности, именно с процессами синаптической ингибиции связаны наблюдаемые нами изменения в **ФИА** супраоптических нейронов, индуцированные 30-дневным вибрационным воздействием.

Список литературы

Минасян С.М. Интегративные структуры мозга при вибрации. Ереван: Ереван. гос. ун-т. 1990. 272 с.

Семьянов А.В. ГАМК-ергическое торможение в ЦНС: типы ГАМК-рецепторов и механизмы тонического ГАМК-опосредованного тормозного действия. Нейрофизиология / Neurophysiology. 2002. Т. 34. № 1. С. 82–92.

Griffin M.J., Bovenzi M. The diagnosis of disorders caused by hand-transmitted vibration: Southampton Workshop 2000 // Int. Arch. Occup. Environ. Health. 2002. V. 75. № 1–2. P. 1–5.

Kononenko N.I., Dudek F.E. Mechanism of irregular firing of suprachiasmatic nucleus neurons in rat hypothalamic slices // J. Neurophysiol. 2004. V. 91. №1. pp. 267–273.

Paxinos G., Watson Ch. The Rat Brain in Stereotaxic Coordinates. New York: Academic Press (5th ed.). 2005. 376 p.

ОСОБЕННОСТИ КРОВЕТВОРНОЙ ФУНКЦИИ СЕЛЕЗЕНКИ ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ *RANA RIDIBUNDA*

М.П. Грушко, Н.Н. Федорова

Астраханский государственный технический университет, 414025 Астрахань;

e-mail: mgrushko@mail.ru

Целью данного исследования явилось изучение особенностей строения и клеточного состава селезенки лягушек (на примере озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pallas, 1771)). Объектом исследования являлись половозрелые самки

лягушек в возрасте трех лет (30 шт.). Лягушки были отловлены из водоемов Красноярского района Астраханской области в весенне-летний период. Приготовление гистологических препаратов проводилось по общепринятым методикам (Волкова, Елецкий, 1982).

Селезенка амфибий имеет почти округлую форму. Снаружи орган покрыт плотной соединительнотканной оболочкой. Строма органа представлена участками белой и красной пульпы, но четкой границы разделения не отмечено. Всю толщу органа пронизывают многочисленные сосуды, наполненные форменными элементами крови. Строму селезенки образуют ретикулярные клетки. Участки белой пульпы локализовались вокруг артериол и составляли около 20% объема органа. Белая пульпа селезенки прилегала к красной пульпе без четких границ разделения, и была представлена, в основном, лимфоидной тканью. Участки белой пульпы имели неправильную форму различных размеров. Здесь среди ретикулярных клеток были отмечены клетки крови разной степени зрелости, которые располагались хаотично, без какой либо упорядоченности. Созревающие клетки располагались как по одиночке, так и небольшими группами по 2–3 клетки.

Среди всех развивающихся клеток на клетки грануло- и агранулоцитопоэтического ряда приходилось – 85.3%, и всего 14.7% приходилось на клетки эритропоэтического ряда (табл. 1). При этом, из формирующихся лейкоцитов 3.0% приходилось на клетки гранулоцитопоэтического ряда, остальные 97.0% составляли клетки агранулоцитопоэтического ряда.

Таблица 1. Относительное содержание формирующихся клеток белой и красной крови в селезенке лягушки (%)

Клетки	Относительное содержание
Клетки гранулопоэтического и агранулопоэтического рядов	85.3±3.12
Клетки эритропоэтического ряда	14.7±1.55

Среди агранулоцитов самой многочисленной группой клеток были зрелый лимфоциты, на них, в среднем, приходилось 59.1%, на втором месте по количеству находились пролимфоциты, их удельный вес составил 15.8%. Лимфобласты составили 5.6%. Из клеток моноцитопоэтического ряда были отмечены созревающие промоноциты (1.6%) и зрелые моноциты (1.4%). Среди клеток плазмцитопоэтического ряда на плазмобласты приходилось, в среднем, 5.1%, на проплазмоциты – 3.7%, и на плазмоциты – 4.7%.

Все плазматические клетки имели эксцентрично расположенное ядро, и отличались размерами. Зрелые клетки отличались от бластных и созревающих более плотным ядром. Средний диаметр плазмобластов составлял – 22 мкм, проплазмоцитов – 17.6 мкм, плазмоцитов – 15.4 мкм.

Из гранулоцитов были выявлены созревающие и зрелые клетки. Одинаковое количество было отмечено миелоцитов базофильных, нейтрофильных и эозинофильных (0.5%). Среди созревающих клеток были отмечены метамиело-

циты нейтрофильные (0.4%) и палочкоядерные нейтрофилы (0.6%). Из зрелых гранулоцитов были отмечены только сегментоядерные нейтрофилы (0.5%). Основная масса клеток эритропоэтического ряда белой пульпы была представлена зрелыми эритроцитами, их удельный вес, в среднем составлял 87,0%. Из созревающих клеток были отмечены проэритробласты (2.0%), базофильные (2.0%), полихроматофильные (2.0%) и оксифильные эритробласты (6.0%). Эритробласты были самой малочисленной группой, и составляли 1.0%.

Кроме этого, в белой пульпе редкими клетками были макрофаги, в цитоплазме которых насчитывалось три ядра.

Красная пульпа органа состояла из ретикулярной ткани, которая тоже пронизана многочисленными кровеносными сосудами (синусоидные капилляры), где среди ретикулярных клеток находились созревающие, зрелые и гибнущие эритроциты, а также здесь встречались единичные эозинофилы, нейтрофилы, лимфоциты и плазмоциты. Также здесь были отмечены макрофаги.

Таким образом, в селезенке озерной лягушки образуются клетки крови всех рядов, но основной процент формирующихся клеток приходится на клетки лимфоцитопоэтического ряда, т.е. этот кроветворный орган у озерной лягушки в большей степени производит клеток лимфоидного ряда.

Список литературы

Волкова О.В., Елецкий Ю.К. Основы гистологии с гистологической техникой. М.: Медицина, 1989. 234 с.

ГЛАВНАЯ СИСТЕМА ГИСТОСОВМЕСТИМОСТИ (МНС) КАК МАРКЕР В ЭКОЛОГО-ПОПУЛЯЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ: ЛОКУСЫ ГЕНОВ В ЦИКЛИДАХ

Р.Ш. Донгак

*Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН,
667000 Кызыл; e-mail: giatran@yandex.ru*

Генетическая характеристика популяций рыб может выявить вероятный размер и структуру популяции, время основания, а также оценить процесс видообразования и видовое разнообразие (Barlow, 2000; Klein et al., 1997). Общим ограничением использования различных маркеров является их низкая степень вариабельности. Исключение составляет набор маркеров, содержащихся в генах главной системы гистосовместимости (МНС). Характерной особенностью генов МНС является их полиморфизм, который широко распространен среди особей внутри популяции, и эволюционирует в трансвидовой манере. На практике, высокая степень полиморфизма МНС приводит к трудностям при определении того, являются ли гомологичные группы ДНК последовательностей отдельными локусами или старыми аллельными линиями одного локуса. Для преодоления данных ограничений при проведении эколого-популяционных исследований рыб, в представляемой работе приведен пример использования

ВАС клонов и идентификации отдельных локусов генов класса IIВ МНС в циклиде *Oreochromis niloticus*.

В данной работе использовалась библиотека бактериальной искусственной хромосомы (ВАС), приготовленной из одной особи вида *Oreochromis niloticus* и геномная ДНК разных особей вида *Oreochromis alcalicus*. ДНК из ВАС клона извлекали с помощью набора NucleoBond VAC Maxi Kit (Clontech). Полимеразную цепную реакцию проводили в машинах PTC 200 (MJR, США). Полученный фрагмент ДНК вставляли в вектор pGEM-T Easy согласно протоколу производителя. Секвенировали методом терминирования цепи с помощью набора Thermo Sequenase Fluorescent-labeled Primer Cycle Sequencing kit (Amersham Pharmacia Biotech) на секвенаторе LI-COR Long ReadIR (MWG Biotech).

	1	11	21	31	41	51	61	71	81	91
CONSENSUS ==>	ACTTTAACTC	CACTGAGCTG	AAGGACATCG	AGTACATCAG	CTCTTACTAT	TACAACAAGA	TCGAGGTCAC	CAGGTTTGAC	AGCAATGTGG	GGAAGTTTGT
Oral-1	-----	-----C-	-----A	-----	A-----	-----	-----	-----	--TG--A	-----
Oral-2	-----	-----C-	-----A	-----	G-----	-----	-----	-----T--	--TG--A	-----
Oral-3	-----	-----C-	-----A	-----G-	A-----	-----	-----	-----	--TG--A	-----
Oral-4	-----	-----C-	-----A	-----	A-----	-----	-----	-----C--	--TG--A	-----
Oral-5	-----	-----C-	-----A	-----G-	A-----	-----	-----	-----	--TG--A	-----
Orni-DIB	-----	-T-----	-----TA	-CT--C--T	G-----	-----	-----T--G-	-----	--TG--A	-----CA--
Oral-6	-----	-----T-C-	-----C	-T---GA	-----	-----T--	-G-----GT	-----	-----AG--A	-----
Orni-DFB	-----	-----T	-----C	-----	A-----	-----T--	-G-----T	-----	-----AG--A	-----
Oral-7	-----	-----A	-----C	-----	A-----	-----	-----	-----	--G---A	-----
Orni-DGB	-----	-----A	-----G-	-----	A-----	-----	-----	-----	--G---A	-----
Oral-8	-----	-----A	-----T	-----TA--	-----	-----	-----	-----	--TG--A	-----
Oral-9	-----	-----A	-----C	-----G--CT	-----	-----	-----	-----A	--TG--A	-----
Oral-11	-----	-----A	-----C	-T---CTGA	-----	-----T--	-A---A---T	-----	-----	-----
Orni-DHB	-----	-----C	-----T--C-GA	-----	-----T--	-A---A---T	-----	-----	-----	-----
Oral-12	TG-----	-----G-	-T-T-	-TG-	A--GG--	-GT--T	-G--T--T	G-----	--GC--	-----
Oral-13	TG-----	-----G-	-T-T-	-TG-	A--GG--	-GT--T	-G--T--T	-----	--GC--	-----
Oral-14	-----	-----T-C-	-----C	-T---GA	-----	-----T--	-G--TA--T	-----	-----	-----
Orni-DAB	TG-----T-	-----	-----	-----	-----T--	AG--A-GT	-----CAG--G	-----	-----	-----
Oral-15	TG-----	-----	-----	-----	G-----	-T--AG	-G--ATGT	-----CAG--G	-----	-----A--
Oral-16	-----	-----	-----T--	-----	A-----	-T--AG	-G--ATGT	-----CAG--G	-----	-----
Oral-17	-----	-----	-----T--C-CT	-----	-----	-----TA-G-	-C---CAG--G	-----	-----CG--	-----
Oral-18	-----	-T-----	-----T--C-CT	-----	-----	-----TA-G-	-C---CAG--G	-----	-----G--A--	-----
Orni-DEB	-----C--	-----	-----C-T--C-CT	-----	-----	-----TA-T	-C---CAG--G	-----	-----G--A--	-----C
Oral-19	-----	-T-----	-----T--C-CT	-----	-----	-----TA-G-	-C---CAG--G	-----	-----G--A--	-----
Oral-20	-----	-T-----	-----T--C-CT	-----	-----	-----TA-G-	-C---CAG--G	-----	-----G--A--	-----
Oral-21	-----	-T-----	-----T--C-CT	-----	-----	-----TA-G-	-C---CAG--G	-----	-----G--A--	-----CA--

	101	111	121	131	141	151	161
CONSENSUS ==>	TGGATTCACT	GAGTTTGGAG	TGAAGAAGCG	AGAGAAGCTGG	AACAATGATC	CGGGACAGCT	GGCTGCA
Oral-1	-----	-----C--	G-----A	-----C--	-----	A--C-TTC--	-----T-
Oral-2	-----	-----C--	-----A	-----C--	-----	A--C-TTC--	-----T-
Oral-3	-----	-----C--	-----A	-----C--	-----	A--C-TTC--	-----T-
Oral-4	-----	-----C--	-----A	-----G--	-----A--	A--G-C--	-----T-
Oral-5	-----	-----C--	-----A	-----C--	-----	A--G-C--	-----T-
Orni-DIB	-----	-----	-----GTG--	-----GC--	-----	A--C-TTC--	-----AT
Oral-6	-----A--	-----C--	-----C-G--	-A-T---TT	-----G-C-A-	-A--G--	-----T--
Orni-DFB	G-----A--	-----C--	-----C-G--	-A-C---TT	-----G-C-AA	-A--G--	-----A--
Oral-7	-----	-----GC--	-----C-G--	-A-C---TT	-----G-C-A-	-A--G--	-----A--
Orni-DGB	-----	-----C--	-----ACGG--	-A-T---TT	-----G-C-A-	-A--G--	-----A--
Oral-8	-----A--	-----A--	-----T--	-----	-----CTA--	-A--G--T--	-----A--
Oral-9	-----	-----AC--	-----T--	-----	-----CTA--	-A--G--T--	-----A--
Oral-11	-----	-----C--	-----C--	-----C--	-----AT--	-T-C-AG--	-----AGT
Orni-DHB	-----	-----C--	-----C--	-----C--	-----AT--	-T-C-AG--	-----AGT
Oral-12	-----A--	-----C-G--	-----CGTGCA	-----	-----A--	A-AC-GT--	-----G-
Oral-13	-----A--	-----C-G--	-----CGACTA	-----	-----A--	-----	-----
Oral-14	-----	C--C-G--	-----CGACTA	-----	-----A--	-----	-----T-
Orni-DAB	-----A--	-----CC--TC	-----T--	-----CG--	-----A--	-----	-----
Oral-15	-----A--	-----CC--TC	-----T--	-----G--	-----A--	-----	-----
Oral-16	-----A--	-----CC--TC	-----T--	-----CG--	-----A--	A--C-T-CG--	-----A--
Oral-17	-----	A-----	-----	-----T--	-----CTA--	-A--G--	-----A-C
Oral-18	-----	A-----	-----	-----T--	-----CTA--	-A--G--	-----A-C
Orni-DEB	-----	A-----	-----C-GA--	-----	-----C--	-T-C-G--	-----AG-
Oral-19	-----	-----T-T--	-----C-T--	-----	-----A--	-T-C-ATC--	-----A--
Oral-20	-----	A-----	-----T-T--	-----C-T--	-----	-T-C-ATC--	-----A--
Oral-21	-----	-----	-----C-T--	-----	-----A--	-T-C-ATC--	-----A--

Рис. 1. Сопоставление нуклеотидных последовательностей экзона 2 гена класса IIВ, полученных из видов *Oreochromis niloticus* и *Oreochromis alcalicus*. Использована номенклатура согласно (Klein et al., 1990).

Гены МНС делятся на два класса, классы I и II. Гены класса II делятся на два подкласса, А и В. Каждый из генов в циклидах состоит из шести экзонов, разделенных короткими интронами, а экзон 2 является самым полиморфным сегментом кодирующего региона (Ono et al., 1993). Для идентификации инди-

видуальных локусов были извлечены последовательности экзона 2 генов класса IIВ из перекрывающихся ВАС клонов. Для этого использовали праймеры, ранее описанные Малага-Трилло и др. (Malaga-Trillo et al., 1994).

В результате, всего было идентифицировано 9 локусов МНС генов *O. niloticus*. Для получения информации о распределении гаплотипов между циклидами, на основе известных локусов сконструировали праймеры и амплифицировали последовательности экзона 2 из вида *O. alcalicus*.

Из рис. 1, видно, что при сопоставлении 20 последовательностей *O. alcalicus* и 6 последовательностей локусов *O. niloticus*, последовательность *Oral-7* соответствует локусу *Orni-DGB*. За исключением точечных замещений в трех позициях, последовательность *Oral-11* идентична экзону 2 локуса *Orni-DHB*. Последовательности аллелей *Oral-15* и *Oral-16* соответствуют локусу *Orni-DAB*. Остальные три локуса *Orni-DIB*, *Orni-DFB* и *Orni-DOB* также имеют похожие, но более дивергированные аллели в *O. alcalicus*.

Таким образом, использование генов МНС в качестве маркеров в популяционных, экологических исследованиях предполагает знание индивидуальных локусов генов. Сопоставление нуклеотидных последовательностей известных локусов одного вида и последовательностей из близкородственных видов позволяет четко установить их статус. Наличие недавней и древней дивергенции локусов МНС может быть использовано при изучении динамики популяции во времени под воздействием различных факторов окружающей среды.

Список литературы

Barlow G.W. The cichlid fishes. Nature's grand experiment in evolution. Persens: Cambridge, 2000.

Klein J., Klein D., Figueroa F., Sato A., O'hUigin C. Major histocompatibility complex genes in the study of fish phylogeny // Kocher T.D., Stepien C.A. (eds) Molecular systematics of fishes. New York: Academic, 1997. P. 271–283.

Ono H., O'hUigin C., Vincek V., Klein J. Exon-intron organization of fish major histocompatibility complex class II B genes // Immunogenetics. 1993. № 38. P. 223–234.

Malaga-Trillo E., Zaleska-Rutczinska Z., McAndrew B., Vincek V., Figueroa F., Sülthmann H., Klein J. Linkage relationships and haplotype polymorphism among cichlid Mhc class II B loci // Genetics. 1994. № 149. P. 1527–1537.

Klein J., Bontrop R. E., Dawkins R. L., Erlich H. A., Gyllenstein U. B., Heise E. R., Jones P. P., Parham P., Wakeland E. K., Wankins D. I. Nomenclature for the major histocompatibility complexes of different species: a proposal // Immunogenetics. 1990. № 31. P. 217–219.

ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ НА СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ДНК ХРОМАТИНА И ПОИСК ВЕЩЕСТВ С ПРОТЕКТОРНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Л.П. Драган, О.М. Филенко

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, 02090 Киев;

e-mail: dragan_l@ukr.net

Биохимические исследования механизмов патологических процессов и разработка эффективных мер для сохранения здоровья населения представляют

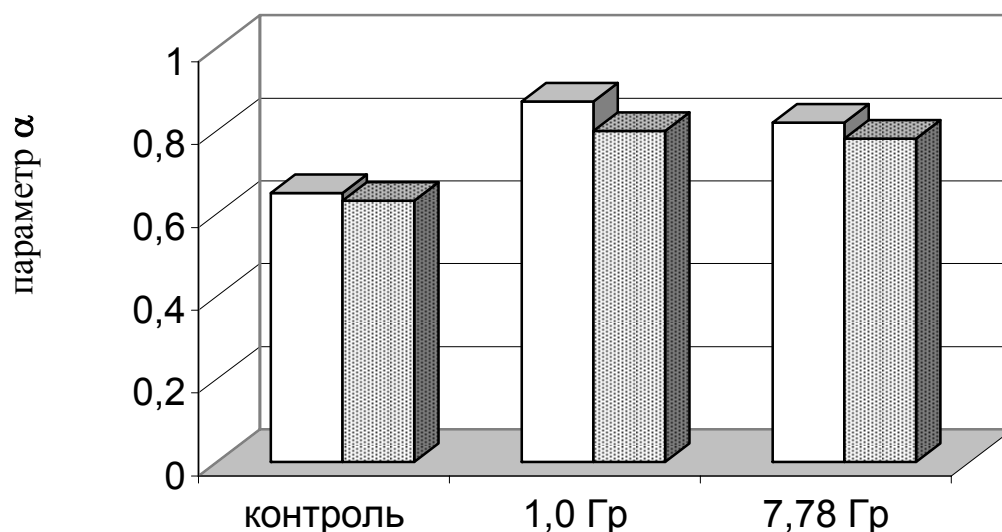
особенно актуальную проблему для Украины. Авария на Чернобыльской АЭС, которая классифицируется как глобальная техногенная катастрофа, привела к обострению экологической ситуации, повышению уровня заболеваний населения, ослаблению защитных свойств организма. Исследования состояния иммунной системы, которая является одной из важнейших в поддержании и сохранении иммунного гомеостаза организма при облучении, изучение функциональных и метаболических нарушений в высокорadioчувствительных клетках при действии ионизирующей радиации позволит открыть перспективные подходы для эффективного регулирования иммунодефицитного состояния организма.

Одним из наиболее перспективных методов контроля иммунной системы является флуоресцентная диагностика клеток лимфоидных органов. С целью биохимической оценки состояния флуорохромированной ДНК ядер фиксированных клеток проводили их микроскопию, цифровую съёмку и компьютерную двухволновую фотометрию цветных изображений с использованием адаптированной компьютерной программы Photoshop, которая автоматически рассчитывает отношение интенсивности люминесценции измеряемых зон в красной (640 нм) и зеленой (540 нм) областях спектра [$\alpha = I_{640}/I_{530}$] (точность: $\alpha \pm 0.05$). Эти данные считаются интегральным показателем степени спирализации ядерного хроматина и состояния синтетического аппарата клетки.

В настоящее время продолжается целенаправленный поиск средств коррекции радиационно-индуцированных нарушений клеточного метаболизма. Значительный интерес в этом аспекте являются фармакологические препараты природного происхождения, которые обладают радиозащитными, иммуномодулирующими и/или цитопротекторными свойствами. Среди этих веществ необходимо выделить рибонуклезид гипоксантина – инозин (фармакологический препарат «Рибоксин»), который является естественным метаболитом обменных процессов организма, принимает участие в энергетических и синтетических реакциях в клетках, а именно, биосинтезе нуклеотидов и коферментов при радиационном поражении организма (Jurkowitz et al., 1998).

Исследования проводили на облученных нелинейных белых крысах массой 150-170 г которые содержались на полноценном, сбалансированном по всем питательным веществам, рационе вивария. Облучение животных проводили на рентгеновской установке РУМ-17 в дозах 1.0 Гр и 7.78 Гр при условиях: фильтры 0.5 мм Си и 1 мм Al, напряжение 200 кВ, кожно-фокусное расстояние 50 см, мощность дозы 0.17 Гр/мин и 0.34 Гр/мин соответственно. Животных декапитировали через три часа после облучения. Лимфоциты селезенки выделяли общепринятым методом в градиенте плотности фиколл-верографин (вязкость – 1.077 г/см³). Препарат рибоксин (2%-ный раствор) вводили внутрибрюшинно за 15 мин до облучения крыс в соотношении 150 мг препарата на 1 кг массы животного.

Согласно полученных результатов, представленных на рис. 1, после облучения животных в дозе 1.0 Гр наблюдается увеличение параметра α на 32% относительно контрольного значения, что может быть связано с структурными изменениями ДНК в составе хроматина.



□ - без введения рибоксина, ▨ - на фоне введения рибоксина

Рис. 1. Значение параметра α для лимфоцитов селезёнки крыс при действии ионизирующей радиации и на фоне введения рибоксина (разница с контролем достоверна, $p \leq 0.05$).

В связи с тем, что при действии ионизирующей радиации происходят разрывы фосфодиэфирных связей в молекуле ДНК, использованный нами в качестве красителя акридиновый оранжевый интеркалирует в цепь дезоксирибонуклеиновой кислоты, соединяясь с деблокированными фосфатными группами (Драган, 2007). При увеличении дозы до 7.78 Гр также наблюдается повышение параметра α на 15% относительно контроля. Значительное снижение исследуемого показателя по сравнению с данными при облучении животных в дозе 1.0 Гр может быть объяснено увеличением степени компактизации хроматина, что в свою очередь затрудняет доступность красителя к фосфатным группам.

По мнению ряда авторов (Allera, 1997; Thang, 2001) значительная роль в программированной клеточной гибели принадлежит химическим модификациям некоторых гистоновых белков, что может способствовать компактизации центрального линкерного участка хроматина за счет повышенного позитивного заряда нуклеосом и дополнительного соединения ДНК с гистоновым кором.

Исследования влияния препарата рибоксина показало его коррегирующий эффект на морфологическое состояние и структурную архитектуру нуклеиновых кислот в спленоцитах облученных животных. Установлено снижение параметра α на 8% и 7% в дозах 1.0 Гр и 7.78 Гр относительно контрольных значений. Таким образом, проведенная нами двухволновая фотометрия локальных участков люминесцентных изображений лимфоидных клеток селезенки крыс с помощью новой компьютерной версии обработки данных позволила установить изменения интегрального показателя степени структурной компактизации ДНК при действии ионизирующего облучения и на фоне введения рибоксина.

Список литературы

Драган Л.П. Участь протейназ та системи полі-АДФ-рибозилування у радіційно-індукованому апоптозі клітин тимуса та селезінки щурів. Автореф. дис.... канд. біол. наук. Київ., 2007. 18 с.

Jurkowitz M.S., Litsky M.L., Browning M.J. et al. Adenosine, inosine, and guanosine protect glial cells during glucose deprivation and mitochondrial inhibition: correlation between protection and ATP preservation // J. Neurochemistry. 1998. V. 71. P. 535–548.

Thang J.P. Histone modifications and apoptosis: Cause or consequence? // Biochem. Cell. Biol. 2001. V. 79. № 3. P. 305–311.

ВЛИЯНИЕ ИНТОКСИКАЦИИ АЦЕТОНОМ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭРИТРОЦИТОВ КРЫС

Е.С. Другова¹, Т.В. Кушнерова²

¹Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН, 690041 Владивосток;

²Институт биологии моря ДВО РАН, 690041 Владивосток;

e-mail: dryg-2005.84@mail.ru

Широкое использование органических растворителей, в частности ацетона, в быту и разнообразных отраслях промышленности определяет его ведущее место среди вредных веществ, загрязняющих окружающую среду. Кроме того, в последнее время ацетон и другие летучие вещества становятся популярными среди некоторой категории лиц для достижения наркотического эффекта. Токсическая концентрация ацетона в плазме крови составляет 200–400 мг/л, летальная – 550 мг/л. При вдыхании паров ацетона развивается токсический гепатит и повреждение функции почек. К ранним и достоверным признакам хронического воздействия ацетона следует отнести накопление кетоновых тел в крови и моче, активация перекисного окисления липидов, нарушение морфофункционального состояния эритроцитов и их антиоксидантной защиты, признаки дисфункции печени. Однако механизм токсического действия ацетона на организм экспериментальных животных и человека полностью еще не выяснен. Требуется тщательного исследования соотношение липидных компонентов в эритроцитарной мембране и определение физиологических характеристик эритроцитов для выяснения мембранотропного эффекта ацетона.

Эксперимент проводили на крысах-самцах Вистар массой 180–200 г, содержащихся на стандартном рационе питания. Животных помещали в специальные затравочные камеры в условиях относительной влажности воздуха 40–60% при концентрации ацетона 200 мг/м³ сроком на 3 недели. Контролем служили животные, содержащиеся в стандартных условиях вивария. В ходе эксперимента были выделены следующие группы животных по 10 крыс в каждой: 1-я – контроль, 2-я – ингаляция парами ацетона в течение 3 недель, 3-я – депривация (отмена ацетона) в течение 7 дней. По завершению эксперимента крыс умерщвляли декапитацией под легким эфирным наркозом.

Изучение размерных характеристик эритроцитов показало, что при действии ацетона происходит увеличение среднего диаметра эритроцитов и среднего объема эритроцитов, что определяет развитие макроцитоза. При этом начало и окончание гемолиза эритроцитов происходило раньше, чем у контрольных крыс (начало при концентрации NaCl $0.55 \pm 0.01\%$, а окончание – при $0.45 \pm 0.01\%$). Это свидетельствовало о повышении проницаемости мембран эритроцитов и снижении их устойчивости к гемолизирующему агенту. Одной из причин повышения проницаемости является активация перекисного окисления липидов мембран эритроцитов, что подтверждается повышением концентрации малонового диальдегида (на 39%, $p < 0.001$) в крови крыс после интоксикации ацетоном.

В спектре нейтральных липидов отмечалось статистически достоверное (по сравнению с контролем) повышение уровня холестерина на 11% ($p < 0.05$). В то же время отмечалось снижение количества общих фосфолипидов на 13% ($p < 0.001$). Это привело к увеличению коэффициента холестерин/фосфолипиды. Кроме того, увеличивалось содержание триацилглицерина на 15% ($p < 0.01$). Следует отметить достоверное уменьшение количества эфиров холестерина. Такое соотношение нейтральных липидов в мембране обуславливает увеличение жесткости и снижение лабильности мембраны.

Интоксикация ацетоном вызывает дисбаланс в содержании фосфолипидных фракций. Так, в эритроцитах животных после интоксикации ацетоном отмечалось достоверное (по сравнению с контролем) снижение основных структурных фосфолипидов мембран: фосфатидилхолина и фосфатидилэтаноламина при одновременном достоверном увеличении уровня лизофосфатидилхолина и лизофосфатидилэтаноламина, что обусловлено активацией фосфолипаз. Рост количества лизоформ фосфолипидов также способствует увеличению проницаемости мембран. В то же время следует отметить повышение уровня сфингомиелина, который определяет степень устойчивости биологической мембраны и является компенсаторной реакцией на увеличение проницаемости мембран. Обращает на себя внимание увеличение количества фосфатидилсерина и снижение количества фосфатидилинозита, которые необходимы для функционирования мембраносвязанных ферментов, таких $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{АТФаза}$.

То есть, при интоксикации ацетоном нарушаются физиологические и структурные характеристики эритроцитов, что снижает возможность их прохождения по микроциркулярному руслу и вызывает развитие тканевой гипоксии.

В период депривации (3 группа) исследуемые параметры эритроцитов не восстанавливаются: сохраняется макроцитоз и низкая устойчивость к гемолизирующему агенту, чем у эритроцитов контрольных животных. Количество общих фосфолипидов стало еще меньше, чем у крыс 2-й группы, а концентрация малонового диальдегида увеличилась. То есть, период депривации усилил перекисное окисление липидов. Также период депривации сопровождался более высоким уровнем холестерина, чем у крыс 2-й группы, что обусловило повышение коэффициента ХС/ФЛ.

После отмены ацетона многие показатели липидного состава эритроцитов к норме не возвратились. Так, количество триацилглицерина и свободных жир-

ных кислот осталось на уровне величин, зарегистрированных при интоксикации ацетоном. Еще более возросло количество холестерина и уменьшилось количество его эфиров. При анализе фосфолипидного спектра эритроцитарных мембран обнаружено, что в период депривации не все изученные показатели фосфолипидов восстановились до контрольного уровня. Еще выше стал уровень лизофракций фосфолипидов, что говорит о сохраняющейся высокой активности фосфолипаз. Более высоким зафиксирован уровень сфингомиелина. Кроме того, стало еще ниже количество фосфатидной кислоты, тогда как количество фосфатидилинозита осталось на уровне 2-й группы.

Следовательно, в период отмены ацетона в течение 7 дней полного восстановления физиологических характеристик и липидной составляющей мембран эритроцитов не наблюдалось, что определяет сохранение стрессовой реакции после воздействия токсического агента (в частности, ацетона). Сохранялся макроцитоз, который может быть обусловлен стойкостью патологических сдвигов в соотношении групп липопротеинов плазмы крови, влияющих на состав липидов в мембране эритроцитов. Кроме того, в период депривации проявляются нарушения, характерные для стрессорной реакции (радикальные реакции и оксидативное поражение мембран). Потенциальная опасность, исходящая от данного класса органических растворителей, которые способны даже при ингаляционном воздействии вызывать значительные функциональные и неврологические нарушения в организме обуславливает необходимость профилактики при нахождении в экологически неблагоприятных условиях работы и проживания.

К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕНЧИВОСТИ БЕЛКОВОГО СОСТАВА ПЛАЗМЫ КРОВИ МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

И.А.Ерохина

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, 183010

Мурманск; e-mail: chiv1@front.ru

Проблема изменчивости белкового состава плазмы крови, несмотря на долгую историю изучения, до сих пор не утратила актуальности. Это связано с многообразной физиологической ролью плазменных белков в организме. Они осуществляют транспорт многочисленных экзо- и эндогенных соединений, участвуя в связывании гормонов, минеральных веществ, липидов, пигментов и др. Будучи амфотерными электролитами, белки играют важную роль в регуляции кислотно-основного состояния, являются факторами свертывания крови, анти-телами. В связи с этим изменение их содержания в крови приводит к нарушению гомеостаза и специфической реактивности организма.

В данном сообщении представлены результаты собственных исследований белкового состава плазмы крови гренландских тюленей (*Pagophilus groenlandicus* Erxleben, 1777) в норме и при патологии. Кровь брали из экстрадуральной вены как описано в работе (Geraci, Smith, 1975). Плазму отделяли цен-

трифугированием, и в ней определяли содержание общего белка и распределение его по фракциям. Последний показатель в разные годы был получен с использованием двух методов: электрофорез на бумаге и нефелометрический метод, основанный на осаждении белков растворами нейтральных солей (Камышников, 2000). Цифровой материал обрабатывали статистически с использованием критерия Стьюдента.

Фракционный состав плазменных белков у различных видов морских млекопитающих однотипен и представлен альбумином, α -, β - и γ -глобулинами. Содержание общего белка с возрастом, как правило, увеличивается (Sepulyeda et al., 1999). Концентрация белка у взрослых гренландских тюленей достоверно ($p < 0.001$) выше, чем у щенков (110.09 ± 5.33 г/л против 78.38 ± 2.59 г/л) (табл. 1).

Таблица 1. Содержание общего белка и распределение его по фракциям в плазме крови гренландских тюленей разного возраста

Возраст	Общий белок, г/л	Белковые фракции (отн.%)			
		Альбумин	α -глобулины	β -глобулины	γ -глобулины
Новорожденные ($n=19$)	78.38 ± 2.59	64.01 ± 1.75	11.08 ± 2.68	10.47 ± 2.13	14.44 ± 1.69
1,5–2 мес ($n=16$)	$66.96 \pm 2.39^*$ ($p < 0.02$)	59.50 ± 2.60 ($p > 0.05$)	9.93 ± 1.36 ($p > 0.05$)	10.59 ± 1.86 ($p > 0.05$)	19.98 ± 2.49 ($p > 0.05$)
1 год ($n=4$)	$102.65 \pm 1.56^*$ ($p < 0.001$)	$54.75 \pm 2.77^*$ ($p > 0.05$)	$18.31 \pm 1.84^*$ ($p < 0.01$)	12.53 ± 1.79 ($p > 0.05$)	14.41 ± 0.92 ($p < 0.05$)
2 года ($n=3$)	81.97 ± 7.40 ($p < 0.05$)	58.32 ± 5.70 ($p > 0.05$)	16.45 ± 3.76 ($p > 0.05$)	11.01 ± 1.97 ($p > 0.05$)	14.22 ± 2.62 ($p > 0.05$)
3 года ($n=3$)	83.40 ± 2.90 ($p > 0.05$)	$50.88 \pm 1.54^*$ ($p > 0.05$)	$23.16 \pm 1.40^*$ ($p > 0.05$)	$11.93 \pm 0.96^*$ ($p > 0.05$)	14.03 ± 1.10 ($p > 0.05$)
Взрослые ($n=10$)	$110.09 \pm 5.33^*$ ($p < 0.001$)	$54.24 \pm 1.50^*$ ($p > 0.05$)	15.52 ± 0.45 ($p < 0.001$)	$21.53 \pm 0.90^*$ ($p < 0.001$)	$8.71 \pm 0.67^*$ ($p < 0.001$)

Примечание: n – количество животных; знаком "*" обозначены статистически достоверные различия по сравнению с показателями новорожденных животных, в скобках указана степень достоверности различий по сравнению с предыдущим возрастом.

Общей закономерностью, наблюдаемой у различных видов животных, является возрастное перераспределение белка по фракциям (Engelhardt, 1979), причем уровень альбумина несколько снижается по причине уменьшения использования белка для пластических процессов и снижения интенсивности синтеза альбумина в печени. При этом относительная концентрация глобулинов

плазмы крови с возрастом увеличивается, что может быть связано с понижением скорости распада глобулинов у взрослых животных. В плазме крови взрослых особей повышение уровня общего белка происходит главным образом за счет β -глобулиновой фракции.

Распределение белка плазмы крови по фракциям является важным диагностическим показателем. Исследование количественных взаимоотношений между отдельными белковыми фракциями позволяет выявить и дифференцировать заболевание даже тогда, когда содержание общего белка, которое само по себе является важным клиническим признаком, оказывается неизменным. Существует перечень типов протеинограмм, соответствующих определенным видам заболеваний внутренних органов человека (Камышников, 2000). В таблице 2 представлены данные о соотношении белковых фракций при некоторых заболеваниях, выявленных у содержащихся в неволе тюленей.

Таблица 2. Некоторые биохимические показатели крови гренландских тюленей, содержащихся в океанариуме ММБИ, в связи с состоянием их здоровья

Биохимические параметры	Больные животные			Здоровые животные, n=4
	Дистрофия печени	Энтероколит	Гипотрофия	
Общий белок, г/л	61.80	63.80	50.78	64.10±2.76
Альбумин, отн. %	38.92	50.24	49.25	56.20±4.52
Глобулины, отн. %				
α-	28.63	29.10	23.10	22.22±2.74
β-	24.52	15.02	20.50	17.82±2.11
γ-	7.93	5.64	7.15	3.76±0.31

Таким образом, представленные результаты свидетельствуют о том, что у морских млекопитающих, так же, как и у наземных, соотношение основных белковых фракций в плазме крови изменяется под влиянием естественных (возраст) и патологических (болезни) причин. В последнем случае направление и степень выраженности изменений может использоваться с диагностической целью.

Список литературы

- Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике. Т. 1. Минск: Беларусь, 2000. С. 214–257.
- Engelhardt F.R. Haematology and plasma chemistry of captive pinnipeds and cetaceans // *Aquat.Mammals*. 1979. V. 7. № 1. P. 11–20.
- Geraci J.R., Smith T.G. Functional hematology of ringed seals (*Phoca hispida*) in the Canadian Arctic // *J. Fish. Res. Board. Can.* 1975. V. 32. № 12. P. 2559–2564.
- Sepulyeda M.S., Ochoa-Acuna H., Homer B.L. Age-related changes in hematocrit, hemoglobin, and plasma protein in Juan Fernandez fur seals (*Arctocephalus philippii*) // *Mar. Mammal Sci.* 1999. V. 15. № 2. P. 575–581.

СОЧЕТАННОЕ ДЕЙСТВИЕ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ И НИТРОЗАМИНОВ НА ГУМОРАЛЬНЫЙ ИММУНИТЕТ

И.В. Жигачева, Л.С. Евсеенко, Е.Б. Бурлакова
Институт биохимической физики РАН, 119334 Москва;
e-mail: zhigacheva@mail.ru

Отходящие газы промышленных предприятий (ТЭЦ, предприятий химической промышленности), выхлопные газы содержат большое количество токсических веществ (Горбунова, 1998). Среди них особое место занимают полициклические ароматические углеводороды и нитрозоамины. При длительном воздействии на организм эти вещества даже в микродозах приводят к развитию ряда патологических состояний.

Мы исследовали влияние длительной затравки искусственной газовой-воздушной смесью на перекисное окисление липидов (ПОЛ) в плазме крови и на показатели гуморального иммунитета. Для выбора состава искусственной газовой-воздушной смеси исследовали состав воздуха вблизи оживленных автомагистралей и в накуренных помещениях. На основании проведенного анализа была составлена газовой-воздушная смесь (табл. 1).

Опыты проводили на крысах-самцах линии Вистар с начальной массой 90–100 г. Затравку газовой-воздушной смесью осуществляли в камере, объемом 10 л, куда помещали по 3–5 животных. Длительность затравки – 1.5 мин., промежутки между затравками 30–40 мин. число затравок в течение суток – 4. Уровень ПОЛ оценивали флуоресцентным методом (Fletcher, Dillard, 1973). Энзимограмму лейкоцитов проводили по методу Нарциссова (1969). Реакция анти-телообразования в селезенке крыс в модификации Cunningham (Натвич, Перелманн, 1980) измерялась спустя 3–6 месяцев от начала затравки. Содержание РНК и ДНК в ткани тимуса определяли по методу Орловых (Баранов, 1962).

Таблица 1. Состав искусственной газовой-воздушной смеси (нг/л)

ПАУ	Количество	Нитрозамины	Количество
Пирен	5.40	НДМА	4.58
Бенз(а)пирен	5.50	НПИП	7.60
Бенз(е)пирен	6.30	НПИР	70.50
Перилен	1.70	НМОР	26.00
Дибенз(а, h)антрацен	1.00	НДЭА	18.00
Дибенз(а, с)антрацен	1.20	-	-
Дибенз(g, h, i)антрацен	5.00	-	-
Бензантрацен	1.10	-	-

Длительная затравка крыс искусственной газовой-воздушной смесью приводит к снижению активности таких ферментов лимфоцитов как α -глицерофосфатдегидрогеназа (α -ГФДГ) и сукцинатдегидрогеназа (СДГ). Активность α -ГФДГ снижается в 1.6 раза спустя две недели от начала эксперимента. Через два месяца активность этого фермента в 2.2 раза ниже контроль-

ных значений и остается на этом уровне до конца эксперимента. Активность СДГ резко снижается через две недели от начала затравки (в 3.3 раза), а затем медленно нарастает, но и через шесть месяцев остается в 2 раза ниже контрольных значений.

При этом происходит прогрессирующее падение доли нейтрофилов и эозинофилов в крови животных, а активность кислой фосфатазы, локализацию которой связывают с лизосомами, возрастает почти в два раза по сравнению с контролем. Наблюдаемые изменения, вероятно, свидетельствуют о реакции напряжения и повышенной секреции кортикостероидов (Грибова, 1979). Снижение активности ферментов энергетического обмена, по-видимому, имеет следствием падение функциональной активности лимфоцитов и отражает снижение иммунологической реактивности организма.

Это предположение подтверждается снижением числа клеток такого кроветворного органа как селезенка. При этом снижается не только число клеток селезенки (с 233100 ± 6720 до 84000 ± 1600), но и число антителобразующих клеток (**АОК**) (в 2.0–2.5 раза).

Возможно, снижение активности α -ГФДГ и СДГ лимфоцитов, снижение числа клеток селезенки и прежде всего **АОК** этого органа связаны с активацией **ПОЛ**. Действительно, затравка животных газовой смесью приводит к активации **ПОЛ** в плазме крови. При этом на ранних стадиях эксперимента видимых изменений в уровне этих продуктов не наблюдается. Однако, начиная со второго месяца, постепенно нарастает уровень **ПОЛ**. Спустя 3–6 мес. от начала эксперимента уровень **ПОЛ** в плазме крови в 1.5–2 раза превышает контрольные величины. По-видимому, активация **ПОЛ**, модифицируя мембраны лимфоцитов, обуславливает снижение иммунологической реактивности организма.

В ответ на воздействие токсикантов, содержащихся в газовой смеси, увеличивается содержание нуклеиновых кислот в тимусе: уровень ДНК через шесть месяцев от начала эксперимента возрастает на 39%, а уровень РНК – на 44%, что, возможно, свидетельствует об усилении пролиферативных процессов.

Действительно, затравка животных газовой смесью стимулирует включение 3Н-тимидина в моноклеары периферической крови. Спустя 6 месяцев от начала эксперимента уровень пролиферации лимфоцитов возрастает почти в 6 раз. Усиление пролиферативных процессов в тимусе, наряду с активацией кислой фосфатазы в лейкоцитах, вероятно, является компенсаторным процессом, направленным на поддержание иммунологического статуса организма.

Список литературы

Горбунова В.Н. Мутагены и канцерогены в окружающей среде // Канцерогены. Новые подходы в оценке рисков для здоровья. СПб., 1998. С. 34–58.

Fletcher B.I., Dillard C.D., Tappel A.L. Measurement of Fluorescent Lipid Peroxidation Products in Biological Systems and Tissues // Anal. Biochem. 1973. V. 52. P. 1–9.

Нарциссов Р.П. Модификация метода Нахласа определения активности дегидрогеназ лимфоцитов // Арх. анатомии, гистологии и эмбриологии. 1969. Т. 5. С. 85–89.

Натвич Дж.Б., Перелман П., Вигзель Х. Лимфоциты: выделение, фракционирование и характеристика. М.: Медицина, 1980. 350 с.

Баранов М.Н. Количественное определение содержания нуклеиновых кислот в тканях животных // Биохимия. 1962. Т. 27. С. 702–707.

ПОСТНАТАЛЬНЫЙ ОНТОГЕНЕЗ ВОЛОСЯНОГО ПОКРОВА КРОЛИКА

С.М. Завалеева, К.В. Фролова

Оренбургский государственный университет, 460018 Оренбург;

e-mail: marya_24@bk.ru

Кроличьи шкурки относятся к распространенному виду сырья, перерабатываемого предприятиями меховой промышленности. На их долю в общем количестве мехового сырья приходится около 16% (Вагин и др., 1971). Возрастные изменения кожи и волос различных сельскохозяйственных животных изучались многими авторами. Целью нашего исследования является оценка густоты, длины и толщины волос кроликов в разных возрастных группах.

В процессе работы мы искали возраст в котором шкурки кроликов являются наиболее ценными, а также оптимальное соотношение возраста, качества шкурок и массы животных для определения сроков забоя.

Полное развитие волосной покров кроликов достигает к 30-дневному возрасту, затем начинается первая возрастная линька, охватывающая лицевую часть головы, шею и далее распространяющаяся на бока, круп и конечности. Через 12–14 дней после первой, происходит вторая линька и завершается в 3.5–4.5 месяцев.

Волосной покров кроликов состоит из направляющих, остевых и пуховых волос, отличных по толщине и длине. Направляющие волосы редкие, прямые и самые длинные, веретенообразные по форме. Они придают меху красивый внешний вид и пышность. Остевых волос больше, чем направляющих и они играют ведущую роль в формировании волосного покрова. Остевые волосы препятствуют сваливанию волос, и их окраска определяет основной тон шкурки. Пуховые волосы самые короткие, тонкие, прочные и эластичные. Они составляют основную массу опушения, образуя нижний ярус в волосном покрове. Волосы на коже располагаются группами. В центре группы находится направляющий волос, а вокруг него 3 и более пучка из одного осевого и 7–10 пуховых волос [2].

Разные топографические участки шкурки различаются между собой по густоте и высоте волос, поэтому принято подразделять шкурку на области, имеющие разное назначение при изготовлении меховой продукции. Самыми ценными частями являются спина и круп, менее ценными – загривок, бока волос.

Прижизненные пробы волос с участков размером 0.5 см. были взяты у животных ($n=3$) у одно-, двух-, трех-, четырех-, пяти- и шестимесячных кроликов мясо-шкурковой породы серебристый с разных топографических участков. Образцы волос выщипывались с загривка, боков и крупа с помощью «жестяной

вилки» (рис. 1), изготовленной и примененной нами с целью более точного отделения волос от основной их массы. Затем волосы помещались в бумажные конверты для их дальнейшего хранения и изучения.

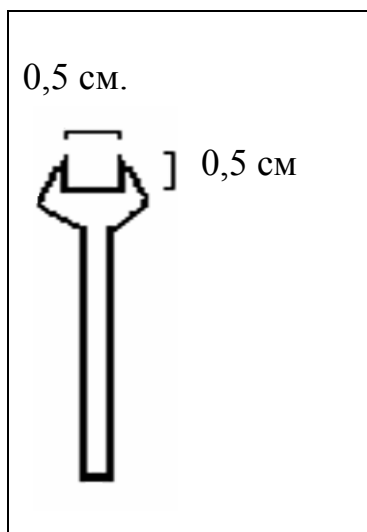


Рис. 1. «Жестяная вилка»

Подсчет густоты волос проводился счетным методом с использованием иглы и лупы, дающей пятикратное увеличение. Для удобства счет проводился с $\frac{1}{4}$ см². Затем определялось количество волос на 1 см².

Нами было выявлено, что на 1 см² загривок и бока трехмесячного животного несут по 80–85, круп – 100–110 направляющих волос. Количество остевых волос колеблется от 300 на загривке, до 420 на крупе. Большие различия наблюдаются при подсчете количества пуховых волос: на загривке – 8200, на боках – 9000, на крупе – 11000.

У шестимесячных животных загривок и бока имеют по 95–105, круп – 120–140 направляющих волос на единицу площади; количество остевых волос достигает 340 на загривке, 380 на боках и 480 на крупе; пуховых волос: 12100, 135000, 14000 соответственно.

Были установлены широкие колебания густоты волосяного покрова в возрастных периодах 90 и 180 дней. Это явление связано с возрастными линьками животных, причем взятие образцов у трехмесячных животных не представляет особой сложности, а шестимесячные имеют прочно закрепленный волосяной покров.

Измерения длины разных категорий волос проводились на выше названных топографических участках визуалью, с помощью миллиметровой линейки. Длина волос на шкурке кроликов зависит от степени их созревания и локализации.

В рассмотренных образцах было выявлено: длина направляющих волос одномесячных животных варьирует в пределах от 2.1 до 2.7, остевых – 1.1–1.5 и пуховых – 0.6–0.7 см.; у двухмесячных – 2.4–3.0, 1.6–2.1 и 1.2–1.6; у трехмесячных – 2.5–3.1, 1.7–2.2 и 1.3–1.7; у четырехмесячных животных 3.4–3.9, 2.7–2.9 и 1.9–2.2; у пятимесячных – 3.6–4.0, 3.0–3.2 и 2.2–2.6; у шестимесячных – 3.6–4.2, 3.2–3.2 и 2.3–2.6 см, соответственно.

Возрастные изменения волос определялись не только по густоте и длине, но и по толщине, так как толщина волос является важным показателем в формировании качеств волосяного покрова кроликов. Измерения проводились под микроскопом с помощью окулярной линейки у основания и в гранне волоса. Толщина колеблется в зависимости от категории и локализации волос.

Основание и гранна направляющих волос одномесячного кролика составляет 37.4 ± 0.66 мкм и 76.5 ± 0.55 мкм, основание и гранна остевых волос – 20.4 ± 0.49 и 35.7 ± 0.72 , пуховых – 13.6 ± 0.15 и 18.7 ± 0.48 мкм, соответственно.

Основание и гранна направляющих волос пятимесячного кролика составляет соответственно 52.7 ± 0.34 мкм и 119.1 ± 0.33 мкм, остевых волос – 39.0 ± 0.21 мкм и 76.5 ± 0.11 мкм, пуховых волос – 20.4 ± 0.10 мкм и 5.5 ± 0.41 мкм.

Таблица 1. Постнатальные морфометрические изменения кроликов

Возраст, мес.	Масса, кг	Обхват груди, см	Длина туловища, см
1	0.6 ± 0.01	20 ± 0.5	23 ± 0.3
2	1.1 ± 0.01	22 ± 0.5	30 ± 0.5
3	2.0 ± 0.02	28 ± 0.7	34 ± 0.7
4	2.5 ± 0.05	30 ± 0.7	36 ± 0.8
5	3.0 ± 0.08	34 ± 0.8	38 ± 0.8
6	3.5 ± 0.10	38 ± 1.0	42 ± 1.5
12	3.6 ± 0.20	40 ± 2.0	42 ± 1.5

Таким образом, в ходе исследований было выявлено, что оптимальное соотношение густоты, длины и толщины волос наблюдаются у пятимесячных животных. В этом возрасте целесообразен забой кроликов, так как уже завершён быстрый прирост мышечной массы и начинает интенсивно откладываться жировая ткань (табл. 1).

Список литературы

Вагин Е.А., Квапиль А.И., Клецкин П.Т., Уткин Л.Г. Пушное звероводство и кролиководство. М.: Колос, 1971. 256 с.

ГЛИКОГЕН В ОВУЛИРОВАВШЕЙ ИКРЕ КАРПОВЫХ РЫБ ПРИ ИСКУССТВЕННОМ РАЗВЕДЕНИИ

В.В. Залепухин

*Волгоградский государственный университет, 400062 Волгоград;
e-mail: econecol@volsu.ru*

В условиях искусственного воспроизводства рыб анализ взаимосвязей между биохимическим составом овулировавшей икры и характеристиками эмбрионального развития позволит специалистам разработать новые подходы к совершенствованию биотехники преднерестового содержания и оценке качества производителей.

Общепризнано, что углеводному обмену, наряду с белковым и липидным, принадлежит важная роль в раннем онтогенезе. Это обусловлено тем, что углеводы способны к быстрой мобилизации из органов и тканей, транспортировке в гонады в процессе созревания ооцитов, а резерв этих биохимических компонентов может быть быстро потрачен на энергетические нужды организма.

В отечественной литературе имеются данные по содержанию гликогена в организме и в овулировавшей разнокачественной икре карпа (Даниленко, 1974), белого амура (Даниленко, 1982) и севрюги (Абросимова, Саенко, 2000). В наши

задачи входил анализ взаимосвязей между содержанием гликогена в икре карповых рыб, с одной стороны, биометрическими характеристиками производителей, качеством и эмбриональным развитием разнокачественной икры, размерами и выживаемостью личинок – с другой. Объектами исследования послужили сазан, чешуйчатый и зеркальный карп, «прудовые» и «речные» самки пестрого толстолобика в ходе одной нерестовой кампании. Подробное описание материала и методов исследований приведено в монографии (Залепухин, 2006).

Получены следующие результаты:

1. При анализе биометрических характеристик производителей выявлено существенное отличие для рыб, выросших и содержащихся в условиях прудовых хозяйств, и особей, которые были отловлены в естественных водоемах и использованы для искусственного воспроизводства. В первом случае отмечены положительные достоверные корреляции между содержанием гликогена в овулировавшей икре и такими важными показателями как возраст и масса самок. Коэффициенты корреляции (r_{xy}) колеблются от +0.42 до +0.56 у зеркального карпа ($p < 0.01$); от +0.36 до +0.43 у чешуйчатого карпа ($p < 0.05$); от +0.36 до +0.39 ($p < 0.05$) у «прудовых» самок пестрого толстолобика (ПТ). Аналогичные зависимости у сазана и «речных» самок пестрого толстолобика слабы и недостоверны (r_{xy} колеблются от +0.04 до +0.20). По нашему мнению, полученные данные подтверждают положение о том, что уровень накопления гликогена в икре представляет реакцию организма на режим кормления в нагульный и преднерестовый период (Даниленко, 1974).

