

# БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 537.63:57

**А. М. ДОБРЕНКО  
П. Е. ХВОСТОРЕЗОВ  
А. В. ГОРЯГА**

Омский государственный  
технический университет  
Сибирский научно-исследовательский  
институт птицеводства  
(Омская область)

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ПТИЦЫ**

**В работе рассмотрено доинкубационное воздействие постоянного магнитного поля на яйца кур. Предложены гипотезы о сути положительного воздействия энергии магнитного поля на процесс инкубации.**

**Ключевые слова:** магнитное поле, выводимость, эмбриональное развитие птицы, гипотеза.

В течение пяти лет в экспериментальном племенном хозяйстве Сибирского научно-исследовательского института птицеводства (Омская область) (ЭПХ СибНИИП) проводились эксперименты по оценке влияния доинкубационной обработки яиц кур в постоянном магнитном поле напряженностью 50...250 кА/м [1]. Положительный эффект выразился в том, что после инкубации выводимость конди-

онных цыплят оказалась выше в среднем на 4,5 % в сравнении с существующей. Выводимость птицы возросла из-за уменьшения числа погибших эмбрионов на разных стадиях инкубации. Понимание сущности этого эффекта и механизмов воздействия постоянного магнитного поля на развитие эмбриона птицы представляет научный и практический интерес.

Наименование периода смертности	Время инкубации день	Наименование погибших эмбрионов	Количество погибших эмбрионов от всех заложенных яиц, %	Основные причины гибели эмбрионов	Эффект воздействия до инкубации магнитного поля на яйца кур
Первый пик	3...6	Кровяное кольцо	1,5...2	1. Накопление большого количества молочной кислоты 2. Накопление значительного количества аммиака 3. Значительная потеря воды 4. Задержка развития сосудистого поля 5. Нарушение перехода дыхания от диффузионного к дыханию посредством кровеносной системы 6. Соприкосновение зародыша с сильнощелочным белком 7. Прилипание зародыша к подскорлупной оболочке	1. Образование дополнительного кислорода при разложении воды 2. Активизация кислорода в желтке
Средний период	8...11 и 16...18	замершие	2...3	1. Нарушения в развитии как следствие предыдущих дефектов инкубации 2. Нарушение углеводного обмена 3. Гипоксемия 4. Гипоксия	1. Улучшение углеводного обмена 2. Возрастание окислительных свойств крови
Второй пик	19...21	задохлики	4...5	1. Усугубление дефектов развития предыдущих стадий инкубации 2. Задержка атрофии аллантоиса 3. Задержка начала легочного дыхания 4. Кровоизлияния 5. Закупорка дыхательных путей 6. Прекращение движения эмбриона из-за его присыхания к скорлупе 7. Недостаточное накопление гликогена, что препятствует освобождению птенца из скорлупы	1. Увеличение ионизации кислорода воздуха 2. Активизация углеводного обмена

Известно, что в молекулах любого по физической природе вещества циркулируют замкнутые токи. В отсутствии внешнего магнитного поля молекулярные токи ориентированы хаотически и среднее поле, создаваемое ими, равно нулю [2]. Под действием внешнего магнитного поля магнитные моменты молекул ориентируются преимущественно вдоль этого поля, вследствие чего вещество намагничивается. Мерой намагничивания вещества (магнетика) является вектор намагничивания объекта.

$$I = \frac{1}{V} \sum_{i=1}^n P_i, \quad (1)$$

где  $V$  — объем магнетика;  $P_i$  — магнитный момент  $i$ -той молекулы.

Вектор намагничивания  $I$  пропорционален вектору напряженности  $H$  магнитного поля

$$I = xH, \quad (2)$$

где  $x$  — магнитная восприимчивость среды.

В биологических объектах для совершения биохимической реакции молекулы и атомы реагирующих веществ должны обладать определенным запасом энергии. Имеющиеся в организме ферменты (катализаторы) ускоряют течение биологических процессов.

Известна гипотеза о том, что молекулы организмов способны воспринимать и усваивать электромагнитную энергию [3]. Логично предположить, что эмбрион способен ассимилировать дополнительный, по сравнению с природным фоном, приток электромагнитной энергии, что выражается в активизации физиологических процессов. В этом случае магнитное поле является как бы своеобразным дополнительным катализатором, интенсифицирующим биологические процессы.

В таблице приведены известные периоды смертности эмбрионов кур при инкубации [4], основные причины и вероятный положительный эффект воздействия постоянного магнитного поля до инкубации, уменьшающей число погибших эмбрионов при инкубации.

Приведенные факты, а также серия экспериментов, выполненных в ЭПХ СибНИИП, позволяют предложить гипотезы, объясняющие суть положительного воздействия энергии постоянного магнитного поля на процесс инкубации яиц кур.

#### Гипотеза 1

Происходит разрыв молекул в биосубстратах и особенно в водной среде. Появляются свободные радикалы, являющиеся активными химическими реагентами. Образуется активный свободный кислород. Это запускает дополнительную цепь биохимических реакций в основном окислительного характера. Повышается уровень метаболизма в эмбрионе.

**Гипотеза 2**

В эмбрионе происходит кратковременное изменение фона электромагнитной энергии. Это изменение является необычным для эмбриона, оно активизирует его нервную систему, обменные процессы и в итоге повышает жизнедеятельность. Одновременно усиливается активность передней доли гипофиза, что также может вызвать у эмбриона кур стимуляцию обменных процессов.