2. Содержание гликогена в овулировавшей икре двух форм карпов и сазана в несколько раз выше, чем у пестрого толстолобика (табл. 1) и меняется в зависимости от качества икры:

Таблица 1. Гликоген в разнокачественной икре карповых рыб (г % сырого вещества)

Виды и формы рыб	Недозрелая икра	Зрелая икра	Постовулярно перезревшая икра
Сазан	0.78 ± 0.04	0.90 ± 0.09	0.82 ± 0.06
Карп чешуйчатый	0.99 ± 0.05	1.07 ± 0.07	0.88 ± 0.06
Карп зеркальный	0.95 ± 0.10	1.07 ± 0.02	0.88 ± 0.04
«Прудовые» ПТ	0.20 ± 0.03	0.23 ± 0.02	0.21 ± 0.02
«Речные» ПТ	0.18 ± 0.03	0.24 ± 0.03	0.23 ± 0.04

В большинстве случаев содержание гликогена наибольшее в зрелой икре высокого качества, но эти различия не всегда достоверны. Однако при расчете линейных коэффициентов корреляции у самок пестрого толстолобика выявляются достоверные взаимосвязи между изучаемым биохимическим компонентом и характеристиками эмбрионального развития в процессе инкубации икры (табл. 2).

Таблица 2. Корреляции (r_{xy}) между содержанием гликогена в икре и показателями инкубации ПТ

Показатели инкубации	«Прудовые» самки	«Речные» самки
Процент оплодотворения	+0.72	+0.42
Процент нормально развивающихся эмбрионов	+0.45	+0.55
Процент выхода предличинок	+0.53	+0.54
Длина вылупляющихся предличинок	+0.47	+0.43
n	29	29

Примечание: в тексте и корреляционной таблице при $n=29$, $p_{0,05} > 0.37$; $p_{0,01} > 0.46$.

У сазана и карпов достоверные корреляции выявить не удастся – как показано нами ранее (Залепухин, 2006), у них хорошо заметные взаимозависимости связаны не просто с каким-то определенным биохимическим показателем, а с массой овулировавшей икринки.

3. В овулировавшей икре обеих форм пестрого толстолобика выявляется положительная взаимосвязь между содержанием белка и гликогена: r_{xy} у речных самок составляет +0.37, а у «прудовых» +0.58.

4. Несмотря на интенсивное расходование углеводов в ходе эмбрионального развития, повышенное содержание гликогена в овулировавшей икре карповых рыб сохраняет влияние на длину и выживаемость личинок: при этом растет не только длина вылупляющихся предличинок (табл. 2) и личинок, переходящих на активное питание, но и величина L_{100} не питающихся личинок (см.: Залепухин, 2006).

По нашему мнению, при выборе критериев оценки качества производителей, икры и личинок следует руководствоваться следующим положением: значения того или иного показателя должны иметь не только статистические отличия от аналогов в группах худшего качества, но и иметь достоверные корреляции (либо нелинейные регрессии) с основными рыбоводными показателями инкубации, определение которых является арбитражным методом контроля. Как мы видим, этим критериям отвечает показатель накопления гликогена в овулировавшей икре.

Список литературы

Абросимова Н.А., Саенко Е.М. Зависимость оплодотворяемости икры и выживаемости эмбрионов от уровня гликогена в икре севрюги // Осетровые на рубеже XXI века. Астрахань, 2000. С. 212–213.

Даниленко Т.П. Влияние уровня накопления гликогена в овулировавшей икре на выживаемость эмбрионов карпа // Биология промысловых рыб и беспозвоночных на ранних стадиях развития. Мурманск, 1974. С. 65–66.

Даниленко Т.П. Уровень содержания гликогена в овулировавшей икре, эмбрионах и личинках белого амура // V Всесоюзная конференция по экологической физиологии и биохимии рыб. Севастополь, 1982. Ч. 3. С. 29–31.

Залепухин В.В. Концепция эндогенной разнокачественности в условиях искусственного воспроизводства карповых рыб. Волгоград: Волгоградское научное изд-во, 2006. 320 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ОКРАСКИ В ОНТОГЕНЕЗЕ СЕРОЙ ЖАБЫ

Л.А. Захарова, Г.С. Сурова, К.Н. Тимофеев
*Московский государственный университет, 119992 Москва;
e-mail: surova@hotmail.ru*

Окраска является важным адаптивным признаком животных, и в частности, амфибий. Бесхвостые амфибии средней полосы обычно окрашены в камуфлирующие тона. Личинки бурых лягушек и жаб имеют темную пигментацию, зависящую от поведения меланин содержащих клеток. Функциональное значение темной (а для личинок жаб – практически черной) окраски состоит в регуляции теплообмена, что в нестабильных условиях средней полосы гарантирует максимально быстрое развитие особей. У сеголеток серой жабы через несколько дней после выхода их на сушу окраска меняется с черной на золотисто-рыжую, характерную для взрослых особей, что вероятно связано с формированием в коже сложных дермальных меланофорных единиц (Saxena, 1976). При наблюдении за развитием личинок серой жабы в естественном водоеме под Москвой в некоторые годы мы находили головастиков жаб на стадии свободно плавающей личинки с необычной золотисто-рыжей окраской. Такое изменение пигментации должно отразиться на эффективности выполняемых ею функций. Появление «рыжих» головастиков в пруду не было связано ни с плотностью популяции, ни с температурными условиями сезона (Surova, 2009). Весьма вероятно, что подобное изменение окраски вызвано какими-то внутренними причинами, приведшими к изменению поведения меланинсодержащих клеток. В связи с этим, целью нашей работы было выяснить, как изменяются количественные и качественные параметры дермальных и эпидермальных меланофоров в процессе онтогенеза у типичных «черных» и необычных «рыжих» особей.

В 2004 г. пробы «черных» и «рыжих» головастиков вылавливали из пруда одновременно и фиксировали в растворе 4%-ного формалина. У головастиков определяли размер тела (по линейке окулярмикрометра) и стадии развития (по таблицам нормального развития (Дабагян, Слепцова, 1975). Фиксированных головастиков промывали в проточной воде. Были приготовлены индивидуальные тотальные препараты кожи дермального и эпидермального слоев. Под глазом с правой стороны тела вырезали тонкий участок покровов, который разделяли на слои. Под микроскопом считали количество меланофоров, приходящееся на одно поле зрения окуляра х40 – по несколько полей для каждого препарата. Количество меланина определяли методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Измерения проводили с помощью радиоспектрометра 3-х сантиметрового диапазона РЭ–13.01. Головастиков высушивали на предметном стекле и особей одинаковых стадий развития растирали в порошок. Определенную навеску помещали в стандартные кварцевые капелляры для ЭПР–спектрометрии. Определяли сухой вес головастиков и число радикалов меланина. Обработку данных проводили с помощью программы Statistica–6.

Измерение головастиков показало, что «рыжие» и «черные» цветовые формы практически не различаются по размерам тела и по стадиям развития

(соответственно $\bar{X}_{\text{ср}} = 10.92$ мм и 10.63 мм, $t=1.122$, $p<0.05$ и $\bar{X}_{\text{ср}}=48.5$ и 48.8 , $t=0.494$, $p<0.05$). Данные магнитного резонанса показывают, что «красные» и «черные» формы не различаются ни по количеству меланина на 1 головастика, ни по числу радикалов меланина на мг сухого веса (анализ частот распределения по методу Хи-квадрат в первом случае дает показатели $\chi^2=1.05$, $df=5$, $p=0.958$, во втором – $\chi^2=0.269$, $df=5$, $p=0.998$. При анализе распределения меланина у особей разных стадий развития видно, что число радикалов в процессе развития особей существенно возрастает, достигает максимума перед метаморфозом (49 стадия) и остается практически на том же уровне до выхода сеголеток на сушу. Например, по числу радикалов на 1 головастика показания изменяются следующим образом: от 0.5 у «черных» и 1.7 у «рыжих» в начале к 3.4 и 3.3 перед метаморфозом и до 2.8 и 3.0 перед самым выходом на сушу ($\times 10^{14}$). Однако у «рыжей» формы перед началом метаморфоза наблюдается резкий спад числа радикалов меланина, приходящегося как на 1 головастика (до 1.6), так и на 1 мг их сухого веса, который затем компенсируется. По последнему признаку «рыжие» все-таки отстают от «черных», хотя различия не значимы. По показателям сухого веса обе формы также сходны вплоть до начала метаморфоза. После появления одной передней конечности сухой вес у «рыжей» формы начинает стремительно возрастать. С началом укорочения хвоста он возрастает в полтора раза. Возможно, с этим связано некоторое падение количества меланина на мг сухого веса, описанное выше. Таким образом, количественная оценка содержания меланина у двух цветовых форм не показала существенных отличий.

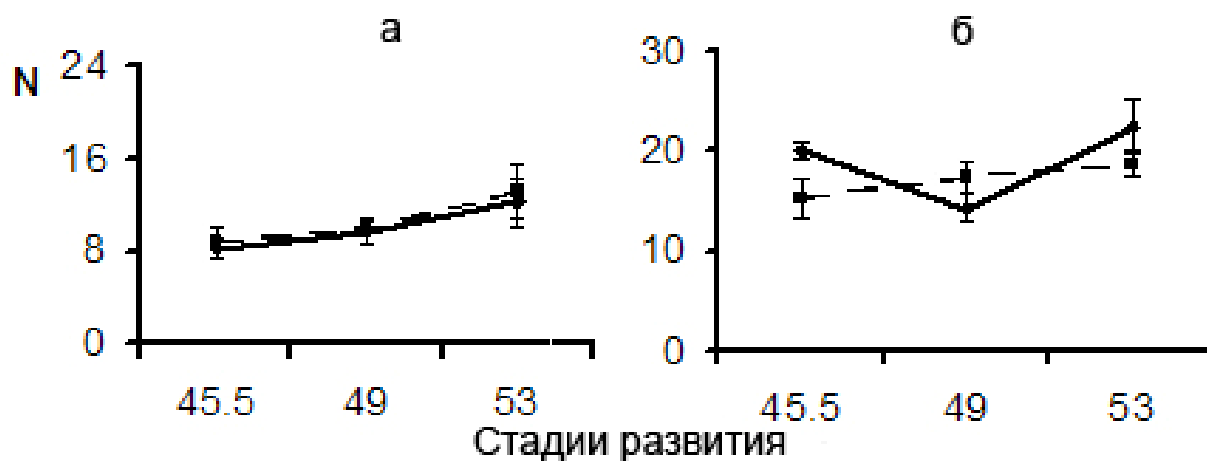


Рис. 1. Число меланофоров в эпидермальном (а) и дермальном (б) слоях у «черных» (сплошная линия) и «рыжих» (пунктир) головастика серой жабы.

При препаровке головастика мы заметили, что на старших стадиях развития кожа у особей «рыжей» формы более толстая и из-за этого хуже поддается обработке. Это наводит на мысль, что различия в окраске зависят от структурных особенностей покровов, распределения пигмента в дермальных и эпидермальных меланофорах, особенностей их морфологии и распределения их по слоям кожи. Подсчет числа эпидермальных и дермальных меланофоров дал

следующие результаты. Суммарное количество всех меланинсодержащих клеток в обоих слоях у «черных» и «рыжих» форм не различается ($X_{\text{ср.}}=13.55\pm0.720$ и 13.12 ± 0.714 соответственно, $t=0.341$, $k=300$, $p<0.05$). То же можно сказать и о количестве меланофоров, подсчитанных на разных стадиях развития отдельно в эпидермальном и дермальном слоях. В эпидермальном слое динамика поведения пигментных клеток у обеих цветовой форм сходна: по мере развития их число постепенно возрастает и становится максимальным перед выходом на сушу (рис. 1а). Однако в дермальном слое поведение клеток различается. У «рыжей» формы количество дермальных меланофоров несущественно возрастает по мере развития особей, тогда как у «черных» оно исходно выше, чем у «рыжих», затем падает в полтора раза и становится ниже, чем у другой цветовой формы, потом снова возрастает в 1.6 раза (рис. 1б). Отметим, что подобное падение числа меланинсодержащих клеток никак не отражается на общем количестве меланина у «черной» формы, (см. выше), также как и резкое падение количества меланина у «рыжей» происходит на фоне стабильного числа клеток в обоих слоях. Подобные результаты трудно объяснить. Можно предположить, что изменение количества меланина на предметаморфозных стадиях связано с его специфическим перераспределением по другим системам органов, отличным у разных цветовой форм. Возможно, что при подготовке к метаморфозу у «рыжих» и «черных» личинок системы органов вовлекаются в разной последовательности – у «рыжих» покровы преобразуются раньше.

Список литературы

- Saxena P.K. Some observations on the hormonal control of melanophores in the skin of green frog *Rana esculenta* L. // Indian J. Exp. Biol. 1976. V. 14. № 1. P.31 - 33
- Surova G.S. Color variation of common toad (*Bufo bufo*) larvae // Russian journal of Herpetology. 2009 (в печати).
- Дабагян Н.В., Слепцова Л.А. Травяная лягушка *Rana temporaria* // Объекты биологии развития. М.: Наука. С. 1975. 442 - 462.

К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМЕ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ КАДМИЯ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ

В.П. Иванова

Институт эволюционной физиологии и биохимии РАН, 194223 Санкт-Петербург; Санкт-Петербургский государственный морской технический университет,
190008 Санкт-Петербург; e-mail: valet@iephb.ru

Стремительно возрастающее накопление тяжелых металлов в окружающей среде связано, в первую очередь, с интенсификацией промышленного производства. Как известно, в группу тяжелых металлов, состоящую из элементов с относительной плотностью более 8 г/см^3 , входит кадмий. Основными источниками поступления кадмия в биосферу являются: 1) высокотемпературные технологические процессы (цветная металлургия, сжигание топлива и отходов), в ходе которых кадмий выделяется в виде газов и пылевых частиц; 2) техниче-

ские сточные воды, сбрасываемые в различные акватории, в донных отложениях которых происходит аккумуляция элемента; 3) вносимые в почву фосфатные удобрения, куда кадмий входит в качестве микродобавок.

Степень влияния кадмия на окружающую среду определяется его специфическими свойствами: во-первых, высоким давлением паров, обеспечивающих легкость его испарения при плавлении и сжигании; во-вторых, высокой растворимостью в воде, особенно в подкисленных водах (рН=5) (Черных и др., 2003).

Кадмий является высокотоксичным элементом, который оказывает прямое повреждающее действие на все живые организмы, включая человека. В растения и грибы кадмий попадает из почвы (до 70%) и с воздухом (до 30%). В организм животных и человека кадмий поступает с пищей и водой, а в человеческий организм и с сигаретным дымом. Через желудочно-кишечный тракт усваивается всего 5% поступившего кадмия, в то время как через легкие с вдыхаемым воздухом поглощается от 10–20% элемента. В организме человека кадмий, в основном, аккумулируется в почках (30–60% от всего количества), печени (20–25%), поджелудочной железе и трубчатых костях (оставшаяся доля). Кадмий вызывает поражения практически всех органов и систем: почек (различные нефропатии, мочекаменная болезнь); легких (легочная недостаточность, фиброзные изменения, эмфиземы); половых желез (простатопатия); опорно-двигательного аппарата (остеопорозные изменения костной ткани, деформация костей); сердечно-сосудистой системы (гипертония, инфаркт миокарда, лизис эритроцитов); иммунной системы (структурные изменения тимуса, нарушения клеточного и гуморального иммунитета). Столь высокая степень токсичности кадмия связана с его исключительной способностью накапливаться в организме и длительным периодом полувыведения (до 30 лет).

В настоящее время ни у кого не вызывает сомнений, что токсичность, вызванная кадмием, связана с гибелью клеток, которая, по мнению большей части исследователей, осуществляется, в основном, по апоптотическому пути.

Кадмий в различных клетках активизирует различные пути апоптоза. Многие авторы считают главной причиной гибели клеток под воздействием кадмия окислительный стресс, а основными мишенями действия активных форм кислорода (**АФК**) – митохондрии и ядро. Известно, что **АФК** могут активировать каспазный или MAP-киназный пути апоптоза. Имеются данные, что кадмий способен активировать такие известные MAP-киназы, как JUN N-терминальная киназа (JNK) и p38 киназа в клетках легочной карциномы линии CL3; p38 киназа в промоноцитарных клетках линии U-937 (Chuang et al., 2000).

Каспазо-зависимый тип апоптоза, вызванный токсическими дозами кадмия, выявлен в макрофагах мыши, клетках лимфомы человека (U-937) и глиомы крысы (C6), лейкоэмических клетках человека (HL-60), фибробластах мыши (Rat1) и нейронах коры головного мозга крысы. При этом, если в макрофагах активируются каспазы-3, -8 и -9; то в клетках лимфомы более активна каспаза-8, а в клетках глиомы, лейкоэмических клетках, фибробластах и кортикальных нейронах – каспаза-3 (Kim et al., 2006; Lopez et al., 2003). Как известно, каспазы-8 и -9 являются индукторами активации эффекторных каспаз, а каспаза-3

выполняет эффекторную функцию в клетке. В результате действия эффекторных каспаз происходит протеолиз около 20 белков, к наиболее значимым из которых относятся антиапоптозные белки; ламины, армирующие ядерную мембрану, и белки, участвующие в регуляции цитоскелета. Завершается этот процесс апоптозным «демонтажом» клетки.

Имеются данные, согласно которым кадмий индуцирует каспазо-независимый путь апоптоза в фибробластах легких человека. При этом в клетках интенсифицируются процессы образования **АФК**, которые изменяют проницаемость митохондриальной мембраны, в результате чего происходит высвобождение фактора, индуцирующего апоптоз (**ФИА**, AIF). Далее происходит транслокация **ФИА** из митохондрий в ядро, где он и активирует процессы конденсации хроматина и фрагментации ДНК (Shih et al., 2004).

Часто при апоптозе одновременно с усиленным синтезом **АФК** в клетке увеличивается концентрация Ca^{+2} , что приводит к нарушению проницаемости, а затем и целостности митохондриальной мембраны. В этом случае изменение концентрации ионов Ca^{+2} в клетке, по мнению ряда авторов, может выступать в качестве индуктора апоптоза. Так установлено, что увеличение внутриклеточной концентрации Ca^{+2} при воздействии кадмия приводит к апоптозу в гепатоцитах, тимоцитах, остеобластоподобных клетках через каспазо-3-зависимый путь (Lopez et al., 2003). Некоторые исследователи отводят ключевую роль в развитии многих типов апоптоза нарушению барьерной функции митохондриальной мембраны (см. выше).

Одним из существенных остается вопрос: как транспортируется кадмий в клетку. Известно, что для проникновения в клетку токсические металлы используют пути, через которые происходит транспорт биологически важных ионов металла. В настоящее время уже накоплены данные, подтверждающие, что кадмий поступает в клетку через Ca^{+2} -каналы (Lopez et al., 2003).

В заключении необходимо отметить, что выявление основных путей проникновения кадмия в клетку и его главных клеточных мишеней воздействия, возможно, позволит в будущем, опираясь на достигнутые результаты, разработать системы защиты клетки, а значит и организма в целом, от токсического действия этого элемента.

Список литературы

Черных Н.А., Сидоренко С.Н. Экологический мониторинг токсикантов в биосфере. М.: Изд-во РУДН, 2003. 430 с.

Chuang S.M., Wang I.C., Yang J.L. Roles of JNK, p38 and ERK mitogen-activated protein kinases in the growth inhibition and apoptosis induced by cadmium // *Carcinogenesis*. 2000. V. 21. № 7. P. 1423–1432.

Kim J., Sharma R.P. Cadmium-induced apoptosis in murine macrophages is antagonized by antioxidants and caspase inhibitors // *J. Toxicol. Environment. Health*. 2006. Part A. V. 69. № 12. P. 1181–1201.

Lopez E., Figueroa S., Oset-Gasque M.J., Gonzalez M.P. Apoptosis and necrosis: two distinct events induced by cadmium in cortical neurons in culture // *Brit. J. Pharmacol.* 2003. V. 138. № 5. P. 901–911.

Shih C.-M., Ko W.-C., Wu J.-S. Mediating of caspase-independent apoptosis by cadmium through the mitochondria-ROS pathway in MRC-5 fibroblasts // J. Cell. Biochem. 2004. V.91. № 2. P. 384–397.

АРЕАЛ РАСПРОСТРАНЕНИЯ БУРЗЯНСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ БАШКИРСКОЙ ПЧЕЛЫ

Р.А. Ильясов, А.В. Поскряков, А.Г. Николенко
Институт биохимии и генетики Уфимского НЦ РАН, 450054 Уфа;
e-mail: apismell@hotmail.com

Медоносная пчела подвида *Apis mellifera mellifera* ранее имела довольно широкое распространение в Северной и Западной Европе, доходя до Урала. Благодаря очень большому естественному ареалу распространения, охватывающему несколько природно-климатических зон, *A. m. mellifera* отличается исключительным внутривидовым генетическим разнообразием среди других подвигов, что обусловлено ее приспособленностью к различным климатическим условиям и растительным сообществам. (Jergensen, 2008). Известно, что *A. m. mellifera* отзывчивы на отбор по селективным признакам в силу достаточной гетерогенности. Их улучшение перспективно при разведении чистых линий. Даже массовый отбор дает хорошие результаты, хотя более перспективен индивидуальный отбор с проверкой маток по качеству потомства (Кривцов, 2008). Наиболее однозначные данные для отбора пчел можно получить по результатам анализа ДНК. Получение основных генетических характеристик позволит успешно управлять популяцией и разводить максимально приспособленных к местным условиям чистых линий пчел *A. m. mellifera*.

Задачей нашего исследования является изучение популяций пчел южной части ареала башкирской пчелы. Ранее проведенные нами исследования показали, что башкирские пчелы по таксономии относятся к подвиду *A. m. mellifera*. Первоначально единственным местом сохранения чистых линий этой пчелы считался небольшой регион на юге Башкортостана, входящий в состав заповедника «Шульган-Таш» Республики Башкортостан. Дальнейшие исследования относились преимущественно к северной части ареала башкирской пчелы и не было проведено каких-либо исследований в обнаруженной первоначально популяции *A. m. mellifera* южной части ареала. Ареал этой южной локальной популяции не определен в точности, а именно, совпадает ли ареал с границами Бурзянского района или он гораздо шире.

Для исследования были отобраны пчелы из 5 выборок: с. Старосубхангулово (10 семей), с. Новомусятово (10 семей), с. Иргизлы (10 семей) Бурзянского района, с. Крутой Лог (5 семей) Абзелиловского района, с. Сюрень (4 семьи) Кугарчинского района Республики Башкортостан (рис. 1). В исследовании были использованы: локус COI-COII мтДНК, микросателлитные локусы ar243, 4a110, a8, a43 ядерной ДНК. Нами были рассчитаны частоты встречаемости аллелей каждого локуса.



Рис. 1. Районы проведенных исследований в популяции южной части ареала башкирских пчел. Точки сбора проб подчеркнуты.

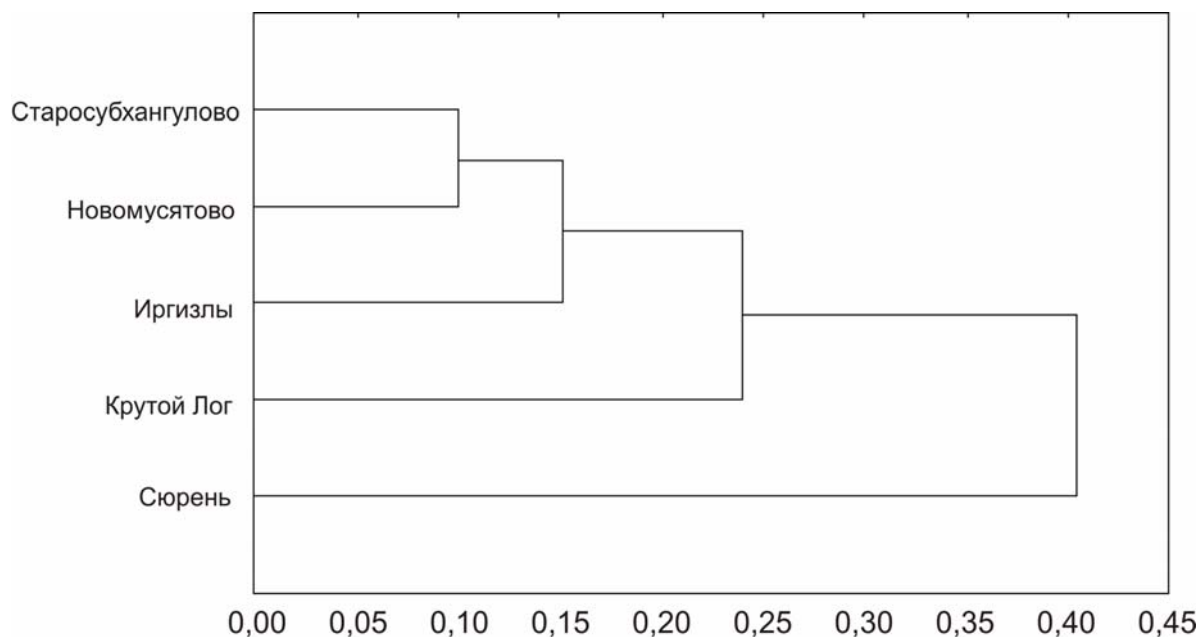


Рис. 2. Дендрограмма генетических отношений популяций изученных выборок на основе генетических расстояний построенных методом кластеризации ближайшего соседа.

Частоты встречаемости комбинаций межгенного локуса COI-COII мтДНК были следующими: в популяциях пчел всех выборок, кроме Сюрени, комбинация PQQ (маркер *A. m. mellifera*) встречалась с частотой 1,0, тогда как в Сюрени встречалась только комбинация Q (маркер *A. m. caucasica*) с частотой 1.0. Для получения информации о распределении популяций необходимо рассчитать

частоты аллелей и генетические расстояния. Наиболее приемлемым расстоянием является генетическое расстояние М. Nei (1978).

На основе данных о частотах распределения аллелей были рассчитаны генетические расстояния. Наибольшие расстояния наблюдается между популяциями Сюрень и Крутой Лог; Сюрень и Старосубхангулово. Наименьшие расстояния – между с. Крутой Лог и Новомусятово; Старосубхангулово и Новомусятово. Такая группировка, в некоторой степени согласована как с географическим расположением, так и генетическим составом этих популяций. В дальнейшем, был проведен кластерный анализ с использованием метода ближайшего соседа и построена дендрограмма (рис. 2). Так, популяция Сюрень отделяется от всех, так как в ней представлены в основном гибридные семьи пчел. Таким образом, картина кластерного анализа может отражать до некоторой степени уровень миграции между популяциями, где наиболее близкие популяции будут близки и генетически, тогда как отдаленные популяции будут более изолированы друг от друга.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что ареал обитания бурзянской популяции башкирской пчелы *A. m. mellifera*, возможно имеет расширение в восточном направлении в сторону Абзелиловского района, тогда как на юге в Кугарчинском районе популяция была подвержена значительной гибридизации.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (08-04-97039-р-поволжье-а).

Список литературы

Jergensen A.S. Welcome address to the participants in the conference «Apiculture in the XXI century. Black Bee *Apis mellifera mellifera* L.» // Материалы международной конференции «Пчеловодство – XXI века». М., 2008. С. 13.

Кривцов Н.И. Современное состояние пчеловодства России // Материалы международной конференции «Пчеловодство – XXI века». М., 2008. С. 19–21.

СРЕДСТВА ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ АРКТИЧЕСКИХ ЛАСТОНОГИХ

Н.Н. Кавцевич, А.Л. Михайлюк, В.Б. Войнов,
А.С. Гладких, Е.Г. Дончик

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, 183010 Мурманск;
e-mail: science@mmbi.info

Климатические характеристики побережья Мурманска предъявляют определенные требования к техническим средствам содержания животных. Основными факторами, которые следует учитывать при разработке аквакомплексов, являются ветер (до 30–40 м/с) и большой размах приливно-отливных колебаний уровня моря (до 4.5–5.0 м). Последнее не позволяет использовать стационарные береговые вольеры.

В течение восьми лет в аквакомплексе ММБИ эксплуатировался стандартный плавучий вольер АПК-6 (10.0×6.0×4.0 м), разработанный СКТБ «Модуль» (г. Винница). Эта конструкция с успехом использовалась для работы с дельфинами (Государственный океанариум Украины, 2006). Наряду с этим, следует отметить и некоторые недостатки АПК-6. Один из главных - невозможность разборки. Для транспортировки вольера требуются суда большого водоизмещения, что исключает установку его на удобных для содержания животных, но несудоходных акваториях, а для технического обслуживания и ремонта необходимы мощные грузоподъемные средства.

В июле–августе 1987 г. на акватории губы Дальнезеленецкой Баренцева моря была произведена сборка аквакомплекса для содержания морских млекопитающих КМБ-2, изготовленного на СРЗ «Нерпа» (г. Снежногорск). Основными элементами КМБ-2 являются понтоны (4.0×1.0×0.7 м), соединенные боковыми сторонами посредством штанг длиной 4 м. Затем пары понтонов соединяли торцевыми сторонами при помощи шарниров, прикрепляли к ним металлические рамки 4×4 м, обшитые сетью. Таким образом образовалась цепочка из садков 4.0×4.0×4.0 м. Все элементы КМБ-2 могут транспортироваться к месту сборки на катерах и маломерных судах (Экспериментальные исследования..., 2007).

Аквакомплексы из металлических элементов подвержены коррозии, имеют значительную массу. В связи с этим в 2000 г. был приобретен вольер «Салмон фиорд» для рыбоводческих хозяйств, изготовленный из полиэтиленовых труб. Изначально основание садка имело форму десятиугольного многогранника диаметром 21 м, на котором были смонтированы мостки и леерное ограждение. В процессе работы выявились трудности в содержании тюленей и обеспечении доступа к ним, обусловленные сложной формой понтонной основы. В результате имеющийся вольер был разобран, и из его элементов смонтировали конструкцию из четырех прямоугольных вольеров (рис. 1), обеспечивающую простой доступ к животным и работу с ними. Впоследствии из стандартных элементов «Салмон фиорд» были изготовлены вольерные комплексы, не связанные с берегом понтонным мостиком, для работы на открытой акватории.



Рис. 1. Вольерный комплекс в губе Сайда Кольского залива.

Опыт эксплуатации вольеров различных конструкций в ММБИ на протяжении 24-х лет показывает, что вольеры из полимерных материалов являются оптимальными для круглогодичных исследований поведенческих и физиологических адаптаций ластоногих в условиях Севера.

В лабораторных условиях параметры сердечной деятельности ластоногих изучают в течение достаточно длительного времени (Галанцев, 1978). Однако при исследовании водных животных представляет ценность определение физиологических параметров при свободном плавании и нырянии.

В вольерном комплексе ММБИ в губе Сайда Кольского залива проведены апробация и полевые испытания программно-аппаратного комплекса (ПАК), изготовленного ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» для исследования физиологических параметров и контроля функционального состояния морских млекопитающих (рис. 2).

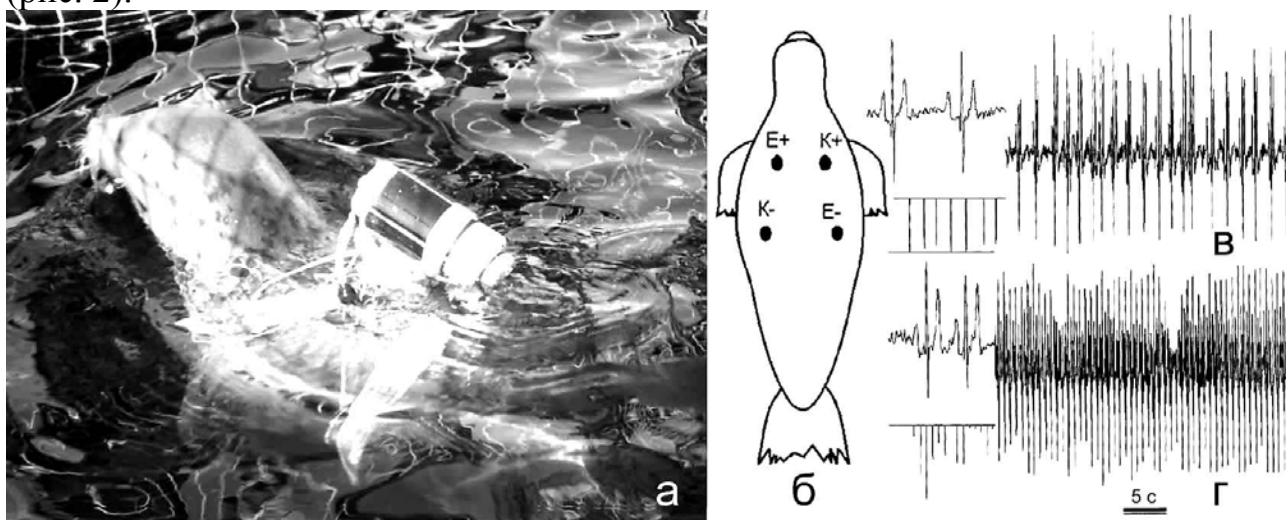


Рис. 2. Программно-аппаратный комплекс: а – сбор информации; б – схема крепления электродов; в и г – форма кардиокомплекса в спокойном и активном состояниях, соответственно.

ПАК состоит из блока сбора и регистрации параметров (БСРП); набора датчиков; программного обеспечения. БСРП включает в себя микроконтроллер, модуль интерфейса USB, накопитель и модуль питания и управления. Микроконтроллер предназначен для управления работой модулей БСРП в режимах записи информации, сброса информации на внешние устройства и очистки накопителя; модуль интерфейса предназначен для передачи информации на внешние устройства для дальнейшего анализа и очистки накопителя; накопитель емкостью 1 Гб служит для хранения данных, получаемых от аналогово-цифрового преобразователя датчиков электрокардиограммы и давления и цифровых датчиков (акселерометры X и Y, температуры). Модуль обеспечивает запись данных по 9 каналам в течение не менее 24 часов.

В результате опытной эксплуатации ПАК были получены данные об индивидуальной динамике биоэлектрических показателей функционирования сердца (ЭКГ, рис. 2), давления водного столба и температуры воды при погружении животных под воду, динамик ускорений перемещения животных в двух

плоскостях. В дальнейшем целесообразно усовершенствовать носимый блок, придав ему более обтекаемую форму.

Список литературы

Галанцев В.П. Адаптации сердечно-сосудистой системы вторичноводных амниот. Л.: Изд-во ЛГУ, 1988. 200 с.

Государственный океанариум Украины. Севастополь, 2006. 498 с.

Экспериментальные исследования морских млекопитающих в условиях Кольского залива. Апатиты, 2007. 254 с.

ВЛИЯНИЕ ЭТАНОЛА НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПОВЕДЕНИЯ СВОБОДНОЖИВУЩЕЙ ПОЧВЕННОЙ НЕМАТОДЫ *CAENORHABDITIS ELEGANS* К ТЕПЛОВОМУ СТРЕССУ

Т.Б. Калининкова, А.Х. Тимошенко, Т.М. Гайнутдинов, М.Х. Гайнутдинов

Институт проблем экологии и недропользования, 420087 Казань;

e-mail: tbkalinnikova@gmail.com

Алкоголь (этанол) является не только широко распространенным «лекарством» с многочисленными побочными эффектами, но и важным компонентом пищи фруктоядных животных и, в ряде случаев, сред обитания таких беспозвоночных как *Drosophila* и другие, в которых постоянно или эпизодически существуют условия для брожения (Wolf et al., 2003). Для этих беспозвоночных этанол является химическим сигналом (аттрактантом) об их пищевых нишах, воспринимаемым хемосенсорными системами, и источником энергии. В то же время этанол может нарушать поведение, развитие и размножение организмов беспозвоночных из-за высокой чувствительности их нервных систем к негативному влиянию алкоголя. Поэтому организмы беспозвоночных, в природных местообитаниях которых происходит брожение, приобрели в ходе эволюции адаптации к негативному влиянию алкоголя на нервную систему (McIntire, 2007; Wolf et al., 2003).

В связи с тем, что мишенью негативного влияния алкоголя на организмы животных является нервная система, можно предположить, что этанол, помимо его прямого негативного влияния на нервную систему, сенсibiliзирует нервную систему к действию экстремальных факторов окружающей среды, таких как высокая температура, гипоксия и другие. Целью работы явилась экспериментальная проверка этой гипотезы с использованием в качестве модельного организма свободноживущей почвенной нематоды *Caenorhabditis elegans*, простая нервная система которой состоит всего из 302 нейронов и в последние десятилетия детально изучена методами молекулярной и клеточной физиологии и молекулярной генетики.

В экспериментах с трехдневными особями *C. elegans* дикой линии N2, выращенными при температуре 19°C, исследовалось влияние этанола на локомоцию *C. elegans*, индуцированную сильным механическим стимулом, при 19°C и при температуре 36°C, которая вызывает обратимые нарушения, прояв-

ляющиеся как в нарушениях координации локомоторных мышц, необходимой для плавания, так и в полном прекращении реакции на механический стимул (Калинникова и др., 2006). В соответствии с данными других авторов, при температуре 19°C, пороговой для нарушения поведения червей концентрацией оказался 1% этанола, добавление которого в среду через 30–60 минут вызывало нарушение координации локомоторных мышц у 15% червей. В то же время при действии этанола на термостабильность локомоции *C. elegans* при 36°C проявляется негативное влияние низких концентраций алкоголя (0.25–0.5%), которые не нарушают поведение червей при 19°C, а при совместном действии пороговой для нарушения поведения концентрации этанола (1%) и высокой температуры наблюдается синергизм этих воздействий на поведение *C. elegans* (табл. 1). Следовательно, действие этанола на нервную систему *C. elegans* включает в себя ее сенсibilизацию к тепловому стрессу.

Таблица 1. Влияние этанола на термостабильность локомоции *C. elegans*

Условия эксперимента	Термостабильность локомоции, мин			
	без добавок	0.25% этанол	0.5% этанол	1.0% этанол
контроль	28±1	16±0.7	6±0.3	–
тепловая закалка	61±2	48±1.5	37±1.3	21±0.6

Примечание: Термостабильность локомоции – среднее время появления ошибок моторной программы плавания при температуре 36°C. В каждом варианте 20 контрольных червей или червей после тепловой закалки (1 ч при 32°C + 1 час при 19°C).

В следующей серии экспериментов было исследовано влияние на чувствительность к этанолу тепловой закалки организма *C. elegans* (1 ч экспозиции к температуре 32°C с последующим восстановлением в течение 1 ч при 19°C). В соответствии с данными нашей предыдущей работы (Калинникова и др., 2006) тепловая закалка повышает термостабильность локомоции *C. elegans*, но низкие концентрации этанола, снижающие базовую термостабильность локомоции, не оказывают влияния на компоненту термотолерантности, индуцированную тепловой закалкой (см. табл. 1). Эти данные находятся в соответствии с представлениями о том, что механизмы базовой термотолерантности организмов беспозвоночных и термотолерантности, индуцированной экспрессией генов стрессовых белков (белки теплового шока, антиоксидантные белки и др.) в условиях тепловой закалки организма, качественно различны.

В целом результаты работы позволяют сделать вывод о том, что этанол, содержащийся в природных местообитаниях беспозвоночных, таких как сброженные фрукты для *Drosophila* или гипоксическая почва с высоким содержанием органических веществ растительного происхождения для *C. elegans*, усиливает негативное влияние теплового стресса на организмы этих животных.

В связи с общностью механизмов прямого негативного влияния высокой температуры и этанола на простые нервные системы беспозвоночных и на

нервную систему человека простая нервная система *C.elegans* может быть использована как модель для изучения механизмов взаимодействия алкоголя и гипертермии в нервной системе человека в таких состояниях организма как тепловой стресс и тепловой шок.

Список литературы

Калинникова Т.Б., Тимошенко А.Х., Гайнутдинов Т.М., Гиндина В.В., Гайнутдинов М.Х. Адаптация нематоды *Caenorhabditis elegans* к высокой температуре среды // Журн. эвол. биох. и физиол. 2006. Т. 42. № 5. С. 457–462.

McIntire S.L. Ethanol // WormBook, ed. The *C. elegans* Research Community, WormBook, doi/10.1895/wormbook. 2007. <http://www.wormbook.org>.

Wolf F.W., Heberlein U. Invertebrate models of drug abuse // J. Neurobiol. 2003. V. 54. № 1. P. 161–178.

О ВОЗМОЖНОЙ РОЛИ ДОФАМИНА В АДАПТАЦИИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ НЕМАТОДЫ *CAENORHABDITIS ELEGANS* К ТЕПЛОВОМУ СТРЕССУ

Т.Б. Калинникова, А.Х. Тимошенко, Т.М. Гайнутдинов, М.Х. Гайнутдинов
Институт проблем экологии и недропользования, 420087 Казань;
e-mail: tbkalinnikova@gmail.com

Нервная система является мишенью угнетения поведения Metazoa высокой температурой из-за высокой чувствительности импульсной активности не только термосенсорных, но и многих других нейронов к значительному превышению физиологического оптимума температуры. В то же время, сохранение многих форм поведения пойкилотермных животных в широком диапазоне температур (часто десятки градусов) свидетельствует об эффективности быстрой адаптации нервных систем этих животных к превышению физиологического оптимума температуры. Механизмы этой адаптации во многом остаются неизвестными. Целью работы явилось выяснение возможного участия дофамина в быстрой адаптации к тепловому стрессу простой нервной системы свободноживущей почвенной нематоды *Caenorhabditis elegans*. Предполагалось, что хорошо известная для нервных систем беспозвоночных интегративная функция дофамина, заключающаяся в модуляции большого количества синаптических связей между нейронами (Сахаров и др., 1986), необходима не только для реализации нейрональных программ поведения, но и для сохранения функций нервной системы при сильном повышении температуры среды.

Эксперименты проводили с трехдневными особями *C. elegans* дикой линии N2. Для выяснения возможной роли эндогенного дофамина в термостабильности локомоции *C. elegans* был использован селективный для дофаминергических нейронов нейротоксин 6-гидроксидофамин (6-ОН-ДА). Для разрушения дофаминергических нейронов червей два часа инкубировали при 25°C в среде, содержащей 15 mM 6-ОН-ДА и 3 mM аскорбата. Контрольных червей инкубировали 2 ч в среде с 3 mM аскорбата. Затем контрольных и опытных червей переносили на 20 часов на свежие чашки Петри с агаром и *E.coli*. Как

показано в таблице, селективное разрушение дофаминергических нейронов нейротоксином вызывало снижение термостабильности локомоции *C. elegans*, выявляющееся в сокращении промежутка времени, в течение которого при постоянной температуре 36°C проявляются ошибки моторной программы плавания червей, индуцированного механическим стимулом.

Введение в среду дофамина (30–100 μM) не только восстанавливало сниженную нейротоксином термостабильность локомоции, но и увеличивало ее до уровня, превышающего термостабильность локомоции интактных червей (табл. 1). Это превышение обусловлено наличием протекторного эффекта дофамина на термостабильность локомоции и у интактных червей, но амплитуда этого эффекта намного меньше, чем у червей, обработанных 6-ОН-ДА (см. табл. 1). Ранее показано, что термостабильность индуцированной механическим стимулом локомоции *C. elegans* лимитируется термостабильностью системы нейронов, регулирующей плавание червя (Калинникова и др., 2006). Поэтому противоположно направленное действие 6-ОН-ДА и дофамина на термостабильность этой локомоции свидетельствует об участии дофамина в быстрой адаптации нервной системы червя к экстремальному повышению температуры.

Таблица 1. Влияние 6-гидроксидофамина и дофамина на термостабильность локомоции *C. elegans*, индуцированной механическим стимулом

Условия эксперимента	Термостабильность локомоции, мин			
	без добавок	30 μM дофамина	60 μM дофамина	90 μM дофамина
аскорбат	27 $\pm$ 2	33 $\pm$ 2	36 $\pm$ 3	35 $\pm$ 2
6-ОН-ДА +аскорбат	14 $\pm$ 1.5	36 $\pm$ 3	38 $\pm$ 4	36 $\pm$ 2

Примечание: Термостабильность локомоции – среднее время появления ошибок моторной программы плавания при температуре 36°C. В каждом варианте 20 червей через 20 ч после экспозиции к аскорбату или аскорбату + 6-ОН-ДА.

Известным механизмом быстрой адаптации нервной системы к высокой температуре является термокомпенсация нейронов, возвращающая импульсную активность к исходному уровню после кратковременного изменения, вызванного повышением температуры. В то же время показано, что синаптические входы в интернейроны млекопитающих изменяют их чувствительность к высокой температуре (Burgoon et al., 1998). Поэтому двумя возможными механизмами протекторного эффекта дофамина на термостабильность локомоции *C. elegans* являются повышение эффективности термокомпенсации нейронов, принимающих участие в регуляции плавания червя, и адаптивная модуляция синаптических связей между нейронами, которые оказывают влияние на термокомпенсацию нейронов. Второй из этих механизмов более вероятен, так как основной функцией дофамина в нервных системах беспозвоночных является интеграция нейронов в их системах, которая осуществляется диффузией дофамина в меж-

нейрональном пространстве с последующей модуляцией большого количества синаптических связей (Сахаров и др., 1986).

В целом результаты работы показали участие дофамина в быстрой адаптации *C. elegans* к повышению температуры, сохраняющей интегративные функции простой нервной системы червя в условиях сильного превышения физиологического оптимума температуры. Ранее возможная роль дофамина в этой адаптации у *C. elegans* и других беспозвоночных не рассматривалась.

Список литературы

Сахаров Д.А., Каботянский Е.А. Интеграция поведения крылоногого моллюска дофамином и серотонином // Журн. общ. биол. 1986. Т. 47. № 2. С. 234–245.

Калинникова Т.Б., Тимошенко А.Х., Гайнутдинов Т.М., Гиндина В.В., Гайнутдинов М.Х. Адаптация нематоды *Caenorhabditis elegans* к высокой температуре среды // Журн. эвол. биох. и физиол. 2006. Т. 42. № 5. С. 457–462.

Burgoon P.W., Boulant J.A. Synaptic inhibition: its role in suprachiasmatic nucleus neuronal thermosensitivity and temperature compensation in the rat // J.Physiol. 1998. V. 512. № 3. P. 793–807.

ПРОДУКЦИОННЫЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ *SALMO TRUTTA* ПРИ ОПТИМАЛЬНОЙ ПОСТОЯННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ И ЕЕ ОТКЛОНЕНИЯХ В ВЕРХНЮЮ СУБОПТИМАЛЬНУЮ ЗОНУ

М.З. Келехсаев¹, В.Я. Пушкарь², В.В. Зданович²

¹Московская сельскохозяйственная академия, 127550 Москва;

²Московский государственный университет, 119234 Москва;

e-mail: zdanovich@mail.ru; vpushkar@mail.ru

В пределах зоны температурной толерантности у каждого вида пойкилотермных гидробионтов, в том числе и у рыб, наиболее интенсивно рост протекает при оптимальной температуре, наиболее часто принимаемой как точку на ее шкале. Зона температурной толерантности намного шире оптимальной, поэтому, как правило, в естественных, а часто и в искусственных условиях, рост рыб происходит не только при оптимальных, но и субоптимальных значениях температуры. В пределах ареала радужной форели *Salmo trutta* наибольшие суточные изменения температуры в водоемах наблюдаются в основном в теплый сезон года, то есть в период наибольшей физиологической активности рыб. В это время рыбы часто подвергаются колебаниям температуры, выходящими за пределы оптимальной в верхнюю субоптимальную температурную зону. Принято считать, что отклонения температуры от оптимальных значений в сторону субоптимальных приводят к значительному снижению интенсивности процессов жизнедеятельности рыб. Цель настоящего исследования – изучение роста, энергетики и продукционных показателей форели при оптимальной постоянной температуре и ее периодических отклонениях в верхнюю субоптимальную зону.

На основе собственных предварительных экспериментов при рационе близком к насыщающему оптимальной для роста постоянной температурой признана 17°C. В первой серии экспериментов выявляли границу верхней субоптимальной температурной зоны для роста и энергетики рыб при постоянных температурах (17, 19, 21 и 23°C), во второй – в сравнительном плане оценивали продукционные и энергетические показатели форели при постоянных (17, 19, 21°C) и переменном 19±2°C (период колебания 4 ч) терморегимах. В конце опытов у рыб в каждом терморегиме оценивали скорость роста, кормовой коэффициент, суточный Р/В коэффициент, интенсивность дыхания. Длительность опытов 13 сут. Кормили рыб живым мотылем. Рацион – 30% от массы тела в сутки. Начальная индивидуальная масса рыб составляла 6.5–9.4 г.

Скорость роста форели при выращивании в условиях постоянных температур (табл. 1) оказалась наибольшей при 17°C, что соответствует статичному оптимуму роста. Повышение температуры до 19 и 21°C вызвало снижение скорости роста на 15 и 22% ($p>0.05$), тогда как до 23°C – на 40% ($p<0.05$). Эффективность конвертирования пищи рыбами оказалась наибольшей при 17°C и закономерно снижалась при повышении температуры до 19 и 21°C (соответственно, в 1.23 и 1.32 раза). При 23°C кормовой коэффициент оказался в 1.58 раза выше, чем при 17°C. С повышением температуры от 17 до 19, 21 и 23°C суточный Р/В коэффициент уменьшался соответственно на 16, 21 и 32%. Интенсивность дыхания рыб возрастала соответственно в 1.22, 1.39 и 1.47 ($p<0.05$) раза. Полученные экспериментальные данные позволяют предположить, что границы верхней субоптимальной зоны для роста и энергетики форели находятся в пределах 18–21°C.

Таблица 1. Продукционные и энергетические показатели форели при постоянных температурах

Показатели	Терморегим, °C			
	17	19	21	23
Скорость роста, %г/сут	2.89	2.46	2.28	1.74
Кормовой коэффициент	8.4	10.4	11.1	13.3
Суточный Р/В коэффициент	0.0293	0.0247	0.0231	0.0199
Интенсивность дыхания, мгО ₂ /г·ч	0.496	0.605	0.690	0.728

Периодические отклонения температуры от уровня статического температурного оптимума для роста форели в верхнюю субоптимальную зону не только не вызвали ухудшения регистрируемых показателей, а наоборот – привели к их значительному улучшению (табл. 2).

В переменном терморегиме 19±2°C скорость роста форели оказалась выше соответственно в 1.28 и 1.31 раза ($p<0.05$) по сравнению с 19 и 21°C, и в 1.18 раза ($p<0.05$) по сравнению с 17°C, которая признается статичным температурным оптимумом для ее роста. Эффективность конвертирования пищи на рост в переменном терморегиме была выше, чем в любом из испытанных постоянных терморегимов. Величина кормового коэффициента при 17, 19 и 21°C превышала регистрируемый в 19±2°C соответственно в 1.09, 1.22 и 1.15 раза.

Суточный Р/В коэффициент при колебаниях температуры оказался больше соответственно в 1.17, 1.28 и 1.29 раза. Интенсивность дыхания, наоборот, резко снижалась в условиях переменного терморежима по сравнению с постоянными температурами (соответственно на 12, 19 и 31%).

Таблица 2. Продукционные и энергетические показатели форели при постоянных и переменной температурах

Показатели	Терморегим, °С			
	17	19	21	19±2
Скорость роста, %г/сут	2.25	2.07	2.02	2.65
Кормовой коэффициент	10.5	11.7	11.1	9.6
Суточный Р/В коэффициент	0.0239	0.0218	0.0217	0.0280
Интенсивность дыхания, мгО ₂ /г·ч	0.502	0.546	0.642	0.443

Полученные данные показывают, что кратковременные периодические колебания температуры, выходящие за пределы оптимальной в верхнюю субоптимальную зону не ухудшают, а наоборот, улучшают продукционные и энергетические показатели радужной форели. В условиях переменного терморегима отмечается повышение скорости роста рыб, более эффективно используется энергия пищи на прирост массы тела, снижаются энерготраты по сравнению с оптимальной для роста форели постоянной температурой. Необходимо рассматривать температурный оптимум роста не как точку на кривой температурной толерантности вида, а как изменчивость температуры с теми или иными специфическими параметрами на определенном ее отрезке.

При искусственном выращивании рыб, в том числе и радужной форели, наиболее лучшие ростовые и продукционные показатели могут быть достигнуты не при постоянных температурах, прогнозируемых в качестве оптимальных, а в переменных температурных условиях. Использование переменных терморегимов в аквакультуре позволит максимально реализовать возможности роста гидробионтов, оптимизировать условия выращивания объектов культивирования.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 07-04-00581).

ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЗМА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ГОМЕОСТАТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЯХ ОРГАНИЗМА (лабораторный эксперимент)

Л.А. Ковальчук, О.А. Сатонкина, А.Э. Тарханова, А.А. Тарханов
*Институт экологии РИЖ УрО РАН, Уральская государственная медицинская академия; Лаборатория проблем адаптации СУНЦ РАМН и ПСО,
620144 Екатеринбург; e-mail: kovalchuk@ipae.uran.ru*

Несмотря на обилие фактического материала, позволяющего представить полифункциональный характер влияния эндогенных и экзогенных макро- и

микроэлементов на организм, многие стороны их физиологического воздействия до сих пор остаются спорными или недостаточно исследованными. Публикации по исследованию биоэлементного профиля у животных природных популяций противоречивы, а в сравнительном варианте работы по исследованию колебаний уровней биоэлементов животных фоновых и техногенных территорий практически отсутствуют (Баев и др., 1998).

Многолетние исследования показывают, что в общую регуляторную систему организма на всех стадиях развития включена микроэлементная физиологическая система гомеостаза, определяющая реакцию организма на аккумуляцию загрязнителей изменениями в процессах метаболизма (Агаджанян, Скальный, 2001; Оберлис и др., 2008). При микроэлементном загрязнении окружающей среды усложняются природные формы патологических состояний организма, причинами которых может быть как избыточное поступление, так и дефицит жизненно необходимых микроэлементов. Защитный гомеостатический механизм клеток и тканей противодействует интоксикации неорганическими соединениями путем их биотрансформации, изолирования и повышения скорости их выведения.

Установление потенциальной токсичности того или иного загрязнителя в экосистеме осложнено тем, что достаточно неопределённая значимость выбранных параметров на уровне популяции. Экстремальным критерием устойчивости или чувствительности организмов к действию загрязнителя служит смертность. И здесь необходим лабораторный эксперимент при контролируемых условиях для получения информации, описывающей ответную реакцию организма на нарушение качества окружающей среды.

Организм реагирует на техногенные эмиссии аккумуляцией особо высоких концентраций загрязнителя и изменениями в процессах метаболизма и физиологии, аккумуляцией высоких концентраций загрязнителя. И, если высокие концентрации поллютантов приводят к острым макроскопическим воздействиям (поражениям), то низкие их содержания вызывают хронические повреждения, что остаётся скрытым и может быть выявлено лишь путём физиологических и биохимических анализов.

В соответствии с решаемыми задачами рыжие полёвки ($n=75$) из природных популяций Среднего Урала были случайным образом поделены на контрольные и опытные группы. Стандартизацию полевого материала проводили в соответствии с требованиями экспериментальной экологии методом одноактной акклимации. Животные опытных групп получали с питьевой водой в одном случае хлорид кадмия в дозе 5 мкг/сут. (по металлу), в другом случае – кадмий в дозе 5 мкг/сут, цинк в дозе 400 мкг/сут и медь в дозе 800 мкг/сут, что в среднем соответствует расчетному суточному поступлению данных металлов в организм животных, обитающих на территориях с высоким уровнем техногенного загрязнения. Животные контрольных групп получали обычную питьевую воду. Прочие условия содержания были идентичными для всех животных всех групп. Спустя 7, 14, и 28 суток животных забивали и определяли концентрацию Cd, Zn и Cu в сердечной мышце. Параллельно отбирали кровь для изучения в контролируемых лабораторных условиях токсических эффектов, индуцируемых тяже-

лыми металлами, в сочетании с функциональной активностью системы крови. Все образцы биосред подвергали пробоподготовке в соответствии с требованиями МАГАТЭ, методическими рекомендациями, утверждёнными МЗ СССР в 1989 г. и МЗ РФ в 1999 г. Содержание микроэлементов в биосубстратах (экзогенные и эндогенные металлы: Zn, Cu, Cd, Pb) определяли методом атомной абсорбции на спектрофотометре "AAS-3" Статистический анализ проводился в системе программ MS Excel 2000 и Statistica (версия 6.0).

Результаты лабораторного эксперимента по кинетике накопления металлов в сердечной мышце у животных, получавших только кадмий в дозе 5 мкг/сут, показали, что на 7-й день наблюдается достоверное сокращение концентрации кадмия в 20 раз при подъёме уровня меди в 1.3 раза, цинка в 1.3 раза и свинца в 1.7 раза ($p < 0.05$). Достоверно снижалось по отношению к контрольным значениям: содержание меди в 1.7 раза, цинка в 5.6 раза, кадмия в 9.5 раза и свинца 2 раза в сердечной мышце животных на фоне введения кадмия к 28-му дню эксперимента ($p < 0.05$). Необходимо отметить, что содержание цинка было значительно ниже содержания меди на всём протяжении эксперимента, а содержание кадмия значительно ниже всех исследуемых металлов. Суммарное накопление тяжёлых металлов в сердечной мышце в 2.3 раза выше у экспериментальной группы на седьмой день дозовых нагрузок и достоверно снижается на 28-й день с 305.9 мкг/кг (7-й день) до 67.5 мкг/кг (28-й день) ($p < 0.05$). Происходит постепенное выведение тяжёлых металлов из тканей полёвок. Полученные данные, возможно, объяснить исходя из теории взаимодействия с ферментными системами кадмия, который, индуцируя избыточный синтез металлотионеинов, связывает большую часть ионов кадмия с этими белками. Введение смеси металлов так же, как и одного кадмия, приводит к увеличению концентрации цинка в 6 раз на седьмой день нагрузок, а далее наблюдается значительное его снижение на 14 сутки и к 28-му дню эксперимента содержание цинка в мышце в 4.1 раза выше, чем у контрольных животных. Содержание меди свинца и кадмия в тканях экспериментальных животных носит «двухфазный» характер. Однако, наблюдаемое падение содержания меди, кадмия и свинца в тканях на 7-й день ниже уровня контроля, к 14-му и 28-му дню опыта возрастают в суммарном отношении в 1.6 раза. Содержание кадмия снижается к 28-му дню в 6.4 раза, но содержание свинца возрастает в 1.5 раза.

Таким образом, можно заключить, что динамика накопления изучаемых металлов в сердечной мышце зависит от того, вводится в организм металл изолированно или в составе смеси. В ходе исследований отмечено, что процесс депонирования металлов и в гемопоэз-компетентных органах в случае изолированного введения кадмия и сочетанного введения смеси качественно изменяется (Микшевич, Ковальчук, 1992; Сатонкина, Ковальчук, 2002). Кроме того, в обоих случаях животные не получали свинец, а между тем нами было зарегистрировано достоверное возрастание количества свинца в сердечной мышце животных. Более того, темпы возрастания зависели от состава поступающих металлов.

Полученные результаты можно объяснить исходя из того, что металлы взаимообуславливают токсикокинетику друг друга, а концентрация металла в

органе зависит не только от его поступления извне, но и от перераспределения его и прочих между органами и тканями. Следует отметить, что данный процесс может лежать в основе патогенеза возникающих нарушений. В тоже время нельзя исключить, его участие и в компенсаторно-приспособительных реакциях.

Список литературы

Агаджанян Н. А., Скальный А. В. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека. М.: КМК, 2001. 83 с.

Баев А.С., Бударин В.Ф., Буренин Н.С. Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 1977 г. СПб., 1998. 306 с.

Оберлис Д., Харланд Б., Скальный А.. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. СПб.: Наука, 2008. 543 с.

Ковальчук Л.А., Микшевич Н.В. Энергетический обмен мелких млекопитающих в зоне выбросов медеплавильного комбината // Экология. 1988. № 4. С. 86-88.

Ковальчук Л.А., Сатонкина О.А., Тарханова А.Э. Тяжелые металлы в окружающей среде Среднего Урала их влияние на организм // Экология. 2002. № 5. С. 358-361.

ЗАВИСИМОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РУССКОГО ОСЕТРА В КАСПИЙСКОМ МОРЕ ОТ БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

И.В. Коноплева

*Каспийский НИИ рыбного хозяйства (КаспНИРХ), 414056 Астрахань;
e-mail: kaspiy@astranet.ru*

В работе приводятся данные по распределению русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) в Каспийском море от факторов среды.

Изменения, происходящие с течением времени на всех ареалах обитания рыб, в том числе и осетровых Каспийского бассейна, повлияли на их экологию, биологические циклы, особенности поведения, физиологии и т.д. Виды рыб в целом популяции реагируют посредством адаптаций и приспособлений на изменяющиеся природные условия обитания и антропогенное воздействие. Процесс реакции популяции может быть разделен на ряд последовательных этапов, отдельные проявления II фазы наблюдаются в настоящее время – происходит передислокация нерестилищ, изменение мест и условий зимовки, изменения внутрипопуляционной дифференциации и численности (Баранникова, 1970).

Осетровые большую часть жизни проводят в море, заходя в реки лишь для нереста на весьма непродолжительное время. Их распределение в море зависит от многих факторов, и, в том числе, от глубины, температуры, солености, прозрачности и др.

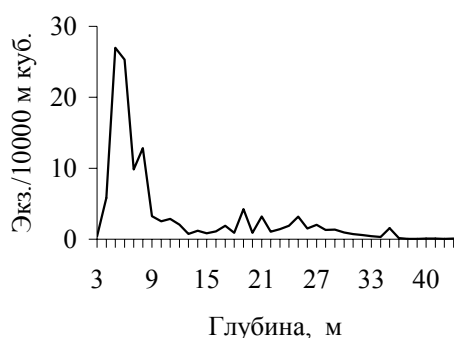
Отношение осетровых к глубине проявляется в раннем возрасте. Установлено, что при попадании предличинок на участки реки с большой глубиной они стремятся выйти из этой зоны на прежний уровень, а совершаемые предли-

чинками вертикальные подъемы «свечки» можно рассматривать как приспособительную адаптацию, направленную на ускорение покатной миграции и расселение (Ходоревская, 2002). Вертикальное распределение взрослых особей русского осетра также зависит от глубины.

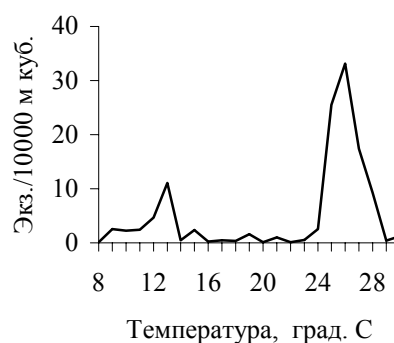
Летом русский осетр в Каспийском море предпочитает нагуливаться на глубинах от 3.0 до 50.0 м изобаты (рис. 1а). Наиболее плотные его концентрации сосредоточены на глубинах от 5.0 до 12.0 м. Скопления русского осетра наблюдаются в диапазоне придонных температур от 8.0 до 30.0⁰С. Учитывая, что основные концентрации русского осетра распределены на пастбищах северной части моря, максимальные скопления наблюдаются при температуре воды от 24.0 до 28.0⁰С (рис. 1б).

По опубликованным данным (Легеза, 1968, 1972) известно, что у русского осетра отмечена сезонность в распределении по глубинам, которая отчетливо выражена в северной и средней части моря. Летом в северной части моря значительные концентрации осетра распределяются в диапазоне 6.0–27.0 м. В средней части особи вида обитают на материковой отмели, не опускаясь глубже 30.0–50.0 м. В южной части встречается практически круглый год в прибрежной полосе до 50-метровой глубины. Русский осетр более холодолюбив по сравнению с другими видами осетровых рыб. Летом в северной части Каспийского моря он встречается при значительных колебаниях придонных температур (9.3–23.5⁰С) (Легеза, 1972).

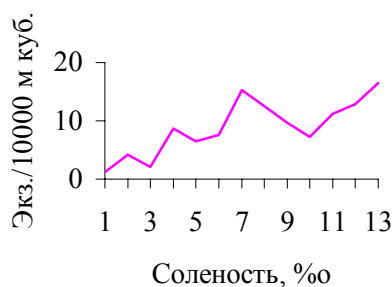
а)



б)



в)



г)

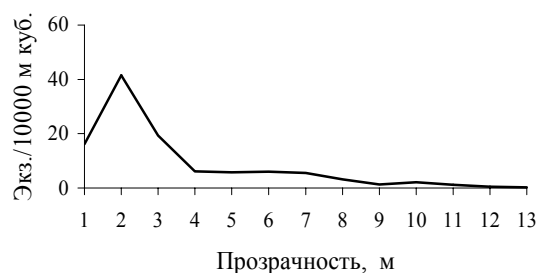


Рис. 1. Распределение русского осетра летом 2003–2006 гг. на обследованной акватории моря в зависимости: а – глубины; б – температуры воды; в – солености; г – прозрачности.

В исследуемых районах Каспия особи того вида встречены как в сильно опресненных, так и типично морских водах. Наибольшее количество рыб наблюдалось в водах с соленостью 7.0–8.0‰ и 11.0–13.0‰ (рис. 1в). Предпочитаемая русским осетром прозрачность воды – от 1.0 до 3.0 м (рис. 1г).

Осетр встречается как в сильно опресненных водах, так и типично морских (6.28–14.34‰). Ранняя эвригалинность и расширение ее степени в онтогенезе осетра связаны с ранним становлением осморегуляторной системы, которая обеспечивает постоянство солевого равновесия внутренней среды (Краюшкина, 1968). С возрастом, при наступлении нерестового состояния эвригалинность способствует к жизни в условиях соленой и пресной воды.

Изменения, наблюдающиеся в природе Каспийского моря в последние десятилетия повлекли за собой перераспределение осетровых в море. Следует отметить, что в настоящее время наиболее плотные летние скопления русский осетр образует на акватории приглубого района северной части Каспийского моря. Мозаичные скопления наблюдаются у западного побережья средней части моря. В то время как в 1970–1990-х годах наиболее плотные концентрации русского осетра наблюдались на юго-западе северной части Каспия.

Таким образом, в онтогенезе проходных рыб происходят многократные изменения условий среды обитания, в связи, с чем у осетровых развивается высокая пластичность адаптационных механизмов.

Список литературы

Баранникова И.А. Новые данные о реакции популяции осетровых на нарушение условий миграции и размножения // Труды ЦНИОХ. 1970. Т. 2. С. 12–19.

Ходоревская Р.П. Поведение, распределение и миграции осетровых рыб в Волго-Каспийском бассейне. Автореф. дисс.... доктора биол. наук. М., 2002. 49 с.

Легеза М.И. О распределении осетровых рыб по глубинам // Разработка биологических основ и биотехники развития осетрового хозяйства в водоемах СССР (по мат. 1967 г.). Астрахань, 1968. С. 23–27.

Легеза М.И. Роль абиотических факторов среды при распределении осетровых (сем. Acipenseridae, Pisces) в Каспийском море // Вопр. ихтиологии. 1972. Т. 12. Вып. 1(72). С. 13–24.

Краюшкина Л.С. Развитие эвригалинности в онтогенезе русского осетра в связи с вопросом о стандарте рыбоводной продукции // Мат. научной сессии ЦНИОРХ. Баку: Азерб. гос. изд-во, 1968. С. 45–46.

ВЛИЯНИЕ СИНУСОИДАЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТ ОПТИМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ НА РОСТ И ЭНЕРГЕТИКУ МОЛЛЮСКОВ

А.С. Константинов, В.Я. Пушкарь, Т.Н. Костоева
Московский государственный университет, 119234 Москва;
e-mail: ichthyology@mail.ru

Одна из парадигм экологии – положение о том, что существует константное значение того или иного фактора среды оптимальное для жизнедеятельно-

сти того или иного организма (Одум, 1975). Этому положению в последнее время противопоставляется другое (Константинов, 1967; 1986), согласно которому бионты, в частности гидробионты, живут в условиях постоянного колебания абиотических (гидрологических) факторов, и это – экологическая норма их существования, нарушение которой пессимизирует жизнедеятельность организмов. Ни в каком константном значении факторов не достигаются те положительные показатели роста и развития организмов, какие реализуются в том или ином колебательном режиме.

Обоснованность альтернативного представления об экологическом оптимуме была подвергнута экспериментальной проверке. Установлено, что в колебательных режимах различных факторов все подопытные гидробионты – водоросли, коловратки, ракообразные, рыбы и амфибии – росли лучше, чем в каком либо константном режиме. В данной работе выясняли особенности роста и развития в альтернативных режимах представителей двустворчатых (*Anadonta* sp.) и брюхоногих (*Physa fontinalis*, *Ampullaria* sp.) моллюсков.

До опыта моллюсков содержали в лабораторных культурах в оптимальных статичных условиях (температура 20°C для беззубки, 23°C для ампулярии и физы, полное насыщение воды кислородом, умеренное освещение, избыток пищи). При проведении опытов в каждый аквариум помещали по 10 моллюсков сходного размера. В начале и конце опытов определяли их общую массу (взвешивание на торзионных весах, точность 10 мг). Перед взвешиванием моллюсков обсушивали на фильтровальной бумаге до исчезновения влажного пятна. Длительность опытов 14–15 суток. В опытах с беззубкой, ампулярией и физой статичный температурный оптимум поддерживался в автоматическом режиме соответственно на уровне 20°C и 23°C. В других аквариумах температура в автоматическом режиме синусоидально отклонялась в течение опыта на 2°C, т.е. от 18 до 22°C – в опыте с беззубкой и от 21 до 25°C – в опыте с ампулярией и физой. В первые сутки после начала опыта и в конце его определяли интенсивность дыхания моллюсков методом прерванного потока (Кляшторин, 1982). Для характеристики темпа роста моллюсков рассчитывали удельную скорость их роста (как разность между логарифмом конечной и начальной массы, отнесенную к длительности опыта в сутках). В качестве некоторого показателя энергетики моллюсков определяли отношение суммарного потребления кислорода за время опыта к приросту за это время – энергетическую «стоимость» прироста (мг O₂/г сут).

Как показали наблюдения, после 15 суток содержания ампулярий и беззубок в разных терморегимах, лучшие показатели роста и энергетики наблюдались при суточных синусоидальных отклонениях температуры от стационарного оптимума на 2°C. Скорость роста ампулярии при таком колебании возрас- тала в 1.44 раза (табл. 1), потребление кислорода в расчете на 1 г прироста составило 66% от наблюдавшегося в оптимальном константном терморегиме.

Несколько меньшим эффект оказался у беззубки: скорость роста возрас- тала в 1.24 раза, потребление кислорода на 1 г прироста составило 74% от кон- троля. Примерно такие же результаты получены в опытах с физой, продолжав- шихся 14 суток.

Таблица 1. Некоторые показатели роста и энергетики подопытных моллюсков в оптимальном (20°C) и переменном (20±2 °C) терморегимах

Показатели	Ампулярия			Беззубка		
	20°C	20±2°C	Соотношение 20±2/20°C	20°C	20±2°C	Соотношение 20±2/20°C
Начальная средняя масса особей, г	12.1	12.0	-	69.14	51.9	-
Конечная средняя масса особей, г	14.0	14.8	-	71.45	54.5	-
Прирост на 1 особь, г	1.9	2.8	1.47	2.31	2.6	1.12
Удельная скорость роста, г%/сут	0.97	1.40	1.44	0.219	0.271	1.24
Интенсивность дыхания, мгО ₂ /г·ч	0.149	0.141	0.95	0.065	0.059	0.91
Потребление О ₂ на особь за 15 сут., г	0.7	0.68	0.97	1.642	1.125	0.68
Расход О ₂ на 1г прироста, г	0.368	0.243	0.66	0.711	0.523	0.74

Таблица 2. Некоторые показатели роста и плодовитости *Physa fontinalis* в разных терморегимах (среднее для 14 особей, начальная масса моллюсков 0.4 г, продолжительность опыта 11 сут)

Показатели	Терморегим, °C				Соотношения		
	23±3	20	23	26	23±3/20	23±3/23	23±3/26
Конечная масса, г	0.8	0.6	0.7	0.7	1.33	1.14	1.14
Прирост за опыт, г	0.408	0.204	0.306	0.303	2.04	1.33	1.35
Удельная скорость роста (C _w), г%/сут.	4.9	2.9	4.0	4.0	1.69	1.23	1.23
Число яйцекладок	33	16	26	10	2.06	1.27	3.3
Масса яйцекладки, мг/экз	8.0	4.0	6.2	3.0	2.0	1.29	2.7
Плодовитость	264.0	64.0	161.2	30.0	4.12	1.64	8.91

При ежедневных синусоидальных отклонениях температуры на 3°C от оптимальной константной – 23°C – скорость роста возрастала в 1.23 раза. В опытах с физой наряду с оценкой влияния колебаний температуры на рост мол-

люсков учитывали число яйцекладок, образованных за время опыта, их вес и число яиц в каждой кладке. Как видно на табл. 2 число яйцекладок за время исследования (14 суток) в колебательном режиме возрастало в 1.27 раза, а их массы – в 1.29 раза. Следовательно, плодовитость моллюсков под влиянием колебаний температуры возрастала в 1.64 раза, т.е. еще больше, чем скорость роста.

Таким образом, ежесуточные синусоидальные колебания отклонения температуры от оптимальных константных значений ускоряют рост подопытных моллюсков. Указанные колебания температуры повышают плодовитость моллюсков, причем в ещё большей степени, чем темп роста. В колебательном режиме существенно снижается потребление кислорода на единицу прироста массы, т.е. оптимизируется энергетика моллюсков.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 07-04- 00581).

Список литературы

Кляшторин Л.Б. Водное дыхание и кислородные потребности рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 128 с.

Константинов А.С. Общая гидробиология. М.: Высшая школа, 1967. 431 с.

Константинов А.С. Общая гидробиология. М.: Высшая школа, 1986. 469 с.

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

АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ ТРОФИЧЕСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ *PTEROSTICHUS MELANARIUS* (COLEOPTERA, CARABIDAE)

А.В. Королев

Днепропетровский национальный университет,
49050 Днепропетровск; e-mail: illiger@ukr.net

Pterostichus melanarius (Illiger, 1798) – европейско-сибирский неморальный вид, подстильно-почвенный зарывающийся стратобионт (Шарова, 1981), один из самых массовых в семействе Carabidae. Это активный хищник, способный истреблять многих беспозвоночных, в том числе другие виды жуужелиц (Бригадиренко, Корольов, 2006). Данный вид отдает предпочтение средним по размеру объектам с мягкими покровами тела и низкой двигательной активностью (Королев, Шульман, Похиленко, 2008). На 40 экземплярах *P. melanarius*, которым предоставлялся свободный выбор добычи (ежедневно по 75 из общего количества в 190 видов), в лабораторных условиях проведены изучение трофических связей и анализ спектра питания зоофага.

Выявлены элементы подстильно-почвенной мезофауны, которые, при условии выбора добычи, живыми в рацион *P. melanarius* не входят (0% поедания). Подавляющее большинство из них – имаго Carabidae: *Bembidion* sp. (23 эксперимента), *Pterostichus oblongopunctatus* (Fabricius, 1787) (27), *P. anthracinus* (Illiger, 1798) (10), *Calathus ambiguus* (Paykull, 1790) (39), *Amara ovata* (Fabricius, 1792) (20), *Amara* sp. (15), *Anisodactylus nemorivagus* (Duftschmid, 1812) (13), *A. binotatus* (Fabricius, 1787) (13), *Ophonus punctatulus* (Duftschmid, 1812) (36), *Ophonus* sp. (19), *Harpalus politus* (Dejean, 1825) (14), *H.*

latus (Linnaeus, 1758) (5), *H. rufipes* (De Geer, 1774) (25), *H. tardus* (Panzer, 1797) (5), *Harpalus* sp. (25), *Licinus cassideus* (Fabricius, 1792) (9). Наблюдается поедание представителей Carabidae мертвыми. Это объясняется способностью жуке-лиц быстро передвигаться, убежать от врагов. Однако, при отсутствии разнообразия потенциальных жертв, *P. melanarius* потребляет имаго жуке-лиц живыми.

Среди половозрелых особей *Lithobius* spp. (Lithobiidae) *P. melanarius* отдает предпочтение мертвым или ослабленным (214 экспериментов, 1.9% поедания), в то время как ювенильные экземпляры данного рода поедаются хищником как живыми, так и мертвыми (127 экспериментов, 6.3% поедания). Аналогичная тенденция отмечена для семейства Cryptopidae: добычей *P. melanarius* становятся неактивные особи *Cryptops hortensis hortensis* Leach, 1815 (31 эксперимент, 3.2% поедания).

P. melanarius не нападает на животных, обладающих твердыми покровами и размерами, значительно превышающими размеры самого хищника, таких как *Dorcus parallelipedus* (Linnaeus, 1758) (Lucanidae) (36 экспериментов), *Copris lunaris* (Linnaeus, 1758) (Scarabaeidae) (20), *Geotrupes stercorosus* (Scriba, 1791) (Geotrupidae) (109), *Elateridae* sp. (larvae) (7). Отмечены случаи выедания *P. melanarius* трупов *G. stercorosus* и откусывания конечностей *D. parallelipedus*. Также *P. melanarius* не трогает мягких и крупных *Arion* sp. (Arionidae) (19), при этом охотно поедает их яйца. К числу не часто потребляемых объектов питания можно отнести покрытых жесткой кутикулой, способных сворачиваться в шар *Armadillidium pulchellum* (Brandt, 1833) (Armadillidae), процент поедания которых возрастает с уменьшением количества предлагаемых видов (254 эксперимента, 5.9% поедания).

Выявлены беспозвоночные, большинство из которых исследуемый вид игнорирует как живыми, так и мертвыми, избирая некоторых из них лишь в случае отсутствия выбора: *Paederus riparius* (Linnaeus, 1758) (27 экспериментов), *Quedius fuliginosus* (Gravenhorst, 1802) (8) (Staphylinidae), *Oniticellus fulvus* (Goeze, 1777) (12), *Cetonia aurata* Linnaeus, 1758 (larvae) (20) (Scarabaeidae), *Lampyridae* sp. (larvae) (34), *Calvia quatuordecimguttata* (Linnaeus, 1758) (Coccinellidae) (13), *Cryphaeus cornutus* (Fischer-Waldheim, 1823) (5), *Anatolica eremita* (Steven, 1829) (10), *Opatrum sabulosum* (Linnaeus, 1761) (83) (Tenebrionidae), *Chrysomela limbata* (Fabricius, 1775) (Chrysomelidae) (27), *Otiorhynchus raucus* (Fabricius, 1777) (7), *Lixus* sp. (5), *Dorytomus* sp. (12) (Curculionidae), половозрелые *Megaphyllum rossicum* (Timotheew, 1897) (Julidae) (74), *Xysticus* sp. (Thomisidae) (17). Возможно, это связано с наличием в гемолимфе вышеуказанных видов «неприятных» на вкус жуке-лиц химических веществ.

Таким образом, наименее предпочитаемыми трофическими объектами в рационе *P. melanarius* являются виды, для которых характерна «ядовитость». *P. melanarius* избегает крупных и средних по размеру герпетобионтов, обладающих мощным хитиновым покровом. Группы, которым свойственна высокая активность, составляют незначительную долю рациона *P. melanarius*, становясь добычей зоофага лишь в случае своей гибели.

Список литературы

Бригадиренко В.В., Корольов О.В. Особенности спектра живления *Pterostichus melanarius* (Coleoptera: Carabidae) у лабораторных условиях // Вісник Білоцерківського державного аграрного університету. 2006. Т. 9. Вып. 43. С. 78–85.

Королев А.В., Шульман М.В., Похиленко А.П. Особенности пищевых предпочтений *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) в лабораторных условиях // Материалы III Всероссийской научной конференции. Йошкар-Ола, Пущино: Мар. гос. ун-т, 2008. С. 161–162.

Шарова И. Х. Жизненные формы жуужелиц (Coleoptera, Carabidae). М.: Наука, 1981. 360 с.

ВЛИЯНИЕ pH НА АМИЛОЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ХИМУСА У РЫБ РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП

В.В. Кузьмина¹, Г.В. Золотарева², В.А. Шептицкий²

¹Институт биологии внутренних вод РАН, 152742 Борок;
e-mail: vkuzmina@ibiw.yaroslavl.ru

²Приднестровский государственный университет, 3300 Тирасполь;
e-mail: septitchi@mail.ru

Известно, что pH энтеральной среды у рыб одного и того же вида может варьировать от 5.0 до 9.0, а оптимум pH панкреатической по происхождению α -амилазы у рыб разных видов – от 6.5 до 8.5 (Уголев, Кузьмина, 1993). Однако до последнего времени, как правило, исследовалась pH-функция ферментов слизистой оболочки, обеспечивающих процессы мембранного пищеварения. Характеристики ферментов химуса, обеспечивающих начальные этапы гидролиза углеводных компонентов пищи в полости кишечника рыб, практически не исследованы. Вместе с тем они могут значительно отличаться от таковых слизистой, поскольку в химусе присутствуют ферменты объектов питания рыб и энтеральной микрофлоры (Кузьмина, 2005). При этом одинаковые по функции, но различные по происхождению и структуре гликозидазы объектов питания рыб и энтеральной микрофлоры, могут существенно влиять на pH-функцию гликозидаз химуса. В связи с этим цель работы состояла в изучении влияния pH на общую амилолитическую активность химуса и, для сравнения, слизистой оболочки кишечника у рыб, различающихся по характеру питания в диапазоне значений, характерных для их пищеварительного тракта.

Работа проведена летом 2008 г. Объекты исследования – половозрелые особи 3 видов рыб: бентофаг-факультативный фитофаг плотва *Rutilus rutilus* (L.), типичный бентофаг лещ *Abramis brama* (L.), и типичный ихтиофаг судак *Zander luciperca* (L.), отловленные в Рыбинском водохранилище. Общую амилолитическую активность (активность α -амилазы, КФ 3.2.1.1, глюкоамилазы, КФ 3.2.1.3 и ферментов группы мальтаз, КФ 3.2.1.20) определяли в химусе и слизистой кишечника. Методы описаны ранее (Kuz'mina, 1996).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что общая амилолитическая активность в химусе и слизистой у рыб разных видов при одних и тех же

значениях pH различна (табл. 1). При этом у всех видов рыб ферментативная активность химуса, как правило, выше, чем слизистой во всем диапазоне исследованных значений pH. Также важно, что у судака зона высоких значений ферментативной активности слизистой и химуса уже, чем таковая у леща и плотвы. Кроме того, обращает на себя внимание достаточное сходство pH-функции ферментов слизистой у всех видов рыб и существенные различия в случае химуса. Действительно, у всех видов оптимум pH ферментов слизистой находится при pH 7.0, химуса – колеблется от pH 6.0 (у плотвы) до 8.0 (у леща).

Таблица 1. Влияние pH на общую амилалитическую активность химуса и слизистой оболочки кишечника у рыб разных экологических групп

Вид	Значения pH					
	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
Плотва	<u>4.50±0.73</u>	<u>9.56±0.13</u>	<u>10.19±0.25*</u>	<u>9.60±0.33</u>	<u>7.28±0.36</u>	<u>4.76±0.27</u>
	7.38±0.61	11.23±0.69*	10.90±0.36	10.72±0.49	8.46±0.29	5.22±0.41
Лещ	<u>1.96±0.13</u>	<u>3.51±0.19</u>	<u>4.09±0.13*</u>	<u>3.97±0.10</u>	<u>3.20±0.18</u>	<u>1.74±0.10</u>
	3.78±0.16	4.36±0.36	4.74±0.11	5.29±0.12*	4.60±0.14	2.98±0.15
Судак	<u>0.29±0.11</u>	<u>0.58±0.04</u>	<u>0.97±0.03*</u>	<u>0.81±0.10</u>	<u>0.66±0.05</u>	<u>0.37±0.11</u>
	0.64±0.08	0.86±0.10	1.12±0.10*	0.91±0.05	0.75±0.06	0.46±0.08

Примечание. Верхние цифры – ферментативная активность слизистой оболочки, нижние – химуса, мкмоль/(г·мин). Звездочкой указаны величины оптимума pH.

Следовательно, у рыб, различающихся по характеру питания, наблюдаются существенные различия pH-функции ферментов, обеспечивающих гидролиз углеводных компонентов пищи, особенно в случае полостных гидролаз. При этом pH-зависимые изменения амилалитической активности химуса не у всех видов рыб коррелируют с таковыми слизистой оболочки кишечника. Поскольку в работе был использован метод определения амилалитической активности, охватывающий весь процесс гидролиза биополимеров, его скорость зависела как от активности α -амилазы, так и от активности мальтазы. Наибольшее сходство кривых pH-функции выявлено при изучении ферментов судака. Совпадение максимумов амилалитической активности химуса и слизистой (pH=7.0) у рыб этого вида может быть обусловлено тем, что и в полости кишечника, и на структурах слизистой оболочки доминирует α -амилаза, синтезируемая поджелудочной железой. У плотвы и леща максимальные значения ферментативной активности в случае слизистой также отмечены при pH 7.0, в случае химуса - при 6.0 и 8.0. Особо следует отметить меньшее влияние pH на активность гликозидаз химуса по сравнению с таковым слизистой оболочки кишечника у всех исследованных видов рыб в зоне кислых значений pH. Так, при увеличении pH от 5.0 до оптимальных значений ферментативная активность слизистой оболочки увеличивается в 2.1–3.3, химуса – лишь в 1.5–1.8 раза. При этом зона оптимальных значений pH ферментов плотвы и леща существенно шире по сравнению с зоной, выявленной у судака.

Выявленные отличия pH-функции гликозидаз химуса у плотвы и леща от таковой судака, по всей вероятности, обусловлены значительными различиями

в их спектре питания. Действительно, во взрослом состоянии судак питается рыбой, плотва и лещ – преимущественно беспозвоночными животными. При этом активность гликозидаз как в органах пищеварительной системы, так и в целом организме рыб значительно ниже, чем у беспозвоночных животных (Уголев, Кузьмина, 1993; Кузьмина, 2005). Кроме того, известно о большем разнообразии и большей численности энтеральной микробиоты у бентофага леща по сравнению с таковой у ихтиофага судака (Зубкова, 1966 а, б цит. по: Кузьмина, 2005).

Таким образом, общая амилолитическая активность в химусе и слизистой оболочке кишечника у рыб, относящихся по типу питания к разным экологическим группам при одних и тех же значениях pH различна. Максимальная активность гликозидаз слизистой оболочки у всех исследованных видов рыб наблюдается при pH 7.0, максимальная активность ферментов химуса – при разных значениях pH (6.0 у леща, 7.0 у судака, 8.0 у плотвы). Более широкая зона оптимальных значений pH, выявленная при изучении активности гликозидаз химуса у плотвы и леща, по-видимому, обусловлена активностью ферментов энтеральной микробиоты. Последнее способствует более эффективному перевариванию углеводных компонентов пищи в диапазоне pH, характерных для кишечника рыб.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проект № 06-04-48170).

Список литературы

Кузьмина В.В. Физиолого-биохимические основы экзотрофии рыб. М.: Наука, 2005. 300 с.

Уголев А.М., Кузьмина В.В. Пищеварительные процессы и адаптации у рыб. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. 238 с.

Kuz'mina V.V. Influence of age on digestive enzyme activity in some freshwater teleosts // Aquaculture. 1996. V. 148. P. 25–37.

ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОПУЛЯЦИИ КРАСНО-СЕРОЙ ПОЛЕВКИ (*CLETHRIONOMYS RUFOCANUS*) В ГОДЫ РАЗНОЙ ЧИСЛЕННОСТИ

А.Н. Лазуткин

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, 685000 Магадан;

e-mail: alazut@ibpn.ru

Комплекс проведенных ранее исследований (Чернявский и др., 2003; Чернявский, Лазуткин, 2004) показал, что оценка физиологического состояния популяции на разных стадиях численности животных дает ценную информацию для понимания сложного механизма популяционного цикла. Сравнение этих данных позволяет судить о проявлениях стресса и трофической напряженности у зверьков, что отражается на репродуктивной функции организма животного и состоянии популяции в целом.

Данная работа проведена в не изученном ранее районе континентальной Колымы – долине р. Буюнда (66° с.ш.). Проведены учеты численности и у всех добытых животных непосредственно в полевых условиях определены липиды и гликоген в печени, глюкоза и лейкоциты в крови. Животные анализировались сразу же после сигнала о поимке, без клеточного содержания. Всего было добыто 844 экз. красно-серых полевков, в т.ч. 156 экз. отловлено живыми.

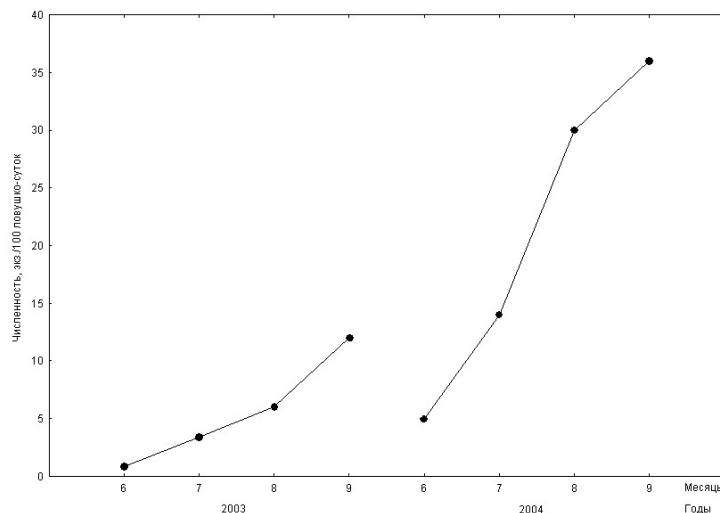


Рис. 1. Относительная численность красно-серой полевки в долине р. Буюнда в 2003–2004 гг.

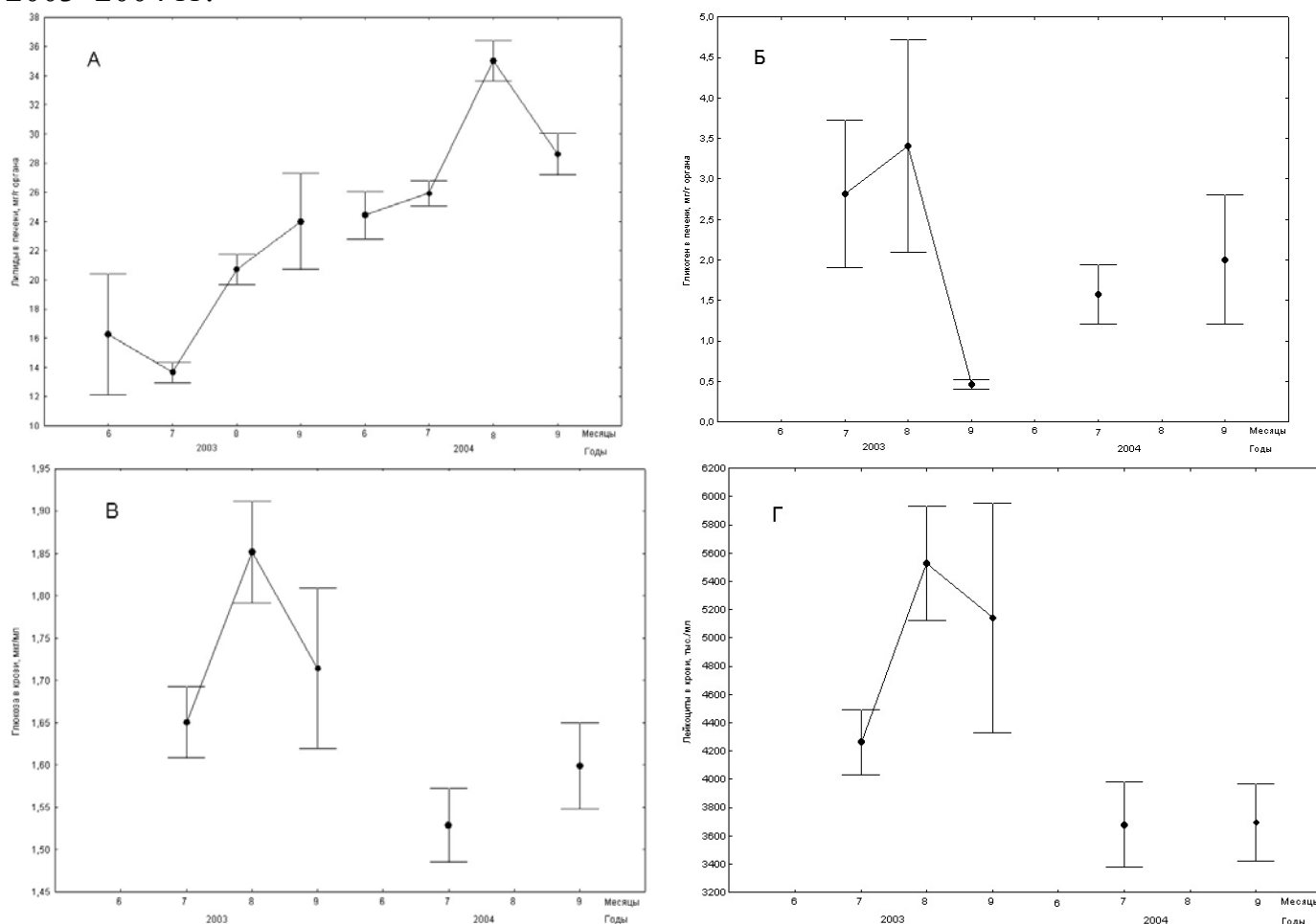


Рис. 2. Содержание липидов (А) и гликогена (Б) в печени, глюкозы (В) и лейкоцитов (Г) в крови у красно-серой полевки в годы разной численности.

На рис. 1. представлена динамика численности в 2003, 2004 гг., а на рис. 2. в сопоставлении с ней, изменчивость физиолого-биохимических показателей популяции за исследованный период. В 2003 г. популяция красно-серой полевки находилась на стадии низкой численности, с некоторым подъемом ее к окончанию репродуктивного периода. В 2004 г. произошло резкое увеличение численности, и популяция к завершению сезона размножения достигла пика.

Сравнение динамики содержания упомянутых энергетических и иммунного показателей показало, что в годы разной численности они были существенно различными. Так, уровень липидов в печени при высокой численности на протяжении всего репродуктивного периода оказался достоверно выше, чем при низкой. Содержание глюкозы и количество лейкоцитов в крови у полевок было достоверно выше при низкой численности в сравнении с их показателями в год высокой численности. Уровень гликогена в печени у красно-серых полевок в силу большой вариабельности индивидуальных значений в годы различной численности не отличался достоверно, но тенденция к его повышению у большинства зверьков в условиях разреженной плотности была очевидной. По существующим представлениям (Ньюсхолм, Старт, 1977; Гомеостаз, 1981), описанные в совокупности сдвиги физиологических параметров свидетельствуют о том, что в фазе пика зверьки красно-серой полевки испытывали напряженное трофическое состояние с наличием явных признаков стресса. При низкой плотности популяции животные находились в удовлетворительном физиологическом состоянии. Есть все основания предполагать, что изменения численности и физиологическое состояние популяции находятся в тесной причинно следственной связи.

Список литературы

- Гомеостаз // Под ред. П.Д. Горизонтова. М.: Медицина. 1981. 576 с.
Ньюсхолм Э., Старт К. Регуляция метаболизма. М.: Мир, 1977. С. 346–356.
Чернявский Ф.Б., Лазуткин А.Н. Циклы леммингов и полевок на Севере. Магадан: ИБПС СВНЦ ДВО РАН, 2004. 150 с.
Чернявский Ф.Б., Лазуткин А.Н., Мосин А.Ф. Изменчивость некоторых физиолого-биохимических показателей флуктуирующей популяции красной полевки (*Clethrionomys rutilus*) // Изв. АН. Сер. биол. 2003. № 3. С. 356–364.

СОДЕРЖАНИЕ ЛИЗОЦИМА В БЕЛКОВОЙ ОБОЛОЧКЕ ЯИЦ КОЛОНИАЛЬНЫХ ВИДОВ ПТИЦ

Ю.Г. Ламехов

*Челябинский государственный педагогический университет, 454091 Челябинск;
e-mail: dobry_bobr@mail.ru*

Защита яиц от микробного заражения осуществляется физическим, химическим и бактериолитическим способами. Последний вариант связан с наличием лизоцима, который является фактором естественной антибактериальной резистентности (Романов и др., 1959)

Титр лизоцима в белковой оболочке яиц определялся в 1989–1991 гг. методом диффузии в агаре (Бухарин и др., 1974). В качестве объектов использованы яйца озерной чайки (*Larus ridibundus*) и черношейной поганки (*Podiceps nigricollis*). Названные виды птиц образуют поливидовую колонию на оз. Курлады в окрестностях г. Копейска Челябинской области. Учитывая количество яиц в гнезде и колониальный характер гнездования, для проведения биохимических анализов использованы первые и третьи яйца озерной чайки, первые и четвертые яйца черношейной поганки из гнезд биологического центра и периферии колонии.

Данные о содержании лизоцима в белковой оболочке яиц позволяют судить об уровне неспецифической резистентности яиц, т.к. на ранних этапах онтогенеза лизоциму принадлежит ведущая роль в обеспечении иммунитета (Урюпина, 1983).

Результаты математической обработки полученных данных приведены в табл. 1.

Таблица 1. Содержание лизоцима в белковой оболочке яиц озерной чайки (1990 г.)

Участок колонии, номер яйца, компонент яйца	<i>n</i>	$\bar{X}$	σ	min	max
Биологический центр					
первые					
жидкий белок	21	10.89	3.67	3.1	15.3
густой белок	19	10.53	3.62	3.85	15.3
третьи					
жидкий белок	4	12.26	1.87	9.4	14.56
густой белок	4	11.4	1.39	9.4	12.5
Периферия					
первые					
жидкий белок	20	14.47	2.77	2.8	20.8
густой белок	18	13.26	2.78	6.25	18.0
третьи					
жидкий белок	2	15.05	—	—	—
густой белок	2	18.6	—	—	—

При изучении яиц черношейной поганки получены результаты, приведенные в табл. 2. Белковые оболочки яиц озерной чайки и черношейной поганки содержат разное количество лизоцима. По данным 1990 г. в белке яиц озерной чайки концентрация лизоцима изменяется от 2.8 до 20.8 мг/мл, а у черношейной поганки (по данным 1991 г.) – от 2.6 до 23.0 мг/мл.

Анализ данных по титру лизоцима в белковой оболочке яиц озерной чайки и черношейной поганки позволил выявить следующие особенности:

- яйца озерной чайки и черношейной поганки гетерогенны по содержанию лизоцима;
- в жидком белке титр лизоцима выше, чем в густом, но различия не во всех случаях статистически достоверны;
- концентрация лизоцима выше в белковой оболочке третьих яиц по сравнению с первыми у озерной чайки и в четвертых по сравнению с первыми у черношейной поганки.

Таблица 2. Содержание лизоцима в белковой оболочке яиц черношейной поганки (1991 г.)

Участок колонии, номер яйца, компонент яйца	n	$\bar{X}$	σ	min	max
Биологический центр					
первые					
жидкий белок	25	7.64	3.14	2.6	13.9
густой белок	25	7.46	3.34	3.1	16.0
четвертые					
жидкий белок	24	13.38	2.42	10.3	17.9
густой белок	24	11.48	2.31	7.1	16.1
Периферия					
первые					
жидкий белок	21	15.02	2.98	11.0	23.0
густой белок	21	14.47	2.77	8.2	19.7
четвертые					
жидкий белок	1	12.5	–	–	–
густой белок	1	11.0	–	–	–

При сравнении данных по содержанию лизоцима в яйцах из гнезд биологического центра и периферии установлена статистически достоверная разница: в яйцах из гнезд периферии колонии титр лизоцима выше. Такие различия могут быть связаны с разницей в экологических условиях гнездования и с возрастом птиц, откладывающих яйца.

Список литературы

- Бухарин О.В., Васильев Н.В. Лизоцим и его роль в биологии и медицине. Томск: Томск. ун-т, 1974. 208 с.
- Романов А.А., Романова А.А. Птичье яйцо. М.: Пищепромиздат, 1959. 620 с.
- Урюпина М.Г. Возрастная динамика естественной резистентности молодняк и кур-несушек // Повышение естественной резистентности сельскохозяйственной птицы. М., 1983. С. 6–7.

К ВОПРОСУ ОБ ЭКОЛОГИИ НАСИЖИВАНИЯ У ЧЕРНОШЕЙНОЙ ПОГАНКИ
(*PODICEPS NIGRICOLLIS*)

Ю.Г. Ламехов¹, Н.А. Литвинов², С.В. Ганщук²

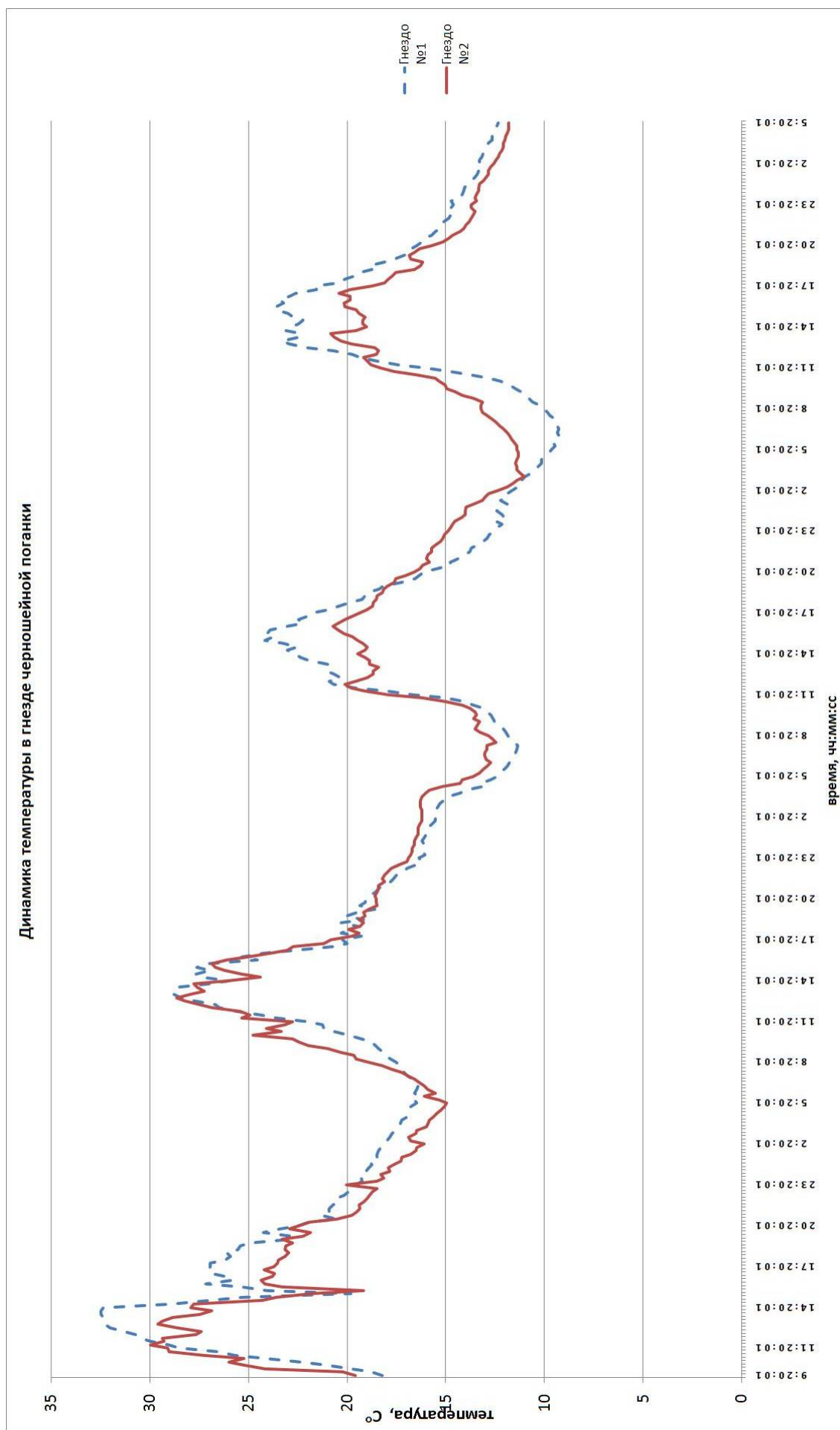
¹Челябинский государственный педагогический университет,
454091 Челябинск; e-mail: dobry_bobr@mail.ru

²Пермский государственный педагогический университет,
614990 Пермь; e-mail: ganshchuk@mail.ru

Черношейная поганка является гнездящимся перелетным и пролетным видом птицы лесостепных и степных районов Южного Урала (Захаров, 2006). В условиях Южного Урала черношейные поганки размножаются в составе крупных поливидовых колоний. На оз. Курлады в окрестностях г. Копейска Челябинской области формировались колонии, в составе которых размножались до 300 пар черношейных поганок (Ламехов, Болотников, 1989). Изучение биологии гнездовой жизни черношейной поганки проводилось на оз. Курлады. Черношейные поганки строят свои гнезда среди гнезд озерных чаек или стеблей тростника обыкновенного. Средняя величина завершенной кладки по данным 1988–2006 гг. составляет 3.8 яйца на гнездо ($n=362$). Количество яиц в завершенной кладке изменяется от 2 до 6 (Ламехов, 2008).

Состояние изучаемого вида на Южном Урале и в Челябинской области не вызывает опасения, однако желательно изучение биологии черношейных поганок, обитающих в названном регионе (Гордиенко, 2001). С нашей точки зрения, особый интерес представляют исследования по биологии гнездовой жизни этого вида птицы.

В гнездах черношейной поганки гнездовой материал на протяжении всего периода насиживания мокрый. Первое яйцо откладывается в недостроенное гнездо и может частично погружаться в воду. Завершение откладки яиц сопровождается увеличением размеров гнезда и формированием лотка. Описанные особенности гнезда черношейной поганки определяют специфические условия инкубации яиц. Объективными параметрами условий инкубации яиц являются температура, ориентация яиц, перемещение и повороты яиц (Болотников и др., 1985). Нами определялась температура в центре лотка. Использовались регистраторы iBDL типа «таблетка», которые укреплялись в лотке гнезда. Регистратор программировался на фиксацию температуры через каждые 15 мин. Установленные приборы снимали показания температуры с 21.05.2008 г. по 31.05.2008 г. На основе полученных данных построены графики, отражающие динамику температуры в гнездах № 1 и № 2 (рис. 1). В обоих гнездах в момент установки регистраторов температуры находилось по одному яйцу, но в гнезде № 1 сформировалась завершенная кладка из двух яиц, а в гнезде № 2 из пяти яиц. На рис. 1 представлена часть графика, соответствующая интервалу времени около 4 суток. Максимальная температура в лотке первого гнезда равна $+32.42^{\circ}\text{C}$ (21.05.2008 г. с 13 ч 50 мин до 14 ч 05 мин), а минимальная $+9.26^{\circ}\text{C}$ (24.05.2008 г. с 6 ч 50 мин до 7 ч 05 мин). Для гнезда № 2 показатели несколько отличаются: максимальная температура $+29.96^{\circ}\text{C}$ зафиксирована 21.05.2008 г. в 11 ч 19 мин, и минимальная $+11.83^{\circ}\text{C}$ отмечалась 24.05.2008 г. с 4 ч 34 мин до 5 ч 34 мин.