**Гипотеза 3**

Происходит стимуляция обмена веществ в инкубируемом яйце, что выражается в следующем:

- активизируется провитамин Д;
- ускоряется переход питательных веществ из белка в желток;
- эмбрионы интенсивнее используют кальций, фосфор и сухие вещества яйца и в большем количестве накапливают их в своем теле;
- увеличивается содержание гемоглобина и эритроцитов в крови эмбриона;
- увеличивается синтез гликогена в желтке и печени зародыша;
- происходит стимуляция гемопоэза эмбриона;
- ускоряется рост и развитие сосудистой системы;
- ускоряется замыкание аллантаоиса эмбриона;
- ускоряется дифференцирование тканей;
- повышается жизнеспособность эмбриона птицы.

Предлагаемые гипотезы могут быть проверены при инкубации различных видов птицы, так как известно [5], что развитие уток, гусей индеек и др. существенно не отличается от развития эмбрионов кур. Последовательность развития этих птиц та же, что и у кур, но скорость развития отдельных систем и органов разная, поэтому неодинакова общая продолжительность развития эмбрионов и, значит, инкубации.

Изложенное выше позволяет разработать методику и провести исследования по оценке влияния доинкубационной обработки яиц различных видов

птицы в постоянном магнитном поле. Это делает возможным выбирать такие параметры магнитного поля и такие режимы обработки яиц птицы, когда выводимость молодняка окажется выше (на 4...6 %) существующей. Очевидно, что применение такого подхода даст при внедрении в производство существенный экономический эффект.

**Библиографический список**

1. Добренко, А. М. Преинкубационная обработка яиц кур в магнитном поле / А. М. Добренко, П. Е. Хвосторезов // Птицеводство. — 1999. — №4. — С. 19–21.
2. Лившиц, Е. М. Статистическая физика / Е. М. Лившиц, В. Б. Белестецкий. — М.: Наука, 1979. — С. 286.
3. Сильные и сверхсильные магнитные поля и их применение / Под редакцией Ф. Херлаха — М.: Мир, 1988. — С. 456.
4. Салех, Х. К. Классификация и анализ причин эмбриональной смертности при инкубации яиц кур: автореф. дис. ... канд. сельхоз. наук / Х. К. Салех. — М.: 1981. — С. 16.
5. Кривошипин, И. П. Инкубация / И. П. Кривошипин, К. В. Злочевская. — М.: Агропромиздат, 1990. — С. 224.

**ДОБРЕНКО Александр Максимович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности» Омского государственного технического университета.

**ХВОСТОРЕЗОВ Петр Ефремович**, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по производству ЭПХ Сибирского научно-исследовательского института птицеводства.

**ГОРЯГА Александр Васильевич**, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики Омского государственного технического университета.

Адрес для переписки: e-mail: [bgd@omgtu.ru](mailto:bgd@omgtu.ru)

Статья поступила в редакцию 03.02.2011 г.

© А. М. Добренко, П. Е. Хвосторезов, А. В. Горяга

**Книжная полка**

**Коничев А.С. Биохимия и молекул. биология: словарь терминов : словарь / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова. — М.: Дрофа, 2010. — 359 с. — ISBN 978-5-358-01213-4.**

Словарь является уникальным в ряду отечественных изданий подобного рода. В нем представлено около тысячи терминов и понятий, наиболее часто используемых в биохимии и молекулярной биологии. Большинство из них проиллюстрировано схемами и рисунками. Для студентов и преподавателей высших и средних специальных учебных заведений с профильным обучением биологии, медицине, химии, биотехнологии, экологии, а также для научных работников — биохимиков и молекулярных биологов.

**Нетрусов, А. И. Общая микробиология : учебник / А. И. Нетрусов. — М.: Academia, 2007. — 288 с. — ISBN 978-5-7695-3968-8.**

В учебнике изложены современные данные о морфологии и культивировании микроорганизмов, их наследственности и изменчивости, освещены вопросы взаимодействия микробов с окружающей средой и другими организмами, приведены концепции и методы экологии микроорганизмов и почвенной микробиологии. Даны сведения об энергетическом и конструктивном обмене разных групп микроорганизмов, о регуляции метаболизма. Рассмотрена роль микроорганизмов в глобальных циклах основных биогенных элементов и в практической деятельности человека. Для студентов агрономических специальностей высших учебных заведений.

## АКТИВАЦИЯ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В ПЕЧЕНИ КРЫС ПРИ ИНТЕНСИВНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ: МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ, КОРРЕКЦИЯ

Интенсивные физические нагрузки сопровождаются лакто- и кетоацидозом, усиливающими катаболизм пуринов до урата. Это явление сопряжено с интенсификацией продукции ксантиноксидазой активных кислородных метаболитов, чрезмерной липопероксидацией мембранных структур гепатоцитов на фоне истощения антиоксидантной системы. Введение подопытным крысам рибозы способствует торможению липопероксидации мембран и повышению эффективности системы антиоксидантной защиты.