В литературе приводятся сведения о динамике температуры в гнездах многих видов птиц (Болотников и др., 1985). Температура дна лотка в гнезде черношейной поганки ниже, чем у изученных видов птиц. Анализ данных, приведенных в графике на рисунке, показывает, что температура дна лотка черношейной поганки непостоянна. На графике четко выделяются экстремумы, которые сменяются повышением или понижением температуры. Высокая температура дна лотка совпадает с присутствием птицы на гнезде. Резким понижениям температуры в гнезде способствуют отсутствие птицы и погруженность гнезда в воду, которая эффективно отводит тепло. Перепады температуры во время инкубации яиц, по данным А.М. Болотникова и др. (1985) обуславливают снижение элиминации эмбрионов.

Список литературы

- Болотников А.М., Шураков А.И., Каменский Ю.Н., Добринский Л.Н. Экология раннего онтогенеза птиц. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1985. 231 с.
- Гордиенко Н.С. Водоплавающие птицы Южного Зауралья. Миасс: ИГЗ Уро РАН, 2001. 100 с.
- Захаров В.Д. Птицы Южного Урала. Миасс: ИГЗ Уро РАН, 2006. 228 с.
- Ламехов Ю.Г., Болотников А.М. Биология гнездовой жизни черношейной поганки // Распространение и фауна птиц Урала. Свердловск. 1989. С. 56–57.
- Ламехов Ю.Г. Гнездовая жизнь озерной чайки и черношейной поганки на Южном Урале. Челябинск: ЧГПУ, 2008. 240 с.

ИЗМЕНЕНИЕ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ЭРИТРОЦИТОВ РЫБ ПРИ ИНТОКСИКАЦИИ ПЕСТИЦИДАМИ ГРУППЫ ДИАЗОЛОВ

И.Л. Левина

*Азовский НИИ рыбного хозяйства, 344007 Ростов-на-Дону;
e-mail: riasfp@aaanet.ru*

Циркулирующие в сосудистом русле эритроциты представляют собой совокупность разновозрастных, функционально неравнозначных клеток, что дает возможность говорить о них как о «популяции эритроцитов» (Леонова, 1987). Сама эта неоднородность может служить характеристикой состояния системы красной крови рыб при воздействии токсических агентов. Изучение резистентности эритроцитов рыб к кислотному гемолитику позволяет улавливать изменения в эритропоэзе на различных стадиях развития патологического процесса, выявлять механизмы приспособительных реакций рыб при токсическом воздействии пестицидов.

В данной работе представлены результаты изучения устойчивости эритроцитов рыб к кислотному гемолизу при воздействии на протяжении 30-ти суток пестицидов группы диазолов: Фипронила, являющегося действующим веществом (д.в.) инсектицида Регент 800 г/кг, ВДГ (в диапазоне концентраций 0.001–0.01 мг/л); антидота Мефенпир-диэтила (в диапазоне концентраций 0.05–

0.5 мг/л); фунгицида Бенлата 500 г/кг, СП, д.в. Беномил (в диапазоне концентраций 0.25–0.5 мг/л). Исследования Фипронила проводились на сеголетках радужной форели, остальные – на сеголетках карпа. Резистентность эритроцитов к кислотному гемолизу определяли модифицированным методом (Гительзон, Терсков, 1960). Кинетика изменения оптической плотности суспензии эритроцитов при воздействии минимальных доз соляной кислоты регистрировалась с помощью спектрофотометра с выводом на самописец. Эритрограммы подвергали статистической обработке по специально разработанной программе, рассчитывая процентное распределение эритроцитов по устойчивости. Для концентраций пестицидов, в которых изменения данного показателя были достоверны, проводилось графическое построение кислотных эритрограмм, которое отражало динамику интенсивности гемолиза эритроцитов.

Первым этапом работы при исследовании действия диазоловых пестицидов было определение нормального физиологического состава (физиологической нормы) эритроцитов у сеголеток карпа и форели, для чего были исследованы пробы крови 58-ми сеголетков карпа и 50-ти сеголетков радужной форели и выделены три группы эритроцитарных фракций (табл. 1). Первая группа представлена эритроцитами с пониженной устойчивостью, гемолиз которых происходил на 2–5-й минуте после внесения кислоты. Вторую группу составляли эритроциты со средней устойчивостью - их гемолиз происходил на 5–8-й минуте. В третью группу были выделены эритроциты с повышенной устойчивостью, гемолиз которых происходил на 8–15 минутах.

Таблица 1. Распределение эритроцитов рыб по устойчивости к кислотному гемолизу в норме, %

Группы эритроцитов по устойчивости	Контроль I (карп, 28 рыб)	Контроль II (карп, 30 рыб)	Контроль III (форель, 50 рыб)
	M±m		
1) Пониженная (2-5 мин.)	23.10 ± 4.36	22.58 ± 1.50	10.50 ± 2.15
2) Средняя (5-8 мин.)	55.52 ± 3.41	62.88 ± 2.16	58.75 ± 3.61
3) Повышенная (8-15 мин.)	21.30 ± 4.39	14.54 ± 1.52	30.75 ± 4.51

Известно, что наибольшей кислотной стойкостью обладают молодые эритроциты (они были выделены нами в 3-ю группу), а наименьшей старые (1-я группа) (Леонова, 1987).

Проведенные эксперименты показали, что на протяжении 30-ти суток воздействия Фипронила и Мефенпир-диэтила в сублетальных концентрациях снижалось содержание эритроцитов с пониженной и средней устойчивостью при достоверном увеличении эритроцитов с повышенной устойчивостью (молодые эритроциты). В качестве примера представлены эритрограммы карпа при действии Мефенпир-диэтила (рис. 1). Как видно из рисунка, состав эритроцитарных фракций был отклонен от физиологической нормы, максимумы эритрограмм смещались вправо, происходило растяжение вправо и подъем самих эритрограмм, что указывает на интенсификацию эритропоэза и омоложение со-

става эритроцитов как защитной реакции организма рыб на действие пестицидов (Гамкало и др., 1988).

Выраженное негативное влияние на эритроцитарную систему рыб в наших экспериментах оказывал фунгицид Бенлат. Начиная с 5-х суток его воздействия и до конца эксперимента (30-е сутки) отмечалось перераспределение эритроцитарных фракций в сторону накопления низкостойких (старых) эритроцитов за счет достоверного снижения процентного содержания эритроцитов со средней и повышенной устойчивостью. Старение красных клеток крови, прослеживаемое в экспериментах с Бенлатом, является патологическим процессом. Этот процесс можно объяснить угнетением эритропоэза и нарушением стабильности и проницаемости эритроцитарных мембран, что в свою очередь может быть связано с активацией перекисного окисления липидов, снижением активности антиоксидантных ферментов (Владимиров и др., 1980; Иванова и др., 2004).

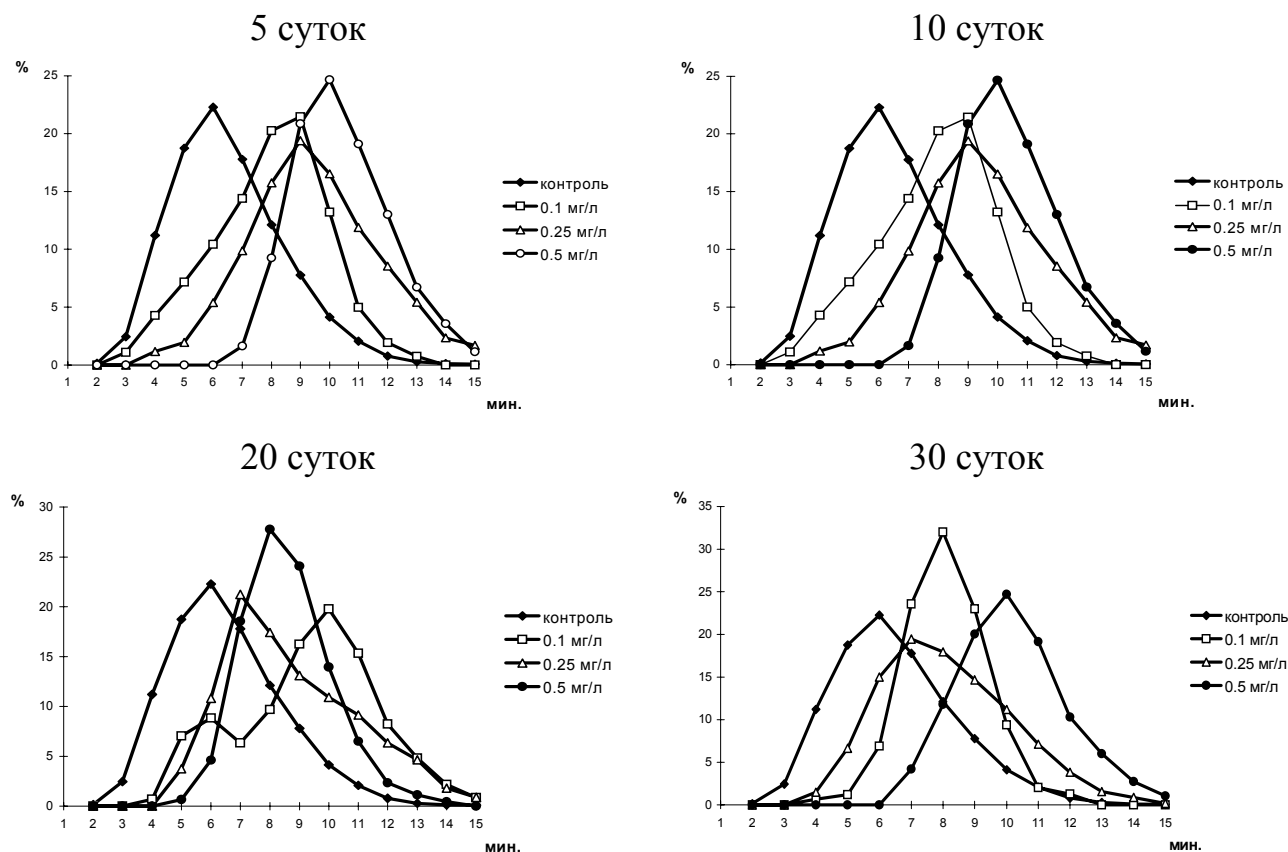


Рис. 1. Эритрограммы карпа при действии Мефенпир-диэтила.

Проведенные исследования показали, что изучение кинетики кислотного гемолиза при пестицидной интоксикации позволяет одновременно оценивать нарушения структуры эритроцитарных мембран и интенсивность работы кроветворных органов.

Список литературы

Владимиров Ю.А., Добрецов Г.Е. Флуоресцентные зонды в исследованиях биологических мембран. М.: Наука, 1980. 320 с.

Гамкало З.Г., Пирус Р.И., Чугур С.Б. Структурно-функциональные сдвиги в крови карпа под влиянием хлорпирифоса // Тез. докл. I Всес. конф. по рыбохозяйственной токсикологии. Рига, 1988. С. 86–87.

Гительзон И.И., Терсков И.А. Эритрограммы как метод клинического исследования крови // Вопросы биофизики, биохимии и патологии эритроцитов. Красноярск, 1960. С. 157–167.

Иванова А.С., Пахрова О.А., Назаров С.Б. Состояние эритроцитарной системы белых крыс при длительной нитритной интоксикации // Гигиена и санитария. 2004. № 1. С. 58–60.

Леонова В.Г. Анализ эритроцитарных популяций в онтогенезе человека. Новосибирск: Наука, 1987. 242 с.

ГИСТОМОРФОЛОГИЯ ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ И ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМ НИЖНЕВОЛЖСКОЙ СТЕРЛЯДИ

И.Н. Лепилина, А.А. Романов

Каспийский НИИ рыбного хозяйства (КаспНИРХ), 414056 Астрахань;

e-mail: kaspiy@astranet.ru

В работе приводится описание морфофункциональных нарушений в гонадах и мезонефросе стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758), обитающей в р. Волге. Выявленные нарушения могут являться ответной реакцией на негативные воздействия внешней среды.

В начале 1990-х гг. количество токсикантов значительно превышало ПДК для рыбохозяйственных водоемов, отмечались случаи повышения ПДК по цинку, свинцу, кадмию у осетровых рыб (Андреев и др., 1989; Хорошко и др., 2003). К числу наиболее распространенных загрязняющих веществ относятся нефтепродукты, фенолы, хлорорганические соединения, тяжелые металлы. В современный период неблагоприятная токсикологическая обстановка складывается в местах нереста, приуроченных к населенным пунктам с. Старица, с. Черный Яр, с. Никольское.

Перспективность использования стерляди как объекта изучения связано с тем, что данный вид является пресноводной формой, не совершает значительных миграций, что позволяет связать возникающие аномальные процессы в организме с состоянием окружающей среды.

Для обнаружения патологии ооцитов и элементов нефрона использовалась гистологическая методика (Ромейс, 1954). Всего за исследуемый период проанализировано 197 экз. производителей стерляди на разных стадиях зрелости гонад (СЗГ).

Биохимические нарушения при формировании и развитии ооцитов в условиях хронической интоксикации сопровождаются и различными видами морфологических отклонений от нормы. Изменение химического состава мембран (оболочек) вызывает их утолщение с последующим их разрушением. Разрушение студенистой и желточных оболочек, их истончение составляли у стерляди за период исследований, в среднем, около 20%. Хроническое воздействие

токсических веществ на морфогенез оболочек ооцитов у стерляди в р. Волге и у осетровых в море сохраняется до настоящего времени.

Оболочки характеризовались наличием пустот, расслоением студенистой и желточной оболочек, образованием дополнительных выростов, отростков. Ранние биохимические изменения в ооцитах осетровых подтверждались физиолого-биохимическими исследованиями (Гераскин, 1989; Гераскин и др., 1995) – образованием дефектных мембран, существенными перестройками в зоне низкомолекулярных белков икры, появлением новых дополнительных компонентов. На фоне указанных биохимических изменений в икре стерляди отмечено разрастание желточных гранул с последующим их «выдавливанием» на поверхность ооцитов. Оболочки в таких местах растягиваются, истончаются (без разрывов). Встречаемость таких морфологических нарушений структуры ооцитов составила у стерляди – 6%.

Начальные изменения в ядре являются предшественниками появления уродливых форм ооцитов. В период протоплазматического роста отмечаются единичные случаи уродств, и максимум их достигает в период трофоплазматического роста (III, III–IV СЗГ). Форма ооцитов самая неопределенная, ядро полностью отсутствует (возможно, из-за отсутствия оболочек и растворения кариоплазмы в цитоплазме) или находится в недоразвитом состоянии. Но в любом случае существуют определенные ядерно-цитоплазматические взаимоотношения, иначе бы такие ооциты просто не доживали бы до завершающих стадий зрелости гонад – III–IV, IV. На этих стадиях рядом с нормальным ооцитом, присутствуют иногда фрагменты ооцитов. Следовательно, частично сохраняются механизмы накопления желтка, фолликулярный эпителий и его рецепторы. С точки зрения биологии развития – это очень интересный момент адаптивных, защитно-приспособительных реакций осетровых в ответ на интоксикацию. Встречаемость самок стерляди с уродливыми ооцитами и их количество ежегодно варьирует, сохраняясь до настоящего времени на уровне 5–15% самок.

У стерляди дистрофические изменения эпителия нефрона сопровождались сосудистой дистонией – резкое расширение как артериальных, так и венозных сосудов. Наибольшая тяжесть изменений отмечается в клубочках, которые полностью или почти полностью вовлечены в патологический процесс. В клубочках выражена пролиферация как мезангиальных, так и эндотелиальных клеток. Петли капилляров выглядят набухшими с утолщенными стенками, суженным просветом. Капилляры клубочка растянуты петлеобразно и переполнены кровью. Суживается и подкапсулярное пространство, практически отсутствовало почечное пространство. Мезангиальный матрикс заметно увеличивается в объеме.

При диффузном поражении исчезает нормальный рисунок клубочков, усиливается подчеркнутость стенок капилляров, в просвете их обнаруживаются лейкоциты. Иногда «слипшиеся» капиллярные петли примыкали к почечной капсуле только с одной стороны, в этом случае остальная часть почечной капсулы была свободной. На препаратах обнаружены кровоизлияния в межканальцевую ткань, различные по величине, форме. В межканальцевой ткани отмечены участки отложения кровяного пигмента – гемосидерина.

Результаты исследований по морфофункциональным нарушениям в ооцитах и почках стерляди в природных условиях могут служить индикатором неблагополучного состояния среды их обитания, приводящих к регрессивному состоянию популяций рыб.

Необходимо учитывать воздействие вредных элементов, находящихся в волжской воде на дефекты выделительной системы, развитие и рост половых желез нижеволжской стерляди, а в конечном итоге на жизнестойкость и качественные характеристики ее потомства.

Список литературы

Андреев В.В., Крючков В.Н., Григорьев В.А. Накопление тяжелых металлов в водных экосистемах и их влияние на осетровых рыб // Осетровое хозяйство водоемов СССР. Астрахань, 1989. Ч. 1. С. 6–7.

Гераскин П.П. Нарушения обмена веществ у русского осетра в современных условиях Волго-Каспия // Осетровое хозяйство водоемов СССР. Астрахань, 1989. Ч. 1. С. 60–62.

Гераскин П.П., Шевелева Н.Н., Лагунова В.С., Романов А.А. Влияние ухудшения среды обитания осетровых на их воспроизводительную способность // IV Всерос. конф. «Нейроэндокринология-1995». СПб., 1995. 32 с.

Ромейс Б. Микроскопическая техника. М.: Иностран. лит-ра, 1954. 648 с.

Хорошко В.И., Эмирова Р.И., Дудкина М.М., Репина Т.Н. Накопление загрязняющих веществ в некоторых промысловых объектах Каспийского бассейна // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Астрахань, 2003. С. 94–101.

ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ ИКСОДИДОЗАХ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

А.А. Лещенко, Н.А. Степанчук

*Волгоградский государственный педагогический университет, 400007 Волгоград;
e-mail: Rdnaskela46@yandex.ru, StepanchukVSPU@yandex.ru*

Паразит, действуя на организм хозяина, изменяет его физиологическое состояние. В свою очередь, в организме хозяина происходят компенсаторные реакции, направленные на поддержание гомеостаза. Одним из таких аспектов можно назвать изменения гематологических показателей у хозяев-прокормителей в паразитарной системе «крупный рогатый скот – иксодовые клещи».

Материалом для сообщения послужили результаты исследований проб крови, полученных от крупного рогатого скота. Анализ проводили в опытной и контрольной группах, сформированных по принципу аналогов, в зимнее время (2007–2008 гг.), в период массового нападения клещей рода *Hyalomma scupense*. В лаборатории определяли количество гемоглобина по Сали, щелочной резерв по Неводову, скорость оседания эритроцитов по Мухину, количество эритроцитов в счетной камере Горяева и цветной показатель крови. Результаты подвергли статистической обработке по стандартной методике Стьюдента для малых групп (Плохинский, 1969).

Как показали результаты нашего исследования у крупного рогатого скота, инвазированного иксодовыми клещами *H. scurpense*, наблюдаются изменения гематологических показателей как следствие токсического влияния слюны паразитов и трофических отношений сочленов в данной паразитарной системе (Лещенко и др., 2008). В настоящей работе приводится сравнительный анализ изменений со стороны крови на начальной стадии инвазии и во время ее пика.

Изменения некоторых изучаемых показателей носят направленный характер в зависимости от стадии инвазии (различия превышают третий порог достоверности, табл. 1).

Таблица 1. Показатели крови крупного рогатого скота при иксодидозах в зимний период на различных стадиях инвазии

№	Показатель	Норма	Начало инвазии			Пик инвазии		
			Опыт	Контроль	t	Опыт	Контроль	t
1	Нб, мг%	11.0	8.93±0.47	9.86±0.41	B ₀	9.3±0.5	11.6±0.46	B ₂
2	Эритроц., млн/мл	6.5	7.098±0.04	8.640±0.03	B ₃	6.18±0.02	6.31±0.02	B ₃
3	Цветной показ.	1.0	0.77±0.06	0.72±0.003	B ₀	0.89±0.04	1.08±0.04	B ₂
4	СОЭ, мм/сут	4.0	6.0±0.37	3.11±0.24	B ₃	8.25±0.51	6.31±0.53	B ₁
5	Щелочн. резерв, мг%	540.0	1260.0±93.52	911.0±77.46	B ₁	543.0±88.2	526.12±39.44	B ₀

В первую очередь это касается числа эритроцитов, величины цветного показателя и скорости оседания эритроцитов (табл. 2). Другие же характеристики либо не имеют динамического статуса (уровень гемоглобина) или не изменяются вовсе (показатель щелочного резерва).

Таблица 2. Статистическая достоверность динамики изменений гематологических показателей в зависимости от стадии инвазии

№ п/п	Показатель	t-критерий
1	Гемоглобин, мг%	0.54
2	Число эритроцитов, млн/мл	22.95
3	Цветной показатель	2.8
4	СОЭ, мм/сут	3.57
5	Щелочной резерв, мг%	0.04

При данном иксодидозе у крупного рогатого скота в начальной стадии инвазии (большая часть обнаруживаемых клещей – голодные) происходит снижение количества эритроцитов. На пике инвазии (более 70.0% клещей находятся в полносытом состоянии) эритропения, вероятно, достигает максимума, что является следствием длительной интоксикации организма хозяина слюной иксодовых клещей.

Определить степень насыщения гемоглобином отдельного эритроцита дает возможность цветной показатель. В начале инвазии различия между опытной и контрольной группами достоверно не различаются, а на пике инвазии в опытной цветной показатель уменьшен на 11% (B₂>0.99).

У инвазированных животных наблюдается гипохромия (хотя различия показателя между стадиями не превышают второго порога достоверности).

Изменение количества гемоглобина не носят динамического характера, тем не менее, в ходе инвазии его уровень изменяется, уменьшаясь на 15.0% против нормы.

Уменьшение степени насыщения каждого эритроцита гемоглобином, наряду с олигохромемией и эритропенией могут привести к значительной тканевой гипоксии (хотя различия показателя между стадиями не превышают второго порога достоверности).

Изменения в показателях скорости оседания эритроцитов (СОЭ) достоверно различаются в зависимости от стадии инвазии. Наиболее значительно реакция ускоряется с началом инвазии. На этом основании можно предположить, что с выделением слюны клещей в кровь, увеличивается количества глобулинов, фибриногена, которые обладают положительным зарядом, отрицательный заряд эритроцитов при этом уменьшается, что способствует процессу их агломерации. К тому же на ускорение СОЭ могут влиять и воспалительные пролифераты, которые формируются в коже в местах прикрепления паразитов. В целом этот показатель может свидетельствовать об общей интоксикации организма. Видимо, при стабилизации аллергических реакций на более поздних стадиях инвазии увеличение СОЭ не так выражено.

Иксодовые клещи, паразитируя на крупном рогатом скоте, являются индуктором физиологических изменений в организме животных-прокормителей, которые выражаются в гематологических сдвигах. Это состояние характеризует направление реакций организма, направленное на стабилизацию гомеостаза, являясь в свою очередь следствием токсического влияния метаболитов паразитов и трофических взаимоотношений в системе «крупный рогатый скот – иксодовые клещи».

Список литературы

Васильева Е.А. Клиническая биохимия сельскохозяйственных животных. М.: Россельхозиздат, 1982. 254 с.

Лещенко А.А., Степанчук Н.А., Семенов П.С. Некоторые особенности реакции хозяина на токсическое и инокуляторное воздействие иксодовых клещей //Альманах Волгоградского отделения РАЕН. Волгоград, 2008, С. 172–176.

Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 256 с.

ТЕМПЕРАТУРА ИНКУБАЦИИ ЯИЦ У ДРОЗДА-БЕЛОБРОВИКА

Н.А. Литвинов, С.А. Шураков, В.В. Сергеев

*Пермский государственный педагогический университет, 614990 Пермь;
e-mail: ganshchuk@mail.ru*

Температура – ведущий фактор естественной инкубации яиц птиц. Инкубация у всех без исключения птиц начинается с момента откладки первого яйца и протекает при нестабильной температуре. Нестабильность – главное свойство

температуры инкубации. В большинстве случаев её уровень в зоне контакта яиц с наседным пятном птицы составляет 37.0-38.0°C с колебаниями от 30.0°C до 42.0°C (Болотников, Шураков, Каменский, Добринский, 1985). В последние 15–18 лет в отечественной орнитологической печати почти полностью отсутствуют работы посвящённые изучению насиживания и факторов инкубации у птиц. Мы постарались, по возможности, восполнить их отсутствие.

В июне 2008 г. изучали температуру инкубации у дрозда-белобровика в период собственно насиживания, применяя регистрирующий комплекс iBDL-NS. В каждое гнездо помещали два логгера, один из которых в зону контакта яиц с наседным пятном птицы (в дальнейшем – **ЗК**), второй на дно лотка под кладку. Период внесения информации в память – 45 сек. Визуальное наблюдение за поведением насиживающей птицы обеспечивала беспроводная малогабаритная видеокамера 203С-50 mw.

Температура в зоне контакта. Температура в **ЗК** крайне нестабильна (рис. 1). Множество направленных вниз пиков на температурной кривой информирует о постоянных шевелениях и приподниманиях насиживающей птицы, а так же многократных сходах с гнезда. Таких уходов за двое суток инкубации изображённых на рис. мы насчитали 39 в дневное время. Если говорить об участии полов в инкубации, то самка проводит в гнезде подавляющее время – примерно 90% дневного, а ночью всегда. Дневная активность, в виде утреннего ухода с гнезда начиналась в течение восьми регистрируемых суток в 4:08–4:45 и заканчивалась в 22:42–23:57, причём в пасмурные дни «ночь» начиналась несколько раньше, а «день» – позже. Таким образом, «день» для белобровика длится почти 20 ч, тогда как «ночь» – всего 4.

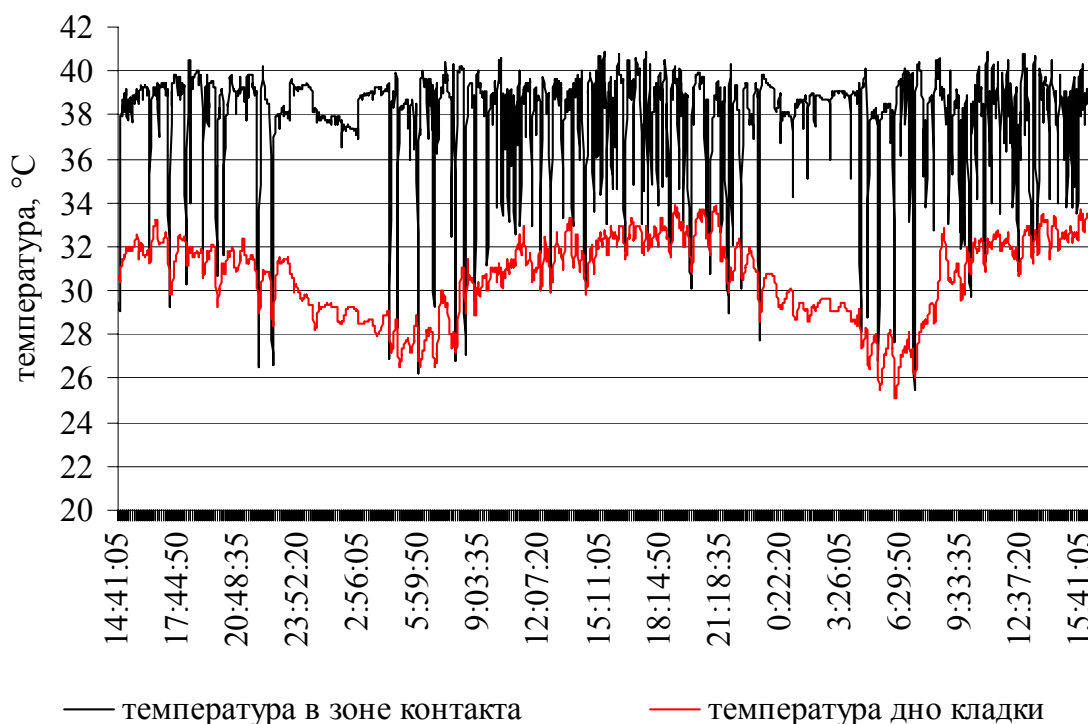


Рис. 1. Температура в гнезде дрозда-белобровика на восьмые и девятые сутки собственно насиживания

Среднеарифметическое значение температуры в **ЗК** во время дневной активности белобровиков с первых по третьи сутки периода собственно насиживания $36.6 \pm 0.26^\circ\text{C}$ ($M_o = 38.3^\circ\text{C}$), с шестых по восьмые сутки $37.7 \pm 0.17^\circ\text{C}$ ($M_o = 39.4^\circ\text{C}$), и на девятые-десятые – $38.5 \pm 0.17^\circ\text{C}$ ($M_o = 39.9^\circ\text{C}$).

Большой, чем среднее арифметическое, показатель моды (M_o), как нам кажется, говорит о том, что мода учитывает более высокие и соответственно, чаще встречающиеся температурные значения в периоды нахождения птицы на кладке, тогда как среднее арифметическое учитывает абсолютно всю температуру. Ночная температура в эти же периоды регистрации следующая: $37.7 \pm 0.03^\circ\text{C}$ ($M_o = 37.7^\circ\text{C}$), $38.1 \pm 0.03^\circ\text{C}$ ($M_o = 38.8^\circ\text{C}$), $38.4 \pm 0.02^\circ\text{C}$ ($M_o = 39.2^\circ\text{C}$), $38.6 \pm 0.03^\circ\text{C}$ ($M_o = 38.7^\circ\text{C}$), $39.0 \pm 0.02^\circ\text{C}$ (39.1°C), $38.5 \pm 0.04^\circ\text{C}$ ($M_o = 38.8^\circ\text{C}$). Поскольку температура в **ЗК** в период короткого ночного отдыха стабильнее, поэтому и разница между показателями среднего арифметического и моды меньше, чем днём.

Температура в **ЗК** подвержена значительным колебаниям, которые обусловлены сходом птицы с кладки. Наибольший интервал дневной температуры составил 18.0° с максимумом в 41.0°C в 12:41 и минимумом в 23.0°C в 4:42 в период первого утреннего слёта птицы. В целом она более стабильна во время ночного отдыха птицы, чем днём. Так, максимальный размах колебаний температуры **ЗК** ночью меньше – 15.9° .

Температура на дне лотка. Температура на дне лотка значительно ниже, чем в **ЗК** (рис. 1). Её средний уровень, например, в течение шестых-восьмых суток насиживания был $30.6 \pm 0.05^\circ\text{C}$ ($M_o = 31.8^\circ\text{C}$). Днём он несколько увеличился до $31.0 \pm 0.08^\circ\text{C}$ ($M_o = 32.9^\circ\text{C}$), ночью снижался до $29.4 \pm 0.04^\circ\text{C}$ ($M_o = 29.3^\circ\text{C}$) и $29.5 \pm 0.02^\circ\text{C}$ ($M_o = 29.6^\circ\text{C}$). На девятые-десятые сутки дневная температура дна в среднем составила $29.7 \pm 0.01^\circ\text{C}$ ($M_o = 30.0^\circ\text{C}$), а ночная $29.9 \pm 0.02^\circ\text{C}$ ($M_o = 29.8^\circ\text{C}$) и $27.5 \pm 0.05^\circ\text{C}$ ($M_o = 27.1^\circ\text{C}$).

Как и в случае с температурой **ЗК**, температура дна лотка ночью стабильнее, о чём говорит большее сходство значений моды и среднего арифметического.

Температура дна лотка сильно зависит от температуры **ЗК**. Сила связи этих температур выражена, поскольку связь не линейна, через корреляционное отношение (η) равна 0.98 ± 0.0004 . Это практически функциональная связь. Сила влияния (η^2) температуры в **ЗК** на температуру дна лотка равна 99%.

Влияние внешней температуры на температуру в гнезде. Степень влияния внешней температуры на температуру в гнезде, в конечном итоге, определяется плотностью (интенсивностью) насиживания. В свою очередь плотность насиживания зависит от динамики внешней температуры (Литвинов, 1980). Чем ниже внешняя температура, тем выше плотность насиживания и наоборот. Принято считать, что плотность насиживания – это отношение суммарного времени пребывания наседки на кладке к 24 часам суток выраженное в процентах. Таким образом, у белобровика в первые-третьи сутки собственно насиживания инкубация проходила с плотностью приблизительно 83%, шестые-восьмые с плотностью 85% и девятые-десятые 87%.

Даже при весьма значительной плотности насиживания температура окружающего гнездо воздуха довольно сильно влияет на внутригнездовые температуры, причем зона контакта подвержена воздействию внешней температуры во время слётов птицы, влияние же на температуру дна лотка обусловлено и теплофизическими свойствами стенки гнезда. Сила связи температур дна лотка и внешней 0.80 ± 0.050 . Сила влияния внешней температуры на температуру дна 79%. Сила связи температуры окружающего воздуха и **ЗК** ниже, но, тем не менее, значительна – 0.61 ± 0.089 . Сила влияния внешней температуры на температуру **ЗК** слабая – 37%.

Подведём итог сказанному. Температура инкубации (температура **ЗК**) не постоянна. Её перепады иногда достигают 14–17°. Максимальный уровень температуры в **ЗК** в гнезде дрозда-белобровика отмечен в 41.0°C. Скорее всего, это температура поверхности наседного пятна. Ночная температура в **ЗК** стабильнее дневной, что обусловлено постоянным пребыванием птицы на кладке ночью. Температура в **ЗК** зависит от поведения птицы, то есть от плотности насиживания. Температура дна лотка зависит от внешней температуры и от температуры **ЗК**. Температура **ЗК** зависит от внешней температуры в меньшей степени.

Список литературы

Болотников А.М., Шураков А.И., Каменский Ю.Н., Добринский Ю.Н. Экология раннего онтогенеза птиц. УНЦ АН СССР. Свердловск, 1985. С. 67–77.

Литвинов Н.А. Плотность насиживания как регулятор температуры инкубации и дружности вылупления птенцов // Гнездовая жизнь птиц. Пермь, 1980. С. 27–29.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕДЛИЧИНОК СИБИРСКОГО ОСЕТРА (*ACIPENSER BAERII* BRANDT): ВИДОВЫЕ АДАПТАЦИИ?

С.В. Лукиянов, В.А. Кузнецов

Мордовский государственный университет, 430005 Саранск;

e-mail: lukyanovs@rambler.ru

Масштабные исследования предличиночного развития Понто-Каспийских осетровых рыб стали основой для разработки подробной периодизации развития предличинок, в которой отмечалось, что развитие исследованных видов осетровых протекает очень сходно, и данная периодизация может быть использована и для других видов (Детлаф и др., 1981). Сибирский осетр (*Acipenser baerii*), населяющий реки Сибири, не принадлежит к Понто-Каспийским осетровым, но установлено, что филогенетически является близкородственным видом с *A. gueldenstaedtii*, и, возможно, возник от его предковых форм. Кроме того, сибирский осетр в отличие от русского осетра не относится к анадромным видам, а считается типичным обитателем пресных вод (Birstein, Ruban, 1993). Поэтому представляется интересным вопрос о существовании у сибирского осетра особенностей развития морфологических признаков в раннем постэмбриогенезе.

Постэмбриональное развитие сибирского осетра было рассмотрено в работе Szczepkowski с соавт. (2000), в которой авторы, опираясь на известную периодизацию для осетровых рыб (Детлаф и др., 1981), попытались охарактеризовать предличиночное развитие сибирского осетра. Однако, на наш взгляд, работа не лишена недостатков, среди которых можно указать использование градусочасов для временной характеристики стадий развития, отсутствие характеристик 42 и 43 стадии и др. Кроме того, по указанной работе возникают вопросы относительно условий инкубации экспериментальной партии предличинок, поскольку предличинки на 45 стадии имели размеры лишь около 15 мм (вместо около 18 мм в норме), а пик смертности приходился на время развития жаберного аппарата (вероятно, существовал дефицит кислорода в воде).

Наши наблюдения за ходом протекания постэмбрионального развития сибирского осетра были проведены в лабораторных условиях и основаны на результатах инкубации двух партий икры. Икра, полученная от одной самки, инкубировалась в чашках Петри по 30–35 икринок в каждой. Смена воды осуществлялась дважды в сутки. После вылупления периодически отмечались стадии и типичность развития живых предличинок. Кроме того, часть предличинок была фиксирована 4% формалином для последующей более точной диагностики стадий, для которой использовали периодизацию для русского осетра из монографии Т.А. Детлаф с соавт. (1981).

В результате инкубации обеих партий икры ко времени перехода на внешнее питание отмечена высокая выживаемость предличинок (70–90%), которые имели большие размеры (18–19 мм) и типичное строение (у подавляющего большинства), что свидетельствует о приемлемости условий для развития. Развитие в обеих партиях протекало очень сходно, поэтому в дальнейшем данные были объединены.

Первые, замеченные нами, особенности протекания постэмбриогенеза у сибирского осетра от признаков, указанных в периодизации появились после стадии 40, когда было отмечено наличие разной скорости развития некоторых признаков (гетерохрония). Возникшие особенности предличиночного развития в дальнейшем приобретали все более выраженный характер и незадолго до конца предличиночного развития, когда степень развития рострума, жабр, боковых отростков миотомов и размеры желточного мешка соответствовали 44 стадии, другие признаки были развиты в иной степени. Положение грудных плавников у предличинок соответствовало 44 стадии, однако размеры их лопастей гораздо больше (как на 45 стадии в периодизации и даже более). Развитие брюшных плавников и преанальной плавниковой складки также примерно на половину стадии опережает темп их развития у русского осетра. Анальный плавник развит к этому моменту в еще большей степени и соответствует его развитию у русского осетра на 45 стадии. Хвостовой и спинной плавники предличинок сибирского осетра гораздо лучше развиты, чем у русского на 45 стадии и имеют даже несколько иной профиль: дистальная часть хвостового плавника сужена, и лопасть у его основания развита лучше, спиной плавник также имеет более развитую лопасть. Из других особенностей следует отметить, что на 44 стадии у русского осетра с удлинением рострума «основания усиков выносятся

вперед, а концы усиков не достигают передней границы рта» (Детлаф и др., 1981). У сибирского же осетра, несмотря на увеличение длины роострума, концы усиков достигают указанной границы, что, по-видимому, обусловлено большей длиной усиков у него.

Таким образом, при одинаковой степени развития у обоих видов роострума, жабр, боковых отростков миотомов и одинаковых размерах желточного мешка у сибирского осетра более развиты плавники и усики. Поскольку в предличиночный период резорбция желточного мешка является важнейшим процессом, обуславливающим, в том числе и завершение предличиночного периода (Макеева, 1992), при определении стадии развития, из всех признаков предпочтению, видимо, следует отдавать характеристике его состояния. Тесно связанным с резорбцией оказалось развитие роострума, жабр и боковых отростков миотомов, поэтому для диагностики стадий можно использовать совокупность всех этих признаков. В связи тем, что развитие усиков и плавников у сибирского осетра происходит более быстрыми темпами, не следует опираться на степень их развития при определении стадии.

Указанное своеобразие предличиночного развития, на наш взгляд, связано с разным образом жизни предличинок русского и сибирского осетра. В то время как период пассивного сноса предличинок течением у русского осетра завершается уже после перехода на внешнее питание (9–10 день после вылупления), у сибирского осетра его окончание происходит на 4–5 день после вылупления (40–41 стадия), когда предличинки, демонстрируя положительный реотаксис, становятся способными плыть против течения и начинают вести бентический образ жизни (Gisbert, Ruban, 2003). Поэтому, мы считаем, что раннее развитие плавников у сибирского осетра является адаптацией к обитанию в придонных слоях воды рек, где существует необходимость противостоять течению. Большее развитие усиков также носит адаптивный характер и, по-видимому, связано с необходимостью получать более полную информацию о субстрате, течении.

Список литературы

Детлаф Т.А., Гинзбург А.С., Шмальгаузен О.И. Развитие осетровых рыб. (Созревание яиц, оплодотворение, развитие зародышей и предличинок). М.: Наука, 1981. 224 с.

Макеева А.П. Эмбриология рыб. М.: Изд-во МГУ, 1992. 216 с.

Birstein V.J., Ruban G. A comment on the Siberian, *Acipenser baerii*, and Russian, *Acipenser gueldenstaedtii*, sturgeons // Environmental Biology of Fishes. 2004. V. 70. P. 91–92.

Gisbert E., Ruban G.I. Ontogenetic behavior of Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*: A synthesis between laboratory tests and field data // Environmental Biology of Fishes. 2003. V. 67. P. 311–319.

Szczepkowski M., Kolman R., Szczepkowska B. Postembryonic development, survival and growth rate of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt) larvae // Arch. Ryb. Pol. 2000. V. 8. № 2. P. 193–204.

АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ И ПЕПТИДНЫЙ СОСТАВ ЯДОВИТОГО СЕКРЕТА ОБЫКНОВЕННЫХ ГАДЮК, ОБИТАЮЩИХ В РЕСПУБЛИКЕ МОРДОВИЯ

А.Л. Маленев¹, О.В. Зайцева¹, А.Г. Бакиев¹, А.Б. Ручин², М.К. Рыжов¹

¹Институт экологии Волжского бассейна РАН, 445003 Тольятти;

e-mail: herpetology@list.ru

²Мордовский государственный университет, 430005 Саранск;

e-mail: sasha_ruchin@rambler.ru

В статье приведены результаты анализа активности ферментов и пептидного состава яда обыкновенных гадюк из некоторых районов Республики Мордовия.

Обыкновенных гадюк *Vipera berus* (Linnaeus, 1758) отлавливали в нескольких административных районах Республики Мордовия, содержали в питомнике Института экологии Волжского бассейна РАН и получали образцы ядовитого секрета. Для анализа мы использовали «объединенные» образцы, в которых собран яд от нескольких экземпляров гадюк одной популяции и одной цветовой формы. Образцы ядовитого секрета анализировали по активности протеолитических ферментов и оксидазы *L*-аминокислот, а также по пептидному составу.

Протеолитическую активность (ПА) яда обыкновенной гадюки определяли по гидролизу казеината натрия, а активность оксидазы *L*-аминокислот определяли по методу Веллнера с использованием *L*-фенилаланина в качестве субстрата. Электрофоретическое разделение пептидов яда проводили по методу Лэммли (Laemmli, 1970) в вертикальных пластинах полиакриламидного геля в присутствии 0.1% додецилсульфата натрия.

На территории Республики Мордовия встречаются обыкновенные гадюки двух цветовых вариаций – классической светлой (с зигзагообразной полосой) и черной. В данной статье приведены данные только по свойствам ядовитого секрета меланистов, потому что в выборке было слишком мало светлоокрашенных гадюк, и ядовитого секрета оказалось недостаточно для определения активностей ферментов и корректного сравнения.

Результаты анализа ферментативных активностей ядовитого секрета представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, протеолитическая активность в образцах яда гадюк из разных популяций практически одинакова, а среднее значение активности оксидазы *L*-аминокислот изменяется от 20.6 до 27.1 Е/мг белка•мин. Различия в активности фермента определяются, скорее всего, не разными условиями обитания популяций гадюк, а генетическими причинами. По мнению ряда исследователей, зона интеграции номинативного *Vipera berus berus* и лесостепного *V. b. nikolskii* подвидов обыкновенной гадюки затрагивает и территорию Республики Мордовия (Mito, Zinenko, 2005). По-видимому, поэтому в вышеуказанных популяциях можно наблюдать и вариабельность морфологических признаков, и различия в свойствах ядовитого секрета.

Таблица 1. Активность протеолитических ферментов и оксидазы *L*-аминокислот в яде обыкновенной гадюки из разных популяций Республики Мордовия

№	Район отлова	ПА, мкг тирозина/мг белка • мин	Активность оксидазы <i>L</i> -аминокислот, Е/мг белка • мин
1	Ковылкинский район	16.1±0.19	24.8±0.79
2	Кочкуровский район	17.8±0.87	23.8±0.77
3	Ковылкинский район, окр. с. Парапино	16.8±0.76	25.8±1.10
4	Темниковский район	17.9±1.56	27.1±1.60
5	Ичалковский р-н, НП «Смольный»	16.6±1.36	20.6±0.29

Ядовитый секрет обыкновенных гадюк из популяций Республики Мордовия имеет типичный для номинативного подвида *V. b. berus* состав пептидов (рис. 1) и не отличается от такового у гадюк, обитающих в сопредельных областях – Нижегородской, Ульяновской и Республике Чувашия.

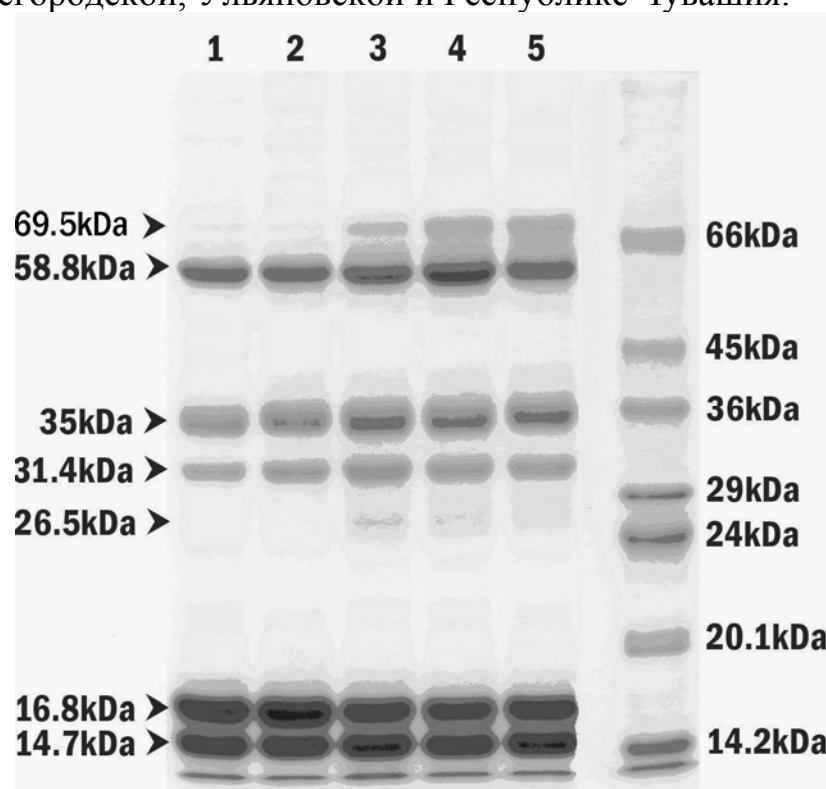


Рис. 1. Электрофореграмма образцов яда обыкновенных гадюк из популяций Республики Мордовия. Обозначения: 1 – Ковылкинский р-н; 2 – Кочкуровский р-н; 3 – Ковылкинский р-н, окр. с. Парапино; 4 – Темниковский район; 5 – Ичалковский р-н, НП «Смольный». В правой колонке указаны молекулярные массы маркерных белков, в левой – молекулярные массы исследуемых пептидов

Сравнение пептидного состава яда гадюк из разных районов Мордовии между собой показывает отсутствие существенных различий – набор пептидов

во всех образцах одинаков. Можно лишь отметить варьирование количества пептидов массой 69.5, 58.8 и 26.5 кДа, которые встречаются во всех образцах яда, но в разных количествах. Структура и функции обнаруженных пептидов неизвестны, но пептид массой 58.8 кДа, вероятно, связан с активностью оксидазы *L*-аминокислот. По нашим наблюдениям, с ростом активности оксидазы *L*-аминокислот усиливается интенсивность желтой окраски и возрастает количество пептида 58.8 кДа (Бакиев и др., 2008б). Анализ образцов яда гадюк из популяций Республики Мордовия подтверждает эту тенденцию.

Таким образом, результаты наших исследований говорят о том, что меланисты обыкновенной гадюки из исследованных популяций Республики Мордовия продуцируют ядовитый секрет, пептидный состав которого характерен для номинативного подвида. Пептидных компонентов, характерных для лесостепного подвида *V. b. nikolskii*, в исследованных образцах обнаружить не удалось. Уровень активности ферментов яда, вероятно, определяется генетическими и историческими причинами, обусловленными тем, что территорию Республики Мордовия затрагивает зона интерградации двух подвидов обыкновенной гадюки. Сравнение со свойствами ядовитого секрета обыкновенных гадюк светлой окраски мы планируем в дальнейшем, т.к. на другом виде гадюк – *Vipera renardi* – нами было установлено, что разноокрашенные морфы различаются по активности ферментов (Бакиев и др., 2008а).

Список литературы

Бакиев А.Г., Гаранин В.И., Павлов А.В., Шуршина И.В., Маленев А.Л. Восточная степная гадюка *Vipera renardi* (Reptilia, Viperidae) в Волжском бассейне: материалы по биологии, экологии и токсинологии // Бюл. «Самарская Лука». 2008а. Т. 17. № 4(26). С. 817–845.

Бакиев А.Г., Маленев А.Л., Четанов Н.А., Зайцева О.В., Песков А.Н. Обыкновенная гадюка *Vipera berus* (Reptilia, Viperidae) в Волжском бассейне: материалы по биологии, экологии и токсинологии // Бюл. «Самарская Лука». 2008б. Т. 17. № 4(26). С. 759–816.

Laemmli U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4 // Nature. 1970. V. 227. P. 680–685.

Milto K.D., Zinenko O.I. Distribution and Morphological Variability of *Vipera berus* in Eastern Europe // Herpetologia Petropolitana: Proc. of the 12th Ordinary General Meeting of the Soc. Europaea Herpetol. St. Petersburg, 2005. P. 64–73.

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭМБРИОГЕНЕЗЕ НИЗШИХ ПОЗВОНОЧНЫХ

О.П. Мелехова

Московский государственный университет, 119991 Москва

Эмбриональное развитие животных протекает с обязательной сменой фаз – крупных периодов, каждый из которых характеризуется определенными гомеостатическими механизмами. Эти фазы связаны с созданием «барьеров необ-

ратимости» и последовательно определяют биологический возраст, т.е. соответствующие морфофизиологические состояния эмбриона, а именно: в пределах первой фазы (дробления) клеточные деления приводят к появлению многоклеточного эмбриона (бластула); клеточные популяции различного качества появляются в следующей фазе – гаструляции; у позвоночных в фазе нейруляции появляется осевой зачаток; в пределах следующей фазы (органогенез), происходит дифференцировка, которая приводит к формированию органов. Вслед за этим низшие позвоночные покидают капсулы, чтобы начать период личиночной жизни с активным движением и питанием (вылупление). Каждый переход между фазами связан с возникновением состояния неустойчивости к внешним воздействиям и повышенной восприимчивости к повреждениям. Таким образом, упомянутые переходы можно считать критическими периодами развития (Светлов, 1978). Ч.Х. Уоддингтон (Waddington, 1962) представлял развитие как «морфогенетический ландшафт», в котором периоды широких потенций, детерминации и чувствительности к внутренним и внешним воздействиям чередуются с периодами устойчивого программированного развития.

Эти разномасштабные процессы в живом зародыше должны быть объединены системой регуляций на организменном уровне, корректирующих субклеточные процессы таким образом, что обеспечивается закономерность смены фаз развития и интеграция процессов дифференцировки и морфогенеза. Эта система регуляций обеспечивает целостность развития организма зародыша и его возможности адаптации. В раннем развитии позвоночных к таким эпигеномным регуляторам относятся процессы эмбриональной индукции (влияния одного зачатка на дифференцировку другого).

Появление специфических типов клеток является очевидным результатом дифференциальной активности генов. В раннем эмбриогенезе информационная РНК, обеспечивающая формообразовательные процессы следующей фазы развития, синтезируется как бы «квантовано», в ограниченные промежутки времени (Нейфах, 1990). Именно эти периоды развития являются наиболее чувствительными к повреждающим факторам. При подготовке органогенеза в каждом зачатке также проявляется сходная периодичность транскрипции (Корочкин, 2002).

У эмбриональных объектов даже слабые повреждающие воздействия являются причиной нарушений развития. Эмбриональные клетки демонстрируют характерные стадийноспецифичные реакции на слабые воздействия. Результатом является появление специфических аномалий развития (уродств). Наиболее чувствительными фазами эмбриогенеза являются гаструляция и нейруляция.

Нами разработана тест-система (эмбриональный биотест – гаструла или нейрула амфибий и индикаторная реакция привитой радикальной сополимеризации), позволяющая измерить первичный ответ на воздействие – окислительный стресс у чувствительного тест-объекта путем регистрации уровня свободных радикалов. Явления окислительного стресса с участием свободных радикалов, активных форм кислорода и перекисного окисления мембранных липидов – это – универсальная характеристика ранних стадий многих патологий, в т.ч. эмбриопатий. Применение нашей тест-системы показало, что малые дозы ра-

диационных и химических воздействий достоверно влияют на эмбриогенез (Мелехова, 1994, 2008). Полученные дозовые зависимости биологических эффектов химических и радиационных воздействий нелинейны и, в том числе, имеют достоверные максимумы в диапазоне слабых доз. Наши исследования показали, что принятые для рыбохозяйственных водоемов значения предельно допустимых концентраций химических токсикантов превышают критические уровни загрязнения водной среды, вызывающие нарушения развития гидробионтов. Таким образом, даже слабые загрязнения приводят к снижению численности популяций.