**Ключевые слова:** кровь, печень, ферменты, рибоза, физические нагрузки.

Интенсивные физические нагрузки, свойственные современному спорту высших достижений, нередко приводят к развитию утомления, что негативно влияет на эффективность тренировочного процесса [1]. Метаболические нарушения, протекающие в организме при этом явлении, до конца не изучены. Известно, что в развитии утомления важную роль играет активация процессов свободно-радикального окисления как в организме в целом, так и в отдельно взятых органах, приводящая к повреждению мембранных структур клеток гидроперекисями липидов [2, 3]. Вместе с тем пусковые механизмы этого явления до конца не изучены, что лимитирует разработку новых методов коррекции развившихся при утомлении метаболических нарушений.

**Целью** настоящего исследования явилось изучение пусковых механизмов активации перекисного окисления липидов в клетках печени крыс при интенсивных физических нагрузках и коррекция этого явления экзогенной рибозой.

**Материалы и методы.** Эксперимент проводили на базе Центральной научно-исследовательской лаборатории ГОУ ВПО «Омской государственной медицинской академии» в период с 23.04.2007 г. по 30.05.2008 г. на 70 белых крысах-самцах массой  $240 \pm 20$  г. Исследуемые животные были разделены на 5 групп. Первую из них составляли интактные крысы (И,  $n=10$ ); вторую — контрольные крысы (К,  $n=15$ ), которые подвергались плаванию без груза по усредненному времени (3–7 мин) через день в течение пяти недель. В третью группу вошли животные с оптимальным режимом физической нагрузки (ОН,  $n=15$ ), которые подвергались принудительному

плаванию с грузом, равным 10 % от массы тела в течение пяти недель через день. На крысах четвертой группы (ИН,  $n=15$ ) моделировали интенсивные физические нагрузки принудительным плаванием с грузом в течение первых трех недель эксперимента через день, последние две недели — ежедневно. Крысы пятой группы (ИН+Р,  $n=15$ ), которые подвергались плаванию по схеме ИН, на последней неделе эксперимента перорально получали D-рибозу до и после принудительного плавания с грузом в дозе 0,1 г/кг массы тела.

Плавание крыс проводили в бассейне диаметром 45 см, глубиной 60 см, с температурой воды 28–30 °С, а воздуха в виварии — 19–21 °С. Исследования проводились в соответствии с требованиями Европейской конвенции по защите экспериментальных животных. По окончании эксперимента в плазме крови крыс определяли концентрацию лактата, урата, пирувата,  $\beta$ -гидроксипутирата, мочевины, свободных жирных кислот (СЖК) унифицированными методами исследования, а в гомогенатах печени — содержание белка биуретовым методом, малонового диальдегида (МДА) — по С. Н. Селютиной с соавт. [4], глутатиона (G-SH) — по Н. А. Костромитикову, Е. А. Суменкову [5], активность супероксиддисмутазы (СОД) — по Т. В. Сирота [6], каталазы (КАТ) — по М. А. Королюк с соавт. [7], глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Г-6-ФДГ) — по Д. В. Черданцеву [8], глутатионредуктазы (ГлР) и глутатионпероксидазы (ГлПО) — по С. Н. Власовой с соавт. [9]. Для биохимических исследований использовали реактивы фирм «Ольвекс» (Россия), «Hospitex» (Швейцария, Италия), «Randox» (Великобритания). Результаты исследования обработаны статистически с помощью программы компью-

Таблица 1  
**Биохимические показатели плазмы крови крыс интактных (И), контрольных (К), подвергнутых оптимальным нагрузкам (ОН), интенсивным нагрузкам (ИН) и введению рибозы (ИН+Р), М±m, n=7-15**

Показатели	И	К	ОН	ИН	ИН+Р
Лактат, ммоль/л	5,95±0,32	8,19±0,49 и	8,33±0,60 и	10,92±0,45 и, к, он	7,13±0,63 ин
Пируват, ммоль/л	0,29±0,01	0,30±0,02	0,34±0,02	0,40±0,02 и, к, он	0,31±0,01 ин
Урат, мкмоль/л	75,9±6,2	79,2±6,4	104,8±10,5	150,2±16,4 и, к, он	103,5±8,8 ин
Мочевина, ммоль/л	5,34±0,25	6,03±0,23 и	6,57±0,34 и	6,70±0,43 и	5,91±0,31
СЖК, ммоль/л	0,583±0,02	0,634±0,03	0,670±0,03 и	0,673±0,02 и	0,724±0,04 и
β-гидроксibuтират, ммоль/л	81±5	99±9	105±6 и	113±10 и	100±6 и

Примечание. Здесь и в табл. 2: и — различия статистически значимы по сравнению с крысами интактными, к — с контрольными, он — с подвергнутыми ОН, ин — с подвергнутыми ИН

Таблица 2  
**Биохимические показатели гомогенатов печени крыс интактных (И), контрольных (К), подвергнутых оптимальным нагрузкам (ОН), интенсивным нагрузкам (ИН) и введению рибозы (ИН+Р), М±m, n=5-15**

Показатели	И	К	ОН	ИН	ИН+Р
СОД, Ед СОД/мг белка	29,6±1,4	33,5±1,3	39,2±1,7 и	31,9±1,4 он	39,1±2,5 и, ин
КАТ, мкЕд/г белка	443±28	376±47	413±17	346±10 и, он	441±58
МДА, мкмоль/мг белка	2,65±0,11	2,76±0,21	3,08±0,33	3,65±0,27 и, к	2,28±0,37 ин
G-SH, ммоль/г белка	15,7±0,7	14,4±0,6	14,0±1,1	12,2±0,5 и, к	15,3±1,2 он, ин
ГЛПО, МЕ/мг белка	2,59±0,06	2,65±0,09	2,92±0,07 и, к	2,50±0,08 он	2,91±0,15 ин
ГЛР, МЕ/г белка	141±5	145±5	168±7 и, к	140±8 он	165±8 и, к, ин
Г-6-ФДГ, МЕ/г белка	14,3±1,3	18,8±1,5	14,6±1,4 к	13,6±1,2 к	14,5±1,1 к

терного анализа данных SPSS 13.0. Статистическая обработка осуществлялась с использованием t-критерия, непараметрического критерия Манна-Уитни, корреляционного анализа Пирсона. Достаточным считался уровень значимости  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Установлено, что плавание без груза приводит к напряженности метаболических процессов даже у контрольных крыс. У них усиливается интенсивность анаэробного гликолиза, что выражается в увеличении уровня лакцидемии (на 23,5 %,  $P = 0,003$ ; табл. 1)). При этом еще не развивается энергетический дефицит и его восполнение за счет усиленного окисления липидов. Наблюдается лишь тенденция к увеличению в крови данных животных концентрации СЖК (на 8,7 %,  $P = 0,19$ ) и β-гидроксibuтирата, одного из промежуточных продуктов их окисления, (на 22,2 %,  $P = 0,11$ ) по сравнению с аналогичными показателями у интактных крыс.

Несмотря на усиленную выработку тканями лактата, еще не развивается нарушение кислото-щелочного состояния организма, поскольку избыток данного вещества успешно реутилизируется печенью. Отсутствие лакто- и кетоацидоза предотвращает чрезмерный катаболизм пуриновых мононуклеоти-

дов до мочевой кислоты. Концентрация последней в плазме крови крыс групп И и К не отличается. Ксантиноксидаза, катализирующая реакцию окисления гипоксантина и ксантина в урат, при этом усиленно не продуцирует активные кислородные метаболиты, способные истощать антиоксидантную систему в различных органах, в частности в печени, с последующим усилением липопероксидации мембранных структур. Как видно из представленных данных (табл. 2), в печени крыс группы К статистически значимо не изменяется по сравнению с группой И ни один из показателей антиоксидантной системы и перекисного окисления липидов.

Плавание с грузом в условиях ОН приводит к усилению в организме окислительных процессов и вовлечению в них липидов и аминокислот. Это выражается в увеличении в крови не только уровня лакцидемии (на 40,0 % по сравнению с аналогичным показателем у животных интактной группы,  $P = 0,003$ ), но и концентрации СЖК, β-гидроксibuтирата и мочевины [соответственно на 14,9 % ( $P = 0,04$ ), 29,6 % ( $P = 0,01$ ) и 23,0 % ( $P = 0,04$ )] по сравнению с аналогичными показателями у интактных крыс. При этом не происходит статистически значимого увеличения уровня лакцидемии по сравнению с аналогичным

параметром крыс группы К, что можно объяснить усиленной реутилизацией молочной кислоты в клетках печени, почек и слизистой оболочки кишечника в реакциях глюконеогенеза.

Отсутствие резкого закисления тканей молочной кислотой и кетонными телами не приводит к выраженному усилению катаболизма АТФ и АМФ до урата. Отмечается лишь тенденция к увеличению уровня последнего в крови крыс группы ОН. Он превышает аналогичный показатель у животных групп И и К соответственно на 38,1 % ( $P=0,06$ ) и 32,3 % ( $P=0,07$ ). Тем не менее на последнем этапе образования мочевой кислоты ксантиноксидаза, по-видимому, усиленно генерирует супероксидные радикалы и перекись водорода, поскольку при взаимодействии их образуются гидроксильные радикалы — наиболее реакционноспособные из известных окислителей [10], повреждающие мембранные структуры клеток. Этот процесс приводит к напряжению механизмов функционирования системы антиперекисной защиты. В печени крыс группы ОН это выражается в компенсаторном повышении активности фермента антирадикальной защиты СОД (на 32,4 % по сравнению с аналогичным параметром у интактных крыс,  $P=0,001$ ).

Необходимость более эффективного обезвреживания образующихся в печени гидроперекисей липидов приводит к увеличению в этом органе активности ГлПО. Она превышает аналогичный параметр в печени животных групп И и К соответственно на 12,7 % ( $P=0,01$ ) и 10,2 % ( $P=0,03$ ). Активация ГлПО в условиях усиленного образования гидроперекисей липидов приводит к повышенному вовлечению в реакции обезвреживания перекисных соединений G-SH. Тем не менее дефицит этого трипептида у крыс группы ОН еще не развивается. Содержание G-SH в печени крыс группы ОН снижается лишь на 10,8 % ( $P=0,054$ ) и 2,8 % ( $P=0,12$ ) по сравнению с аналогичными показателями у животных интактной и контрольной групп. Отсутствию дефицита этого трипептида в гепатоцитах данных животных способствует достаточно эффективное восстановление генерирующего глутатиондисульфида [11]. Нами отмечено повышение в печени крыс группы ОН активности ГлР, катализирующей восстановление этого вещества в G-SH [соответственно на 19,1% ( $P=0,01$ ) и 15,9% ( $P=0,02$ ) по сравнению с аналогичным показателем у животных групп И и К]. Восполнение развития дефицита G-SH предотвращается также достаточной обеспеченностью тканей НАДФН<sub>2</sub>, генерируемым в реакциях пентозного цикла. Активность Г-6-ФДГ, лимитирующей скорость окислительной ветви этого метаболического пути, статистически значимо не отличается от аналогичного параметра у интактных крыс. Она на 22,3 % ниже, чем у крыс группы К, но это, по-видимому, не лимитирует генерацию НАДФН<sub>2</sub>.