При этом, по нашим данным, в периоды инициации процессов дифференцировки эмбриональные клетки наиболее повреждаемы и чувствительны к слабым воздействиям, т.к. именно в это время существенную роль в регуляции развития играет состояние мембранного аппарата клеток и системы вторичных мессенджеров. Нами ранее показана необходимая роль СР-процессов в ранних этапах дифференцировки клеток в нормальном эмбриогенезе и обнаружено участие СР в метаболизме фосфоинозитидов – внутриклеточных трансмиссивных сигналов. При этом можно предположить, что малые дозы нарушают информационные взаимодействия эмбриональных клеток, что существенно влияет на развитие эмбриона, вызывая аномалии и повышенную смертность. В диапазоне перехода к средним дозам, возможно, в клетках активируются адаптивные реакции, и дозы, близкие к «предельно допустимым», не нарушают развитие. При дальнейшем повышении доз воздействия происходит необратимое разрушение структур отдельных клеток, гибель наиболее чувствительных клеточных популяций и целых эмбрионов. Детерминированность клеток закрепляется в результате постепенной кумуляции многих влияний. В то же время, соответственно основным этапам детерминации и дифференцировки осевого зачатка, можно отметить и уровни регуляции нарушений этого процесса, т.е. возможности адаптации. Необходимо отметить, что некоторые нарушения развития могут компенсироваться за счет последующих индукционных влияний, т.е. происходит адаптация. Возможность репарации нарушений у эмбрионов гидробионтов зависит также от температуры: при повышении температуры адаптационные возможности снижаются.

Ответ эмбриональных объектов на слабые дозы носит индивидуальный характер: изменяется распределение особей в популяции по уровню обменных процессов, что и служит причиной дифференциальной гибели в результате первичного окислительного стресса.

Список литературы

- Корочкин Л.И. Биология индивидуального развития. М.: МГУ, 2002. 274 с.
- Нейфах А.А. Гены и механизм развития: детерминизм и самоорганизация // Механизмы детерминации. М.: Наука, 1990. С. 19–30.
- Светлов П.Г. Физиология (механика) развития: в 2-х т. Л.: Наука, 1978.
- Waddington C.P. Form and information; Epilogue // Towards a Theoretical Biology (ed. C. P. Waddington), Edinburgh University Press, 1972. V. 4. P. 109–283.

Мелехова О.П. Оценка эмбриотоксичности водной среды // Изв. РАН, сер. биол. 1994. № 4. С. 661–666.

Мелехова О.П. Инновационные технологии состояния водных экосистем // Фундаментальные аспекты биологии в решении актуальных экологических проблем. Астрахань, 2008. С. 179–183.

ИЗМЕНЕНИЕ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В НЕКОТОРЫХ СТРУКТУРАХ МОЗГА КРОЛИКОВ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВИБРАЦИИ

К.Р. Оганесян, А.О. Оганисян, С.М. Минасян
*Ереванский государственный университет, 0025 Ереван;
e-mail: khovhannisyan@rambler.ru*

Стремительное развитие техники, внедрение в сферу производства новых технологических процессов, создание автоматизированных систем управления, существенно расширили влияние неблагоприятных факторов производственной среды на организм человека, одной из распространенных среди которых является вибрация. Важнейшей задачей практической медицины и биологии является доведение до минимума нарушений, возникающих при вибрации и выявление средств и путей, повышающих резистентность организма к ней.

Известно, что острый стресс сопровождается метаболическими изменениями, включающими целый комплекс окислительно-восстановительных процессов, обеспечивающих адаптационные возможности организма (Пшенникова, 2000). Действие на организм неблагоприятных факторов внешней среды приводит к активации процессов свободнорадикального окисления, ведущих к повреждению структурно-функциональной целостности биомембран, развитию различных клеточных патологий, дезорганизации тканевого метаболизма, расстройствам жизненных функций организма, и в конечном итоге – к гибели клетки (Ельский и др., 2000).

Перекисное окисление липидов (**ПОЛ**) инициируется стрессовыми ситуациями (Шакиров и др., 2003) и является отчасти результатом недостатка антиоксидантов в тканях. Многие биосинтетические и деструктивные процессы сопряжены с механизмами окислительных превращений липидов. Нарушение же регуляции **ПОЛ** является патогенетическим маркером целого ряда заболеваний.

Целью настоящей работы являлось изучение 50-дневного воздействия вибрации на перекисное окисление липидов в вестибулярном ядерном комплексе и вестибулярной коре.

Эксперименты проведены на половозрелых кроликах породы Шиншилла которые содержались на стандартном рационе в условиях вивария. Вибрация осуществлялась на вибростенде марки ЭВ-1, частотой 60 Гц, амплитудой 0.4 мм в течении 50-и дней (по 2 ч ежедневно).

Интенсивность **ПОЛ** оценивалась по накоплению одного из конечных продуктов **ПОЛ** – малонового диальдегида (**МДА**). В основе метода лежит

цветная реакция между образующимся **МДА** с 2-тиобарбитуровой кислотой. Результаты выражались в наномолях **МДА** на 1 мг белка за 30 мин. Концентрация белка определялась по Лоури. Полученные экспериментальные данные подвергнуты статистической обработке с использованием *t*-критерия Стьюдента.

Независимо от исходного фона, при 50-ти дневной вибрации наблюдались фазные изменения интенсивности **ПОЛ** в исследуемых структурах.

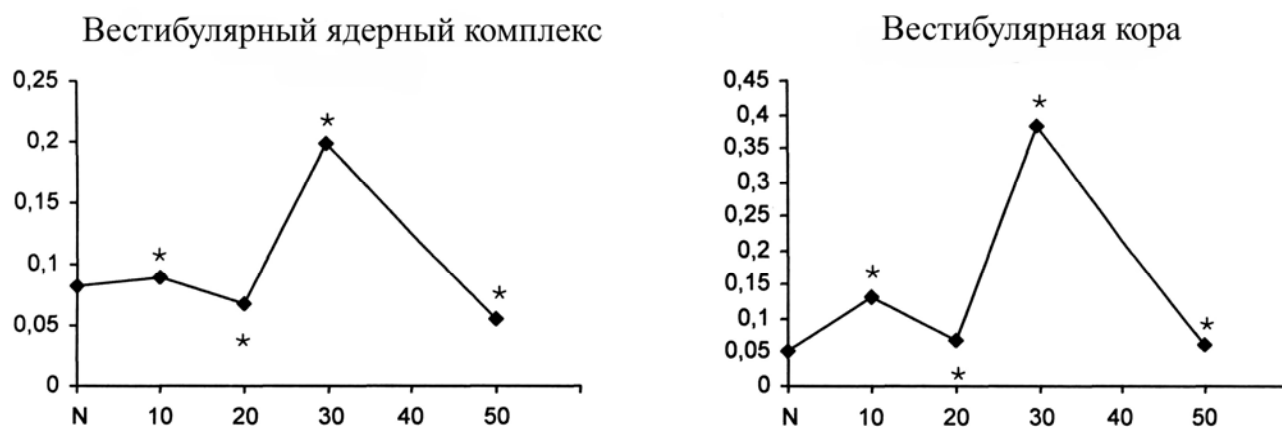


Рис. 1. Концентрация малонового диальдегида (мкМ/мг белка) в вестибулярном ядерном комплексе и вестибулярной коре мозга кроликов при воздействии вибрации. Примечание: * - $p < 0.05-0.02$; ** - $p < 0.01$; *** - $p < 0.001$. По оси абсцисс – дни вибрации; по оси ординат – концентрация малонового диальдегида (мкМ/мг белка)

Имея универсальный неспецифический характер, **ПОЛ** служит показателем устойчивости стационарного режима превращений в организме, влияя на его компенсаторно-приспособительные возможности и определяя вероятное развитие патологических процессов. В различных структурах мозга изменения интенсивности **ПОЛ** характеризовались периодами повышения и спада активности и не совпадали по времени (рис. 1). По мере продолжения действия вибрации активация **ПОЛ** претерпевала фазные изменения.

До 20-ого дня вибрационного воздействия активность **ПОЛ** в вестибулярном ядерном комплексе и вестибулярной коре колебалась в пределах нормы. Начиная с 20-го и до 30-го дня наблюдалось достоверное повышение активности **ПОЛ**, достигающее пика на 30-й день экспериментов. Увеличение уровня продуктов **ПОЛ**, наблюдаемое в отмеченных структурах головного мозга кроликов при продолжительном воздействии вибрации, по всей вероятности, обусловлено активацией реакций инициирования свободнорадикальных превращений липидов. В последующие дни активность **ПОЛ** постепенно ослабевала, стремясь к норме. Некоторая стабилизация процессов **ПОЛ** в динамике длительной вибрации может служить одним из показателей наступления адаптационной стадии стресса.

Список литературы

Шакиров Д.Ф., Еникеев Д.А. Состояние системы перекисного окисления липидов в организме экспериментальных животных после воздействия циклических углеводов // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2003. № 1. С. 26–28.

Ельский В.Н. Регуляция процессов липидной пероксидации в биомембранах печени на субклеточном уровне при синдроме длительного раздавливания // Архив клинической и экспериментальной медицины. 2000. Т. 1. № 9. С. 180–183.

Пшенникова М.Г. Феномен стресса. Эмоциональный стресс и его роль в патологии // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2000. № 2. С. 24–31.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЛИ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА КОЛЬЧАТОЙ НЕРПЫ (*PUSA HISPIDA*) НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ

Г.Н. Огнетов

Северный филиал ПИНРО, 163002 Архангельск; e-mail: ognetov@sevpinro.ru

Кольчатая нерпа – представитель отряда ластоногих (Pinnipedia) является одним из важных видов биологического разнообразия арктических морей, относительная численность которого оценивается в российских водах в 600 тыс. особей (Огнетов и др., 2003).

В результате длительной эволюции, в ходе климатических изменений, конкуренции за пищу и жизненное пространство, кольчатая нерпа приобретала ряд адаптационных приспособлений как регуляторных систем выгодных для существования нерпы, отличающихся от других видов и направленных на лучшее жизнеобеспечение. Одна из функциональных особенностей – процесс изменчивости жиронакопления, или показатель упитанности, характеризующий физическое состояние животного, нами рассматривалась ранее на примере нерпы Белого моря (Лукин и др., 2006). Было отмечено, что минимального веса животные достигают после свершения воспроизводительных функций и окончания линьки – в июне. С июля начинается процесс «утяжеления» животного – накопление нового жирового слоя, и к ноябрю вес животного во всех возрастных группах увеличивается в среднем на $31.0 \pm 1.7\%$ и сохраняется на достигнутом уровне в течение всего ледового периода – до апреля. Степень накопления в теле животного жировых отложений чаще характеризуется как показатель упитанности (относительная величина массы шкуры с салом к весу тела животного в процентах), который более корректно характеризует физическое состояние животного и в зимний период достигает среднего значения равного 58.5%.

Функциональной особенностью экологии нерпы является то, что ее физиологические потребности привязаны не только к определенному периоду времени, но и конкретной территории. Рождение детенышей на поверхности льда в снежных норах обусловило филопатрию самок в период воспроизводства к определенным типам льда – неподвижным (зоне припая), с наличием снежного покрова. Поэтому зимой на поверхности льда нерпа встречается ред-

ко, так как большую часть времени проводит в воде. В этот период у животных нет необходимости находиться на поверхности льда, так как в конце февраля – первой половине марта у самок начинается период деторождения и выкармливания молоком. Избрав в момент формирования припая (январь-февраль) участок для предстоящего деторождения, самки вынуждены обитать в его зоне до окончания молочного выкармливания приплода (март-апрель).

Важной формой адаптации является массовый выход животных на поверхность льда, который происходит в конце марта - начале апреля после свершения всех воспроизводительных функций, включая процесс спаривания, одновременно с повышением температуры воздуха. Временной диапазон выхода и нахождение животных на поверхности льда является важной функциональной особенностью кольчатой нерпы, отражающей реакцию организма на воздействие внешних условий. Материалы наших многолетних исследований в Белом море (с начала 80-х годов прошлого столетия) показывают, что в теплые годы массовый выход животных на поверхность ледяного покрова происходит в первой декаде апреля, а в холодные - во второй декаде апреля. Диапазон нахождения животных на поверхности льда характеризуется общей закономерностью: выход на лед протекает в промежутке времени с 8 до 10 ч, а уход – с 21 до 22 ч и в течение дня тюлени не покидают места отдыха. Время выхода и продолжительность залегания животных на поверхности льда могут несколько сдвигаться и сокращаться лишь в период понижения ночных температур до -10°C и ниже. Такой процесс отдыха животного (в условиях увеличивающейся солнечной радиации) сохраняется до полного разрушения льда, и его продолжительность составляет в суточном бюджете времени животного 50–54% (Огнетов, 1999). Действие механизма «отдыха» процесс вполне закономерный и имеет общую тенденцию для большинства или всех особей, составляющих популяцию, и не отмечено ни возрастных, ни половых различий в режиме такой активности.

Срок массового выхода нерпы на поверхность припайного льда в начале апреля взаимосвязан с окончанием периода спаривания и наступлением периода линьки – смены волосяного покрова. Этот физиологический процесс протекает в среднем три месяца, и после разрушения льда большинство животных начинают перемещаться для продолжения линьки на места так называемого летнего отдыха – песчаные отмели, каменистые островки, где образуются скопления разной величины.

В период линьки животные находятся как бы в состоянии покоя. Никакой мышечной работы, связанной с перемещениями или поиском пищи в дневное время, не производится: энергия расходуется лишь на поддержание жизнедеятельности. Важнейшим источником энергии в момент смены волосяного покрова служит по существу лишь накопленная жировая ткань (липиды).

Процесс смены волосяного покрова, сопровождающийся снижением толщины жирового слоя, как физиологический механизм, вероятно, обусловил и перестройку материнского организма, что связано с задержкой у кольчатой нерпы эмбрионального развития. У нерпы после оплодотворения, в начале апреля, развитие яйцеклетки задерживается на три месяца, и зародыш начинает развиваться только со второй половины июля-начала августа. Эти функцио-

нальные особенности вида, когда продолжительность линьки совпадает по длительности и срокам с эмбриональной диапаузой, несомненно, явление физиологической причинности, так как формирование плода наступает после окончания полной смены волосяного покрова. Наличие такого диапазона в развитии плода у нерпы - одна из важных форм адаптаций, позволяющая не только завершить лактацию и линьку, но и сопряжена с глубокой перестройкой организма на биохимическом уровне – расщеплении старого жирового слоя и активного накопления нового, как функции уменьшения теплоотдачи и усиления теплоизоляции в условиях льдообразования.

Можно полагать, что взаимосвязь и одновременность протекания таких функциональных процессов как линька и смена жировых запасов, а также наличие диапаузы в развитии плода, и обеспечивают виду наиболее выгодную синхронизацию жизнеобеспечения в условиях неоднородности среды обитания.

Список литературы

Лукин Л.Р., Огнетов Г.Н., Бойко Н.С. Экология кольчатой нерпы в Белом море. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 165 с.

Огнетов Г.Н. Суточная активность беломорской нерпы // VI съезд Териологического общества. М., 1999. С. 181.

Огнетов Г.Н., Матишов Г.Г., Воронцов А.В. Кольчатая нерпа арктических морей России: распределение и оценка ресурсов. Мурманск: ООО «МИП-999», 2003. 38 с.

ОСОБЕННОСТИ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА У РЫБ И ЕГО ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

И.Н. Остроумова

*Государственный НИИ озерного и речного рыбного хозяйства,
199053 Санкт-Петербург; e-mail: niorkh@mail.lanck.net*

Сведения об особенностях углеводного обмена у рыб часто носят противоречивый характер. Давно уже было замечено, что по сравнению с высшими позвоночными животными у рыб метаболизм углеводов имеет свои особенности (Биоэнергетика и рост рыб, 1983). У млекопитающих основным источником энергии служат углеводы пищи, у рыб – преимущественно белки и липиды. Ограниченность утилизации углеводов связывают как с плохой перевариваемостью растительной пищи, так и с особенностями межуточного обмена углеводов в организме рыб. В печени у них отмечена слабая активность гексокиназы (фермента, катализирующего начальную стадию преобразования глюкозы), которая оказалась в 10 раз ниже, чем у крыс. Этим объясняется неспособность рыб быстро расщеплять глюкозу, что было показано на примере белого амура, угря, карпа, радужной форели. У карпов обнаружены затруднения процесса преобразования глюкозы в липиды. Отмечен также необычайно медленный расход гликогена печени у голодающих рыб в отличие от млекопитающих. У последних при голодании гликоген печени резко снижается уже в первые 24 часа, в то время как у карпа, угря, форели он сохраняется с небольшими колебаниями в течение месяца и более. Неспособность рыб быстро использовать

гликоген печени для покрытия энергозатрат связывают с низким содержанием фосфорилаз, катализирующих начало расщепления гликогена. Важным источником энергии у рыб является глюконеогенез, т.е. образование глюкозы из неуглеводных соединений, преимущественно из аминокислот. Ему отводится основная магистральная роль в поддержании сахара крови рыб.

При получении этих данных авторы работали на рыбах разных видов и экологии, разного возраста и массы. Влияние температуры среды на эти процессы не рассматривалось. Например, при изучении углеводного обмена у теплолюбивого карпа ряд экспериментов ставился в аквариумах на молоди рыб массой 15–25 г при 20°C.

Богатый опыт аквакультуры показывает, что у рыб, температура тела которых, как эктотермных животных, изменяется одновременно с температурой воды, термический режим среды существенно влияет на обмен углеводов, меняя его направленность (Остроумова, 1988). Так, у двухлеток карпа, получавших длительное время в садках в условиях тепловодного рыбоводства корма с высоким (50%) и менее высоким (35%) содержанием углеводов, представленных растительными ингредиентами (63 и 48%), уровень гликогена в печени изменялся под влиянием температуры воды, в которой находились рыбы. Но его содержание у рыб, получавших больше углеводов, всегда было выше, чем у карпа на кормах с меньшим их количеством. Зимой при минимальной (около 8–10°) температуре уровень гликогена в печени был максимальным – соответственно 16 и 13%. С весенним ростом температуры расход гликогена резко увеличился: при 15° количество его в печени упало до 4.5 и 3.5%, а при летних (25–30°), оптимальных для интенсивного роста карпа, снизилось до минимума – 2.5 и 2.0%.

Обратную картину наблюдали при изучении липидов в печени. Зимой их содержание было минимальным. С повышением температуры до 15° их уровень возрос, особенно интенсивно (до 16%) у карпов, получавших больше углеводов, а у получавших меньше – до 10%. Летом при высоких температурах гликоген печени был практически полностью заменен на липиды, которые достигли максимума у рыб из обоих вариантов (18%), что свидетельствовало об активном преобразовании избытка поступивших с кормом углеводов в жиры. На это указывает и изменение жира в полости, содержание которого зимой было минимальным (около 1%) и практически одинаковым у всех рыб. С повышением температуры жир накапливался в полости более интенсивно у рыб, получавших больше углеводов. Различия достигли летом двукратной величины.

В других опытах была прослежена зависимость накопления жира от массы тела у карпов, получавших высокоуглеводные корма одного состава при 25–30°. Отношение отложенного жира в теле карпов было всегда выше полученного с кормом, при этом у рыб с конечной массой 200 г оно было выше в 1.47 раз, с массой 600 г – в 1.58 и с массой 900 г – в 3 раза. При минимальном уровне липидов в кормах и интенсивном белковом росте липидообразование могло происходить преимущественно за счет избытка углеводов.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что способность теплолюбивых рыб утилизировать углеводы связана непосредственно с той темпера-

турой, в которой они находятся, а так же с массой рыбы. С повышением температуры воды и массы рыбы утилизация углеводов и способность преобразовывать их в липиды существенно возрастают.

Сведения об изменении активности ферментов углеводного обмена у рыб в зависимости от температуры среды ограничены, но и имеющиеся данные подтверждают высказанные выше положения. Так, недавно, установив некоторое повышение активности гексокиназы и ряда других ферментов гликолиза в печени молоди морских рыб (масса 15–30 г) с увеличением температуры воды от 18 до 25°, авторы высказали предположение, что с повышением температуры способность использовать углеводы пищи у рыб увеличивается (Enes et al., 2008; Moreira et al., 2008).

Получены сведения о более высоком сродстве гликогенфосфорилазы (фермента, катализирующего начальные стадии гликогенолиза) у животных с высокой температурой обитания – у акул из тропических вод, черепах, а также теплокровных животных (Шмелев, Серебрянникова, 1992). При этом сродство к гликогену определяется не двигательной активностью (изучали активность фермента при интенсивном плавании у нескольких видов рыб), а температурными условиями среды обитания.

Список литературы

Биоэнергетика и рост рыб. М.: Легк. и пищев. пром-сть, 1983. 408 с.

Остроумова И.Н. Особенности пищевых потребностей у рыб с различной температурой обитания и пути повышения эффективности их кормления // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. 1988. Вып. 275. С. 5–25.

Шмелев В.К., Серебрянникова Т.П. Исследование взаимодействия ферментов гликогенолиза эктотермных животных с гликогеном // VIII научн. конф. по экологич. физиол. и биохим. рыб. Т. 2. Петрозаводск. 1992. С. 167–168.

Enes P., Panserat S., Kaushik S. and Oliva-Teles A. Rearing temperature enhances hepatic glucokinase but not glucose-6-phosphatase activities in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and gilthead sea bream (*Sparus aurata*) juveniles fed with the same level of glucose // Comp. Bioch. Phys. A: Molecular & Integrative Physiology. 2008. V. 150. I. 3. P. 355–358.

Moreira I.S., Peres H., Couto A., P., Enes P. and Oliva-Teles A. Temperature and dietary carbohydrate level effects on performance and metabolic utilisation of diets in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles // Aquaculture. 2008. V. 274. P. 153–160.

ВЛИЯНИЕ КОРМЛЕНИЯ НА ДВИГАТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ СЕРЫХ И ГРЕНЛАНДСКИХ ТЮЛЕНЕЙ

М.В. Пахомов, А.А. Зайцев, А.С. Гладких, Е.Г. Дончик

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, 183010 Мурманск;
e-mail: edr750v@yandex.ru

Этологические наблюдения за животными как в естественной среде обитания, так и в условиях неволи позволяют ответить на вопросы, касающиеся особенностей различных типов поведения этих животных и характера изменения их поведения в различных условиях. Количественная оценка двигательной

активности необходима для получения объективных данных при определении влияния различных факторов на поведение тюленей, выявления их индивидуальных особенностей с целью оптимизации обучения животных и исследования их поведения. Необходимо определить показатели, которые характеризуют уровень комфорта тюленей при содержании в ограниченном пространстве, поскольку для стабильной работы животное должно быть в хорошем функциональном состоянии (Ильченко, 2006).

Ранее подобные работы уже проводились, в ходе которых были выявлены различия в общей двигательной активности животных. Что позволило разрабатывать критерии для отбора животных, наиболее пригодных к обучению и выполнению определенных задач в служебных и научно-исследовательских целях (Юрко, 2006).

Исследование проводилось на экспериментальном акваполигоне ММБИ в Сайда-губе Кольского залива. В эксперименте участвовали 3 серых тюленя (*Halichoerus grypus*) и один гренландский (*Pagophilus groenlandicus*). До и после утреннего и вечернего кормлений в течение 10 минут проводилась съемка на видеокамеру. Далее отснятый материал обрабатывался на компьютере с помощью видеоредактора. Показатели двигательной активности отражены в таблице 1. Сравнение проводилось при помощи t-критерия Стьюдента для зависимых выборок (при уровне значимости 0.02).

Таблица 1. Показатели двигательной активности до и после кормления

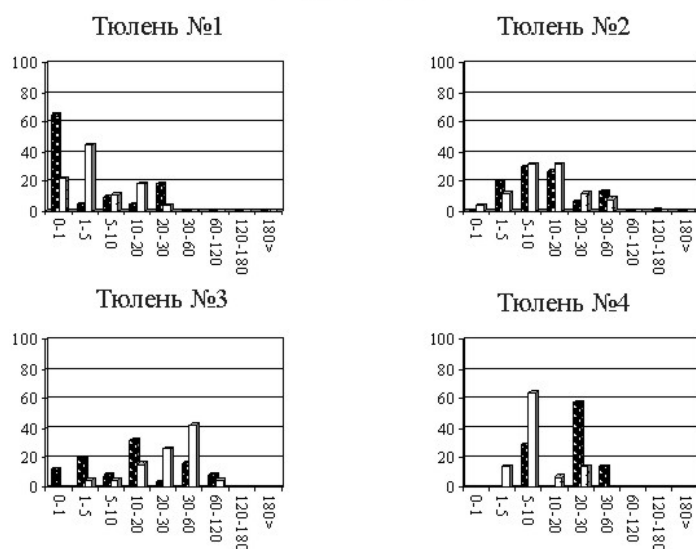
№ животного	Период	Среднее время под водой, с	Время под водой, %	CV для времени под водой, %	Среднее время на воде, сек.	CV для времени на воде, %	Количество всплытий, мин ⁻¹
№1	до	6.52±2.12	12.5	151.32	43.75±12.91	144.58	1.20
	после	5.74±1.24	13.30	114.03	34.64±7.34	114.17	1.45
№2	до	21.02±4.86	41.00	134.73	14.56±1.42	56.77	1.70
	после	11.98±1.81	25.95	100.00	34.18±6.69	100.00	1.30
№3	до	16.72±3.33	25.07	103.62	51.08±12.01	122.23	0.90
	после	27.97±3.89	10.57	57.27	77.91±17.88	94.63	0.03
№4	до	21.59±3.91	1.80	47.95	131.11±26.90	58.02	0.40
	после	7.40±1.37	8.02	66.51	78.84±23.17	109.98	0.70

Из таблицы 1 видно, что большую часть времени тюлени проводили над водой как до так и после кормления. После кормления все тюлени кроме № 3 стали проводить под водой меньше времени, тюлень № 3 наоборот стал проводить под водой больше времени, что, по-видимому, связано с его индивидуальными физиологическими особенностями. Также у тюленей 2 и 3 снизилась частота всплытий после кормления, а у тюленей 1 и 4 незначительно увеличилась. Для времени под водой коэффициент вариации снизился у тюленей 1–3, у тюленя № 4 незначительно вырос. Для времени на воде коэффициент вариации у тюленей № 2 и № 4 вырос, у тюленей № 1 и № 3 снизился. Данные расхождения можно объяснить индивидуальными особенностями конкретного животного.

го. На рисунке представлены гистограммы, где по оси абсцисс отложены временные промежутки, а по оси ординат количество погружения и всплытий, укладывающихся в соответственный временной интервал. Анализ гистограмм представленных на рисунке показывает, что после кормления у тюленей участились более продолжительные погружения и нахождение на поверхности, чем до кормления.

В ходе эксперимента было выявлено, что после кормления у тюленей снижается двигательная активность, на что указывают более продолжительные погружения и время, проведенное на суше. Судя по коэффициенту вариации, снижается разброс между параметрами. Это, вероятно, связано со снижением пищевой мотивации.

Под водой



На воде

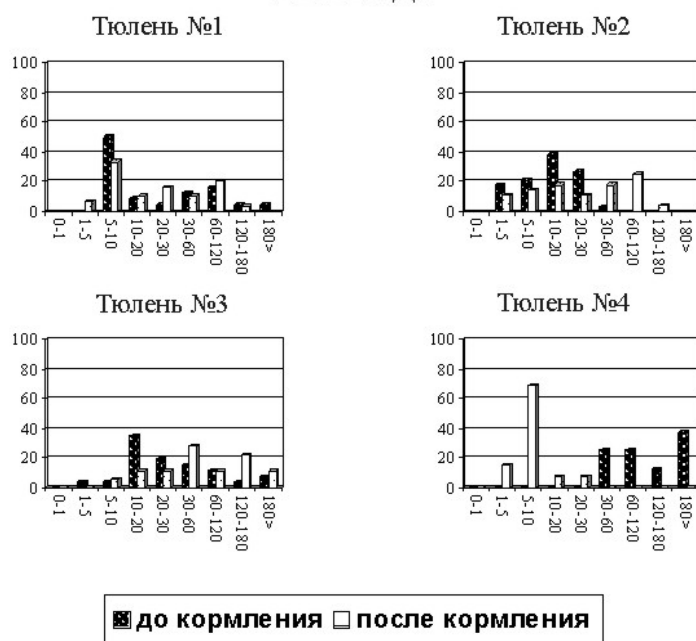


Рис. 1. Гистограммы времени погружений и нахождения на воде.

Список литературы

Ильченко О.Г., Попов С.В. Методические рекомендации по этологическим наблюдениям за млекопитающими в неволе. М.: Изд-во Моск. зоопарка, 1990. 77 с.

Юрко А.С. Количественная оценка двигательной активности гренландских тюленей в неволе // Материалы XXIV конф. молодых ученых ММБИ. 2006. С. 144–150.

ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ *LYMNAEA STAGNALIS* L. ПРИ ПОСТОЯННОЙ И ПЕРЕМЕННОЙ СОЛЕННОСТИ

О.А. Пиянзина, В.А. Кузнецов

Мордовский государственный университет, 430005 Саранск;

e-mail: biotech@moris.ru

При разработке и реализации той или иной технологии промышленного выращивания гидробионтов, как правило, ориентируются на определённые константные значения требуемых параметров, выбранных в качестве оптимальных. Однако естественная внешняя среда динамична и живые организмы эволюционно должны быть адаптированы соответственно этой динамичности. В ряде исследований на гидробионтах было обнаружено, что ни при каких оптимальных величинах фактора не наблюдается таких положительных эффектов, какие обнаруживаются при действии переменных значений этого же фактора в пределах оптимальной зоны.

В серии данных исследований мы поставили задачу рассмотреть, влияние константных и переменных значений солёности на эмбриональное развитие *Lymnaea stagnalis* L. Из полученных показателей определяли оптимальные постоянные и переменные параметры изучаемого фактора на эмбриональное развитие моллюсков. В качестве объекта исследований использовался большой прудовик *L. stagnalis* (Gastropoda, Pulmonata, Basommatophora, Lymnaeidae). Результаты исследований по эмбриональному развитию *L. stagnalis*. В константных и переменных значениях солёности представлены в таблице 1 и 2, соответственно. В экспериментах использовали постоянные режимы солёности от 1 до 5 ‰, что является толерантным диапазоном для большинства гидробионтов (в качестве контроля была использована обычная водопроводная вода) и 12-часовые колебания фактора в диапазонах: 0–1; 0–2; 0–3; 0–4; и 0–5‰ (1‰, контроль).

Полученные результаты указывают на определённый характер влияния константных значений и колебаний солёности на скорость эмбрионального развития и выживаемость эмбрионов *L. stagnalis*. Оптимальным константным уровнем солёности является 1‰ (табл. 1) В этих условиях наблюдалось увеличение скорости эмбрионального развития и уменьшение смертности эмбрионов. К концу эксперимента время от прохождения первой борозды до стадии вылупления, при температуре 22°±0.5°С составило 376.50 ч; в то время как в пресной воде 414.05 ч.

Таблица 1. Эмбриональное развитие *Lymnaea stagnalis* при постоянной солености

Число дней	Часы и минуты	1‰	2‰	3‰	4‰	5‰	0‰ контроль
1		00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
2	52.10 62.15	18 19	18 19	18 19	18 19	18 18	18 19
3	78.50 83.00	20 20	20 20	20 20	19 20	18 19	20 20
4	97.35 112.50	21 21	20 20	20 20	20 20	19 19	20 20
5	125.25 137.20	22 22	20 20	21 21	20 20	19 20	20 21
6	145.54 157.43	22 23/1	21 22	21 22	20 21	20 20	22 22
7	169.50 181.55	23/2 23/2	22 22	22 23/1	21 21	20 20	22 23/1
8	197.35 210.20	24/1 24/2	23/1 23/2	23/2 23/2	22 22	20 20	23/2 23/2
9	224.19 231.20	24/2 25	23/2 24/1	24/1 24/2	22 23/1	20 21	24/1 24/2
10	252.10 259.19	25 25	24/2 24/2	24/2 25	23/2 23/2	21 21	24/2 25
11	276.20 284.34	26 26	25 25	25 25	23/2 23/2	21 по- гибли	25 25
12	298.35 309.45	27 27	25 26	25 26	24/1 24/2		26 26
13	329.40 340.10	27 28	26 26	26 26	24/2 25		26 27
14	359.10 361.15	28 28	27 27	27 27	25 25		27 27
15	376.50 389.39	29 (вы- клев)	27 28	27 28	26 26		28 28
16	414.05 424.05		28 29(выклев)	28 28	27 27		29(выклев)
17	438.15 449.25			28 29(выкле в)	27 28		
18	461.05 464.55				28 28		
19	481.45				29(вык лев)		

Смещение в сторону повышения концентрации солености снижало степень проявления эффекта, а при 5‰ оказывало угнетающее воздействие на эмбриональное развитие моллюсков. О благоприятности условий можно судить по такому фактору, как смертность.

Таблица 2. Эмбриональное развитие *Lymnaea stagnalis* при переменной солености

Число дней	Часы и минуты	0-1‰	0-2‰	0-3‰	0-4‰	0-5‰	1‰ контроль
1	Утро вечер	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
22	2	47.25 57.15	18 19	18 19	18 19	18 19	18 19
3	71.50 81.00	20 20	20 20	20 20	20 20	19 20	20 20
4	96.25 106.55	20 21	20 21	20 20	20 20	20 20	21 21
5	122.25 131.35	21 22	21 22	20 20	21 21	20 20	22 22
6	145.54 155.44	22 23/1	22 23/1	21 22	21 22	20 21	22 23/1
7	171.39 181.54	23/ 23/2	23/2 23/2	22 23/1	22 23/1	21 21	23/2 23/2
8	196.19 206.54	23/2 23/2	23/2 24/1	23/2 23/2	23/2 23/2	22 22	24/1 24/2
9	221.19 231.19	24/1 24/2	24/2 25	24/1 24/2	24/1 24/2	22 23/1	24/2 25
10	245.44 254.59	24/2 25	25 25	24/2 25	24/2 25	23/2 23/2	25 25
11	272.34 283.29	26 26	26 26	25 25	25 25	23/2 23/2	26 26
12	299.04 312.04	27 27	26 27	26 26	26 26	24/1 24/2	27 27
13	327.09 337.29	28 28	27 27	26 27	26 26	24/2 25	27 28
14	352.04 362.04	29 (выклев)	28 28	27 27	27 27	25 25	28 28
15	376.09 386.24		28 29 (выклев)	28 28	28 28	26 26	29 (выклев)
16	404.09 414.14			29 (выклев)	28 28	27 27	
17	428.39 438.49				28 29 (выклев)	27 28	
18	453.39 464.19					28 28	
19	478.44					29(выклев)	

Эти данные наглядно демонстрируют оптимальные значения изучавшегося фактора. Наибольшая выживаемость *L. a stagnalis*, оказалась в режимах 0‰, 1

‰ и 2‰ и к концу опыта составила, соответственно, 95%; 96%; 87%; особей. Увеличение концентрации солености свыше 2‰ оказывало влияние на выживаемость особей, и при крайнем значении солености 5‰ к концу эксперимента не осталось ни одной особи.

В условиях колебаний солености отмеченный эффект проявлялся в еще большей степени. В течение всего эксперимента наблюдается следующая закономерность (табл. 2): оптимальным переменным, для эмбрионального развития *L. stagnalis*, колебанием солености является 0–1‰.

К концу эксперимента время от прохождения первой борозды до стадии вылупления, в этом режиме, при температуре $22 \pm 0.5^\circ\text{C}$ составила 352.04 ч, в то время как в контроле при 1‰ 376.09 ч. Расширение диапазона колебаний до 0–2‰ так же приводит к ускорению темпа эмбрионального развития и увеличению выживаемости эмбрионов. Колебание солености от 0–3‰ и выше угнетало эмбриогенез и приводило к увеличению смертности подопытных особей. В целом, по сравнению с константной соленостью темп эмбрионального развития в этом галорежиме увеличился, и выклев произошел на 24.46 ч раньше, значительно возросла выживаемость эмбрионов.

ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОПАДАНИЯ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНИЗМ ЖИВОТНЫХ

В.С. Полякова¹, С.А. Мирошников¹, Е.А. Сизова², О.А. Богословская³,
И.О. Лейпунский³, И.П. Ольховская³, Н.Н. Глущенко³

¹Всероссийский НИИ мясного скотоводства РАСХН, 460000 Оренбург;

²Оренбургский государственный университет, 460000 Оренбург,

³Институт энергетических проблем химической физики РАН,
119334 Москва; e-mail: nnglu@mail.ru

Поступление продуктов сгорания топлив в атмосферный воздух увеличивает концентрацию в нем вредных веществ до уровней, опасных для жизни человека, животных и растений. На долю ТЭС приходится 27% выбросов промышленных предприятий. По предварительным оценкам, городские жители с каждым вдохом принимают около 25 миллионов наночастиц. Ранее проведенные нами исследования показали, что твердая фаза летучей золы, прошедшей электрофилтры тепловой электростанции, представляет собой неоднородные по размеру частицы с диаметром вплоть до 150 мкм. Доля частиц диаметром 0.01–5.0 мкм составляет 42%. Частицы такого размера легко проникают в растения, организм животных и человека, распределяются по органам и тканям, растворяются в биожидкостях, достигая мишеней биологического действия. Частицы летучей золы являются многокомпонентной системой. По данным рентгеноструктурного анализа в состав твердых частиц дымовых уносов входят такие макроэлементы как Fe, Si, Al в виде оксидов. Микроэлементный состав твердых частиц дымовых представлен следующими минорными элементами: Cu, Cr, Mn, Co, Ni, Zn, Mo, Cd, V и др. (Глущенко, 2008). Для исследования вклада отдельных компонентов летучей золы ТЭС в биологическую активность

твердых частиц дымовых уносов, мы провели анализ показателей токсичности наночастиц меди, модифицированных различными факторами (атмосферный воздух, кислород, водяной пар).

Наночастицы меди получали методом высокотемпературной конденсации на установке Миген (Ген, 1981). Модификацию наночастиц меди проводили в контролируемых условиях различными факторами: атмосферный воздух, кислород, водяной пар. Определение формы и размера наночастиц меди проводили методом сканирующей электронной микроскопии на сканирующем электронном микроскопе JSM 7401F фирмы JOEL при напряжении 1 кВ. Для приготовления образца нанопорошок меди подвергали кратковременному ультразвуковому диспергированию в ацетоне. Затем наночастицы наносили на специальную углеродную подложку и помещали в микроскоп. Для определения среднего диаметра НЧ микрофотографии, сделанные на приборе, обрабатывали с помощью компьютерной программы Micran 25, путём измерения поперечника как минимум тысячи частиц. На основании полученных данных рассчитывали распределение наночастиц меди по размерам. Исследования проводили на мышах линии SHK, массой 18–20 г., которых делили на группы по 7–9 мышей в каждой и вводили суспензию нанопорошков меди в разных концентрациях, приготовленную методом диспергирования определенной навески порошка в воде на ультразвуковом диспергаторе УЗДН-2Т в режиме 0.5 А, 44 кГц при охлаждении по следующей схеме: 30 с диспергирования – 1 мин охлаждения (3 цикла). Оценивали следующие показатели: МПД (максимально переносимая доза), ЛД50, ЛД100.

В результате модификации наночастиц были получены наночастицы меди с различными физико-химическими характеристиками. По результатам электронной микроскопии изученных образцов наночастиц меди получены диаграммы распределения частиц по размерам и кривые накопленных частот. Показано, что наночастицы меди имеют сферическую форму, их средний размер в зависимости от условий получения колеблется от 33 нм до 103 нм. Образцы наночастиц меди отличаются по содержанию кристаллической меди от 3,2% до 96%, находящейся в ядре частиц. Проведенные исследования выявили различия в токсикологических показателях (МПД, ЛД50, ЛД100) наночастиц меди, которые отличаются между собой физико-химическими свойствами: размером (от 33 до 105 нм), фазовым состоянием оксидной пленки на поверхности частиц, содержанием кристаллического металла (от 3% до 96 %) в ядре частиц. Так, МПД наночастиц меди с различными физико-химическими характеристиками, колеблется от 2.5 до 10 мг/кг массы животного, ЛД50 от 7 до 15 мг/кг массы животного, ЛД100 от 20 до 30 мг/кг массы животного. Однако как показали ранее проведенные исследования, токсичность наночастиц меди по показателю МПД в 8.0 раз, по ЛД50 в 7.5 раз, по ЛД100 в 6.0 раз ниже токсичности меди сульфата (Глущенко, 1988). Сравнительный анализ токсикологических показателей и физико-химических характеристик наночастиц металлов свидетельствует о том, что наночастицы меди, размером 33 нм, являются более токсичными, чем наночастицы большего диаметра. Связь между токсикологическими

характеристиками и содержанием кристаллической меди в ядре частиц не выявлена.

Таким образом, показано, что показатели токсичности модифицированных наночастиц меди с различными физико-химическими характеристиками отличаются между собой по значению МПД (максимально переносимой дозы), ЛД₅₀, ЛД₁₀₀. Установлено, что значение МПД для наночастиц, имеющих наименьший размер, в 4 раза меньше, чем значение МПД наночастиц, превышающих их по величине в 3 раза.

Работа поддержана грантами РФФИ 07-08-00376, 07-04-12200, 08-04-13544.

Список литературы

Глущенко Н.Н., Богословская О.А., Байтукалов Т.А. Ольховская И.П., Овсянникова М.Н. Биологические свойства твердых частиц дымовых уносов тепловой электростанции, работающей на углях // Изв. АН. Энергетика. 2008. № 4. С. 129–137.

Ген М.Я., Миллер А.В. Авторское свидетельство СССР № 814432 // Бюллетень изобретений. 1981. № 11. С. 25.

Глущенко Н.Н. Физико-химические закономерности биологического действия высокодисперсных порошков металлов. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 1988. 50 с.

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ВЛИЯНИИ ФОТОПЕРИОДА НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАРПОВЫХ РЫБ

А.Б. Ручин

Мордовский государственный университет, 430005 Саранск;

e-mail: sasha_ruchin@rambler.ru

Для физической среды, в которой обитают живые организмы, характерны периодические изменения, обусловленные движением Земли относительно Солнца. Жизнь с момента своего возникновения на протяжении нескольких миллиардов лет должна была приспосабливаться к суточным и годовым колебаниям факторов. Фотопериод относится именно к таким факторам, повторяющимся с жесткой ритмичностью. Его изменения играют роль сигналов о состоянии среды и в этом смысле являются причиной смены поведения и физиологического состояния рыб. Целью наших исследований было изучение энергетических показателей двух видов карповых рыб (*Cyprinus carpio*, *Carassius auratus gibelio*) при различных режимах фотопериода и сравнение результатов с имеющимися литературными данными.

Мальки карпа были получены из рыбоводного хозяйства «Левженский». Сеголетки серебряного карася отлавливались в небольших пойменных водоемах. До начала экспериментов рыб акклиматизировали к лабораторным аквариальным условиям при искусственном освещении не менее 20 дней. В каждый опытный аквариум помещали одинаковое количество особей. Параллельно проводили 2 или 3 идентичные серии опытов. Смертности рыб в течение опы-

тов не зарегистрировано. Молодь содержали в аквариумах объемом 25–40 л с регулируемой температурой воды 20–21⁰С, принудительной аэрацией и проточностью 0.3 л/ч. Колебания температуры во всех аквариумах в течение опыта не превышали 1⁰С. Опыты выполнялись в сентябре–октябре. Аквариумы освещались люминесцентными лампами марки ЛБ, помещаемыми в 50 см от поверхности воды. Фотопериод управлялся фототаймерами. Свет включался одномоментно в 6:00, 8:00 или 10:00 ч и отключался в 22:00, 20:00 или 18:00 соответственно при 16-, 12- или 8-часовом световом дне, т.е. имитировал условия на широте 54⁰11' с.ш. (город Саранск). При различных фотопериодах у молоди оценивали интенсивность потребления пищи, уровень газообмена, расход кислорода на прирост единицы массы и эффективность использования пищи на рост. В качестве последнего показателя рассчитывали отношение прироста рыб к количеству съеденного корма по сырой массе. Для оценки значимости выявляемых различий использовали *t*-критерий Стьюдента.

Как показали результаты экспериментов, максимальный темп роста обоих видов наблюдался при круглосуточном освещении. При этом различия в данном режиме по сравнению с вариантом отсутствия освещения были статистически значимы ($p < 0.01$) и в некоторых случаях довольно высоки, варьируя от 1.34 до 2.32 раза. В меньшей степени увеличение приростов наблюдалось при равнозначном чередовании света и темноты (12 ч/12 ч). В одной серии экспериментов применили более дифференцированный подход к изучению влияния фотопериода на карпа. Как оказалось, при 16-часовом световом дне его молодь росла лучше, чем при круглосуточном освещении. В этой же серии прослеживалось закономерное увеличение скорости роста при увеличении продолжительности освещения. Интересной особенностью всех опытов являлось отсутствие достоверной разницы скорости роста рыб из различных вариантов с обязательным освещением вне зависимости от его продолжительности. В то же время полное отсутствие света явно негативно отражалось на данном показателе.

Интенсивность дыхания в темноте снижалась у карпа в среднем в 1.25 раза, у серебряного карася – в 1.15 раза ($p < 0.05$) по отношению к режиму с круглосуточным освещением. Суммарное потребление корма и кислорода за время опыта в оптимальных режимах увеличивалось. При этом подопытные рыбы росли быстрее, что обусловило уменьшение величины расхода кислорода на прирост массы тела (в среднем на 31.3%, $p < 0.05$). Эффективность конвертирования пищи при оптимальном освещении превосходила наблюдавшуюся при отсутствии света.

Таким образом, круглосуточное освещение стимулирует рост карпа и серебряного карася. При постоянном освещении интенсивность дыхания возрастает. При постоянном отсутствии света скорость роста и интенсивность дыхания снижаются. Суммарное потребление корма и кислорода возрастает, расход кислорода на прирост снижается, а эффективность конвертирования пищи улучшается при круглосуточном освещении. В темноте данные показатели изменяются в обратном направлении. Фотопериод действует опосредованно, влияя

яя на поведенческие механизмы, а также может вызывать перераспределение гормонов в организме рыб.

ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ ФОНОВОЙ АКТИВНОСТИ ИПСИЛАТЕРАЛЬНЫХ НЕЙРОНОВ НИЖНЕГО ВЕСТИБУЛЯРНОГО ЯДРА У ОДНОСТОРОННЕ ДЕЛАБИРИНТИРОВАННЫХ КРЫС ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВИБРАЦИИ

С.Г. Саркисян¹, С.М. Минасян¹, К.В. Мелкумян¹, А.М. Арутюнян²

¹Ереванский государственный университет, 0025 Ереван; e-mail: susi.sar@rambler.ru

²Ванадзорский педогогический институт

Проблема вестибулярной дисфункции относится к наиболее актуальным в связи с высокой степенью выраженности вестибуло-вегетативных расстройств у людей. Односторонняя лабиринтэктомия приводит к характерному синдрому глазодвигательных и постуральных нарушений, которые со временем ослабевают. Одновременно включаются компенсаторные механизмы, направленные на подавление патологических расстройств. В сложном процессе вестибулярной компенсации особое значение имеет сенсомоторная активность и физические упражнения (Сагалович, Пальчун, 1999; Jenkins et al., 2000). В частности не выяснен механизм модифицирующего влияния вибрации на импульсную активность бульбарных нейронов в период компенсации после делабиринтации.

Целью данного исследования стало изучение характера импульсной активности ипсилатеральных нейронов верхнего вестибулярного ядра (**ВВЯ**) односторонне делабиринтированных крыс в различные сроки вибрационного воздействия.

В условиях острого эксперимента экстраклеточно проводилась регистрация фоновой импульсной активности (**ФИА**) нейронов ипсилатерального **ВВЯ**. Правосторонняя делабиринтация осуществлялась методом Мокроусовой (1980). **ФИА** нейронов отводилась стеклянными микроэлектродами. Стереотаксическая ориентация электродов в **ВВЯ** осуществлялась по координатам атласа (Paxinos, Watson, 2005). Исследования проводились в 3-х сериях. В I-ой серии использовали животных с интактным лабиринтом (5 крыс – 71 нейрона), II-ая серия проводилась на односторонне делабиринтированных животных, у которых **ФИА** нейронов ипсилатеральных **ВВЯ** регистрировалась на 2-е сутки после операции (6 крыс – 75 нейрона). В третьей серии экспериментов предварительно делабиринтированные животные спустя 2 дня после операции подвергались вибрации ежедневно по 2 ч в течение 5-и (5 крыс – 65 нейрона), 10-и (5 животных – 63 нейрона) и 15-и (6 крыс – 74 нейрона) на вибростенде ЭВ-1 (частотой 60 Гц, амплитудой 0.4 мм). В конце каждого эксперимента проводился гистологический контроль попадания кончика отводящего микроэлектрода в **ВВЯ**.

Регистрация и анализ импульсной активности нейронов **ВВЯ** осуществлялись по специально разработанной компьютерной программе. Анализирова-

лись последовательные участки межимпульсных интервалов (МИ) включающие до 1200 потенциалов действия. По форме графиков скальзящей частоты оценивалась стационарность фоновой активности нейронов, определялась регулярность, динамическая структура, модальность импульсных потоков, а также частотные диапазоны нейронов (низко-, средне- и высокочастотные клетки). Для стационарных единиц рассчитывали значение средней частоты импульсации и коэффициент вариации **МИ**.

Анализ полученных результатов показал, что значение средней частоты и почастотного распределения импульсации на 2-й день после делабиринтации не имеет достоверных отклонений, кроме коэффициента вариации $79.5 \pm 5.3\%$, 13.5 ± 1.4 Гц при норме $100.4 \pm 3.3\%$, 14.0 ± 1.4 Гц ($p < 0.05$). Значение средней частоты импульсации имели статистически достоверные изменения во все периоды вибрационного воздействия (рис. 1), а почастотное распределение после 5-и дневного ($p < 0.01$) и 15-и дневного вибрационного воздействия ($p < 0.01$) и коэффициент вариации ($p < 0.05$).

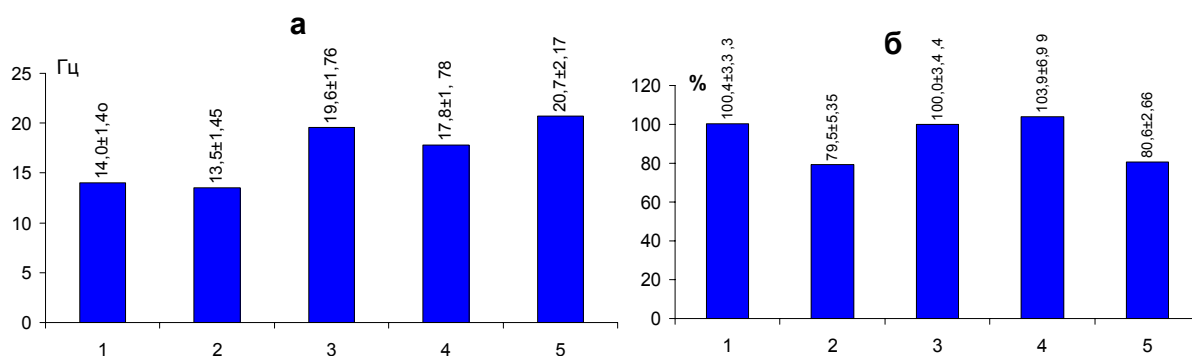


Рис. 1. Изменения показателей средней частоты (а) и коэффициента вариации (б) нейронов правостороннего **ВВЯ** в различные дни экспериментов 1 – норма; 2–5 – на 2, 7, 12 и 17-ые сутки после делабиринтации.

Таким образом, вестибулярная компенсация зависит от сенсорных импульсов, поступающих из визуальных и проприорецептивных источников, а также от работающей части вестибулярного аппарата. Эти сенсорные импульсы, включая сложные нейрофизиологические и адаптивные механизмы способствующие функциональному восстановлению вестибулярного анализатора. Известно, что восстановление активности поля в ипсилатеральных вестибулярных нейронах рассматривается как развивающегося в ЦНС процесса возмещения редукции тонического синаптического входа. Исследованиями ряда авторов показано, что в вестибулярную компенсацию при этом вовлекаются главным образом нейроны вестибулярных ядер деафферентированной стороны. Под функциональной пластичностью мозга в настоящее время понимается совокупность физиологических и нейрохимических изменений, возникающих в нем в ответ на внешние и внутренние воздействия необходимых для формирования адаптивного поведения. Известно, что функциональная пластичность регулируется многими эндогенными механизмами. В мозге, возможно, существует процесс химической компенсации выражающиеся в частичной перестройке нейро-

медиаторных механизмов, которые реализуют жизненно важные мотивации. Наибольшей пластичностью обладают центральные аппараты функциональных систем. При этом, «разные функциональные системы наряду со специфическими нервными элементами, расположенными на различных уровнях ЦНС, включают в себя достаточное число пластических элементов. Последние в случае повреждения специфических структур берут на себя компенсаторную функцию обеспечения полезного приспособительного результата» (Судаков 1996).

Список литературы

Мокроусова А.В. Делабиринтация белых крыс методом электрокоагуляции // Росс. физ. журн. СССР. 1980. Т. 66. С. 599–602.

Сагалович Б. М., Пальчун В. Т. Болезнь Меньера. М.: ООО «Медицинское информационное агенство», 1999. 525 с.

Судаков К.В. Теория функциональных систем. М., 1996.

Jenkins H., Cohen H., Kimball K. Long-term vestibulo-ocular reflex changes in patients with vestibular ablation// Acta otolaryngologica. 2000. V. 120. № 2. P. 187–191.

Paxinos G., Watson Ch. The rat brain in stereotaxic coordinates. New York: Acad. Press, 2005. 376 p.

АДАПТАЦИИ К СРЕДЕ ОБИТАНИЯ НА МОРФОЛОГИЧЕСКОМ И КАРИОТИПИЧЕСКОМ УРОВНЯХ У TANYPIDINAE (DIPTERA, CHIRONOMIDAE)

И.В. Сергеева, М.А. Аникина, И.А. Харитонов
*Саратовский государственный медицинский университет,
410710 Саратов; e-mail: ivsergeeva@mail.ru*

К экологическим факторам, оказавшим влияние на изменение морфологических структур личинок и куколок таниподин (Diptera, Chironomidae, Tanypodinae) следует отнести гидрохимические показатели водоемов и водотоков. Нами проанализированы куколки 10 видов таниподин из водоемов Саратовской, Ярославской, Самарской, Тюменской областей и Приморского края. Обнаружена зависимость формы и строения органов дыхания (торакальных рожков), а также степени выраженности хетотаксии анального плавника от концентрации кислорода в воде.