Интенсификация окислительных процессов, развившаяся в организме животных группы ИН, приводит к тому, что усиление анаэробного гликолиза уже не компенсируется повышенной реутилизацией молочной кислоты в реакциях глюконеогенеза. Концентрация этого вещества в крови данных крыс возрастает сильнее, чем у крыс группы ОН. Она превышает аналогичный показатель у животных групп И, К и ОН соответственно на 83,5 ( $P=0,0001$ ), 33,3 ( $P=0,0001$ ) и 31,1 % ( $P=0,003$ ) (табл. 1). Это явление сопровождается увеличением в крови крыс группы ИН концентрации одного из центральных метаболитов углеводного обмена — пирувата. Она превышает аналогичный параметр у животных групп И, К и ОН

соответственно на 37,9 % ( $P=0,001$ ), 33,3 % ( $P=0,001$ ) и 17,6 % ( $P=0,045$ ). Это можно связать с недостаточно эффективным окислением пирувата в реакции, катализируемой пируватдегидрогеназой вследствие торможения активности данного фермента.

Следствием недостаточной эффективности при интенсивных физических нагрузках процессов энергообеспечения является также усиленное окисление в тканях липидов. Это выражается в большем, чем у крыс группы ОН, увеличении в крови животных группы ИН концентрации СЖК. Она превышает аналогичный параметр у животных групп И, К и ОН соответственно на 15,4 ( $P=0,02$ ), 6,2 ( $P=0,34$ ) и 0,4 % ( $P=0,82$ ). При этом, несмотря на увеличение их уровня в крови, окисление СЖК в тканях протекает недостаточно эффективно, по-видимому, вследствие развившегося торможения реакций цикла Кребса, связанного с недостаточным обеспечением их щавелевоуксусной кислотой. Об этом свидетельствует увеличение в гидроксibuтирата в крови крыс группы ИН [соответственно на 41,3 % ( $P=0,01$ ), 14,1 ( $P=0,32$ ) и 7,6 % ( $P=0,62$ )] по сравнению с аналогичным параметром у животных групп И, К и ОН.

Чрезмерное закисление тканей лактатом и кетонными телами уже приводит к усиленному катаболизму АТФ до гипоксантина и ксантина с последующим усилением окисления этого вещества ксантиноксидазой до мочевой кислоты [10]. Содержание последней в крови животных группы ИН увеличено по сравнению с аналогичным параметром у крыс группы И, К и ОН соответственно на 97,9 ( $P=0,0001$ ), 89,6 ( $P=0,0001$ ) и 43,3 % ( $P=0,01$ ). Ксантиноксидаза при этом продуцирует супероксидные радикалы и перекись водорода, вызывающие чрезмерную липопероксидацию ненасыщенных жирных кислот фосфолипидов мембранных структур. Об интенсификации этого процесса свидетельствует повышенное содержание в печени крыс группы ИН МДА [соответственно на 37,7 % ( $P=0,02$ ) и 32,2 % ( $P=0,04$ )] по сравнению с аналогичными показателями у животных групп И и К. Показатель МДА в печени крыс группы ИН положительно коррелирует с уровнем лактата в крови данных животных ( $r=0,72$ ).

Усилению липопероксидации мембранных структур в печени крыс группы ИН способствует также торможение активности ферментов антирадикальной защиты. В печени крыс группы ИН активность СОД снижена на 18,6 % ( $P=0,01$ ) по сравнению с аналогичным показателем у животных группы ОН (табл. 2). Образующаяся в супероксиддисмутазной реакции перекись водорода недостаточно эффективно инактивируется вследствие торможения КАТ. В печени крыс, подвергнутых интенсивным нагрузкам, активность этого фермента снижена соответственно на 21,9 % ( $P=0,02$ ) и 16,2 % ( $P=0,02$ ) по сравнению с активностью этого фермента в гепатоцитах животных групп И и ОН.

Существенный вклад в повреждение данных клеток вносит и недостаточно эффективное обезвреживание уже образовавшихся в них гидроперекисей липидов, вследствие развившегося дефицита глутатиона. Содержание последнего в печени крыс группы ИН снижено по сравнению с животными групп И и К соответственно на 22,3 % ( $P=0,01$ ) и 15,3 % ( $P=0,04$ ). Это явление может быть связано как с усиленным вовлечением G-SH в реакции инактивации активных форм кислорода и перекисных соединений, так и с недостаточно эффективным восстановлением образующегося при этом глутатиондисульфида. К этому может привести уменьшение в печени крыс

группы ИН ГЛР, которая на 14,9 % снижена по сравнению с аналогичным показателем у животных группы ОН ( $P=0,02$ ). К торможению функции этого фермента *in vivo* может привести и дефицит в ткани печени НАДФН<sub>2</sub>, который генерируется в реакциях окислительной ветви пентозного цикла. Об уменьшении эффективности этого метаболического пути свидетельствует снижение в печени крыс группы ИН активности Г-6-ФДГ, ключевого его энзима на 27,7 % по сравнению с уровнем этого показателя у контрольных крыс ( $P=0,02$ ).