У видов – оксифилов из родов *Rheopelopia*, *Guttipelopia*, *Nilotanypus*, *Thienemannimyia*, обитающих в водотоках с достаточно высокой концентрацией свободного кислорода в воде, торакальные рожки небольшого размера, без пластинки пластрона, а щетинки анального плавника короткие, часто редуцированы, иногда до полного исчезновения. Типичным оксифилом является реофил *Rheopelopia maculipennis* (Zetterstedt), у которого куколка с «голым» анальным плавником и небольшими торакальными рожками без пластинки пластрона. Куколки *Ablabesmyia* обладают торакальными рожками, в сравнении с таковыми у представителей выше названных родов, наибольшего размера, но по строению одинаковыми с ними.

У видов *Apsectrotanypus*, *Clinotanypus*, *Derotanypus*, *Psectrotanypus*, *Procladius*, способных выдерживать низкое содержание кислорода, хетотаксия брюшка четко выражена, а органы дыхания крупные с хорошо развитой пластинкой пластрона. Подобные особенности наблюдаются также у видов *Alo-tanypus*, *Brundiniella*, *Coelotanypus*, *Fittkauimyia*, *Macropelopia*, *Meropelopia*, *Radotanypus*. Например, у куколки *Derotanypus sibiricus* (Kruglova et Tshernovskij), обитающего в холодных стоячих и слабопроточных водоемах, брюшко защищено длинными щетинками, лопасти анального сегмента по периферии покрыты мощными волосовидными щетинками, торакальные рожки крупные, с выраженной пластинкой пластрона.

В целом морфологический анализ куколок Tanypodinae позволил выявить три группы видов, отличающихся строением органа дыхания. К первой группе относятся виды, куколки которых имеют торакальные рожки мешковидной формы с крупной пластинкой пластрона. Ко второй – виды с вытянутыми, веретеновидными торакальными рожками и пластинкой пластрона средней величины. К третьей группе – виды с округло-эллипсовидными торакальными рожками без ярко выраженной пластинки пластрона.

Среда обитания оказывает влияние и на архетиктонику кариотипа таниподин. Проведен анализ кариотипов видов *Ablabesmyia phatta* (Egger), *Ablabesmyia longistyla* Fittkau, *D. sibiricus*, *Procladius* sp. I, *Psectrotanypus varius* (Fabricius) из семи зоогеографических зон России: Центральной России – Саратовская и Владимирская области; Западной Сибири – п-ов Ямал и Тюменская область; Восточной Сибири – Красноярский край (п-ов Таймыр) и Якутия (Усть-Ленский заповедник). Исследовали личинок только IV возраста, сбор которых проводили в последних числах мая – июне, т.к. именно в этот период морфология политенных хромосом из клеток слюнных желез личинок таниподин представляет собой удлинненно-норальную или нормальную структуру, с хорошо выраженным рисунком дисков, что связано с оптимальным температурным режимом окружающей среды и максимальной физиологической активностью личинок в эти сезоны года. В исключительных случаях личинок собирали в июле, т.к. именно к этому времени в основном происходит сход льда на водоемах Западной Сибири и Заполярья и температура воздуха и воды становится оптимальной.

Анализ кариотипов показал, что гигантские хромосомы у всех исследованных таниподин, собранных на территории Центральной России обладают высокой степенью политении, хорошо окрашиваются, рисунок дисков достаточно четкий. Конъюгация гомологичных хромосом плотная. У личинок из водоемов Западной и Восточной Сибири хромосомы обладают низкой степенью политении, часто в виде рыхлой деконденсированной массы, рисунок дисков слабо выражен или не выявляется совсем. Конъюгация гомологов отсутствует. Такая структура политенных хромосом у северных видов связана с низкими температурами, доминирующими в этих зоогеографических зонах.

Экстримально низкий температурный режим в зимний период также является причиной нарушения архитектоники хромосом на метафазной пластинке. Установлено, что только у двух северных видов *Procladius* sp. I с п-ва Тай-

мыр и *D. sibiricus* из Заполярья, обитающих в озерах полностью промерзающих в зимний период, архитектура метафазных хромосом отличается от типичного для таниподин радиального расположения. У исследуемых видов хромосомы на метафазных пластинках хаотично разбросаны.

Высокую пластичность вида и его адаптацию к различным условиям среды обитания определяет инверсионный полиморфизм. Хромосомный полиморфизм, адаптивная ценность которого у других хирономид не вызывает сомнения, у таниподин, как один из факторов приспособления популяции к среде обитания не играет решающей роли. Наибольшую значимость у таниподин имеют высокие хромосомные числа, характерные для большинства видов этого подсемейства, что увеличивает число групп сцепления и повышает степень комбинативной изменчивости. У всех изученных северных видов выявлены кариотипы с большим числом хромосом до $2n=16$, что может являться одним из показателей их адаптации к экстремальным условиям среды обитания.

Таким образом, у Tanypodinae кариотипический аспект экологической пластичности связан с большими хромосомными числами, с уровнем политемии гигантских хромосом, а также наличием или отсутствием синапсиса гомологичных хромосом. Таниподины выносят экстремально низкие температуры и достаточно терпимы к антропогенному загрязнению.

РОСТ МЕТЕОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ В ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОМ РЯДУ ФУНКЦИЙ У КРЫС

А.Н. Силантьев, М.Н. Силантьев
*Адыгейский государственный университет,
385000 Майкоп; email: estfak@adygnet.ru*

К числу факторов, требующих постоянной адаптации организма, являются гелиогеофизические воздействия. Изучение механизмов приспособления организма к различным условиям окружающей среды остается одной из важнейших проблем экологической физиологии. Павлов И.П. считал, что среда действует на организм всей совокупностью факторов и, соответственно, считал, что малейшие колебания внешней среды и внутреннего мира, часто едва уловимое или совершенно не подозреваемое, резко меняют ход явлений (Павлов, 1927; цит. по Волинскому, 1982).

Анализ отношений между внешней средой и организмом дает возможность раскрыть сложную структуру рефлекторной активности не как разового акта стимул-реакция, а как систему одновременно и последовательно протекающих преобразований.

Проведены обширные экспериментальные исследования взаимосвязи различных проявлений адаптивного поведения крыс с метеорологическими компонентами окружающей среды. Изучена метеочувствительность трех эволюционно неравнозначных форм адаптивного поведения: врожденной, приобретенной и аутохронометрической активности. Врожденное поведение оцени-

валось в тесте открытого поля. Приобретенное поведение изучалось: в условиях радиального лабиринта (относительно простые УР, краткосрочная память); на модели выработки условного рефлекса на время (сложная следовая форма УР, аутохронометрический навык).

Усложнение поведения крыс от БР к простым УР и затем – к сложной форме следового УРВ (формированию аутохронометрии) сопровождалось увеличением числа проявлений и степени метеотропных реакций. Чем более филогенетически развита форма адаптивного поведения, тем более обострена ее метеочувствительность, вероятно, в пределах вида. Уверенный прогресс данной формы поведенческой адаптации к экзогенным факторам продемонстрирован на модели вида *Rattus norvegicus* (Пасюк. Альбинос. Описан Berkenhout, 1769. цит: по Бобринскому и др., 1965).

Вероятно, наблюдаемая закономерность связана с метаболическими особенностями развивающейся функции, в процессе чего расход субстратов и энергии (а значит, их усиливающийся тотальный дефицит) создает повышенную чувствительность организма к ординарным экзогенным воздействиям. Развитие поведения, любой адаптивной функции и, вероятно, метеочувствительности усиливает катаболическую составляющую обмена веществ. Активизированные процессы растраты вынуждают организм переходить на режим субстратно-энергетической экономии (Водолажская и др., 2006). Такое тотально дефицитное состояние (биоэнергетика направлена преимущественно на обогрев) создает ситуацию повышенной чувствительности к внешним факторам, в частности – к температурным, барометрическим и другим погодным явлениям. Ведь опасность потери дефицитного вещества (подверженного усиленному катаболизму) ставит обменные процессы в условия чрезвычайного положения и, таким образом, приспособительно повышает реактивность к внешним факторам. При этом метеотропность самих факторов, соответственно, растет по мере усложнения поведенческой функции, либо по мере эволюционного усложнения организма.

Порог чувствительности экзогенного фактора для физиологической функции и организма в целом понижается по мере эволюционного развития и повышения биологической сложности данной функции. Так и ординарный погодный фактор, на первый взгляд, обладающий незначительной силой воздействия, становится явно метеотропным для наиболее развитых и сложных поведенческих проявлений, потому что порог их метеочувствительности по мере совершенствования понижается (Силантьев, 2007). В этом видна биологическая целесообразность, состоящая, скорее всего, в оттачивании механизмов приспособления (Држевецкая, 1990).

Способность к тонкому реагированию на внешние погодные факторы совершенствуется по мере развития поведенческой функции до определенного предела. Очевидно, названный предел – это биологический вид, в рамках развития которого установленная закономерность онтогенетически повторяется и проявляется в виде роста метеочувствительности по мере внутривидового либо индивидуального совершенствования поведенческой формы.

Путем расщепления метеореактивности на качественный и количественный компоненты установлен характер участия феномена метеочувствительности в механизмах эволюционного становления поведенческой функции: коли-

качественные изменения отдельных звеньев данного вида чувствительности предшествуют и способствуют характерным качественным скачкообразным сдвигам, обусловленным совершенствованием механизмов адаптации.

Список литературы

Бобринский Н.А., Кузнецов Б.А., Кузякин А.П. Определитель млекопитающих СССР. М.: Просвещение, 1965. 382 с.

Водолажская М.Г., Рослый И.М., Водолажский Г.И. Взаимосвязь физиологических и биохимических закономерностей на модели иерархической организации биоритмов // Психотерапия. 2006. № 10. С. 1–15.

Волынский А.М. Изменение нервной и сердечной деятельности у животных различного возраста при воздействии электромагнитными полями низкой частоты и малой напряженности // Проблемы космической биологии. 1982. Т. 43. С. 98–109.

Држевецкая И.А. Биоритмы и их значение в учебной и трудовой деятельности. Ставрополь: СГПИ, 1990. 46 с.

Силантьев А.Н. Биометеорологический подход к изучению механизмов развития адаптивного поведения. Дисс. ... канд. биол. наук. Краснодар, 2007. 150 с.

РЕАКЦИЯ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ КАРПОВЫХ РЫБ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА СТОЧНЫМИ ВОДАМИ Г. ЧЕРЕПОВЦА

Н.И. Силкина, Д.В. Микряков, В.Р. Микряков
Институт биологии внутренних вод РАН, 152742 Борок;
e-mail: daniil@ibiw.yaroslavl.ru

В настоящее время не совсем ясен характер влияния многокомпонентного антропогенного загрязнения на состояние прооксидантно-антиоксидантной системы, в частности, у разных видов мирных рыб. Между тем, изучение этого вопроса представляется весьма важным при выявлении последствий загрязнений на характер метаболических и физиолого-биохимических процессов в организме. Такая информация актуальна и необходима для оценки состояния здоровья рыб, а также при мониторинговых исследованиях.

Цель работы – сравнительная оценка характера реагирования антиоксидантной системы у двух видов карповых рыб Рыбинского водохранилища, обитающих в акваториях с разным уровнем техногенного загрязнения по данным анализа перекисного окисления липидов (ПОЛ) и общей антиокислительной активности (ОАА).

Материал и методы исследования. Материалом для исследования послужили особи леща *Abramis brama* и плотвы *Rutilus rutilus*, отловленные тралом в сентябре 2002 и 2003 гг. на Шекснинском плесе Рыбинского водохранилища. Пробы отбирались на 3 станциях в зоне загрязнения вблизи г. Череповца (в районе д. Кабачино, д. Мякса и Любец). В качестве контроля послужили особи, отловленные в условно незагрязненном районе - на Волжском плесе. Анализу подвергали одновозрастных особей промысловых размеров в сходном физиоло-

гическом состоянии. Липиды (**ОЛ**) определяли общепринятым способом по Фолчу. Об интенсивности процессов **ПОЛ** судили по накоплению малонового диальдегида (**МДА**). Интегральный показатель **ОАА**, определяли по константе ингибирования окисленного субстрата 2,6-дихлорфенолиндифенола кислородом воздуха.

Результаты и обсуждение. Полученные материалы свидетельствуют, что разные виды карповых рыб из загрязненной зоны отличались от таковых особей из чистых районов исследованными показателями (табл. 1).

Лещи, обитающие на Рыбинском водохранилище в районах с разным уровнем антропогенной нагрузки, существенно отличались по показателям липидного обмена (табл. 1). Накопление общих липидов в печени рыб из загрязненной зоны происходило существенно больше, чем у особей из относительно чистой станции: уровень **ОЛ** превышал таковой из чистых районов в 1.14–1.2 раза. Кроме того, среднее содержание **МДА** в печени рыб из загрязненной зоны превышало контрольный уровень в 2002 г. в 3.3 раза, а в 2003 г. – в 3.1 раза, характеризуя интенсификацию процессов **ПОЛ** в тканях. Параллельно изменялся и интегральный показатель антиокислительной защиты: **ОАА** у таких рыб повысился в 1.8 раз в 2002 г., и в 2.2 раза в 2003 г. сравнительно с контролем, что свидетельствует о снижении уровня антиоксидантных структур в тканях печени.

Таблица 1. Содержание **ОЛ**, **МДА** и **ОАА** в печени плотвы и леща

Год	Место отлова рыб	Показатели					
		ОЛ, мг%		МДА, нмоль/г		ОАА, л/мл×мин	
		Плотва	Лещ	Плотва	Лещ	Плотва	Лещ
2002	Волжский плес	1990*	1920*	23.108*	13.084*	8.284*	3.262*
	Кабачино	-	2300	-	42.996	-	5.841
	Мякса	2385	2510	69.721	43.778	21.571	7.723
	Любец	2995	2215	69.048	43.898	23.388	6.879
	среднее	2690	2340	69.385	43.557	22.479	6.849
2003	Волжский плес	2015	2010*	18.622	15.311*	8.591	1.937*
	Кабачино	2295	2285	54.011	46.801	25.951	4.233
	Мякса	2275	2345	53.101	47.011	28.403	4.505
	Любец	2290	2250	52.184	48.042	27.905	3.989
	среднее	2285	2295	53.099	47.284	27.419	4.242

Примечание: * - достоверно для показателей чистого района относительно таковых из загрязненной зоны при $p \leq 0.05$.

Изменение исследованных показателей у плотвы по сравнению с лещами имело сходный характер. Наблюдали интенсификацию накопления уровня **ОЛ** и повышение показателей **МДА** и **ОАА** у рыб в загрязненных районах. В загрязненной зоне у плотвы накопление **ОЛ** в печени было больше в 1.13–1.35 раза, содержание **МДА** увеличилось в 2.8–3 раза, а повышение показателя **ОАА** достигало 2.7–3.1 раза.

Сравнение показателей у леща и плотвы свидетельствует, что у разных видов карповых рыб характер изменения параметров прооксидантно-антиоксидантной системы при техногенных загрязнениях аналогичен, но имеются видовые отличия в уровне исследованных показателей и интенсивности ответной реакции рыб на загрязнения. Накопление продуктов перекисления липидов при техногенных загрязнениях у леща было на 20% выше, чем у плотвы, а в тканях печени плотвы интенсивность окисления 2,6-дихлорфенолиндифенола превосходила таковую леща в 2 раза.

Установленные закономерности накопления **ОЛ** в печени и различия по содержанию в них продуктов перекисления липидов (**МДА**), **ОАА** у леща и плотвы свидетельствуют о разном уровне накопления липидов и количественном содержании структур, индуцирующих свободнорадикальные процессы и реакции **ПОЛ**. Явление повышенного содержания **ОЛ** в разных тканях рыб является адаптационной реакцией на загрязнение вод и часто наблюдается в природных условиях в зонах с повышенной антропогенной нагрузкой, а также отмечается и в опытных условиях (Лапин, Шатуновский, 1981).

Одними из важных источников интенсификации развития процессов **ПОЛ** при стрессорных воздействиях разной природы являются активированные кислородные метаболиты (**АКМ**: супероксидный и гидроксильный радикалы, синглетный кислород, пероксиды и многие др.), генерируемые нейтрофилами, миелобластами, лимфоцитами, промиелоцитами, моноцитами (Зенков и др., 1999). В нормальных физиологических условиях деструктивное действие **АКМ** сдерживается многоуровневой системой антиоксидантной защиты. В случае недостатка антиоксидантов в организме развиваются процессы окислительного стресса, сопровождающиеся нарушением баланса в системе прооксидант–антиоксиданты. Одной из основных причин активации окислительного стресса у рыб, обитающих в загрязненных районах, вызывающего нарушение баланса в этой системе является супрессия образования и снижения активности ферментативных и других антиоксидантов.

Таким образом, усиление процессов **ПОЛ** у рыб, обитающих в акваториях, загрязненных промышленными и сточными водами г. Череповца, связано с наличием в воде поллютантов и проявляется дисбалансом прооксидантно-оксидантной системы, последствиями которого является интенсификация липидоперекисеобразовательных процессов и снижение уровня содержания веществ, обладающих свойствами антиоксидантов.

О НЕКОТОРЫХ СИСТЕМООБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРАХ, ВЛИЯЮЩИХ НА ФОРМИРОВАНИЕ АДАПТАЦИЙ МЛЕКОПИТАЮЩИХ К ГИПОТЕРМИИ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТА

О.Г. Солодовникова, Л.Н. Хицова

Воронежский государственный университет, 394006 Воронеж;

e-mail: adroit803@mail.ru

Изучение физиолого-биохимических путей адаптации млекопитающих к различным факторам окружающей среды и экстремальным воздействиям, по-

иск взаимосвязи и закономерностей функционирования различных органов и систем является актуальным при изучении индивидуальных и видовых приспособлений к природным факторам, важнейшим из которых является температура. Общеизвестно, что этот абиотический фактор оказывает разновекторное влияние на организм, в частности, на интенсивность обменных процессов гомойотермных животных. Несогласованное угнетение и существенная перестройка метаболизма в охлажденном организме сопровождается рядом нежелательных постгипотермических последствий. Поэтому приспособления к меняющимся температурным условиям среды у теплокровных основаны на функционировании комплекса активных регуляторных механизмов поддержания теплового гомеостаза организма, в результате изменения функций которых температура тела остается на постоянном уровне или колеблется в закономерных физиологических рамках.

Важную роль в формировании адаптивных реакций к сезонному изменению экологических факторов выполняют биологически активные соединения метаболического и иммунологического профиля действия. Так, биологическая роль и антиоксидантные свойства α -токоферола дают основание рассматривать его как одно из наиболее значимых адаптогенных веществ, способствующих коррекции нарушенного гомеостаза в условиях действия стресс-факторов различной природы (Капралов и др., 2003).

В качестве объекта исследований мы использовали белых лабораторных крыс (*Rattus norvegicus*, альбиносы) обоих полов трех возрастных категорий. Животные содержались на стандартном рационе вивария (контрольная группа). Экспериментальные крысы получали токоферол алиментарно в объеме суточной потребности (Е-витаминная группа). Колебания температуры воздуха в виварии варьировали в диапазоне от 0° до 21°С в зависимости от сезона. Забор крови, определение гематологических показателей и концентрации α -токоферола в сыворотке крови подопытных животных осуществляли в соответствии с общепринятыми методиками.

Результаты исследований показали, что содержание α -токоферола в сыворотке крови белых крыс контрольной группы подвержено меньшим сезонным колебаниям, чем у животных экспериментальной группы. У самок 3–4 мес. возраста исследуемый показатель составил 9.49 ± 0.20 мг% (средняя величина по трем зимним месяцам), уменьшаясь в 2.2 раза осенью (4.28 ± 0.57 мг%) и в 4 раза в летнее время года (2.38 ± 0.12 мг%). В весеннее время количество токоферола в сыворотке экспериментальных животных значительно варьировало, понижаясь с 7.30 ± 0.90 мг% в марте до 2.30 ± 0.03 мг% в мае, что можно объяснить соответствующими изменениями температурного режима содержания животных (увеличение температуры среды с 12°С до 19°С). У 6–9-месячных особей женского пола сывороточная концентрация витамина Е зимой в 4.7 раза превышает летний показатель.

У самок старшей возрастной группы (12–18 мес.) содержание в крови токоферола в зимние месяцы было ниже, чем у особей двух предыдущих исследованных групп, однако, тенденция к аккумуляции витамина Е в зимнее время года и падение его концентрации летом сохранялась. У самцов 6–9 мес. были

зарегистрированы более низкие показатели содержания витамина Е в крови зимой и летом по сравнению с самками того же возраста.

Данные, характеризующие количество эритроцитов у разных групп млекопитающих, свидетельствуют о наличии глубокой биологической связи этих величин с особенностями образа жизни и экологическими условиями существования животного. При длительной холодовой экспозиции белых крыс выявилась тенденция к увеличению количества эритроцитов. В группе белых крыс, не получавших дополнительных суточных доз токоферола, скорость оседания эритроцитов не подвержена значительным сезонным колебаниям. У экспериментальных животных в зимнее время года седиментации эритроцитов особей мужского пола 3–4 мес. возраста составила 1.4 ± 0.06 мм/ч, увеличиваясь в весеннее время с 1.9 ± 0.02 мм/ч в марте до 5.5 ± 0.50 мм/ч в апреле. В течение последующих трех летних месяцев скорость оседания эритроцитов соответствовала 7.0 ± 0.10 мм/ч, уменьшаясь осенью с 5.6 ± 0.18 мм/ч в сентябре до 3.7 ± 0.23 мм/ч в ноябре (Солодовникова, Хицова, 2008).

У животных 12–18 мес. возраста седиментация эритроцитов при низкой температуре окружающей среды происходит быстрее, чем у крыс двух предыдущих возрастных групп. Так, средний зимний показатель СОЭ у самок был равен 4.43 ± 0.15 мм/ч, у самцов – 4.53 ± 0.30 мм/ч. Полученные для данной группы животных значения скорости оседания эритроцитов коррелируют с их количеством, которое заметно снижается в указанный период года. Летом и весной происходит ускорение эритроцитарной седиментации, достигающей максимального значения у самок в июле (6.75 ± 0.23 мм/ч), а у самцов – в августе (7.10 ± 0.13 мм/ч). В осеннее время года значения СОЭ, не подвергаясь значительным изменениям в сентябре и октябре, снижаются в ноябре до 4.20 ± 0.15 мм/ч у самок и до 4.40 ± 0.20 мм/ч у самцов крыс.

α -Токоферол, усиливая эритро- и гемопоэз посредством активирования соответствующих ферментов (АЛК-синтетаза и АЛК-дегидратаза), способствует интенсификации физиологических функций организма, увеличивая его сопротивляемость воздействию умеренного холода. Очевидно, накопление резервов данного соединения при понижении температуры среды помогает предотвратить гипотермию. Это позволяет рассматривать α -токоферол как эндогенный системообразующий фактор в условиях пониженной температуры. При формировании адаптации к стрессу мобилизация структурных и энергетических ресурсов организма сочетается с их неравномерным распределением — передачей из систем, не участвующих в адаптации к данному конкретному фактору (предположительно, из тканей, аккумулирующие токоферол), в системы, ответственные за эту адаптацию (система крови).

Список литературы

Капралов А.А., Донченко Г.В., Петрова Г.В. Роль витамина Е в процессах функционирования клетки. Антиоксидантные и неантиоксидантные механизмы // Успехи соврем. биол. 2003. Т. 123. № 6. С. 573–589.

Солодовникова О.Г., Хицова Л.Н. Роль альфа-токоферола в динамике содержания гемоглобина в крови белых лабораторных крыс в условиях нормо- и гипотермии

// Организация и регуляция физиолого-биохимических процессов. 2008. Вып. 10. С. 252–256.

РОЛЬ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СКЕЛЕТА В ДЕПОНИРОВАНИИ ^{90}Sr : СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ

В.И. Стариченко

Институт экологии растений и животных УрО РАН, 620144 Екатеринбург;

e-mail: starichenko@ipae.uran.ru

Известно, что депонирование остеотропных веществ (в том числе радионуклидов) в скелете позвоночных зависит от морфофизиологических параметров организма, в частности, от минеральной насыщенности кости (Ньюман, Ньюман, 1961, МКРЗ 89, 2007) и площади костных поверхностей (Стариченко и др., 1993). Есть указания на пониженную аккумуляцию ^{90}Sr при увеличении степени минерализации скелета животных, обитающих на территориях, загрязненных радионуклидами. В то же время количественная взаимосвязь этих показателей изучена слабо.

Химическая реактивность кости в первую очередь определяется ее возрастом, с увеличением которого повышается степень минерализации кости и ее активность в отношении аккумуляции остеотропных веществ снижается. При исследовании депонирования ^{90}Sr у половозрелых разновозрастных мышей линии СВА в условиях нормального и замедленного развития скелета показано, что концентрация ^{90}Sr в костной ткани животных зависит от минеральной плотности кости, показателем которой является коэффициент озоления (отношение массы золы к массе сырой кости). Выявлена обратная зависимость концентрации ^{90}Sr в длинных трубчатых костях и коэффициента их озоления (-0.88 , $p < 0.01$) (рис. 1 а).

Выявленная в эксперименте обусловленность аккумуляции ^{90}Sr степенью минерализации кости прослежена у обыкновенной слепушонки из головной части Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРСа). Для исключения доли изменчивости депонирования радионуклида, зависящей от длительности пребывания в загрязненной среде проанализированы животные одного возраста, принадлежащие к одной семье. Оказалось, что корреляция концентрации ^{90}Sr и коэффициента озоления значима (-0.85 , $p < 0.01$) и по своей величине близка к корреляции в эксперименте с однократным введением ^{90}Sr (рис. 1б). Подобные результаты, хотя и с меньшей величиной корреляции получены при исследовании костной ткани наземных грызунов – полевых и лесных мышей (-0.45 , $p < 0.01$ и -0.42 , $p < 0.01$ соответственно) (рис. 1с, d).

Возможно, влиянием минеральной плотности кости можно объяснить обнаруженный в природе феномен возрастной инверсии депонирования ^{90}Sr (при сопоставлении с результатами лабораторных исследований). В природной среде на территориях загрязненных радионуклидами (например, ВУРСе) в скелете некоторых молодых особей фиксируется значительно более высокая, по сравнению со старыми животными, удельная активность ^{90}Sr (Стариченко, 2004;

Тарасов, 2000). В лабораторном эксперименте при хроническом поступлении радионуклида, когда животные начинали получать ^{90}Sr в раннем постнатальном онтогенезе, выявлена прямо противоположная закономерность: у взрослых особей удельная активность ^{90}Sr больше, чем у молодых индивидов в силу большей продолжительности поступления радионуклида. То есть в естественных условиях наблюдаются случаи нарушения возрастной закономерности аккумуляции ^{90}Sr . Учитывая, что механизм депонирования в скелете позвоночных, независимо от пути и ритма поступления, одинаков, можно предполагать влияние в естественных условиях как экзогенных, так и эндогенных воздействий, модифицирующих уровень депонирования радионуклида. Из экзогенных воздействий это могут быть некоторые особенности рациона детенышей по сравнению с взрослыми особями. Однако нельзя исключить, что у некоторых молодых индивидов физиологический возраст костной ткани в силу ряда причин может быть значительно моложе хронологического, то есть кость недообызвествлена, и тогда факт более интенсивного кумулирования ^{90}Sr в скелете этих животных можно связать с влиянием минеральной плотности.

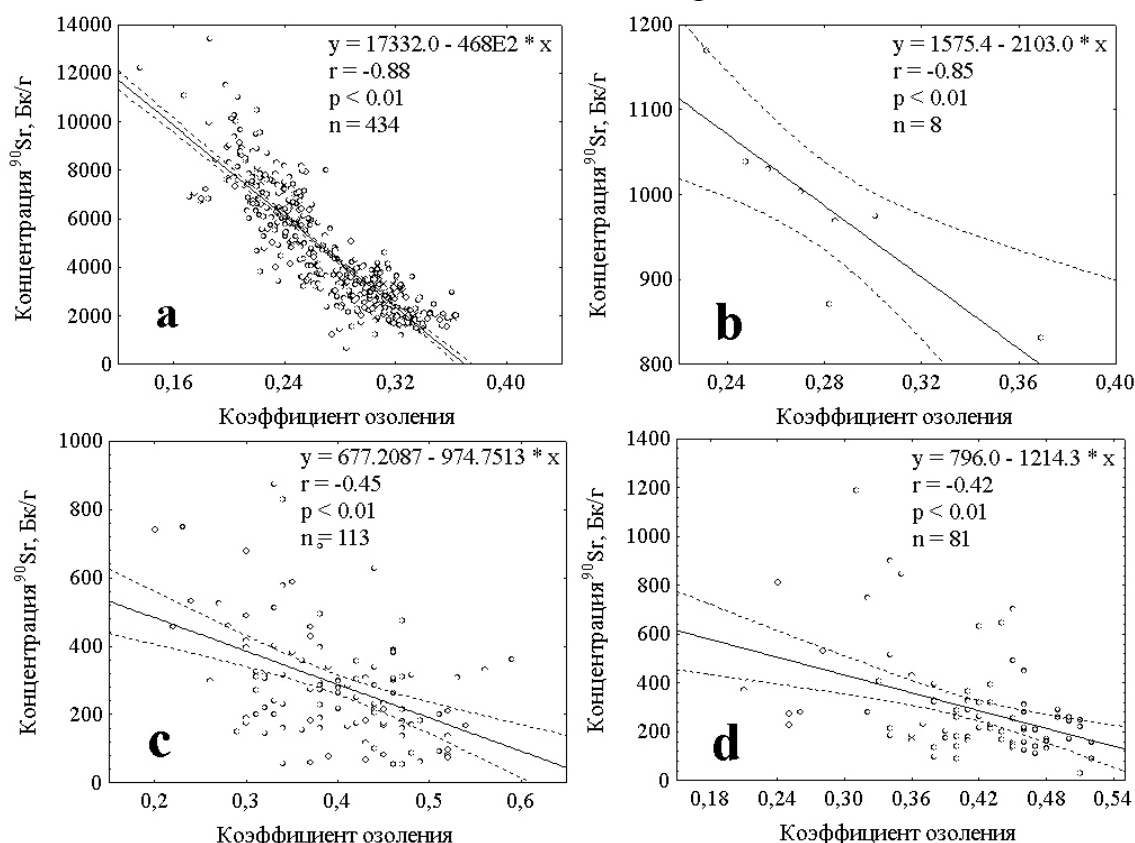


Рис. 1. Концентрация ^{90}Sr в зависимости от коэффициента озоления костей при однократном (a) и хроническом (b-d) поступлении ^{90}Sr : a – мыши СВА, b – обыкновенные слепушонки, c – полевые мыши, d – лесные мыши. Пунктиром обозначены границы 95%-ного доверительного интервала.

Одним из факторов выведения остеотропных веществ является соотношение «поверхность – объем» кости: чем оно больше, тем интенсивнее идет процесс элиминации. В длинных трубчатых костях удельная поверхность отрицательно коррелирует с их массой, что позволяет по массе оценивать соотношение «поверхность – объем». Показана корреляция концентрации ^{90}Sr и кост-

ной массы у лабораторных мышей СВА при однократном введении ^{90}Sr и у полевых животных в условиях хронического поступления радионуклида. У мышей коэффициент корреляции составляет -0.90 ($p < 0.01$), у слепушонок – -0.73 ($p < 0.05$), у полевых и лесных мышей – -0.25 ($p < 0.01$) и -0.44 ($p < 0.01$) соответственно. Подобная зависимость выявлена и для другого остеотропного вещества – стабильного фтора при его хроническом поступлении в организм лабораторных мышей ($r = -0.35$, $p < 0.01$).

Таким образом, сравнительное изучение кинетики ^{90}Sr у лабораторных мышей (однократное введение) и у трех видов мелких млекопитающих (слепушонка обыкновенная, лесная мышь и полевая мышь), обитающих на территории ВУРСа (хроническое поступление ^{90}Sr), выявило зависимость уровня накопления радионуклида от таких морфофизиологических характеристик скелета, как масса кости (отражающая величину костных поверхностей) и минеральная плотность костной ткани. Это позволяет считать, что закономерности депонирования ^{90}Sr , обнаруженные в лабораторном эксперименте, применимы и для объяснения особенностей аккумуляции радионуклида у животных из природной среды, то есть в естественных условиях при хроническом поступлении радионуклида его аккумуляция зависит от функционального состояния скелета.

Выражаю благодарность за предоставление полевого материала Е.Б. Григоркиной, Н.Г. Евдокимову и Н.В. Синевой.

Список литературы

Ньюман У., Ньюман М. Минеральный обмен кости. М.: Иностран. лит-ра, 1961. 270 с.

Публикация МКРЗ 89. Основные анатомические и физиологические данные для использования в радиационной безопасности: референтные значения. М.: Медкнига, 2007. 318 с.

Стариченко В.И., Любашевский Н.М., Попов Б.В. Индивидуальная изменчивость метаболизма остеотропных токсических веществ. Екатеринбург: Наука, 1993. 168 с.

Стариченко В.И. Накопление ^{90}Sr в костной ткани обыкновенной слепушонки, обитающей в головной части ВУРСа // Радиационная биология. Радиозэкология. 2004. Т. 44. № 3. С. 370–374.

Тарасов О.В. Радиозэкология наземных позвоночных головной части Восточно-Уральского радиоактивного следа. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Озерск, 2000. 16 с.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СИНХ МЯСНЫХ МУХ (DIPTERA, CALLIPHORIDAE) В СВЯЗИ С БИОТОПИЧЕСКОЙ ПРИУРОЧЕННОСТЬЮ

Е.И. Труфанова, Л.Н. Хицова

Воронежский государственный университет, 394006 Воронеж;

e-mail: eitrufanova@yandex.ru

Испарение воды у двукрылых осуществляется через трахейную систему и дыхательный аппарат. У некоторых видов отдача воды происходит наиболее

интенсивно в связи с большими размерами дыхальцевых отверстий, поэтому такие виды могут существовать только во влажном климате или подходящих для них условиях микроклимата.

Экологическую приспособленность двукрылых насекомых к условиям обитания можно характеризовать по величине дыхальцевого индекса, который является одним из критериев определения влаголюбивости и сухоустойчивости видов. Дыхальцевый индекс предложен О.Н. Виноградской в 1969 г. Он представляет собой выраженное в процентах отношение длины переднего грудного дыхальца к длине груди насекомого.

Расчеты и анализ дыхальцевых индексов для комаров показал, что виды, приуроченные к более влажному климату, имеют большие размеры дыхальцевых отверстий и, следовательно, наибольшие дыхальцевые индексы (Виноградская, 1969).

Нами предпринята попытка вычисления дыхальцевых индексов для 18 видов 10 родов синих мясных мух (Diptera, Calliphoridae) с целью оценки их экологической приспособленности и приуроченности к различным биотопам. Всего исследовано 652 экземпляра мух.

Для имаго каллифорид характерна большая вариабельность ширины переднегрудного дыхальца, что не может не сказаться на общем размере дыхальца. Поэтому мы вычисляли дыхальцевый индекс по модифицированной методике, учитывая и ширину переднегрудного дыхальца. Таким образом, дыхальцевый индекс – выраженное в процентах отношение суммы длины и ширины переднего дыхальца к длине груди.

Исследования показали, что вариабельность дыхальцевого индекса для видов рода *Calliphora* составила 8.31–12.83%. Последовательность расположения видов (по возрастанию средних значений индекса) у каллифор оказалась следующей: *Calliphora subalpina* (20.52), *C. uralensis* (22.66), *C. vicina* (22.89), *C. vomitoria* (23.19). Таким образом, наиболее влаголюбивый вид – *C. vomitoria*, наименее влаголюбивый – *C. subalpina*. *C. uralensis* и *C. vicina* занимают промежуточное положение.

Вариабельность дыхальцевых индексов у 5 видов рода *Lucilia* составила 9.01–11.62%, что сходно с таковой для рода *Calliphora*. По возрастанию средних значений дыхальцевого индекса виды расположились следующим образом: *Lucilia richardsi* (19.64), *L. caesar* (20.68), *L. silvarum* (20.90), *L. illustris* (21.97), *L. sericata* (23.99). Наиболее влаголюбивым видом этого рода оказался *L. sericata*.

Виды рода *Pollenia* имеют почти одинаковые значения дыхальцевого индекса, что указывает на их высокую гигрофильность: *Pollenia vespillo* (22.03) и *Pollenia rudis* (21.86).

Для родов *Cynomya*, *Protocalliphora*, *Phormia*, *Bellardia*, *Melinda*, *Trypocalliphora* и *Protophormia* исследовано по одному виду. Соответственно средние значения дыхальцевых индексов для них составили: 18.35; 19.04; 21.18; 21.02; 22.14; 23.41 и 24.67.

В целом по возрастанию средних значений дыхальцевых индексов роды семейства расположились следующим образом: *Cynomya* (18.35), *Protocal-*

liphora (19.04), *Bellardia* (21.02), *Phormia* (21.18), *Lucilia* (21.36), *Pollenia* (21.43), *Melinda* (22.14), *Calliphora* (22.83), *Trypocalliphora* (23.41) и *Protophormia* (24.67). Таким образом, наиболее влаголюбивым оказался род *Protophormia*, наименее – род *Synomya*, что подтверждает широкое распространение и эвритопность этого вида.

Морфологические исследования строения фильтра передних дыхалец с использованием электронного сканирующего микроскопа позволили выявить различия в его густоте и плотности у видов, принадлежащих к разным родам. Так, виды рода *Calliphora* имеют самый густой тип фильтра с сильным сращиванием его элементов. Виды рода *Lucilia* и *Synomya* имеют фильтр средней густоты, с элементами сращивания. Виды родов *Bellardia*, *Melinda*, *Protocalliphora*, *Trypocalliphora*, *Phormia*, *Pollenia*, *Protophormia* имеют неплотный рыхлый фильтр без сращивания его элементов (Труфанова, Хицова, 2001).

Объединив данные по строению фильтра передних грудных дыхалец и значению дыхальцевых индексов, нам удалось разделить роды семейства синих мясных мух на три группы в порядке возрастания степени их гигрофильности: ксеромезофилы (*Calliphora* и *Synomya*), мезофилы (*Lucilia*) и мезогигрофилы (*Bellardia*, *Melinda*, *Phormia*, *Protophormia*, *Protocalliphora*, *Trypocalliphora*, *Pollenia*). Такое биотопическое распределение родов подтверждается данными, полученными в результате наблюдений в природе.

Таким образом, исследования дыхательной системы синих мясных мух позволило выявить особенности организации дыхалец, выявить типы фильтрующего аппарата и связать их физиологические особенности с экологической приуроченностью к биотопам разной степени увлажненности.

Список литературы

Виноградская О.Н. Географическое распространение комаров – переносчиков инфекций. М.: Медицина, 1969. 164 с.

Труфанова Е.И., Хицова Л.Н. Биоэкология калифорид (Diptera, Calliphoridae) Среднего Подонья. Воронеж, 2001. 171 с.

БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИИ ПЕСЦОВ К ГОЛОДАНИЮ В ОСЕННИЙ ПЕРИОД

А.Р. Унжаков, Н.Н. Тютюнник, Е.Б. Свечкина
Институт биологии Карельского НЦ РАН, 185910 Петрозаводск;
e-mail: uarbiokrc@mail.ru

Считается, что эволюционно закрепленная адаптация древних животных к зимним холодам и к скудному питанию произошла в четвертичный период при похолодании климата Земли (Калабухов, 1985). Песцы (*Alopex lagopus*), введенные в зоокультуру в начале XX века, не утратили за период доместикировки стереотип своих диких сородичей – годовую цикличность ряда биологических функций, обмена веществ, изменения живой массы, интенсивности потребления корма. Способность этих хищников, адаптированных к суровым ус-

ловиям Арктики, преодолевать вынужденное длительное голодание является отражением экологии вида, его взаимоотношений с внешней средой (Prestrud, 1991; Mustonen et al., 2006).

Установлено, что и в условиях клеточного содержания песцы по сравнению с другими «незимоспящими» пушными зверями (норками, нутриями, лисицами) обладают наибольшей устойчивостью к голоданию (Заболотских, 2000). Так, предельная выживаемость при пищевой депривации в эксперименте для взрослых особей составила 40–56 дней. Столь длительный срок голодания свидетельствует о высокой видовой приспособленности песцов к получению организмом энергии для ресинтеза пластических веществ путем эндогенного питания за счет использования имеющихся в организме субстратов – углеводов, жиров, белков.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния восьмидневного голодания песцов в период осеннего интенсивного накопления липидов, на активность ферментов углеводного – лактатдегидрогеназы (ЛДГ), белкового – аспартатаминазы (АСАТ), минерального – щелочной фосфатазы (ЩФ) обменов, пищеварительных энзимов (амилаза, трипсин) в сыворотке крови, на изоферментные спектры ЛДГ печени, селезенки, скелетной мышцы.

Объектом исследования служили серебристые песцы клеточного содержания. Зверей опытных групп подвергали алиментарному голоданию, а контрольных животных содержали на общехозяйственном рационе.

Результатом 8-дневного голодания явилось снижение массы тела (МТ) голодавших песцов на 900 г с 6.66 ± 0.3 до 5.76 ± 0.3 кг ($p < 0.05$), тогда как у контрольных животных обнаружена тенденция к увеличению МТ на 270 г по сравнению с исходным уровнем, очевидно, за счет осеннего накопления жира.

В конце опыта по голоданию наблюдались существенные различия в активностях сывороточных ферментов между группами опытных и контрольных зверей. Так, активность АСАТ была на 40% ($p < 0.05$), ЛДГ на 10%, ЩФ на 20% выше у голодавших песцов по сравнению с контрольными (табл. 1). Увеличение активности фермента переаминирования – АСАТ свидетельствует об иницировании процесса распада аминокислот, а синхронное повышение ЛДГ и АСАТ указывает на напряженность энергетического обмена у песцов в начальный период пищевой депривации. Повышение уровня ЩФ в сыворотке крови, возможно, является свидетельством обструкции желчных путей и холестаза, обусловленных торможением активного пищеварения. На последнее указывает снижение активности пищеварительных ферментов амилазы и трипсина в сыворотке крови.

В изоферментном профиле печени и скелетных мышц голодавших зверей снизилось относительное суммарное содержание ЛДГ-1+ЛДГ-2 с 11.11 до 8.22 и с 27.71 до 24.73, а суммарное содержание ЛДГ-4+ЛДГ-5 увеличилось с 80.44 до 83.23 и с 58.11 до 64.00% от общей активности фермента, соответственно. В изоэнзимном спектре тканей селезенки снижалось относительное содержание анодной фракции ЛДГ-1 с 9.78 ± 1.45 у контрольных до 5.26 ± 0.38 ($p < 0.01$) у голодавших песцов, тогда как в тканях легких повышалось относительное содержание ЛДГ-5 с 24.49 ± 1.40 до $29.91 \pm 2.38\%$ ($p < 0.05$) от общей активности фер-

мента (табл. 2). Эти данные свидетельствуют об углублении процессов анаэробного распада углеводов в изученных органах.

Таблица 1. Изменение активностей ферментов сыворотки крови при голодании

		АСАТ ммоль/л ч	ЛДГ ммоль/л ч	ЩФ ммоль/л ч	Амилаза мг/л ч	Трипсин ммоль/л ч
Контроль (n=9)	M	0.19	2.7	2.1	72.4	10.4
	m	0.01	0.52	0.14	4.78	1.10
Опыт (n=10)	M	0.26	3.0	2.6	54.4	9.9
	m	0.04*	0.42	0.32	1.48*	1.18

Здесь и в табл. 2 различия по сравнению с контролем достоверны: * $p < 0.05$.

Таблица 2. Влияние голодания на изоферментные спектры ЛДГ органов песцов

Группа	Фракции ЛДГ, % от общей активности (M±m)				
	ЛДГ-1	ЛДГ-2	ЛДГ-3	ЛДГ-4	ЛДГ-5
Печень					
контроль	5.68±0.93	5.43±0.44	9.46±0.67	10.05±0.77	69.39±1.46
опыт	4.56±0.50	3.66±0.40	8.55±1.11	15.28±1.57	67.95±2.23
Скелетная мышца					
контроль	8.80±3.19	18.91±1.81	14.18±2.25	10.05±1.90	48.06±2.02
опыт	8.49±2.16	16.24±2.23	11.28±1.63	8.79±1.50	55.21±2.62*
Селезенка					
контроль	9.78±1.45	30.11±0.74	32.69±1.15	9.11±0.60	18.31±1.60
опыт	5.26±0.38 *	28.03±0.87	36.46±1.39	10.71±0.58	19.54±1.02

Таким образом, 8-дневное голодание оказало влияние на функции печени, скелетных мышц, селезенки и легких. Учитывая снижение двигательной активности клеточных песцов к концу периода голодания, а также понижение в связи с этим доступа кислорода к тканям, значительное место в метаболизме стали иметь пути анаэробного распада углеводов в скелетных мышцах, легких и главном органе метаболизма – печени. Все углубляющаяся гиподинамия, а в связи с этим и гипоксия, к концу периода 8-дневного голодания оказала влияние и на иммунную систему песцов. В тканях селезенки, органе, обеспечивающем защитные силы организма, также произошла перестройка метаболизма, когда источником энергии явился путь анаэробного распада углеводов, происходящий при дефиците кислорода.

Список литературы

- Заболотских Ю. С. Научные основы и практика пищевых разгрузок в пушном звероводстве. Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. М., 2000. 39 с.
- Калабухов Н. И. Спячка животных. М.: Наука, 1985. 264 с.
- Mustonen A.M., Pyykönen T., Puukka M., Asikainen J., Hänninen S., Mononen J., Nieminen P. Physiological adaptations to fasting in an actively wintering canid, the Arctic blue fox (*Alopex lagopus*) // J. Exp. Zoolog. Comp. Exp. Biol. 2006. V. 305. P. 32–46

Prestrud P. Adaptations by the Arctic Fox (*Alopex lagopus*) to the Polar Winter // Arctic. 1991. V. 44. № 2. P.132–138.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДНОЙ ТРОФИЧЕСКОЙ ЦЕПИ НА ПРИМЕРЕ МОЛЛЮСКОВ И ПИЯВОК

Л.В. Черная, Л.А. Ковальчук

Институт экологии растений и животных УрО РАН,
620144 Екатеринбург; e-mail: kovalchuk@ipae.uran.ru

Антропогенное воздействие человека на биосферу в настоящее время носит глобальный характер, в связи с чем весьма актуальными стали вопросы локального, регионального и глобального рассеяния и поступления в биосферу многих токсичных веществ, в том числе тяжелых металлов (ТМ). Все возрастающий «металлический пресс» на биосферу становится постоянно действующим экологическим фактором. Обладая высокой способностью к биоаккумуляции, ТМ быстро включаются в пищевые цепи и накапливаются в организмах видов, находящихся на высоких трофических уровнях, включая человека. В отличие от органических соединений ТМ не поддаются биологической деструкции и, таким образом, имеют практически «бесконечную» токсичность для животных и растений. В водных экосистемах значительную роль в пищевых цепях играют бентосные организмы. Как первичные (моллюски) и вторичные (пиявки) консументы, они являются важным звеном переноса вещества и энергии на более высокие уровни. Среда обитания бентосных организмов – донные отложения (ДО) депонируют значительную часть ТМ, поступающих в водные экосистемы, что явно сказывается на характере протекания биоаккумуляционных процессов придонных гидробионтов.

Цель данного исследования – изучить особенности распределения ТМ в трофической цепи зообентоса (на примере моллюсков и пиявок), а также в среде их обитания – донных отложениях.

В качестве первичных консументов были выбраны типичные фитофаги – брюхоногие моллюски *Lymnaea stagnalis* L. (прудовик обыкновенный). Вторичными консументами послужили: типичный полифаг – хищная *Haemaphys sanguisuga* L. (большая ложноконская пиявка), в рацион которой входят моллюски, личинки насекомых, мелкие позвоночные и стенофаг – кровососущая *Glossiphonia complanata* L. (улитковая пиявка), жертвой которой являются преимущественно брюхоногие моллюски *Lymnaea* sp. Животные были отловлены в Белоярском водохранилище – водоеме-охладителе АЭС (Свердловская область) в июле 2006 г. Одновременно из мест отлова гидробионтов были отобраны пробы ДО.

Концентрации ТМ в опытных образцах определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на спектрофотометре ААС-3 в пламени пропан-бутан (Хавезов, Цалев, 1983) после обработки проб методом «мокрого» озоления в смеси азотной и хлорной кислот (Никаноров и др., 1985). Концентрации

ТМ в пробах выражали в мкг/г сухой массы. Подготовлено 60 проб. Статистическая обработка полученных результатов проведена с использованием прикладных программ STATISTICA с последующей оценкой различий при $p \leq 0.05$.

Результаты спектрофотометрического анализа показали, что в ДО концентрации Cu, Zn, Pb не превышают фоновых значений, а содержание Cd соответствует уровню слабозагрязненных водоемов (рис. 1).

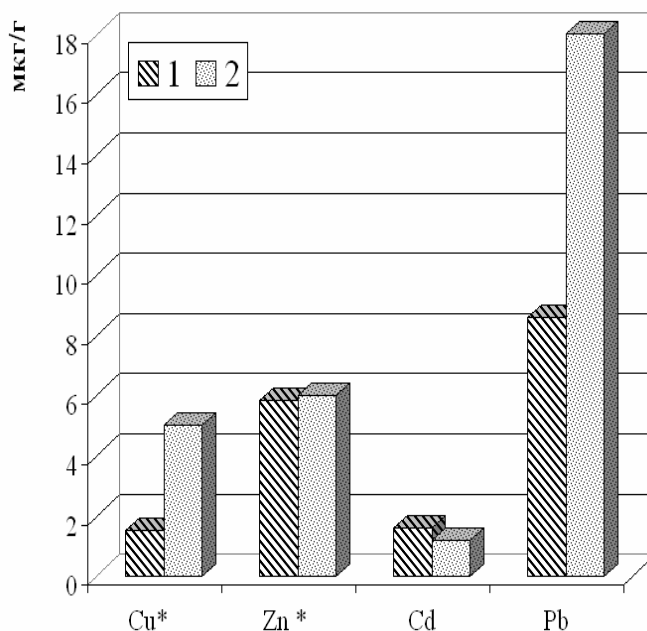


Рис. 1. Концентрации ТМ (мкг/г) в донных отложениях Белоярского водохранилища (1) и фоновых водоемов (2) по Никанорову (Никаноров и др., 1993). * – величина концентраций металлов уменьшена в 10 раз.

Максимальные концентрации меди, цинка и кадмия, значительно превышающие фоновые значения обнаружены в тканях большой ложноконской пиявки (табл. 1). Больше всего свинца также накапливают пиявки. Моллюски, по нашим данным, отличаются высокой кумулятивной активностью к биофильной меди и к ксенбиотикам – кадмию, свинцу. Показано, что концентрации всех ТМ (за исключением меди в звене жертва-кровосос: *Lymnaea stagnalis* – *Glossiphonia complanata*) повышаются в трофической цепи от ДО к вторичным консументам (рис. 1, табл. 1).

Таблица 1. Содержание ТМ (мкг/г сухой массы) в тканях моллюсков и пиявок.

Гидробионты	Cu	Zn	Cd	Pb
<i>Haemopsis sanguisuga</i>	54.8±2.3	946.3±28.8	2.37±0.13	15.79±1.4
<i>Glossiphonia complanata</i>	18.4±0.7	594.3±25.3	1.68±0.08	16.5±1.96
<i>Lymnaea stagnalis</i>	36.1±1.57	111.3±14.9	1.62±0.09	12.4±1.05
Гидробионты из фоновых водоемов (Никаноров и др., 1993)	13.3-43.2	123-575	0.51-0.64	0.8-3.7

Таким образом, в условиях даже незначительного загрязнения водной экосистемы токсичными микроэлементами, бентосные организмы активно аккумулируют тяжелые металлы. При этом концентрации токсикантов увеличиваются при движении по трофической цепи: донные отложения – моллюски – пиявки. Настораживает выявленное в ходе исследования интенсивное накопление ксенобиотиков свинца и кадмия, концентрации которых в тканях исследуемых гидробионтов превышают фоновые значения при пониженном содержании их в донных отложениях.

Список литературы

Никаноров А.М., Жулидов А.В., Покаржевский А.Д. Биомониторинг тяжелых металлов в пресноводных экосистемах. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 144 с.

Никаноров А.М., Жулидов А.В., Емец В.М. Тяжелые металлы в организмах ветлендов России. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. 294 с.

Хавезов И., Цалев Д. Атомно-абсорбционный анализ. Л.: Химия, 1983. 144 с.

АДАПТАЦИИ (ГЕТЕРОХРОНИИ) В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ ПОЛУВЫВОДКОВЫХ ПТИЦ

Л.В. Чугайнова¹, В.И. Никольская²

¹Соликамский государственный педагогический институт, 617547 Соликамск;

²Пермский государственный педагогический университет, 614990 Пермь;

e-mail: Ganshchuk@mail.ru

Среди способов преобразования хода онтогенеза видную роль играют изменения темпов индивидуального развития, частным случаем которых являются гетерохронии (Емельянов, 1968). А.И. Шураков и С.А. Шураков (2002), на основании анализа большого материала (47 видов, 456 кладок птиц), одним из механизмов эволюции зародышевого звена птенцовых птиц называют гетерохронии. Наши наблюдения по развитию дрозда-рябинника и городской ласточки согласуются с данным утверждением (Чугайнова, 2005).