Поступление рибозы в организм крыс, подвергнутых ИН, сглаживает развившиеся при них метаболические нарушения. Концентрация молочной кислоты и пирувата в плазме крови крыс группы ИН + Р снижена соответственно на 34,7 % ( $P=0,0001$ ) и 22,5 % ( $P=0,001$ ) по сравнению с аналогичными параметрами у крыс группы ИН (табл. 1). Мы полагаем, что рибоза восполняет недостаточно эффективную генерацию в реакциях пентозного цикла рибозо-5-фосфата, предотвращает развитие дефицита фосфорибозилдифосфата. Последний необходим для реутилизации гипоксантина в инозинмонофосфат в результате реакции, катализируемой гипоксантингуанинфосфорибозилтрансферазой. Об этом свидетельствует снижение концентрации урата в крови крыс, получавших рибозу на 31,1 % ( $P=0,02$ ) по сравнению с животными группы ИН.

Повышение эффективности реутилизации гипоксантина в ИМФ и АМФ снижает уровень его в клетках, предотвращая окисление данного вещества ксантиноксидазой. При этом снижается интенсивность генерации этим ферментом активных кислородных метаболитов и сопряженная с нею липопероксидация мембранных структур. Об уменьшении интенсивности последнего свидетельствует снижение содержания МДА в печени крыс группы ИН + Р (на 37,5 % по сравнению с аналогичным показателем у крыс группы ИН,  $P=0,04$ ).

Уменьшение под воздействием введенной рибозы интенсивности продукции АКМ предотвращает повреждающий эффект их на ферменты антирадикальной и антиперекисной защиты. Активность СОД в печени крыс группы ИН + Р превышает аналогичный параметр у крыс группы ИН на 22,6 % ( $P=0,049$ ) (табл. 2). Отмечается также тенденция к увеличению в гепатоцитах данных животных активности КАТ (на 27,5 % по сравнению с уровнем этого показателя у крыс группы ИН;  $P=0,09$ ).

Введенная рибоза способствует также лучшей сохранности в печени активности ГЛП, которая на 16,4 % выше, чем у крыс группы ИН ( $P=0,049$ ). Вследствие этого увеличивается эффективность инактивации данным энзимом перекисных соединений, что предотвращает увеличение их уровня в печени. Это предупреждает усиленное вовлечение в реакции обезвреживания G-SH и последующее развитие его дефицита. В гепатоцитах крыс группы ИН + Р концентрация этого трипептида выше по сравнению с аналогичным показателем у животных групп ОН и ИН соответственно на 9,3 % ( $P=0,125$ ) и 25,4 % ( $P=0,048$ ). Возможно, это связано с более низкой скоростью расходования его в глутатионпероксидазной реакции, либо с более высокой эффективностью восстановления глутатиондисульфида. Активность ГЛР в печени крыс группы ИН + Р превышает аналогичный показатель у животных группы ИН на 17,9 % ( $P=0,049$ ). Повышению эффективности инактивации гидроперекисей липидов наряду с указанными выше факторами, способствует лучшая

обеспеченность тканей крыс группы ИН + Р НАДФН<sub>2</sub>, обусловленная отсутствием торможения реакций пентозного цикла. Наряду с сохранностью активности Г-6-ФДГ, этому способствует, вероятно, и превращение введенной рибозы в глюкозо-6-фосфат, вовлекаемый в дальнейшем в реакции восстановления НАДФ.

Таким образом, интенсификация физических нагрузок приводит к усилению продукции тканями лактата и кетоновых тел с последующим закислением тканей, приводящим к чрезмерному катаболизму пуриновых мононуклеотидов и сопряженной с ним липопероксидации мембранных структур печени крыс. Интенсивность этого процесса снижается при введении рибозы, способствующей более эффективной реутилизации образующегося во время ацидоза гипоксантина, предотвращая чрезмерное окисление его ксантиноксидазой.