В настоящей работе будут проанализированы: продолжительность периодов эмбриогенеза, темп роста зародышей, возрастная динамика показателей крови, формирование костного мозга у озёрной чайки и речной крачки. Эмбрионы озёрной чайки и речной крачки забирались с 2-сут. интервалом в возрасте от 6 до 24 суток; птенцы – с 0.5 до 10 суток. Стадии развития эмбрионов до 16-ти суток включительно определялись по шкале для выводковых птиц (Гамбургер, Гамильтон, 1951). Периодизация зародышевого звена онтогенеза проводилась по Г.А. Шмидту (1957). С 18-ти суток определение стадий осуществляли в соответствии с учётом морфологических различий, свойственных полувыводковым птицам. Количество эритроцитов и гемоглобина, изготовление гистологических препаратов бедренных костей (костный мозг) проводилось апробированными методиками (Чугайнова, 2005).

Установлено, что продолжительность периодов эмбриогенеза у данных видов птиц имеет сходное значение: зародышевый – 37%, предплодный – 21%,

плодный – 42%, что близко по продолжительности таковых у выводковых (курица) – 35, 25, 40%, соответственно (Чугайнова, Шураков, 2003), но существенно отлично от птенцовых – 46–57; 21–23 и 22–31% (рябинник и городская ласточка; Чугайнова, 2005). Таким образом, у полувыводковых, в сравнении с выводковыми, несколько сократился предплодный период в пользу плодного. Относительно птенцовых отличия более существенны, особенно, по длительности зародышевого периода – продолжительный у птенцовых. Изучение темпа развития эмбрионов данных видов птиц показало, что он сходен и может отличаться (на ранних возрастах) на 1–2 стадии. Так, 6-суточные зародыши речной крачки находились на 25–26 стадиях; озерной чайки – 26–28; 8-сут., соответственно, на 27–28 – и 29–30 стадиях. К 10-м суткам темп развития выравнивается: эмбрионы обоих видов достигали 32–33 стадии; на 12-е сутки – 35–36 стадии; 14–16 сутки – 37 и 38–39 стадии. В последующем зародыши продвигались в развитии на 1 стадию в сутки: на 18, 20, 22, 24-е сутки эмбрионы соответствовали 40, 42, 44, 46 стадиям развития.

Таким образом, темп развития эмбрионов чайки и крачки ниже, чем у домашней курицы. Основное замедление в темпе выявлено в зародышевый период и составило 3.5–5.5 стадий (чайка) и 6–7 стадий (крачка). Различия сохранялись в предплодном и плодном, но в меньшей степени – 2–4.5 стадии и общая продолжительность эмбриогенеза увеличилась, составив 24 суток. Птенцовым для прохождения 43-х стадий (полное развитие) требуется 11–13 суток (рябинник), 14 суток (городская ласточка) (Чугайнова, 2005).

Изучение образования костного мозга у эмбрионов озерной чайки и речной крачки выявило, что в бедренных костях костономозговая полость с красным костным мозгом появляется на 14–16-е сутки – 37, 38, 39 стадии (конец предплодного периода). Активное кроветворение у зародышей отмечено с 18-ти суток (40 стадия, плодный период), то есть раньше, по сравнению с птенцовыми, у которых гемопоэтическая функция костного мозга проявляется у плодов перед вылуплением или у птенцов в первую неделю гнездовой жизни (Никольская, 1982; Чугайнова, 2005). Возрастные изменения количества эритроцитов и гемоглобина в крови эмбрионов и птенцов чайки и крачки проявляют сходный характер. На фоне общего увеличения данных показателей у эмбрионов ($0.24\text{--}1.43\text{ млн/мм}^3$ озерная чайка; $0.37\text{--}2.03\text{ млн/мм}^3$ речная крачка) наиболее интенсивное их нарастание происходит в предплодном периоде, в плодном (18–24 сутки) наблюдается относительная стабилизация показателей, и дальнейшее увеличение количества эритроцитов и гемоглобина отмечено у птенцов со 2–4 суток (на 10-е сутки 2.73 млн/мм^3 – чайка; 2.84 млн/мм^3 – крачка). Для птенцовых существенное увеличение аналогичных показателей характерно в постэмбриогенезе, у птенцов со 2-х суток.

Сравнение выявленной динамики показателей красной крови и формирования костного мозга у полувыводковых птиц с таковой у птенцовых показывает значительное различие (гетерохронии). Более раннее, чем у птенцовых, образование костного мозга и увеличение количества эритроцитов и гемоглобина у полувыводковых обеспечивает переход от пойкилотермного типа энергетиче-

ского обмена к гомойотермному за 4–6 суток до вылупления; у птенцовых – через неделю после вылупления (Каменский, 1988).

Таким образом, особенностью раннего онтогенеза полувыводковых птиц в сравнении с эмбриогенезом выводковых и, особенно, птенцовых является наличие гетерохроний, которые выражаются в смещении сроков прохождения сходных процессов, что проявляется в степени сформированности вылупившихся птенцов и их последующей адаптации к самостоятельному существованию.

Список литературы

Емельянов С.В. Современное состояние и задачи проблемы эволюции темпов индивидуального развития животных // Темп индивидуального развития животных и его изменения в ходе эволюции. М.: Наука, 1968. С. 9–21.

Каменский Ю.Н. Газообмен и особенности энергетических реакций на температуру в раннем онтогенезе птиц различных эколого-физиологических групп. Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Свердловск, 1988. 33 с.

Никольская В.И. Образование костного мозга у некоторых птенцовых птиц // Гнездовая жизнь птиц. Пермь. 1982. С. 100–103.

Чугайнова Л.В. Гетерохронии в формировании костного мозга и гематологических показателей в раннем онтогенезе полувыводковых и птенцовых птиц. Дисс. ... канд. биол. наук. Пермь, 2005. 144 с.

Чугайнова Л.В., Шураков А.И. Темп развития зародышей озерной чайки и речной крачки // Современные проблемы орнитологии Сибири и Центральной Азии. Улан-Удэ, 2003. Ч. 2. С. 111–112.

Шмидт Г.А. О проблемах периодизации индивидуального развития сельскохозяйственных животных // Тр. Ин-та морфологии животных АН СССР. 1957. Вып. 22. С. 56–67.

Шураков А.И. Шураков С.А. Адаптивность раннего онтогенеза птиц, развивающихся по птенцовому типу // Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды. Челябинск, 2002. С. 119–133.

Hamburger V., Hamilton H.L. A series of normal stages in the development of the chick embryo // Journ. Morphol. 1951. V. 88. № 1. P. 49–92.

СТРОЕНИЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЛАЗА БРЮХОНОГОГО МОЛЛЮСКА *TRICHIA HISPIDA* L. (PULMONATA, STYLOMMATORPHORA) ИЗ ЮЖНОЙ ШВЕЦИИ

И.П. Шепелева

Университет г. Лунда, 22362 Лунд;
e-mail: ishepeleva@rambler.ru

Исследование проводили на взрослых особях наземного брюхоногого моллюска *Trichia hispida* L. (Hygromiidae, Trichiinae), обитающего в Южной Швеции. Моллюсков с размером раковины 5–6×7–8 мм собирали в июне–июле 2004 г. в пригороде г. Лунда (Вомбе). Животных содержали в террариумах с почвой при температуре 18–20°C и естественном световом режиме. Кормили

листьями одуванчиков. В работе использовали гистологические и оптические методы, методы световой микроскопии, морфометрию, расчеты (Gal et al., 2004). Глаза *T. hispida* построены по типу камерного глаза с фиксированной оптикой (рис. 1А). Светопреломляющий аппарат представлен двумя линзами: комбинацией щупальцевый эпидермис/роговица и хрусталиком. Светочувствительный аппарат состоит из фоторецепторов первого и второго типа. Светоизолирующий аппарат образуют пигментные клетки, которые экранируют рецепторные клетки друг от друга на уровне клеточных тел. Микровиллы оптически не изолированы. Согласно классификации Гала (Gal et al., 2004) оптика глаза моллюска формирует отчетливое изображение только в пределах микровиллярного слоя фоторецепторов первого типа. Разрешающая способность фоторецепторов первого типа снижается вследствие рассеивания света на микровиллах соседних рецепторных клеток и сферической аберрации, на присутствие которой указывает низкое F-число глаза. Разрешающая способность фоторецепторов второго типа не достигается из-за размытого изображения, попадающего на их светочувствительный слой. Оптическая чувствительность фоторецепторов первого типа адекватна световым условиям предпочитаемых мест обитания моллюска. Таким образом, можно считать, что глаз *T. hispida* приспособлен к зрению в дневное и сумеречное время.

Ранее был исследован глаз *T. hispida*, обитающей в Калининградской области с идентичным размером раковины. Глаз этого моллюска также имеет адекватную чувствительность к доступному свету, но из-за размытого изображения на микровиллярном слое сетчатки и низкой остроты зрения (табл. 1) он может служить только детектором освещенности (Шепелева, 2002; Gal et al., 2004).

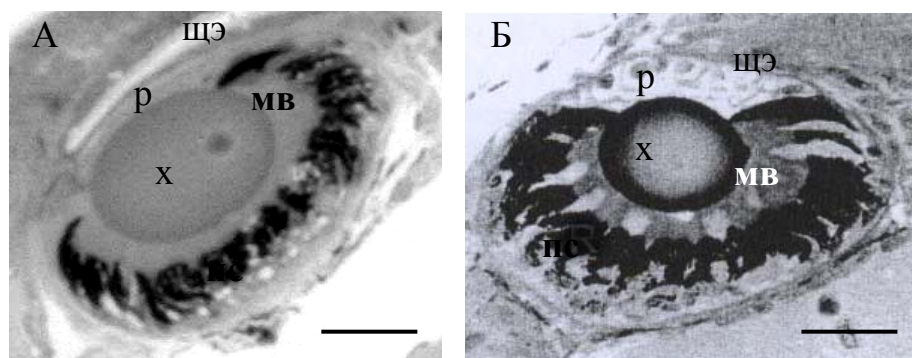


Рис. 1. Фотографии продольных полутонких срезов глаз *Trichia hispida*. А – *Trichia hispida* из Южной Швеции; Б – *Trichia hispida* из Калининградской области (Bobkova et al., 2004). щэ – щупальцевый эпидермис, р – роговица, х – хрусталик, мв – микровиллярный слой сетчатки, пг – пигментный слой сетчатки. Масштаб 50 мкм (А, Б).

По сравнению с *T. hispida* из Южной Швеции этот моллюск имеет меньшую разрешающую способность и более высокую оптическую чувствительность глаза, которая увеличена в ущерб остроте зрения (табл.). Принципиаль-

ные отличия глаза *T. hispida* из Калининградской области от глаза *T. hispida* из Южной Швеции заключаются в меньшем размере хрусталика по сравнению с размером глазного бокала и наличии апикальных отростков у фоторецепторных клеток первого типа (рис. 1Б).

Таблица 1. Основные анатомические и зрительные параметры глаз *Trichia hispida*

Параметр	<i>Trichia hispida</i> ¹	<i>Trichia hispida</i> ²
Размер глазного бокала, (мкм)	130±4.0×190±4.0 (n=12)	142±9.0×220±8.0 (n=7)
Диаметр апертуры, А (мкм)	90±5.0 (n=12)	92±3.0 (n=7)
Размер хрусталика, (мкм)	63±5.0×96±3.0 (n=12)	81±3.0 (n=5)
Диаметр фоторецепторов I /II, <i>d</i> (мкм)*	10±2.0 (n=72)/ 2.3±0.3 (n=36)	14±3.0 (n=25)/ –
Длина фоторецепторов I/II, <i>l</i> (мкм)*	12±2.0 (n=72)/ –	15±3.0 (n=25)/ 3±0.6 (n=25)
Фокусное расстояние оптики глаза, <i>f</i> _{общ} (мкм)	96	113
Разрешающая способность фоторецепторов I/II, <i>R</i> (рад ⁻¹)*	4.0/10.4	2.5/2.5
Оптическая чувствительность фоторецепторов I/II, <i>S_B</i> (мкм ² ·ср ⁻¹)*	1.8/–	4.0/0.8
F-число	1.1	1.2

*T. hispida*¹ - моллюск из Южной Швеции, *T. hispida*² - моллюск из Калининградской области. Параметры для *T. hispida*² взяты из Bobkova et al. (2004) и Gal et al. (2004). Средние значения приведены со стандартным отклонением. * - значения даны для центральной области сетчатки. I/II - фоторецепторы первого и второго типа.

T. hispida в Южной Швеции обитает в лесах на достаточно хорошо освещенных участках на невысокой мелколиственной растительности, которой питается. Очевидно, что обладание зрением для этой *T. hispida* немаловажно. В Калининградской области *T. hispida* живет в затемненных местах под камнями, поваленными деревьями или опавшими листьями и питается разрушающимися растительными остатками, т.е. по условиям обитания потребность в зрении у этого моллюска небольшая. Таким образом, очевидно, что различия, наблюдаемые в структуре, оптических свойствах и зрительных параметрах глаз обоих моллюсков, являются результатом приспособления каждого моллюска к своему световому окружению и образу жизни. Однако принадлежность моллюсков к одному виду неизбежно сказывается, проявляясь в схожести общего плана строения глаз и принципа расположения их компонентов, а наблюдаемые отличия представляют собой необходимые для жизнедеятельности моллюсков модификации.

Работа выполнена при финансовой поддержке Университета г. Лунда (Швеция).

Список литературы

Шепелева И.П. Сравнительное изучение анатомии и оптических свойств органов зрения некоторых брюхоногих моллюсков // Человек и его здоровье. СПб.: НИИ химии СПбГУ, 2002. С. 270–271.

Bobkova M.B., Gal J., Zhukov V.V., Shepeleva I.P., Meyer-Rochow V.B. Variations in the retinal design of pulmonate snails (Mollusca, Gastropoda): squaring phylogenetic background and ecophysiological needs (I) // Invert. Biol. 2004. V. 123. № 2. P. 101–115.

Gal J., Bobkova M.V., Zhukov V.V., Shepeleva I.P., Meyer-Rochow V.B. Fixed focal-length optics in pulmonate snails (Mollusca, Gastropoda): squaring phylogenetic background and ecophysiological needs (II) // Invert. Biol. 2004. V. 123. № 2. P. 116–127.

СТРОЕНИЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАМЕРНОГО ГЛАЗА БРЮХОНОГОГО МОЛЛЮСКА *SUCCINEA PUTRIS* (LINNAEUS, 1758) (PULMONATA: STYLOMMATOPHORA)

И.П. Шепелева

Университет г. Лунда, 22362 Лунд;

e-mail: ishepeleva@rambler.ru

Брюхоногий моллюск *Succinea putris* живет в лесах в непосредственной близости от ручья на невысокой мелколиственной растительности, которой питается. Исследования проводили на взрослых особях *S. putris* (Linnaeus 1758) (Pulmonata: Stylommatophora: Succineidae) с размером раковины 17-19×8-10 мм. Моллюсков собирали в Вомбе – пригороде г. Лунда (Швеция) в июне-июле 2004 г. Животных содержали в террариумах с почвой при температуре 18–20°C и естественном световом режиме. Кормили листьями одуванчиков. В работе использовали: гистологические методы для получения полутонких срезов глаз, методы световой микроскопии для изучения срезов и изолированных компонентов диоптрического аппарата глаз, метод оценки фокусного расстояния хрусталиков по размерам создаваемых изображений (Nilsson et al., 1988), морфометрию, которую выполняли на цифровых изображениях препаратов и срезов при помощи компьютерной программы CorelDraw 10. Для расчетов (Land, 1981; Warrant, Nilsson, 1998; Gal et al., 2004) брали средние значения полученных данных, которые в таблице приведены со стандартным отклонением (табл. 1).

S. putris имеет глаза камерного типа с фиксированной оптикой (рис. А). Диоптрический аппарат представлен прилежащими друг к другу тонкими линзами – щупальцевым эпидермисом и роговицей и толстой линзой – хрусталиком. Щупальцевый эпидермис и роговица образованы однослойным непигментированным столбчатым эпителием. Хрусталик имеет нечеткую природу, относительно мягкую консистенцию и эллипсоидную форму перпендикулярно оптической оси глаза. Вдоль короткой оси хрусталик разделен на центральную и периферическую зоны (рис. 1Б). Изолированные хрусталики формируют четкие изображения тестового объекта (рис. 1В). Эти линзы окружены тонким слоем прозрачного студенистого стекловидного тела, которое отделяет их

от роговицы и микровиллярного слоя сетчатки. Доминирующими типами клеток сетчатки являются микровиллярные фоторецепторы первого и второго типа и пигментные клетки, которые изолируют рецепторные клетки друг от друга на уровне клеточных тел. Микровиллы оптически не изолированы (рис. 1А).

Таблица 1. Основные анатомические и зрительные параметры глаза *Succinea putris*

Параметр	<i>Succinea putris</i>
Размер глазного бокала, (мкм)	140±8.0×180±9.0 (n=18)
Диаметр апертуры, А (мкм)	105±4.0 (n=18)
Толщина эпителия, (мкм)	9.0±2.0 (n=18)
Толщина роговицы, (мкм)	10±2.0 (n=18)
Размер хрусталика, (мкм)	88±5.0×64±4.0 (n=18)
Диаметр фоторецептора, d (мкм)* ФрI/ФрII	8.0±1.0 (n=108)/3.0±0.3 (n=25)
Длина фоторецептора, l (мкм)* ФрI/ФрII	14±2.0 (n=108)/–
Расстояние между центрами соседних фоторецепторов, p (мкм)* ФрI/ФрII	14±2.0 (n=108)/5.7±2.0 (n=25)
Плотность расположения фоторецепторов, ρ (мкм ⁻²)* ФрI/ФрII	0.012/0.04
Фокусное расстояние оптической системы глаза, $f_{общ}$ (мкм)	119
Оптическая чувствительность фоторецепторов, S_B (мкм ² ·ср ⁻¹)* ФрI/ФрII	1.2/–
Разрешающая способность фоторецепторов, R (рад ⁻¹)* ФрI/ФрII	4.9/12
F -число	1.1
Диаметр диска Эйри, D_E (мкм)	1.4

* – Значения даны для центральной области сетчатки.

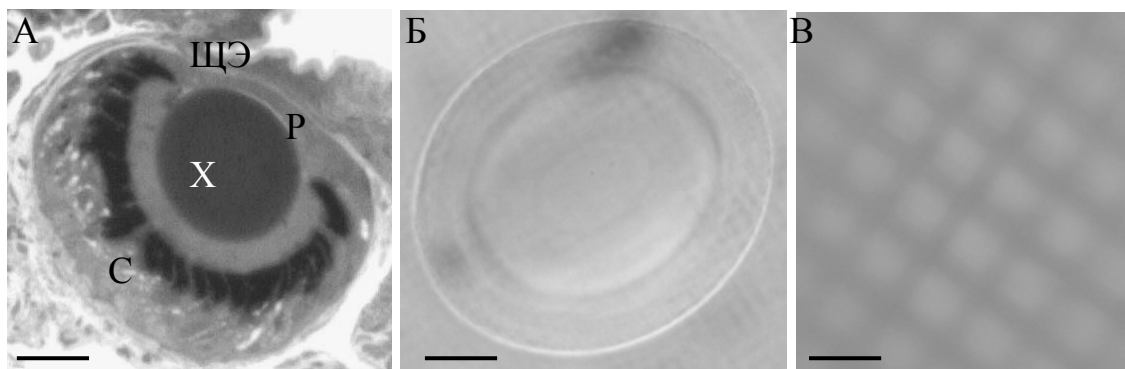


Рис. 1. Цифровые изображения для *Succinea putris* (Linnaeus 1758): А – продольный полутонкий срез глаза; Б – изолированный хрусталик; В – изображение тестового объекта – медной сетки для электронного микроскопа, – формируемое хрусталиком. Обозначения: ЩЭ – щупальцевый эпидермис, Р – роговица, Х – хрусталик, С – сетчатка. Масштаб: 40 мкм (А), 20 мкм (Б), 10 мкм (В).

Фоторецепторы *S. putris* имеют оптическую чувствительность (табл.), которая сравнима с чувствительностью фоторецепторов пресноводных легочных моллюсков *Planorbarius corneus* (Linnaeus 1758) ($1.4/- \text{ мкм}^2 \cdot \text{ср}^{-1}$) и *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus 1758) ($1.8/- \text{ мкм}^2 \cdot \text{ср}^{-1}$) (Gal et al., 2004), населяющих неглубокие водоемы и, таким образом, соответствует световым условиям предпочитаемых мест обитания моллюска. Потенциальная разрешающая способность фоторецепторов *S. putris* (табл.) сравнима с разрешающей способностью фоторецепторов *L. stagnalis* ($-/12 \text{ рад}^{-1}$), *P. corneus* ($-/13 \text{ рад}^{-1}$) и наземной легочной улитки *Cerpea nemoralis* (Linnaeus 1758) ($4.0/- \text{ рад}^{-1}$), живущей на кустарниках и стволах деревьев в садах (Gal et al., 2004).

Разрешающая способность снижается вследствие проникновения света между микровиллами соседних клеток и сферической аберрации, на присутствие которой указывает низкое F-число глаза (табл. 1). Небольшой абсолютный диаметр апертуры позволяет пренебречь хроматической аберрацией (табл. 1). Дифракция света на апертуре глаза не ограничивает его разрешающую способность благодаря небольшому диаметру дисков Эйри по сравнению с межрецепторными расстояниями (табл. 1).

Результаты исследования показывают, что возможности глаза *S. putris* сравнимы с возможностями глаз большинства исследованных наземных и водных видов моллюсков.

Работа выполнена при финансовой поддержке Университета г. Лунда (Швеция).

Список литературы

- Gal J., Bobkova M.V., Zhukov V.V., Shepeleva I.P., Meyer-Rochow V.B. Fixed focal-length optics in pulmonate snails (Mollusca, Gastropoda): squaring phylogenetic background and ecophysiological needs (II) // *Invert. Biol.* 2004. V. 123. № 2. P. 116–127.
- Land M.F. Optics and vision in invertebrate // *Handbook of sensory Physiology* / Ed. Autrum H. Berlin, Heidelberg, N.Y.: Springer-Verlag, 1981. V. 7/6B. P. 471–592.
- Nilsson D.-E. A new type of imaging optics in compound eyes // *Nature*. 1988. V. 332. P. 76–78.
- Warrant E.J., Nilsson D.-E. Absorption of white light in photoreceptors // *Vision. Res.* 1998. V. 38. № 2. P. 195–207.

ОСОБЕННОСТИ ХРОНОТРОПНЫХ РЕАКЦИЙ СЕРДЦА У ПТИЦ, АДАПТИРОВАННЫХ К ВОДНОЙ СРЕДЕ ОБИТАНИЯ

В.И. Шерешков, Т.Е. Шумилова, И.Н. Январева
Санкт-Петербургский государственный университет,
199034 Санкт-Петербург; e-mail: vscher@mail.ru

Отличительными особенностями организма птиц являются высокий обмен веществ, повышенная температура тела, а также активная деятельность сердца, легких и двигательного аппарата. Эти качества позволяют птицам быстро перемещаться в воздушной среде, а также эффективно передвигаться под

водой. Плавают и ныряют многие птицы, однако способы подводного поведения у разных видов существенно различаются в зависимости от степени их адаптации к водной среде. Многие птицы (чайки, крачки и др.) кратковременно пикируют в воду за добычей, затем – быстро всплывают. Другие виды приспособлены к активному плаванию по водной поверхности и добыче корма из неглубоких водоемов. По-настоящему ныряют на глубину и активно передвигаются в толще воды лишь немногие виды водных птиц (нырковые утки, пингвины и др.). Большое число видов, например кулики, ведут околководный образ жизни на мелководье.

В работе проводилось изучение адаптаций функций сердечно-сосудистой системы у птиц с различной приспособленностью к водной среде. Опыты проводились в акваториях Ленинградской обл. и Владивостока на оригинальной портативной ЭКГ аппаратуре.

Было показано, что у различных видов водоплавающих птиц при подводном погружении развивается коротколатентная рефлекторная брадикардия (табл. 1). Интенсивность брадикардии может возрастать с увеличением подводного апноэ, при этом минимальная ЧСС у слабо адаптированных птиц (кряква, кулики) могла наблюдаться уже через 3–8 с после погружения, тогда как у хорошо адаптированных птиц (кайра, поганка и др.) брадикардия развивалась значительно позднее. ЭКГ исследования показали, что уменьшение ЧСС под водой у ныряющих птиц осуществляется за счет удлинения диастолической фазы сердечного цикла, который может возрастать в несколько раз. Электрическая систола желудочков и атриовентрикулярная проводимость при этом изменяются весьма незначительно. Перед погружением в воду у птиц может возникать тахикардия, которая после погружения переходит в брадикардию.

Отличительным свойством ЭКГ большинства водоплавающих птиц являются высокие амплитуды зубцов S и T в стандартных отведениях и практическое отсутствие интервала ST, вследствие чего интервал QT заметно сокращается. После подъема на поверхность у птиц возникает компенсаторная тахикардия с заметным учащением ЧСС, вследствие чего в результате интенсивного кровообращения ткани и органы ныряющих птиц усиленно снабжаются кислородом и нормальная сердечная деятельность восстанавливается очень быстро.

Для сердечной деятельности водоплавающих птиц во время подводного апноэ помимо брадикардии характерно также наличие выраженной аритмии. При этом ЧСС под водой может колебаться в очень широких пределах и коэффициент аритмичности может достигать величины 200% и более. Птицы, как и млекопитающие, имеют универсальные механизмы адаптации к подводной гипоксии (брадикардия, вазоконстрикция), однако имеются и существенные различия, отражающие адаптационные способности птиц. Птицы имеют относительно более мощное сердце, повышенную температуру и быструю скорость физиологических процессов. Это обеспечивает высокую эффективность циркуляции крови и транспорта кислорода. Кроме того, кровь у птиц содержит большее количество эритроцитов, чем у млекопитающих, а количество миоглобина у водных птиц намного значительнее, чем у сухопутных видов (Butler, 2001).

Таблица 1. Изменение ЧСС у водных птиц при погружении в воду (1/мин) (приведены средние величины с ошибкой по результатам 30 измерений)

	Вид	До погружения	Под водой	После погружения
1	Гусь серый, n=2 (<i>Anser anser</i>)	96±11	16.2±4.1	190±12
2	Кряква, n=6 (<i>Anas platyrhynchos</i>)	135±6.8	78±12	210±16
3	Чайка серебр., n=3 (<i>Larus argentatus</i>)	144±8.0	80±12	175±16
4	Крячка, n=3 (<i>Sterna albifrons</i>)	405±15	110±28	420±12
5	Кайра, n=3 (<i>Uria aegle</i>)	195±14	42±6.2	285±20
6	Чернеть, n=2 (<i>Aythya fuligula</i>)	190±17	75±22	390±32
7	Лысуха, n=3 (<i>Fulica atra</i>)	260±12	105±8.2	320±34
8	Поганка, n=2 (<i>Podiceps cristatus</i>)	220±14	90±19	320±24
9	Погоньш, n=3 (<i>Porzana exguisita</i>)	480±16	185±28	520±24
10	Бекас, n=5 (<i>Gallinago</i>)	525±26	190±32	545±20

Кроме того, птицы имеют крупные респираторные системы. Дыхательная система у птиц содержит тонкостенные воздушные мешки, которые обеспечивают дополнительный запас кислорода и двойное дыхание, что увеличивает эффективность снабжения кислородом организма при увеличении нагрузок при полете или во время активного подводного плавания (Butler, Jones, 1997). Хорошо адаптированные к подводной среде птицы (нырковые, кайра, поганки) могут нырять на десятки метров. Недавно телеметрически показано, что императорский пингвин, например, может погружаться на глубину более 500 м и находиться под водой более 20 мин, при этом кислород в организме используется очень эффективно (Ponganis et al., 2007). Авторы считают, что отличительной особенностью гемоглобина пингвинов является способность связывать и переносить кислород при низких его концентрациях, что позволяет этим птицам использовать накопленный кислород почти полностью на 100%.

Таким образом, подводная брадикардия у птиц зависит от специфического рефлекса на погружение в воду и от развивающейся затем гиперкапнии, асфиксии и гипоксемии. На уровень брадикардии у водных птиц влияет также степень заполнения легких и воздушных мешков перед погружением. Адаптивные изменения сердечных функций у птиц, возникающие при подводном апноэ представляют собой согласованный ответ эффекторных систем на воздействие адекватных факторов внешней среды (Галанцев, 1988). Во многом сходный комплекс приспособительных реакций сердечно-сосудистой системы у птиц развивается также как у млекопитающих и рептилий.

Список литературы

- Галанцев В.П. Адаптации сердечно-сосудистой системы вторично-водных амниот. Л.: Изд-во ЛГУ, 1988. 200 с.
- Ponganis P.J., Stockard T.K., Meir J.U. Returning on empty extreme blood O₂ depletion underlies dive capacity of emperor penguins // J. Exp. Biol. 2007. V. 210. P. 4279–4285.
- Butler P.J., Jones D.R. Physiology of diving of Birds and Mammals // Physiol. Rev. 1997. V. 77. № 3. P. 837–899.
- Butler P.J. Diving beyond the limits // News Physiol. Sci. 2001. V. 16. P. 222–227.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОПУЛЯЦИОННОЙ ГЕНЕТИКИ СЕВРЮГИ (*ACIPENSER STELLATUS*)

Е.И. Шишанова

*Всероссийский НИИ ирригационного рыбководства,
142460 Московская область; e-mail: lena-vniir@mail.ru*

Севрюга обитает в бассейнах Черного, Азовского, Каспийского и Адриатического морей. Как и все осетровые, она обладает большой экологической пластичностью и совокупностью разнообразных идиоадаптаций. Севрюге свойственна эврибионтность, эвригалинность, эвритермность, сложная многовозрастная структура нерестовых популяций, многократный повторный нерест, относительно большая длительность жизненного цикла и окраска, варьирующая от почти белой до типичной черной.

Широкий ареал распространения и разнообразие среды обитания севрюги обуславливают ее экологическую приспособленность, в том числе сложную внутривидовую и внутривидовую структуру. Популяции севрюги, приуроченные к определенной реке, образуют так называемые сезонные расы (экологические расы), основным критерием при выделении которых служит факт зимовки рыбы в реке. Яровые расы заходят в реку весной и нерестятся в этом же сезоне, озимые расы мигрируют в реку осенью, зимуют в реке и нерестятся весной следующего года. В состав сезонных рас могут входить внутривидовые биологические группы. Их количество варьирует в зависимости от гидрографических особенностей реки. На основании степени зрелости гонад и времени нерестового хода принято выделять 3 внутривидовые биологические группы: раннюю яровую, позднюю яровую и озимую севрюгу, из которых по численности доминирует ранняя яровая севрюга. Исследование ранней яровой севрюги р. Урал позволило разделить ее по времени входа в реку на 2 подгруппы (Шишанова, 2003).

Также еще Н.А. Северцевым (1863) было отмечено существование так называемого «беляка». Эта севрюга выделяется из общей массы светлой, почти белой окраской, только около спинных жучек идет черная полоса шириной около 10(±5) см. и называется белоспинной, белоспинкой или беляком. Севрю-

га с почти черным окрасом спины, переходящим далеко за ряд боковых жучек называется черноспинной или черноспинкой и именно ее описывают как типичную севрюгу. Белоспинка преобладает в майских уловах и совсем не встречается осенью (рис. 1). Она отличается от черноспинки более крупной икрой, высоким гонадосоматическим индексом и быстрым темпом роста (Шишанова, 2003).

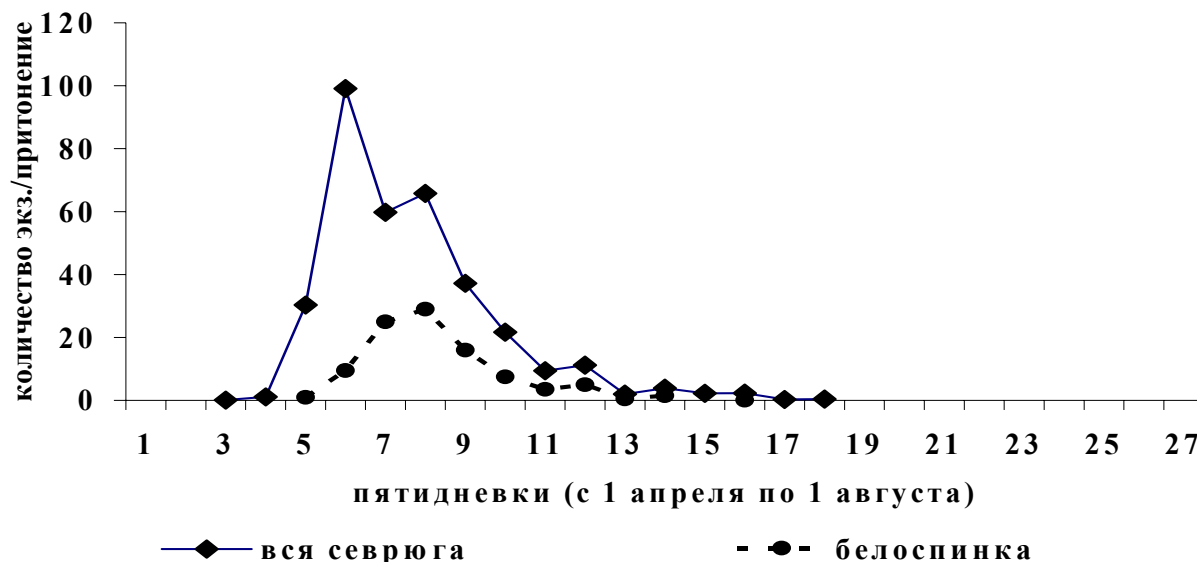


Рис. 1. Динамика численности белоспинной севрюги по времени нерестового хода в р. Урал.

Проведенные морфологические исследования белоспинной и черноспинной севрюги показали, что черноспинные рыбы морфологически отличаются от белоспинных более длинной, узкой и низкой головой, коротким телом и узким ртом (особенно самцы) (Шишанова, 2007).

Для оценки генетической изменчивости белоспинной, черноспинной севрюги и внутривидовых биологических групп производителей были исследованы 5 ферментов по 8 локусам: лактатдегидрогеназа (ЛДГ-3,4), аспаратаминотрансфераза (ААТ-1,2), фосфоглюкомутаза (ФГМ), эстераза (Эст) и малатдегидрогеназа (МДГ-А,В). Выборки были протестированы на гетерогенность по общепринятым методикам.

Исследование генетической изменчивости рыб по типу окраски позволило обнаружить достоверные генетические различия по локусам лактатдегидрогеназы — ЛДГ-3 и аспаратаминотрансферазы — ААТ-2, χ^2 соответственно 4.29; $p < 0.05$ и 11.74; $p < 0.001$ (табл. 1). Сравнение выделенных 4-х биологических групп между собой показало существование между ними различий как минимум по одному из локусов (табл. 1). Однако выделенные четыре биологические группы рыб в исследованные годы были гетерогенны по разным локусам и аллелям.

Таблица 1. Гетерогенность севрюги р. Урал по частоте аллелей (тест χ^2)

Год, номер и название группы рыб		Наименование локуса							
		ЛДГ-3	ЛДГ-4	ААТ-1	ААТ-2	Эст аллель-і	ФГМ	МДГ-А	МДГ-В
Четный год	1	<u>0.773^{2,3}</u>	<u>0.812²</u>	<u>0.724³</u>	<u>0.866²</u>	<u>0.016^{2,3}</u>	<u>0.721²</u>	<u>1.000^{2,3,4}</u>	<u>0.995²</u>
	2	<u>0.885</u>	<u>0.866</u>	<u>0.732</u>	<u>0.918⁴</u>	0.001	<u>0.814¹</u>	<u>0.991¹</u>	1.000
	3	<u>0.882</u>	<u>0.816</u>	<u>0.638</u>	<u>0.828⁴</u>	0.000	<u>0.803¹</u>	<u>0.993¹</u>	1.000
	4	<u>0.841</u>	<u>0.818</u>	<u>0.761</u>	<u>0.815</u>	<u>0.017</u>	<u>0.832</u>	<u>0.984¹</u>	1.000
	Годовая	<u>0.841</u>	<u>0.835</u>	<u>0.724</u>	<u>0.862</u>	<u>0.011</u>	<u>0.798</u>	<u>0.993</u>	<u>0.998</u>
Нечетный год	1	<u>0.831</u>	<u>0.788²</u>	<u>0.691^{2,3}</u>	<u>0.816³</u>	<u>0.003⁴</u>	<u>0.884</u>	<u>1.000^{2,4}</u>	<u>0.991^{2,3}</u>
	2	<u>0.807</u>	<u>0.803</u>	<u>0.670</u>	<u>0.788³</u>	<u>0.005⁴</u>	<u>0.838</u>	<u>0.993³</u>	<u>1.000⁴</u>
	3	<u>0.811</u>	<u>0.779</u>	<u>0.692</u>	<u>0.738</u>	<u>0.009⁴</u>	<u>0.831</u>	<u>1.000</u>	<u>1.000⁴</u>
	4	<u>0.806</u>	<u>0.823</u>	-	-	<u>0.044</u>	<u>0.862</u>	<u>0.993^{1,3}</u>	<u>0.971</u>
	Годовая	<u>0.813</u>	<u>0.793</u>	<u>0.683</u>	<u>0.776</u>	<u>0.020</u>	<u>0.848</u>	<u>0.997</u>	<u>0.996</u>
Белоспинка		<u>0.776</u>	<u>0.796</u>	<u>0.670</u>	<u>0.670</u>	<u>0.019</u>	<u>0.803</u>	-	-
Черноспинка		<u>0.876</u>	<u>0.829</u>	<u>0.628</u>	<u>0.846</u>	<u>0.004</u>	<u>0.870</u>	-	-

Примечание: верхний индекс указывает на группу, с которой выявлены достоверные различия по χ^2 ; выделены курсивом показатели со значимостью различий $p < 0.001$, подчеркнуты – $p < 0.01$, остальные индексированные показатели – $p < 0.05$.

Полученные результаты дают основание сделать вывод о генетической неоднородности разных экологических групп производителей уральской севрюги по использованным маркерам. В данном случае изменчивость белкового полиморфизма севрюги отражает влияние условий среды на генофонд вида.

Список литературы

Северцов Н.А. Жизнь красной рыбы в уральских водах // Журн. мин. гос. имущества. 1863. Т. 83. Вып. 2. 92 с.

Шишанова Е.И. Эколого-морфологическая и генетическая изменчивость популяции севрюги реки Урал. Дисс. ... канд. биол. наук. М., 2003. 171 с.

Шишанова Е.И. Сравнительная характеристика белоспинной и черноспинной севрюги. Ихтиологические исследования на внутренних водоемах // Ихтиологические исследования на внутренних водоемах. Саранск: Мордов. гос. ун-т, 2007. С. 189–192.

ALPHA LIPOIC ACID ALLEVIATED ETHANOL-INDUCED TUNEL POSITIVE CELLS NUMBER IN DEVELOPING HIPPOCAMPUS OF RAT

Shirpoor Alireza^{1,2}, Minassian Syranoush²

¹Faculty of Medicine, Urmia Medical University, Urmia, Iran

²Faculty of Biology, Yerevan State University, Yerevan, Armenia

Ethanol (EtOH) consumption during developmental central nervous system (CNS) leads to substantial neuronal loss in multiple brain regions and results in seri-

ous symptoms including CNS dysfunction (McAlhany, 2000). Ikonomidou et al have reported that EtOH induces apoptotic neurodegeneration in the developing rat brain. In the CNS, apoptosis (programmed cell death) plays an indispensable role in the development and maintenance of homeostasis within all organisms (Ikonomidou, 2000). However, excessive apoptosis has been suggested to underlie the neuronal loss associated with the exposure to various neurotoxins (Ikonomidou, 2000). In the present study, we investigated ethanol-induced apoptosis in developing hippocampus, and also we examined the effect of antioxidant treatment on apoptosis in ethanol-exposed animals by measuring TUNEL positive cells number in the hippocampus.

Adult female wistar rats weighing 220 ± 20 gr were bred with male breeders overnight, and were checked for the presence of the vaginal plug in the next morning. The presence of a vaginal plug was considered as indicative of conceptus and that hour was designated as day 0 of gestation (GD0). On day GD7 of gestation, pregnant rats were randomly divided into three groups: 1 – control, 2 – ethanol and 3 – ethanol – alpha lipoic acid groups. Rats assigned to the alcohol group received 4.5g/kg ethanol (Merck, Germany) solution in saline (20 w/v) subcutaneously once a day. Ethanol – alpha lipoic acid group received 100mg/kg lipoic acid (sigma) soluted in enough 0.1mM NaOH intraperitoneal beside ethanol. The treatment began on GD7 and continued through 21 day after postnatal (PN) days (lactation period). 8 male pups from each group, were anesthetized with ether. The pups were killed by decapitation and the brain was immediately removed. The hippocampus was dissected for analyzing the apoptosis.

The terminal deoxynucleotide transferase-mediated dUTP nick end labeling (TUNEL) reaction was performed using the In Situ Cell Death Detection Kit (Roche, Germany), which uses an optimized terminal transferase (TdT) to label free 3'OH ends in genomic DNA with fluorescein-dUTP, followed by the detection of incorporated fluorescein with an anti fluorescein antibody POD conjugate that was visualized by diaminobenzidine (DAB) as a substrate.

Figure 1 show TUNEL positive cell numbers in different parts of hippocampus in different group of study. Apoptotic cells are significantly increased in alcohol receiving rats compared with the control rats. Apoptotic cells in all parts, including DG, CA1, CA2 and CA3 are significantly higher than controls ($p < 0.05$). Treatment with lipoic acid significantly lowers apoptotic cell death in all parts of hippocampus compared alcohol receiving group ($p < 0.05$).

The present study supports previous observations on the shrinkage of some region of brain induced by ethanol, and further demonstrates that the shrinkage of hippocampus can be alleviated by lipoic acid as an antioxidant. It has been recognized that exposure to alcohol during fetal development is the leading known cause of mental retardation (West, 1994). The toxic action of ethanol has been studied intensively over the past years, but the underlying mechanisms of how the ethanol exerts its deleterious effects on development remains unknown. This is a major focus of investigation, especially with regard to the central nervous system, which is highly vulnerable to alcohol-induced damage. Several mechanisms have been proposed involving the enzyme-catalyzed oxidation of ethanol to acetaldehyde. Acetaldehyde is a highly reactive metabolite that may induce cytotoxic conditions by binding tissue macromole-

cules and disrupting cellular functions (Lieber, 1997). In this study lipoic acid alleviated ethanol induced apoptosis in developing hippocampus compared ethanol group.

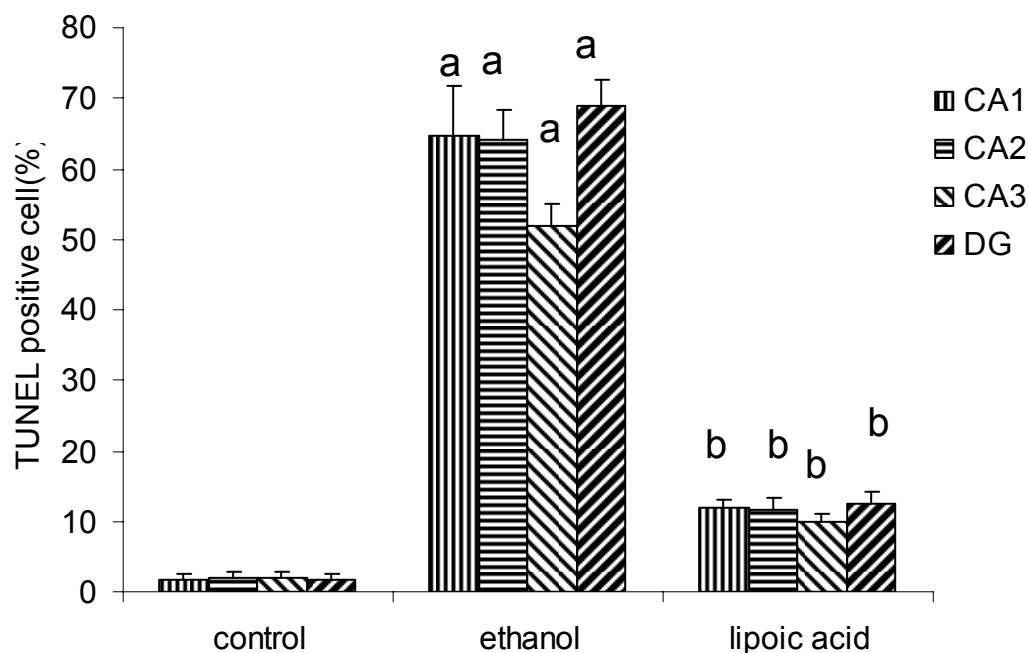


Fig. 1. Status of TUNEL positive apoptotic nuclei in hippocampus section of pups: a – significant difference compared control; b – significant differences compared ethanol group. Results shown are mean±S.E.M.

It is likely that antioxidant/free radical scavenging properties of antioxidants make a significant contribution to their anti-apoptotic effects. Antioxidants can exert neuroprotective effects by increasing the activity of pro-survival proteins or by down-regulating the expression of pro-apoptotic genes. For example, LA, can activate the PI-3K pro-survival pathway (Antonio, 2006), which encode proapoptotic proteins.

In conclusion, the present study demonstrates that maternal exposure during pregnancy and lactation induced severely apoptosis in developing hippocampus of litters. Moreover, treatment with lipoic acid along ethanol, significantly decreased apoptosis in developing hippocampus.

References

- Antonio A.M., Druse M.J. Protective effects of antioxidants on ethanol-treated rhombencephalic neurons // *Alcohol. Clin. Exp. Res.*, 2006. V. 30. 116A.
- Ikonomidou C., Bittigau P., Ishimaru M.J., Wozniak D.F., Koch C., Genz K., Price M.T., Strfovska V., Horster F., Tenkova T., Dikranian K., Olney J.W. Ethanol-induced apoptotic neurodegeneration and fetal alcohol syndrome // *Science*. 2000. V. 287. P. 1056–1060.
- Lieber C.S. Cytochrome P-4502E1: its physiological and pathological role // *Physiological Rev.* 1997. V. 77. P. 514–544.
- McAlhany R.E., West J.R., Miranda R.C. Glial-derived neurotrophic factor (GDNF) prevents ethanol-induced apoptosis and JUN kinase phosphorylation // *Dev Brain Res.* 2000. V. 119. P. 209–216.

West J.R., Chen W.J., Pantazis N.J. Fetal alcohol syndrome: the vulnerability of the developing brain and possible mechanisms of damage // *Metab Brain Dis.* 1994. V. 9. № 4. P. 291–322.

РОЛЬ ВИТАМИНА Е В ФОРМИРОВАНИИ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ СИГОВ

А.К. Шумилина

*Государственный НИИ озерного и речного рыбного хозяйства,
199005 Санкт-Петербург; e-mail aqualab2007@yandex.ru*

Витамин Е (токоферол) – метаболический антиоксидант, предотвращающий окисление ненасыщенных фосфолипидов клеточной и субклеточной субстанции, действует в липидной фазе. Располагаясь в липидной двухслойной оболочке клеток, он стабилизирует клеточные мембраны, предохраняя их от разрушения. Витамин не синтезируется в организме животных и поступает исключительно с пищей. Дефицит витамина Е приводит к нарушению целостности клеточных мембран, в том числе половых клеток, вызывает негативные изменения в мышцах, печени, нервной ткани, повышает проницаемость и ломкость капилляров, снижает устойчивость эритроцитов. Токоферол известен как витамин плодовитости или фактор размножения. Отсутствие его в пище животных ведет к бесплодию: у самцов прекращается образование спермы, у самок наблюдается резорбция яйцеклеток. Потребность самцов в витамине Е в 1.5 раза выше, чем самок (Вальдман, 1977; Остроумова, 2001).

Наши многолетние исследования в области физиологии и биохимии сигов, выращиваемых в садках на искусственных кормах и из природных популяций, позволили установить потребности производителей сигов в биологически активных веществах, среди которых особое место занимает витамин Е.

В настоящее время установлено, что витамины А и Е играют большую роль в организме рыб при адаптации к снижению температуры воды. Значение этих витаминов как температурных адаптогенов существенно возрастает у холодолюбивых рыб, ранние стадии эмбриогенеза которых проходят при низких температурах воды – лососевые и сиговые. У лососевых в качестве температурного адаптогена выступает витамин А, у сиговых – витамин Е. Например, концентрация токоферола – 17–25 мг%, каротиноидов, предшественников витамина А, – 9–62 мкг/г (Шабалина, 1988; Тимошина и др., 1997). В икре сигов и в естественных, и искусственных популяциях количество витамина Е достигает 63 мг%, каротиноидов не превышает 15 мкг/г (табл. 1).

Увеличение уровня витамина Е в кормах для сигов существенно улучшает физиологическое состояние производителей и их репродуктивные качества. Так, в печени и икре трехлетних самок пеляди, получавших в 1 кг корма 300 мг токоферола, содержалось в среднем 45 и 52 мг% витамина Е, что соответственно в 1.5 и 3 раза выше по сравнению с самками, в корм которых токоферол вводился в количестве 150 мг/кг. Коэффициент зрелости первых самок был в сред-

нем равен 23%, рабочая плодовитость – 25 тыс. икринок, выход эмбрионов при инкубации икры – 85%, что также в 1.5–2 раза выше.

Таблица 1. Уровень витаминов и каротиноидов в икре лососевых

Вид	А, мг%	Е, мг%	Каротиноиды, мкг/г
Пелядь	0 – 2.7	8 – 63	0.6 – 6.0
Муксун	0.6 – 1.6	16 – 49	1.3 – 1.5
Чир	0.4 – 2.6	14 – 51	0.9 – 2.6
Волховский сиг	0.6 – 2.3	15 – 76	2.5 – 15.2
Форель	0.2 – 1.0	17 – 25	9.0 – 62.4

Качество спермы самцов сигов также напрямую связано с витамином Е. Самцы пеляди (2+), характеризовавшиеся высоким содержанием витамина Е в печени (в среднем 60 мг%) и семенниках (30 мг%), продуцировали более качественную сперму, нежели самцы, уровень токоферола в печени и семенниках которых в 2 раза ниже. При одинаковом объеме единовременно продуцируемого эякулята (0.7 мл) продолжительность поступательного движения спермиев у самцов первой группы составила в среднем 84.5 с., у второй – 65.4 с., концентрация спермиев – 5.4 и 3.9 млн./мм³ соответственно.

В организме сигов, как и других видов рыб, витамин Е тесно связан с другим биологически активным соединением, действующим в липидной сфере, – витамином А. Отмечено, что содержание ретинола в икре садковых сигов всегда повышается при явной Е-витаминной недостаточности или низком уровне общих липидов. Наибольшее количество витамина А регистрируется в икре сигов при резком падении температуры воды в преднерестовый период, когда заключительные стадии гаметогенеза протекают при температурах, близких к нерестовым. Взаимодействие витаминов А и Е проявляется и у сигов в естественных водоемах. Так, икра пеляди из малокормного оз. Борисовское характеризуется очень низким уровнем накопления запасных веществ (белок 9.5% от сырого вещества, жир – 3.1%) и витамина Е – 7.1 мг%, а содержание ретинола достигает 1–2 мг%. Очевидно, что уменьшение абсолютного количества витамина Е в икре сиговых, причиной которого может являться либо недостаток токоферола в кормах, либо низкий уровень общих липидов, компенсируется витамином А, выполняющим те же функции, что особенно проявляется в годы с низкой температурой воды осенью. Это, однако, не улучшает качества икры, получаемой от самок сигов: размеры икринок, оплодотворяемость икры и выживаемость эмбрионов снижаются примерно в 1.5 раза.

Потребность производителей сигов в витамине Е многократно возрастает в период созревания гонад: его концентрация в печени и гонадах увеличивается в 1.5–2.5 раза. Например, содержание токоферола в печени самок волховского сига, достигших III стадии зрелости, составляет в среднем 46 мг%, в яичниках – 37 мг%, а на V стадии – 71 и 73 мг% соответственно. Уровень витамина Е в печени самцов волховского сига при созревании возрастает с 53 до 76 мг%, а в семенниках – с 33 до 82 мг%.

С возрастом потребности самок сигов в витамине Е значительно возрастают вследствие повышения их плодовитости. Так, при использовании корма с содержанием 300 мгЕ/кг уровень токоферола в икре четырехлетних самок пеляди (средняя плодовитость 42 тыс. шт. икринок) составил 53 мг% и всего 39.6 мг% в икре пятилетних самок (74 тыс. шт.).

Полученные нами данные свидетельствуют, что одной из основных функций витамина Е в организме сиговых является поддержание нормального физиологического состояния рыб и развивающихся эмбрионов в период низких температур. На основании результатов многолетних исследований установлено, что в искусственных кормах для производителей сиговых в промышленных условиях должно содержаться не менее 400 мг витамина Е / кг.

Список литературы

Вальдман А.Р. Витамины в животноводстве. Рига: Зинатне, 1977. 352 с.

Остроумова И.Н. Биологические основы кормления рыб. СПб.: ГосНИОРХ, 2001. 372 с.

Тимошина Л.А., Мосейчук К.Б., Остроумова И.Н., Смирнова Л.В. Влияние каротиноидов на биохимические показатели производителей форели в период созревания гонад // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. 1997. Вып. 325. С. 19–30.

Шабалина А.А. Физиолого-биохимические и продуктивные качества впервые нерестующих самок форели, выращенных на разных кормах // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. 1988. Вып. 275. С. 102–107.

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КОРЮШКИ

А.К. Шумилина, А.В. Козьмина, Т.Г. Якубец

Государственный НИИ озерного и речного рыбного хозяйства,
199005 Санкт-Петербург; e-mail aqualab2007@yandex.ru

Корюшка (*Osmerus eperlanus* L.) – проходной вид, распространена по всей акватории восточной части Финского залива. Это одна из важнейших промысловых рыб Финского залива и объект любительского рыболовства. Корюшка – представитель арктического фаунистического комплекса, адаптирована к температуре 2–4°C и держится преимущественно в придонных слоях. Промысловая длина 14–18 см, масса 22–50 г, предельный возраст в настоящее время не превышает 7 лет. Массовое созревание наступает на 3–4-м годах жизни. Абсолютная плодовитость – от 6 до 130 тыс. икринок, в среднем – 32.8 тыс. икринок. Нерест единовременный с ежегодной периодичностью. Ход корюшки на нерест начинается при температуре воды 1–2°C. Средняя продолжительность нерестового хода – 40–50 дней. По срокам нерестового хода и местам нереста различают две экологические формы. Одна форма нерестится непосредственно в Невской губе, а другая более крупная форма, которая называется у рыбаков-любителей «черноспинкой», с более поздними сроками подхода, нерестится в р. Неве. Массовый нерест наблюдается в мае-июне при температуре 6–10°C. Эм-

бриональное развитие при 8–10°C длится 15–21 дней (Подаруева, 1972; Решетников и др., 2002; Попов, 2006).

Максимальные уловы корюшки наблюдались во второй половине 1960-х гг. (2650 т); в 70-ых годах они уменьшились почти в два раза – до 1400 т (1979 г.). Во второй половине 1980-х гг. наблюдался второй подъем с пиком вылова в 1989 г. – 3536 т. В последние десятилетия отмечается устойчивое снижение объемов вылова корюшки, принявшее с 1993 г. обвальный характер. В 2004 году ее вылов был минимальным за всю историю её лова – 103 т, в том числе в пределах Невской губы и р. Невы всего около 30 т (Попов, 2006). Поэтому сейчас все чаще поднимается вопрос об искусственном воспроизводстве корюшки, что требует специальных исследований в области физиологии и биохимии этого вида, которые изучены довольно слабо.

Объектом настоящего исследования (2006 г.) явились производители невиской корюшки, выловленные закидным неводом на тоне, расположенной в русле р. Невы в черте г. Санкт-Петербурга. Всего было исследовано 17 самок и 32 самца. Яичники большинства самок находились на V стадии зрелости, самцов – на IV, текущие производители встречались единично. Физиолого-биохимические показатели производителей определяли стандартными методами.

Таблица 1. Физиолого-биохимические показатели производителей невиской корюшки

Показатель	Самки (V)	Самцы (IV)
Масса, г	28±4.5	21±2.4
Длина (L), см	14.7±0.46	13.8±0.34
Коэффициент зрелости, %	19.2±2.33	2.7±0.50
Коэффициент упитанности по Фультону	0.8±0.03	0.8±0.02
Индекс печени, %	1.2±0.08	1.1±0.06
Индекс полостного жира, %	0.3±0.07	0.5±0.12
Содержание в мышцах, % сырого вещества		
вода	79.9±0.48	79.2±0.73
общий протеин	15.5±0.51	15.5±0.27
общий жир	1.3±0.13	2.5±0.78
зола	1.1±0.15	1.3±0.16
Содержание в печени:		
общий жир, % сырого вещества	4.1±0.40	7.4±1.46
витамин С, мг%	22.4±5.77	22.3±4.24
витамин А, мг%	19.2±1.57	17.0±1.43
витамин Е, мг%	33.2±3.05	28.7±3.54
каротиноиды, мкг/г	4.8±0.70	2.3±0.34

Как показали результаты, самки корюшки входят в устье р. Невы более истощенными, чем самцы, что связано в первую очередь с формированием половых продуктов. Коэффициент зрелости самок почти в 7 раз превышает коэффициент зрелости самцов (табл. 1). На формирование икры самки тратят огромное количество энергии, источником которой являются липиды. Соответст-

венно все показатели липидного обмена у самок корюшки были ниже, особенно содержание общего жира в мышцах и печени. При этом оводненность мышц самок несколько возрастает.

Различия самок и самцов корюшки по уровню витаминов в печени были незначительны, однако общее содержание каротиноидов, являющихся предшественниками витамина А в организме рыб, у самок оказалось почти в 2 раза выше.

Наиболее значимыми были отличия по биохимическому составу гонад. Яичники самок характеризовались более высоким уровнем запасных веществ – протеина, жира, минеральных веществ, необходимых для развития эмбриона. В семенниках содержалось больше воды, входящей в состав семенной жидкости (табл. 2).

Таблица 2. Биохимические показатели гонад невской корюшки

Показатель	Яичники (V)	Семенники (IV)
Вода, %	61.5±2.06	70.3±2.05
Общий протеин, % сырого вещества	22.8±1.83	19.0±1.34
Общий жир, % сырого вещества	8.3±0.75	6.3±1.37
Зола, % сырого вещества	2.1±0.34	1.5±0.22
Витамин С, мг%	24.1±1.06	12.4±0.99
Витамин А, мг%	8.7±2.58	4.9±0.51
Витамин Е, мг%	8.7±0.53	11.8±0.68
Каротиноиды, мкг/г	3.0±0.52	1.4±0.26

Содержание витаминов С и А, функции которых в организме рыб связаны с их антиоксидантной активностью и нацелены на сохранение целостности клеток развивающегося эмбриона, а также каротиноидов, предшественников витамина А, в яичниках корюшки превышало их уровень в семенниках в 2 раза. В семенниках в 1,5 раза больше витамина Е, что связано с его важной ролью в процессе сперматогенеза. Как известно, токоферол, иначе витамин плодовитости или фактор размножения, обеспечивает целостность половых клеток и способствует оплодотворению, причем потребности самцов в витамине Е в 1.5 раза выше (Вальдман, 1977).

Список литературы

- Вальдман А.Р. Витамины в животноводстве. Рига, 1977. 352 с.
- Подаруева З.С. Промыслово-биологическая характеристика невской корюшки *Osmerus eperlanus* (L.) по материалам 1965–1967 гг. // Изв. ГосНИОРХ. 1972. Т. 82. С. 11–35.
- Попов А.Н. биология и воспроизводство запасов корюшки (*Osmerus eperlanus* L.) восточной части Финского залива // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. 2006. Вып. 331. Т. 2. С. 92–118.
- Решетников Ю.С., Попова О.А., Соколов Л.И. и др. Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. Т. 1. М.: Наука, 2002. 379 с.

ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ У КРЫС В ПРОЦЕССЕ РАЗВИТИЯ ОСТРОЙ НИТРИТНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ

Т.Е. Шумилова, В.И. Шерешков, И.Н. Январева
Санкт-Петербургский государственный университет,
199034 Санкт-Петербург; e-mail: shumt@pochta.ru

Научно-технический прогресс неизбежно сопровождается внедрением в ход естественных природных процессов. Нарастая темпы хозяйственной деятельности, человек создает угрозу разрушения сложившихся в результате эволюционного развития экосистем, и тем самым ставит под вопрос существование животного и растительного мира, в том числе, собственное выживание. Одним из главных механизмов смещения экологического равновесия является нарушение кислородного режима в среде обитания, которое вызывает угнетение процессов аэробного энергообразования в живых системах.

Антропогенное давление на экосистемы в значительной степени обусловлено широким распространением азотсодержащих ксенобиотиков с выраженными гипоксическими свойствами. Их источниками являются избыток азотных удобрений, выбросы промышленных предприятий и городского транспорта, питьевая вода, продукты питания и т.д. (Ажипа и др., 1990).

Попадая в организм эти соединения вовлекаются в метаболические процессы, в результате которых образуются окислы азота различной степени окисленности, в том числе оксид азота и другие активные формы азота и кислорода, обладающие широким спектром нарушения доставки и утилизации O_2 в тканях.

В этих условиях особую роль в обеспечении срочных адаптационных реакций играет система кровообращения. В связи с этим целью данной работы было изучить системные и регионарные гемодинамические реакции у крыс в условиях острой нитритной нагрузки – экспериментальной модели экзогенного нитрозивного стресса, сопровождающегося гипоксией.

Эксперименты проводили на самцах крыс Wistar с массой тела 150–180 г с использованием нембуталового наркоза (50 мг/кг). Нитритную гипоксию создавали путем подкожного введения водного раствора нитрита натрия из расчета 1, 3 и 5 мг/100 г массы тела. Для оценки системной и периферической гемодинамики с помощью реографии производили одновременное определение частоты сердечных сокращений (ЧСС), ударного объема сердца (УО), минутного объема крови (МОК), сердечного индекса (СИ), общего периферического сопротивления (ОПС), а также объемного органного мышечного (группа мышц задней конечности) и мозгового кровотока по Кубичеку. Среднее артериальное давление (АД) измеряли в бедренной артерии с помощью тензометрии. Регистрация гемодинамических параметров длилась в течение 1–1.5 ч.

Результаты экспериментов показали, что первой гемодинамической реакцией на введение нитрита было резкое падение АД, причем скорость развития гипотензивной реакции не зависела от дозы препарата. В то же самое время латентный период развития гипотензии и скорость восстановления АД снижались (от 310 ± 64 с до 164 ± 18 с и от 1.2 ± 0.3 до 0.6 ± 0.2 мм рт.ст./мин), а амплитуда и

длительность гипотензии увеличивались (от 66 ± 6 до 42 ± 4 мм рт.ст. и от 25 мин до 70 мин) в соответствии с ростом дозы нитрита от 1 до 5 мг/100 г массы тела ($p < 0.05$). При этом в динамическую гипотензивную фазу к 15–20 мин нитритного воздействия наблюдалось значительное дозозависимое снижение насосной функции сердца на фоне падающего **ОПС**, которое было обусловлено развитием брадикардии и уменьшением **УО**. С момента перехода динамической фазы в фазу устойчивой гипотензии при продолжающемся снижении **ОПС МОК** начинал расти, и он значительно превышал исходный уровень к 45–55 мин после инъекции в зависимости от дозы NaNO_2 , главным образом, за счет увеличения ударного объема сердца и незначительного роста **ЧСС**. В конце периода наблюдений (через 1–1.5 ч после инъекции) все системные показатели приближались к исходным значениям, за исключением **ОПС**, а брадикардия сменялась развитием тахикардии, особенно при высоких дозах нитрита. Отмеченные изменения системной гемодинамики сопровождались перераспределением периферического кровоснабжения, которое выражалось в значительном дозозависимом увеличении органного мозгового кровотока (в 1.3, 4 и 6 раза, соответственно) и снижении перфузии скелетных мышц задних конечностей крысы (на 76, 78 и 82%, соответственно) ($p < 0.05$) с последующим восстановлением их до исходных значений в конце эксперимента.

Таким образом, результаты экспериментов показали, что нитритная гипоксия вызывает значительные изменения системной и регионарной гемодинамики. Пусковым моментом выявленных гемодинамических реакций является резкое снижение **АД** в течение 1–2 мин (динамическая фаза) в связи со специфическим свойством нитрита к стойкому расширению артериальных и венозных сосудов.

Полученные гемодинамические эффекты нитрита отличаются от тех, которые развиваются при острой гипоксической гипоксии, когда **АД** растет со снижением pO_2 во вдыхаемом воздухе (ниже 90–70 мм рт.ст.) на фоне тахикардии (Spicuzza et al., 2005), а также геморрагической гипоксии, когда уровень **АД** начинает падать только после изъятия 30% объема крови, что сопровождается прогрессивно нарастающим увеличением **ЧСС** (Brooks et al., 1998). Сердечно-сосудистые ответы на нитритную гипоксию проявляют некоторое сходство с «нырательными» кардиоваскулярными реакциями (развитие брадикардии при апноэ во время погружений). Сходство с другими гипоксическими состояниями при нитритной интоксикации проявляется также в перераспределении кровотока в пользу головного мозга за счет снижения перфузии скелетных мышц.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что процесс кардиоваскулярной адаптации в условиях нитритной гипоксии заключается в экономном расходовании энергоресурсов организма: увеличение **МОК** в устойчивую фазу нитритной гипотензии происходит за счет урежения **ЧСС** и роста **УО**, а также путем перераспределения потоков крови на периферии. Положительный инотропный эффект нитрита связан, очевидно, с увеличением венозного возврата вследствие снижения нитритами **ОПС** и вязкости крови (последнее было показано другими авторами) (Bin et al., 2006). Восстановление **АД** через

1–1.5 ч после введения нитрита может быть обусловлено указанными изменениями сердечной деятельности, а также выходом в кровеносное русло клеточной воды в результате перераспределения ионов между клетками и плазмой, что было показано нами ранее (Шумилова и др., 2004).

Список литературы

Ажипа Я.И., Реутов В.П., Каюшин Л.П. Экологические и медико-биологические аспекты проблемы загрязнения окружающей среды нитратами и нитритами // Физиология человека. 1990. Т. 16. С. 131–150.

Spicuzza L., Porta C., Bramanti A., Maffei M., Casucci G., Casiraghi N., Bernardi L. Interaction between central-peripheral chemoreflexes and cerebro-cardiovascular control // Clin. Auton. Res. 2005. V. 15. P. 373–381.

Brooks V.L., Quesnell R.R., Kane C.M., Keil L.C. Hemodynamic and hormonal responses to hemorrhage in conscious rabbits at mid- and late gestation // Am. J. Physiol. 1998. V. 275. P. R1082-R1090.

Шумилова Т.Е., Ноздрачев А.Д., Шерешков В.И. Ионный состав крови крыс при острой нитритной гипоксии // Вестник СПбГУ. 2004. Сер. 3. С. 41–49.

СРАВНЕНИЕ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ ЯДА ОБЫКНОВЕННОЙ И СТЕПНОЙ ГАДЮК, ОБИТАЮЩИХ В ВОЛЖСКОМ БАССЕЙНЕ

И.В. Шуршина, А.Л. Маленев, А.Г. Бакиев

Институт экологии Волжского бассейна РАН, 445003 Тольятти;
e-mail: herpetology@list.ru

На территории Волжского бассейна обитают 2 вида гадюк рода *Vipera*: обыкновенная гадюка *V. berus* и восточная степная гадюка *V. renardi*. К настоящему времени различия в составе и свойствах их ядовитого секрета исследованы недостаточно.

Цель работы – обозначить межвидовые различия в активности протеолитических ферментов и оксидазы L-аминокислот ядов этих гадюк. Используемые в настоящей статье данные были частично опубликованы нами ранее (Маленев и др., 2007а; Маленев и др., 2007б; Бакиев и др., 2008; Шуршина, 2009).

Гадюк отлавливали в различных районах Волжского бассейна и содержали в лаборатории герпетологии и токсинологии ИЭВБ РАН. Отбор яда проводили механическим способом в чашки Петри, массируя ядовитые железы. После чего яд высушивали до постоянной массы в эксикаторе над хлористым кальцием. Для анализа использовали объединенные образцы яда (ядовитый секрет, полученный от нескольких особей из одной популяции), и индивидуальные образцы (каждый образец получен от одной особи). Всего было проанализировано 43 объединенных и 106 индивидуальных образцов яда обыкновенной гадюки, 24 объединенных и 11 индивидуальных образцов яда степной гадюки. Измерения активности ферментов в каждом образце проводили от 3 до 15 раз, количество измерений было ограничено количеством яда в образце.

Протеолитическую активность яда оценивали по степени гидролиза казеината натрия. Активность оксидазы *L*-аминокислот определяли с использованием в качестве субстрата *L*-фенилаланина. Более подробное описание методик можно найти в наших публикациях (Маленев и др., 2007а; Маленев и др., 2007б; Шуршина, 2009).

Минимальные и максимальные значения активности ферментов ядовитого секрета гадюк Волжского бассейна представлены в таблице.

Таблица 1. Активность протеолитических ферментов и оксидазы *L*-аминокислот в ядах обыкновенной и степной гадюк, обитающих в Волжском бассейне (*n* – количество проанализированных образцов, *lim* – лимиты)

Вид	Активность протеолитических ферментов		Активность оксидазы <i>L</i> -аминокислот	
	<i>n</i>	<i>lim</i> , мкг тирозина/мг белка·мин	<i>n</i>	<i>lim</i> , Е/мг белка·мин
<i>Vipera berus</i>	149	6.0–34.0	97	0.0–47.3
<i>Vipera renardi</i>	35	52.6–102.4	21	0.0–15.6

Согласно данным таблицы, активность протеолитических ферментов в яде степной гадюки значительно выше аналогичных данных, полученных нами для яда обыкновенной гадюки. Значения протеолитической активности у двух видов даже не перекрываются. Любопытно, что протеолитическая активность ядов гюрзы *Macrovipera lebetina* (57.9–141.0 мкг тирозина/мг белка·мин) и гадюки Радде *Vipera raddei* (37.1–46.4) (наши данные) также имеет более высокий, по сравнению с обыкновенной гадюкой, уровень. Если поставить вопрос, что же отличает эти виды от обыкновенной гадюки, то можно отметить следующее. По сравнению с обыкновенной гадюкой они распространены южнее. Ареал обыкновенной гадюки перекрывается только со степной гадюкой, но при симпатрическом обитании последние 2 вида разделены биотопически: обыкновенная гадюка придерживается лесных биотопов, а степная гадюка предпочитает более открытые местообитания. Синтопия у обыкновенной и степной гадюк не отмечена. Кроме того, имеются различия в пищевых предпочтениях рассматриваемых видов. Известно, что в рационе обыкновенной гадюки насекомые практически отсутствуют, а остальные 3 вида (степная гадюка, гюрза, гадюка Радде) – хоть и в разной степени – склонны к энтомофагии.

Активность оксидазы *L*-аминокислот в ядах обыкновенной и степной гадюк варьирует в широких пределах, снижаясь в отдельных образцах до нуля (см. табл. 1). При этом размах вариации значений активности этого фермента в яде обыкновенной гадюки примерно в 3 раза больше, чем в яде степной гадюки.

По литературным сведениям (Kornalik, Master, 1964) активность оксидазы *L*-аминокислот у ряда видов змей связана с интенсивностью желтой окраски яда – чем желтее окраска ядовитого секрета, тем выше активность фермента, а в бесцветных образцах его активность близка к нулю. Это подтверждают и наши опубликованные материалы по яду обыкновенной гадюки (Бакиев и др., 2008).

По предварительным данным, такая же тенденция выявляется нами и для яда восточной степной гадюки, но применительно к данному виду детальное изучение этого вопроса является предметом наших дальнейших исследований.

Список литературы

Бакиев А.Г., Маленев А.Л., Четанов Н.А., Зайцева О.В., Песков А.Н. Обыкновенная гадюка *Vipera berus* (Reptilia, Viperidae) в Волжском бассейне: материалы по биологии, экологии и токсинологии // Бюл. «Самарская Лука». Т. 12. № 4 (26). 2008. С. 759–816.

Маленев А.Л., Бакиев А.Г., Зайцева О.В., Шуршина И.В. Протеолитическая активность и пептидный состав яда самцов и самок обыкновенной гадюки из Самарской области // Актуальные проблемы герпетологии и токсинологии: Сб. науч. тр. Вып. 10. 2007а. С. 94–100.

Маленев А.Л., Бакиев А.Г., Зайцева О.В., Шуршина И.В., Зиненко А.И. Протеолитическая активность яда обыкновенных гадюк из некоторых популяций России и Украины // Известия Самарского НЦ РАН. 2007б. Т. 9. № 4. С. 1056–1060.

Шуршина И.В. Изучение внутривидовой изменчивости свойств яда восточной степной гадюки *Vipera renardi* в Волжском бассейне // Экологический сборник 2: Труды молодых ученых Поволжья. Тольятти: ИЭВБ РАН; «Кассандра», 2009. С. 208–213.

Kornalik F., Master R.W.P. A comparative examination of yellow and white venoms of *Vipera ammodytes* // Toxicon. 1964. V. 2. P. 109–111.

РОЛЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ВОДОЕМА В ФОРМИРОВАНИИ СПЕРМЫ У СИГОВ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Т.Г. Якубец

Государственный НИИ озерного и речного рыбного хозяйства,
199053 Санкт-Петербург; e-mail: aqualab2007@yandex.ru

Температура воды является одним из основных экологических факторов, оказывающих непосредственное влияние на жизнедеятельность рыб как в естественных водоемах, так и в аквакультуре. С температурой тесно связано и размножение рыб: время и продолжительность созревания половых продуктов, начало и конец нереста, длительность инкубационного периода икры и т. д. От температуры зависит протекание сперматогенеза и качество спермы, продуцируемой самцами рыб, что доказано многочисленными исследованиями на разных видах (Кузьмин, Чуватова, 1970; Казаков, Волошенко, 1979).

Настоящее исследование проводилось в 2005–2006 гг. на оз. Суходольское (Ленинградская обл.), где расположены садки с маточными стадами сигов, формируемыми в промышленных условиях. Температурный режим выращивания сигов в садках в 2006 г. был значительно хуже, чем в предыдущем (рис. 1). Период с температурами воды более 18°C (верхний оптимум роста и развития сигов), когда сигов в садках не кормили, длился более 2-х месяцев. Это привело к сильному истощению производителей, замедлению процессов гаметогенеза и

оказало негативное влияние на качество половых продуктов сигов. Остальные условия выращивания (плотность посадки, рецептура и состав кормов и т. д.) не различались.

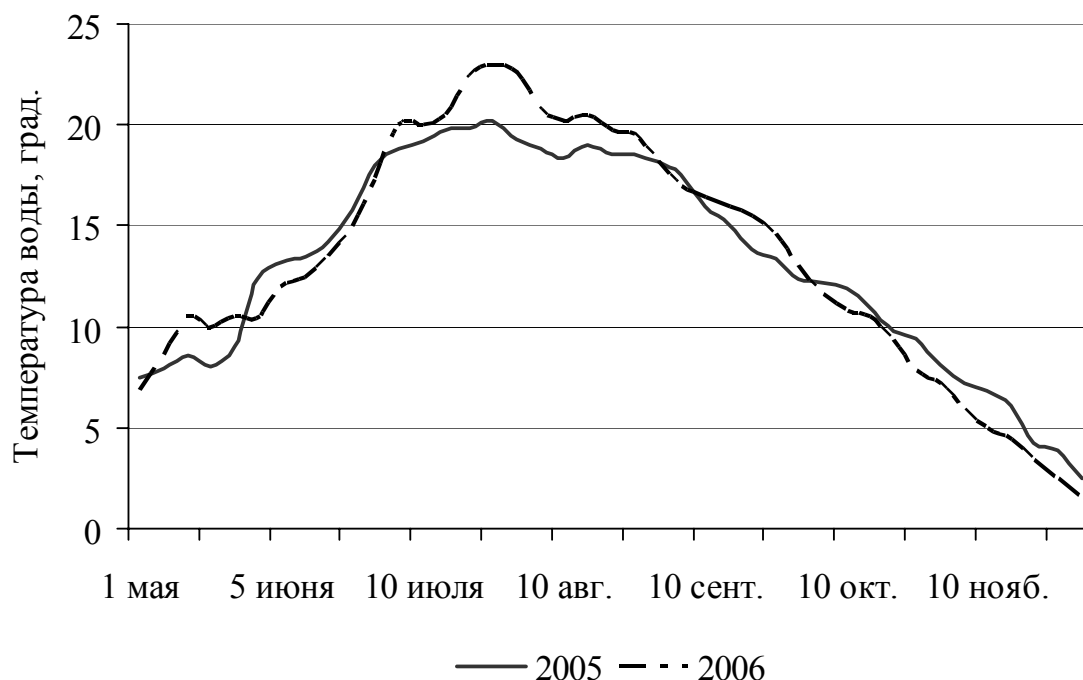


Рис. 1. Температурный режим озера Суходольского в 2005–2006 гг.

Сравнение показателей качества спермы одновозрастных сигов (3+) в разные годы исследований выявило довольно существенные различия по целому ряду показателей.

Ухудшение температурного режима оказало наибольшее воздействие на качество спермы волховского сига. В 2005 г. от четырехлетних самцов этого вида однократно получали в среднем 1.7 мл спермы с концентрацией спермиев 5.9 млн./мм^3 и время подвижного состояния спермиев (активность) 66.8 с. В 2006 г. все качественные и количественные показатели спермы у четырехлеток волховского сига были в 1.2–1.3 раза ниже (табл. 1). В 1.5–1.7 раза снизилась и продуктивность самцов: в 2005 г. количество спермиев в порции эякулята составило 10.4 млрд. или 10.1 млрд. спермиев на 1 кг массы, в 2006 г. – 6.3 млрд. (6.7 млрд./кг).

У четырехлетних самцов пеляди влияние неблагоприятных условий выращивания 2006 г. проявилось только в некотором снижении активности спермы – до 90.7 с против 100.0 с в 2005 г. Все остальные репродуктивные признаки самцов оказались выше. Особенно резко, почти в 2 раза, возросло количество единовременно продуцируемых спермиев.

Столь различная реакция воспроизводительной системы самцов сиговых разных видов на ухудшение температурного режима выращивания обусловлена в первую очередь биологическими особенностями разводимых видов. Как известно, волховский сиг относится к стенобионтам и при прогреве поверхност-

ных слоев воды мигрирует в более холодные глубоководные участки Ладожского озера (Правдин, 1954). В садках он хуже других видов переносит прогрев воды, смертность волховского сига в это время самая высокая. Кроме того, производители волховского сига первыми вступают в нерестовую компанию: в конце октября – начале ноября. Следовательно, период осеннего нагула, когда у сигов в садках происходит восстановление организма и накопление резервных веществ для созревания и дальнейшей зимовки, у производителей волховского сига короче на 1–1.5 месяца по сравнению с пелядью. Этого явно не достаточно для формирования качественных половых продуктов.

Таблица 1. Характеристика спермы самцов сиговых (3+)

Вид Показатель	Пелядь		Волховский сиг	
	2005 г.	2006 г.	2005 г.	2006 г.
Масса, кг	0.7±0.04	0.8±0.06	1.03±0.03	1.0±0.06
Длина по Смигу, см	37.3±0.91	40.0±0.84	45.1±0.43	44.9±0.67
Объем эякулята, мл	1.0±0.11	1.6±0.23	1.7±0.23	1.4±0.18
Концентрация спермиев, млн./мм ³	5.5±0.25	6.0±0.18	5.9±0.32	4.5±0.53
Активность, с	100.0±3.69	90.7±6.2	66.8±9.51	51.5±2.98
Количество спермиев в порции эякулята:				
млрд. шт.	5.6±0.54	9.6±1.37	10.4±1.59	10.1±1.61
млрд. шт./кг	8.6±0.74	12.3±1.85	6.3±1.08	6.7±1.17

Пелядь – самый пластичный вид среди сигов. Она хорошо адаптируется даже в водоемах республик Казахстана и Башкирии (Решетников, 1980). В садках на оз. Суходольское пелядь довольно хорошо переносит период экстремальных температур с минимальным отходом. Нерест пеляди начинается только в декабре, поэтому производители вполне успевают восстановить физиологический статус и сформировать качественные половые продукты. Таким образом, повышение общей продуктивности самцов пеляди в 2006 г. является ответной реакцией организма рыб на ухудшение среды обитания, которая нацелена на сохранение вида в неблагоприятных условиях (Никольский, 1974).

Список литературы

Кузьмин А.Н., Чуватова А.М. Половое созревание и анализ нарушений гаметогенеза у самцов чира – *Coregonus nasus* (Pallas) при выращивании их в прудах и озерах Северо-Запада СССР // Вопр. ихтиологии. 1970. Т. 10. Вып. 1 (60). С. 69–82.

Казаков Р.В. Сравнительная характеристика качества спермы гибрида пеляди с чиром и родительских видов при разведении в водоемах Северо-Запада // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. 1979. Вып. 139. С. 94–105.

Никольский Г.В. Экология рыб. М.: Высшая школа, 1974. 368 с.

Правдин И.Ф. Сиги водоемов Карело-Финской ССР. М.: АН СССР, 1954. 324 с.

Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. М.: Наука, 1980. 300 с.

ПРОБЛЕМА РАДИОАДАПТАЦИИ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ НА ВУРСе И В ЧЕРНОБЫЛЕ: ДОЗОВЫЕ НАГРУЗКИ, МИГРАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ, ПАТОЛОГИЯ

Н.М. Любашевский¹, В.И. Стариченко²

¹*Institute of Mental Activity IAPS, Ашдод, Израиль; e-mail: nahum.nema@mail.ru*

²*Институт экологии растений и животных УрО РАН, 620144 Екатеринбург; e-mail: starichenko@ipae.uran.ru*

Радиоадаптация микроорганизмов, растений и низших животных в настоящее время может рассматриваться как экспериментально установленный факт. Проблему представляет радиоадаптация млекопитающих (Любашевский и др., 2000). Впечатляет разнообразие мнений по этому вопросу: 1 – популяционно-генетическая адаптация, развивающаяся в ряду поколений; 2 – физиологическая радиоадаптация, возникающая в онтогенезе; 3 – радиоадаптация пока не доказана; 4 – для большинства видов невозможна т.к. площади загрязнения малы; 5 – отрицание радиоадаптации; 6 – игнорирование её роли в популяционных процессах; 7 – исключение радиации из обсуждения в обзорах по проблемам адаптации животных к патогенным факторам среды.

В десятках публикаций установлены радиобиологические особенности мелких млекопитающих на Восточно-Уральском радиоактивном следе (ВУРСе) и в Чернобыле. Важнейшие популяционно-демографические показатели: 1 – видовой состав населения грызунов не отличается от наблюдаемого на контрольных территориях; 2 – численность (плотность) населения такая же или выше, чем в контроле; 3 – воспроизводство обычно повышено; 4 – миграционная активность снижена. Сдвиги морфофизиологических показателей включают: 1 – свидетельства нестабильности генома, выражающиеся в повышении частоты цитогенетических нарушений (хромосомных aberrаций, микроядер, анеуплоидии и полиплоидии, а также наследуемых изменений генома – индикаторов мутагенеза у предшествующих поколений, такие, как аномальные наборы хромосом у самок ХУ, ХО и др.); 2 – свидетельства эпигенетических сдвигов (изменение частот встречаемости альтернативных неметрических признаков черепа); 3 – соматические сдвиги (изменения морфофизиологических индексов, гематологические, иммунологические и биохимические нарушения, изменения реактивности на дополнительные нагрузки, в том числе лучевые). Очевидно, что высокая численность при уменьшении миграционного обновления популяции и при увеличенном воспроизводстве – признаки адаптации, генетический груз – цена адаптации и свидетельство её генетической природы. Пример совершенной радиоадаптации – обыкновенная слепушонка: у неё нет отклонений от нормы при обитании в зоне загрязнения 1000 Ки/км². Дополнительные данные к обоснованию радиоадаптации грызунов на ВУРСе и в Чернобыле базируются на уточнении дозовых нагрузок, получаемых ими. В работе (Шишкина, Любашевский, 2008) предложены расчётные формулы мощности дозы в скелете: $DR^{кость} = 7.0 \times C_{Sr}^{кость}$ – для мыши и $DR^{кость} = 15.0 \times C_{Sr}^{кость}$ – для крысы. Эти формулы верифицированы методом биоиндикации (Lyubashevskiy, Starichenko 2008). Критерием адекватности формулы служило совпадение

смертельных доз ($LD_{50/30}$) внутреннего β -облучения ^{90}Sr , которые были вычислены посредством этой формулы, и $LD_{50/30}$ внешнего γ -облучения: 28.5 и 32 Гр – у мыши и 24.4 и 27 Гр – у крысы соответственно. Это – подтверждение адекватности предлагаемых формул и обоснование их использования в стандартизации дозиметрии млекопитающих с соответствующими размерами тела. Количественная оценка как адаптации (мера которой – благополучие при дозовой нагрузке, подавляющей воспроизводство – 10 мГр/сут; и при повышающей летальность – 100 мГр/сут), так и миграции, сопряжена с определением мощности поглощённых доз. В настоящее время только одна группа животных (обыкновенная полёвка, зона 1000 Ки/км²) облучается дозой, превышающей дозу, толерантную по воспроизводству (13.4 мГр/сут), и ни одна – дозой, выше толерантной по жизнеспособности. Но в 1969 г., через 12 лет после аварии, почти все животные, обитающие в зоне 1000 Ки/км², облучались смертельными дозами. И при этом снижения численности и явных признаков поражения животных авторитетные специалисты не отмечали. Мигрантом считали животное, мощность дозы в скелете которого отличалась от средней мощности дозы на данном участке больше, чем в 10 раз. По опубликованным и пересчитанным нами данным, на ВУРСе в разные годы фиксировали от 3.0 % до 18.3 % мигрантов (на интактных территориях – 20-60 %, вблизи медеплавильного завода – до 100 % и более). Точки отлова располагались в 0.8-2.6 км друг от друга. Значимые групповые различия средних мощностей доз свидетельствуют о невысокой степени перемешивания животных. Это признак микрогруппировок, приуроченных к определённым местообитаниям. Подобное же обособление дозовых группировок наблюдалось и в Чернобыле (Chesser et al., 2000). Здесь расстояния между точками отлова – от 0.05 до 1 км. На расстоянии всего 100 м обнаружены группы со средним облучением в 0.019 мГр/сут и 9.9 мГр/сут. Суммарные дозовые нагрузки у грызунов в Чернобыле в настоящее время выше, чем на ВУРСе: в ряде точек у половины грызунов мощность дозы превышала 10 мГр/сут, у некоторых – 100 мГр/сут. Сходство в реакции грызунов несомненно, несмотря на существенные отличия полигонов ВУРСа и ЧАЭС. В частности, различна их конфигурация, зависящая от направления ветра во время аварии: узкая длинная полоса, наиболее радиоактивная по осевой линии на ВУРСе и неправильной формы зона обширного неравномерного загрязнения вокруг эпицентра ЧАЭС. При обычной миграционной активности мыши и полёвки могут легко преодолеть 1-5 км поперечника ВУРСа до «чистой» территории. Однако фактически лишь небольшая часть животных уходит с загрязнённой территории: снижение миграции (увеличение оседлости) – необходимое условие адаптации к радиотоксичной, но богатой пищевыми ресурсами и укрытиями территории. Действительно, почти полная оседлость наблюдается у обитающей в подземной колонии слепушонки ($DR = 5.4$ мГр/сут), которая достигла **совершенной** адаптации. У обитающих на этой же территории мышей и полевок ($DR = 3.3-13.4$ мГр/сут) – адаптация **несовершенная**, поскольку у них нет необходимого условия её завершения – достаточно полной изоляции. Очевидно, что обмен генами с неадаптированными животными (даже при пониженной миграции) препятствует завершению адаптации.

Список литературы

Любашевский Н.М., Чибирик М.В., Тарасов О.В. и др. Жизнеспособность популяций мелких млекопитающих в радиационной и экотоксичной среде // Проблемы отдалённых эколого-генетических последствий радиационных инцидентов. Екатеринбург, 2000. С. 54–66.

Стариченко В.И. Стронций-90 в костной ткани мелких млекопитающих на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС) // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. Томск: Тандем-Арт, 2004. С. 576–579.

Шишкина Е.А., Любашевский Н.М. К вопросу о дозиметрии внутреннего облучения изотопами ^{90}Sr и ^{90}Y для мышевидных грызунов // Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды. Т. 1. Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2008. С. 25–30.

Chesser R.K., Sugg D.W., Lomakin M.D. et al. Concentrations and dose rate estimates of $^{134,137}\text{Cesium}$ and $^{90}\text{Strontium}$ in small mammals at Chornobyl, Ukraine // Environ. Toxicol. Chem. 2000. V. 19. № 2. P. 305–312.

Lyubashevskiy N., Starichenko V. Bioindication as a validation criterion for calculated and experimental methods of dosimetry // BioDose 2008 – 7th International Symposium on ESR Dosimetry and Applications being held at Dartmouth, Hanover, USA. September 7-11, 2008 (in press).

Содержание

Агильон-Гуттиеррес Д.Р., Бурлакова О.В., Голиченков В.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВТОРНЫХ РЕГЕНЕРАЦИЙ КОНЕЧНОСТИ ИСПАНСКОГО ТРИТОНА	3
Адамян Ц.И., Геворкян Э.С. ВЛИЯНИЕ ПРЕОПТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ ГИПОТАЛАМУСА НА РЕГУЛЯЦИЮ ЭРИТРОПОЭЗА ЖИВОТНЫХ- ДОНОРОВ КОСТНОГО МОЗГА	5
Азиев С.Э. АККЛИМАТИЗАЦИИ ЗАВОЗНЫХ КОРОВ ЧЕРНО- ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ В УСЛОВИЯХ НИЗМЕННОЙ ЗОНЫ АЗЕРБАЙДЖАНА	7
Акимова Н.С., Губина Т.И. ТОКСИЧНОЕ ДЕЙСТВИЕ АКРИДОН-2- СУЛЬФОКИСЛОТЫ НА БЕЛЫХ БЕСПОРОДНЫХ КРЫС	9
Ананьев В.Н., Мирюк М.Н., Ананьева О.В., Павлов Б.Н., Ипполитов И.В., Ипполитов Е.В., Павлов Н.Б., Ананьев Г.В., Аминев Р.Ш., Фурин В.А., Курочкина И.Н. АНАЛИЗ РЕАКТИВНОСТИ СИСТЕМНОГО И РЕГИОНАЛЬНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ К АДРЕНАЛИНУ ПРИ АДАПТАЦИИ К НИЗКИМ ТЕМПЕРАТУРАМ	11
Арутюнян Р.С., Акопян Н.С., Адамян Н.Ю., Карапетян М.А. ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УЧАСТИЯ МАМИЛЛЯРНЫХ ЯДЕР ГИПОТАЛАМУСА В РЕГУЛЯЦИИ АКТИВНОСТИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ НЕЙРОНОВ ПРИ ГИПОКСИИ	14
Архипова Н.Д., Бессонова Н.М. РОЛЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В СУЩЕСТВОВАНИИ ПАТОГЕННЫХ БАКТЕРИЙ	16
Баишникова И.В., Ильина Т.Н., Тютюнник Н.Н. ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЙ ДОЗЫ ВИТАМИНА А НА ЭНДОГЕННЫЙ УРОВЕНЬ РЕТИНОЛА И α - ТОКОФЕРОЛА У ПЕСЦОВ И ЛИСИЦ	19
Беньковская Г.В., Сурина Е.В. ПРИРОДНЫЕ МИКОЗЫ В ЛОКАЛЬНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА С РАЗЛИЧНЫМИ УРОВНЯМИ РЕЗИСТЕНТНОСТИ К ХИМИЧЕСКИМ ИНСЕКТИЦИДАМ	21
Бессонова Н.М., Петрусева Н.С., Ленская Е.С., Алисова Г.А., Полтев А.В. БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ МАРАЛОВ В ПОСТНАТАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ	23
Бугаев Л.А., Зинчук О.А., Смыр Т.М., Войкина А.В. ЭКОЛОГО- ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ АЗОВСКОГО МОРЯ В 2008 г.	26
Бурлаков А.Б., Моисеева Е.Б. ИЗМЕНЕНИЕ ОБЩЕЙ ГОНАДОТРОПНОЙ АКТИВНОСТИ ГИПОФИЗОВ ПОРЦИОННО-НЕРЕСТУЮЩЕГО БЫЧКА- КРУГЛЯКА <i>Gobi</i> <i>MELANOSTOMUS</i> В РЕПРОДУКТИВНОМ ЦИКЛЕ	28
Бурлакова О.В., Бурлаков А.Б., Голиченкова И.Ф., Голиченков В.А. БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОПТИЧЕСКИХ КОНТАКТОВ РАННИХ ЗАРОДЫШЕЙ БЕСХВОСТЫХ АМФИБИЙ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ ПИГМЕНТИРОВАННОСТИ	30

Гапонов С.П., Сотникова М.А. ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСЕННЕЙ ЖИГАЛКИ <i>STOMOXYS CALCITRANS</i> L. (DIPTERA, MUSCIDAE) В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ	33
Григорян Г.Ю. ВЛИЯНИЕ 30-ДНЕВНОЙ ВИБРАЦИИ НА ФОНОВУЮ АКТИВНОСТЬ СУПРАОПТИЧЕСКИХ КЛЕТОК ГИПОТАЛАМУСА	35
Грушко М.П., Федорова Н.Н. ОСОБЕННОСТИ КРОВЕТВОРНОЙ ФУНКЦИИ СЕЛЕЗЕНКИ ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ <i>RANA RIDIBUNDA</i>	37
Донгак Р.Ш. ГЛАВНАЯ СИСТЕМА ГИСТОСОВМЕСТИМОСТИ (МНС) КАК МАРКЕР В ЭКОЛОГО-ПОПУЛЯЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ: ЛОКУСЫ ГЕНОВ В ЦИКЛИДАХ	39
Драган Л.П., Филенко О.М. ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ НА СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ДНК ХРОМАТИНА И ПОИСК ВЕЩЕСТВ С ПРОТЕКТОРНЫМИ СВОЙСТВАМИ	41
Другова Е.С., Кушнерова Т.В. ВЛИЯНИЕ ИНТОКСИКАЦИИ АЦЕТОНОМ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭРИТРОЦИТОВ КРЫС	44
Ерохина И.А. К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕНЧИВОСТИ БЕЛКОВОГО СОСТАВА ПЛАЗМЫ КРОВИ МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ	46
Жигачева И.В., Евсеенко Л.С., Бурлакова Е.Б. СОЧЕТАННОЕ ДЕЙСТВИЕ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ И НИТРОЗАМИНОВ НА ГУМОРАЛЬНЫЙ ИММУНИТЕТ	49
Завалеева С.М., Фролова К.В. ПОСТНАТАЛЬНЫЙ ОНТОГЕНЕЗ ВОЛОСЯНОГО ПОКРОВА КРОЛИКА	51
Залепухин В.В. ГЛИКОГЕН В ОВУЛИРОВАВШЕЙ ИКРЕ КАРПОВЫХ РЫБ ПРИ ИСКУССТВЕННОМ РАЗВЕДЕНИИ	53
Захарова Л.А., Сурова Г.С., Тимофеев К.Н. ФОРМИРОВАНИЕ ОКРАСКИ В ОНТОГЕНЕЗЕ СЕРОЙ ЖАБЫ	56
Иванова В.П. К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМЕ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ КАДМИЯ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ	58
Ильясов Р.А., Поскряков А.В., Николенко А.Г. АРЕАЛ РАСПРОСТРАНЕНИЯ БУРЗЯНСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ БАШКИРСКОЙ ПЧЕЛЫ	61
Кавцевич Н.Н., Михайлюк А.Л., Войнов В.Б., Гладких А.С., Дончик Е.Г. СРЕДСТВА ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ АРКТИЧЕСКИХ ЛАСТОНОГИХ	63
Калинникова Т.Б., Тимошенко А.Х., Гайнутдинов Т.М., Гайнутдинов М.Х. ВЛИЯНИЕ ЭТАНОЛА НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПОВЕДЕНИЯ СВОБОДНОЖИВУЩЕЙ ПОЧВЕННОЙ НЕМАТОДЫ <i>CAENORHABDITIS ELEGANS</i> К ТЕПЛОВОМУ СТРЕССУ	66
Калинникова Т.Б., Тимошенко А.Х., Гайнутдинов Т.М., Гайнутдинов М.Х. О ВОЗМОЖНОЙ РОЛИ ДОФАМИНА В АДАПТАЦИИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ НЕМАТОДЫ <i>CAENORHABDITIS ELEGANS</i> К ТЕПЛОВОМУ СТРЕССУ	68

Келехсаев М.З., Пушкарь В.Я., Зданович В.В. ПРОДУКЦИОННЫЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ <i>SALMO TRUTTA</i> ПРИ ОПТИМАЛЬНОЙ ПОСТОЯННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ И ЕЕ ОТКЛОНЕНИЯХ В ВЕХНЮЮ СУБОПТИМАЛЬНУЮ ЗОНУ	70
Ковальчук Л.А., Сатонкина О.А., Тарханова А.Э., Тарханов А.А. ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЗМА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ГОМЕОСТАТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЯХ ОРГАНИЗМА (лабораторный эксперимент)	72
Коноплева И.В. ЗАВИСИМОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РУССКОГО ОСЕТРА В КАСПИЙСКОМ МОРЕ ОТ БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ	75
Константинов А.С., Пушкарь В.Я., Костоева Т.Н. ВЛИЯНИЕ СИНУСОИДАЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТ ОПТИМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ НА РОСТ И ЭНЕРГЕТИКУ МОЛЛЮСКОВ	77
Королев А.В. АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ ТРОФИЧЕСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ <i>PTEROSTICHUS MELANARIUS</i> (COLEOPTERA, CARABIDAE)	80
Кузьмина В.В., Золотарева Г.В., Шептицкий В.А. ВЛИЯНИЕ pH НА АМИЛОЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ХИМУСА У РЫБ РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП	82
Лазуткин А.Н. ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОПУЛЯЦИИ КРАСНО-СЕРОЙ ПОЛЕВКИ (<i>CLETHRIONOMYS RUFOCANUS</i>) В ГОДЫ РАЗНОЙ ЧИСЛЕННОСТИ	84
Ламехов Ю.Г. СОДЕРЖАНИЕ ЛИЗОЦИМА В БЕЛКОВОЙ ОБОЛОЧКЕ ЯИЦ КОЛОНИАЛЬНЫХ ВИДОВ ПТИЦ	86
Ламехов Ю.Г., Литвинов Н.А., Ганщук С.В. К ВОПРОСУ ОБ ЭКОЛОГИИ НАСИЖИВАНИЯ У ЧЕРНОШЕЙНОЙ ПОГАНКИ (<i>PODICEPS NIGRICOLLIS</i>)	89
Левина И.Л. ИЗМЕНЕНИЕ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ЭРИТРОЦИТОВ РЫБ ПРИ ИНТОКСИКАЦИИ ПЕСТИЦИДАМИ ГРУППЫ ДИАЗОЛОВ	91
Лепилина И.Н., Романов А.А. ГИСТОМОРФОЛОГИЯ ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ И ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМ НИЖНЕВОЛЖСКОЙ СТЕРЛЯДИ	94
Лещенко А.А., Степанчук Н.А. ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ ИКСОДИДОЗАХ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД	96
Литвинов Н.А., Шураков С.А., Сергеев В.В. ТЕМПЕРАТУРА ИНКУБАЦИИ ЯИЦ У ДРОЗДА-БЕЛОБРОВИКА	98
Лукиянов С.В., Кузнецов В.А. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕДЛИЧИНОК СИБИРСКОГО ОСЕТРА (<i>ACIPENSER BAERII</i> BRANDT): ВИДОВЫЕ АДАПТАЦИИ?	101
Маленев А.Л., Зайцева О.В., Бакиев А.Г., Ручин А.Б., Рыжов М.К. АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ И ПЕПТИДНЫЙ СОСТАВ ЯДОВИТОГО СЕКРЕТА ОБЫКНОВЕННЫХ ГАДЮК, ОБИТАЮЩИХ В РЕСПУБЛИКЕ МОРДОВИЯ	104

Мелехова О.П. ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭМБРИОГЕНЕЗЕ НИЗШИХ ПОЗВОНОЧНЫХ	106
Оганесян К.Р., Оганисян А.О., Минасян С.М. ИЗМЕНЕНИЕ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В НЕКОТОРЫХ СТРУКТУРАХ МОЗГА КРОЛИКОВ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВИБРАЦИИ	109
Огнетов Г.Н. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЛИ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА КОЛЬЧАТОЙ НЕРПЫ (<i>PUSA HISPIDA</i>) НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ	111
Остроумова И.Н. ОСОБЕННОСТИ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА У РЫБ И ЕГО ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ	113
Пахомов М.В., Зайцев А.А., Гладких А.С., Дончик Е.Г. ВЛИЯНИЕ КОРМЛЕНИЯ НА ДВИГАТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ СЕРЫХ И ГРЕНЛАНДСКИХ ТЮЛЕНЕЙ	115
Пиянзина О.А., Кузнецов В.А. ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ <i>LYMNAEA STAGNALIS</i> L. ПРИ ПОСТОЯННОЙ И ПЕРЕМЕННОЙ СОЛЕНОСТИ	118
Полякова В.С., Мирошников С.А., Сизова Е.А., Богословская О.А., Лейпунский И.О., Ольховская И.П., Глущенко Н.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОПАДАНИЯ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНИЗМ ЖИВОТНЫХ	121
Ручин А.Б. НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ВЛИЯНИИ ФОТОПЕРИОДА НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАРПОВЫХ РЫБ	123
Саркисян С.Г., Минасян С.М., Мелкумян К.В., Арутюнян А.М. ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ ФОНОВОЙ АКТИВНОСТИ ИПСИЛАТЕРАЛЬНЫХ НЕЙРОНОВ НИЖНЕГО ВЕСТИБУЛЯРНОГО ЯДРА У ОДНОСТОРОННЕ ДЕЛАБИРИНТИРОВАННЫХ КРЫС ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВИБРАЦИИ	125
Сергеева И.В., Аникина М.А., Харитонов И.А. АДАПТАЦИИ К СРЕДЕ ОБИТАНИЯ НА МОРФОЛОГИЧЕСКОМ И КАРИОТИПИЧЕСКОМ УРОВНЯХ У TANYRODINAE (DIPTERA, CHIRONOMIDAE)	127
Силантьев А.Н., Силантьев М.Н. РОСТ МЕТЕОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ В ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОМ РЯДУ ФУНКЦИЙ У КРЫС	129
Силкина Н.И., Микряков Д.В., Микряков В.Р. РЕАКЦИЯ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ КАРПОВЫХ РЫБ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА СТОЧНЫМИ ВОДАМИ Г. ЧЕРЕПОВЦА	131
Солодовникова О.Г., Хицова Л.Н. О НЕКОТОРЫХ СИСТЕМООБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРАХ, ВЛИЯЮЩИХ НА ФОРМИРОВАНИЕ АДАПТАЦИЙ МЛЕКОПИТАЮЩИХ К ГИПОТЕРМИИ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТА	133
Стариченко В.И. РОЛЬ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СКЕЛЕТА В ДЕПОНИРОВАНИИ ^{90}Sr : СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ	136

Труфанова Е.И., Хицова Л.Н. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СИНИХ МЯСНЫХ МУХ (DIPTERA, CALLIPHORIDAE) В СВЯЗИ С БИОТОПИЧЕСКОЙ ПРИУРОЧЕННОСТЬЮ	138
Унжаков А.Р., Тютюнник Н.Н., Свечкина Е.Б. БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИИ ПЕСЦОВ К ГОЛОДАНИЮ В ОСЕННИЙ ПЕРИОД	140
Черная Л.В., Ковальчук Л.А. ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДНОЙ ТРОФИЧЕСКОЙ ЦЕПИ НА ПРИМЕРЕ МОЛЛЮСКОВ И ПИЯВОК	143
Чугайнова Л.В., Никольская В.И. АДАПТАЦИИ (ГЕТЕРОХРОНИИ) В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ ПОЛУВЫВОДКОВЫХ ПТИЦ	145
Шепелева И.П. СТРОЕНИЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЛАЗА БРЮХОНОГОГО МОЛЛЮСКА <i>TRICHLIA HISPIDA</i> L. (PULMONATA, STYLOMMATORHORA) ИЗ ЮЖНОЙ ШВЕЦИИ	147
Шепелева И.П. СТРОЕНИЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАМЕРНОГО ГЛАЗА БРЮХОНОГОГО МОЛЛЮСКА <i>SUCCINEA PUTRIS</i> (LINNAEUS, 1758) (PULMONATA: STYLOMMATORHORA)	150
Шерешков В.И., Шумилова Т.Е., Январева И.Н. ОСОБЕННОСТИ ХРОНОТРОПНЫХ РЕАКЦИЙ СЕРДЦА У ПТИЦ, АДАПТИРОВАННЫХ К ВОДНОЙ СРЕДЕ ОБИТАНИЯ	152
Шишанова Е.И. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОПУЛЯЦИОННОЙ ГЕНЕТИКИ СЕВРЮГИ (<i>ACIPENSER STELLATUS</i>)	155
Shirpoor A., Minassian S. ALPHA LIPOIC ACID ALLEVIATED ETHANOL-INDUCED TUNEL POSITIVE CELLS NUMBER IN DEVELOPING HIPPOCAMPUS OF RAT	157
Шумилина А.К. РОЛЬ ВИТАМИНА Е В ФОРМИРОВАНИИ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ СИГОВ	160
Шумилина А.К., Козьмина А.В., Якубец Т.Г. ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КОРЮШКИ	162
Шумилова Т.Е., Шерешков В.И., Январева И.Н. ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ У КРЫС В ПРОЦЕССЕ РАЗВИТИЯ ОСТРОЙ НИТРИТНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ	165
Шуршина И.В., Маленев А.Л., Бакиев А.Г. СРАВНЕНИЕ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ ЯДА ОБЫКНОВЕННОЙ И СТЕПНОЙ ГАДЮК, ОБИТАЮЩИХ В ВОЛЖСКОМ БАССЕЙНЕ	167
Якубец Т.Г. РОЛЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ВОДОЕМА В ФОРМИРОВАНИИ СПЕРМЫ У СИГОВ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ	169
Любашевский Н.М., Стариченко В.И. ПРОБЛЕМА РАДИОАДАПТАЦИИ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ НА ВУРСЕ И В ЧЕРНОБЫЛЕ: ДОЗОВЫЕ НАГРУЗКИ, МИГРАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ, ПАТОЛОГИЯ	172

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИОЛОГИИ,
БИОХИМИИ И ГЕНЕТИКИ ЖИВОТНЫХ**

**Материалы II Международной
научной конференции**

*Печатается без редакторской обработки
в соответствии с представленным оригинал-макетом
Макет А.Б. Ручина*

Подписано в печать 17.02.2009. Формат 60 х 84 1 / 16. Бумага офсетная.
Печать методом ризографии. Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 11,25.
Уч.-изд. л. 10,70. Тираж 150 экз. Заказ № 23.

Отпечатано в копи-центре «Мордовэкспоцентра»
430904 г. Саранск, ул. Российская, 24, тел. (8342) 254767