#### Библиографический список

1. Роженцов, В. В. Утомление при занятиях физической культурой и спортом: проблемы, методы исследования / В. В. Роженцов, М. М. Полевщиков. — М.: Советский спорт, 2006. — 280 с.
2. Корнякова, В. В. Состояние метаболизма пуринов у спортсменов-пловцов / В. В. Корнякова, В. Д. Конвай // Современный олимпийский спорт и спорт для всех: XIII : Материалы Междунар. науч. конгресса. — Алматы, 2009. — Т. 2. — С. 200–203.
3. Чигринский, Е. А. Роль острого нарушения метаболизма пуринов в торможении эндокринной функции семенников при чрезмерных физических нагрузках / Е. А. Чигринский, В. Д. Конвай // Естественные и технические науки. — 2009. — № 3. — С. 69–74.
4. Селютина, С. Н. Модификация определения концентрации ТБК-активных продуктов сыворотки крови / С. Н. Селютина, А. Ю. Селютин, А. И. Паль // Клин. лаб. диагн. — 2000. — № 2. — С. 8–10.
5. Костромитиков, Н. А. Определение глутатиона фотокolorиметрическим методом исследования / Н. А. Костромитиков, Е. А. Суменков // Вестн. РАСХН. — 2005. — № 5. — С. 69–70.
6. Сирота, Т. В. Новый подход в исследовании процесса аутоокисления адреналина и использование его для измерения активности супероксиддисмутазы / Т. В. Сирота // Вопр. мед. химии. — 1999. — Т. 45, № 3. — С. 263–272.
7. Королюк, М. А. Метод определения активности каталазы / М. А. Королюк // Лабораторное дело. — 1988. — № 1. — С. 16–19.
8. Черданцев, Д. В. Диагностика и лечение окислительного стресса при остром панкреатите / Д. В. Черданцев. — Красноярск : АРТЭ, 2002. — 148 с.
9. Власова, С. Н. Активность глутатионзависимых ферментов эритроцитов при хронических заболеваниях печени у детей / С. Н. Власова, Е. И. Шабунина, И. А. Переслегина // Лаб. дело. — 1990. — № 8. — С. 19–21.
10. Зенков, Н. К. Окислительный стресс: Биохимические и патофизиологические аспекты / Н. К. Зенков, В.З. Ланкин, Е. Б. Меньшикова. — М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. — 306 с.
11. Конвай, В. Д. Роль острого нарушения метаболизма пуринов в развитии повреждений, вызванных криодеструкцией ворот печени / В. Д. Конвай, О. Э. Воронов // Омский научный вестник. — 2007. — № 2(57). — С. 19–23.

**КОРНЯКОВА Вера Валерьевна**, кандидат биологических наук, доцент (Россия), доцент кафедры мобилизационной подготовки здравоохранения и

медицины катастроф Омской государственной медицинской академии.

**КОНВАЙ Владимир Дмитриевич**, доктор медицинских наук, профессор (Россия), профессор кафедры химии Омского государственного аграрного университета.

**ФОМИНА Елена Валентиновна**, доктор биологических наук, доцент, заведующая лабораторией

профилактики гипогравитационных нарушений Государственного научного центра Института медико-биологических проблем РАН.

Адрес для переписки: e-mail: [bbk\\_2007@inbox.ru](mailto:bbk_2007@inbox.ru)

Статья поступила в редакцию 18.11.2010 г.

© В. В. Корнякова, В. Д. Конвай, Е. В. Фомина

УДК 594:59

**А. Н. КРАСНОГОРОВА  
С. И. АНДРЕЕВА  
Н. И. АНДРЕЕВ**

Омская государственная  
медицинская академия

Омский государственный  
университет путей сообщения

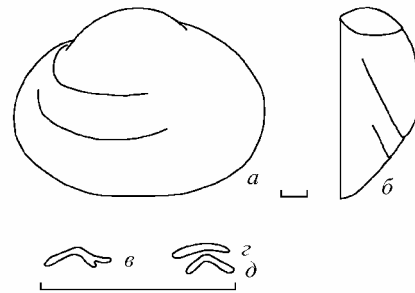
## ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАКОВИН *SPHAERIUM LEVINODIS* WESTERLUND, 1876 (MOLLUSCA, BIVALVIA) ИЗ ВОДОЕМОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Изменчивость раковин *S. levinodis* из водоемов Западной Сибири не выходит за пределы, характерные для вида в целом, но между выборками из водоемов с различными условиями обитания (ручей, придаточные водоемы, материковые озера) наблюдаются достоверные отличия по основным морфометрическим индексам.

**Ключевые слова:** двусторчатые моллюски, изменчивость, Западная Сибирь.

Пресноводный моллюск *Sphaerium levinodis* Westerlund, 1976 (рис. 1) распространен в озерах Западной и Восточной Сибири, в Байкале, встречаясь на мягком грунте [1, с. 60; 2]. А. В. Корнюшин [3, с. 88] отмечает этот вид для водоемов Кольского полуострова и бассейна Печеры. В фауне пресноводных моллюсков Западной Сибири и сопредельных территорий *S. levinodis* является обычным видом, встречен в 30 водоемах: в материковых озерах, пойменных водоемах, участках рек с замедленным течением и ручьях (рис. 2). Широкий спектр водоемов, в которых обнаружен вид, предполагает неоднородность условий обитания и, следовательно, наличие изменчивости по ряду признаков. Но изменчивость вида в пределах столь обширного ареала практически не обсуждалась в печати, за исключением работы А. В. Корнюшина, в которой приведено число эмбрионов в выводковых сумках [3, с. 33] и изменчивость морфометрических индексов раковины по небольшим выборкам из 4-х водоемов северо-востока России и Восточной Сибири [3, с. 37]. Изменчивость моллюсков из водоемов Западной Сибири до сего времени вообще не рассматривалась.

В данной работе мы предприняли попытку исследовать изменчивость раковины *S. levinodis*, исходя из предположения, что обитание в водоемах разного типа (реки, пойменные водоемы, материковые озера) с различным гидрологическим режимом должно вызывать изменчивость морфологических признаков раковины моллюсков в пределах даже относительно небольшого региона.



**Рис. 1.** Створка раковины *S. levinodis*.  
Масштабная линейка 1 мм:  
а — вид сбоку; б — вид спереди;  
в — кардинальные зубы правой створки;  
кардинальные зубы левой створки:  
г — верхние; д — нижние

Материалом для данного сообщения послужили моллюски из сборов авторов и сборов, хранящихся в Музее водных моллюсков Сибири за 1998–2009 гг. и Зоологическом музее Института экологии растений и животных Уральского отделения РАН за 1962–2009 гг., а также сборы из водоемов Алтайского края за 2009–2010 гг., любезно предоставленные Д. В. Кузьменкиным. Морфометрическому анализу (табл. 1) были подвергнуты 102 экземпляра *S. levinodis* из 7 водоемов Омской и Тюменской областей. Промеры раковин выполнены по стандартной методике [1, с. 81] при помощи окуляр-микронметра микроскопа МБС-10.



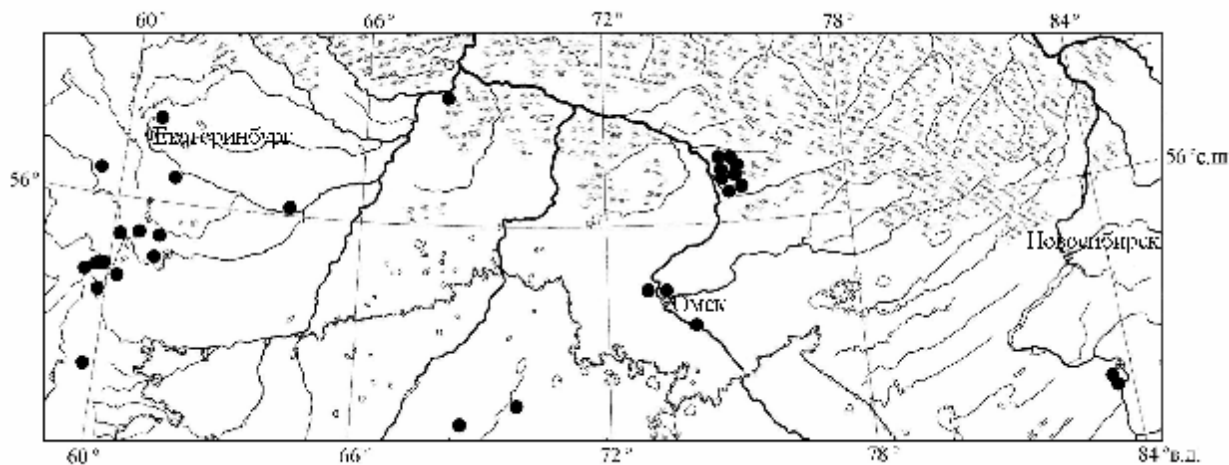
Рис. 2. Находки *S. levinodis* в водоемах Урала и Западно-Сибирской равнины

Таблица 1

Морфометрическая характеристика раковин *Sphaerium levinodis*

Водоем	n	L	H	W	H/L	W/H	W/L
		мм					
Ручей, впадающий в оз. Кривое, Омская область, 26.06.99	9	$\frac{6,0-9,1}{7,9 \pm 0,84}$	$\frac{5,0-7,8}{6,6 \pm 0,80}$	$\frac{3,8-6,2}{5,2 \pm 0,65}$	$\frac{0,79-0,94}{0,84 \pm 0,044}$	$\frac{0,71-0,85}{0,79 \pm 0,035}$	$\frac{0,61-0,69}{0,65 \pm 0,019}$
Старица р. Тобол у пос. Карачино, Тюменская обл., 14.08.09	23	$\frac{9,5-11,2}{10,5 \pm 0,18}$	$\frac{7,4-8,6}{8,2 \pm 0,14}$	$\frac{6,5-8,0}{7,3 \pm 0,15}$	$\frac{0,75-0,83}{0,78 \pm 0,007}$	$\frac{0,86-0,95}{0,89 \pm 0,013}$	$\frac{0,66-0,76}{0,70 \pm 0,012}$
Отсеченный залив р. Иртыш в 0,5 км севернее п. Междуречье, Омская обл., 28.06.98	52	$\frac{7,0-10,6}{9,2 \pm 0,22}$	$\frac{5,5-8,7}{7,3 \pm 0,18}$	$\frac{4,5-7,3}{6,2 \pm 0,17}$	$\frac{0,76-0,93}{0,80 \pm 0,008}$	$\frac{0,79-0,92}{0,85 \pm 0,008}$	$\frac{0,63-0,79}{0,68 \pm 0,008}$
Безымянный водоем в пойме р. Иртыш, п. Междуречье, Омская обл., 30.06.05	15	$\frac{7,7-12,7}{9,7 \pm 0,70}$	$\frac{6,3-9,8}{7,7 \pm 0,50}$	$\frac{5,5-8,6}{6,7 \pm 0,45}$	$\frac{0,76-0,82}{0,79 \pm 0,008}$	$\frac{0,85-0,94}{0,88 \pm 0,012}$	$\frac{0,68-0,73}{0,70 \pm 0,008}$
Озеро в районе п. Усть-Заостровка, Омская обл., 28.07.00	5	$\frac{10,0-14,0}{12,0 \pm 1,76}$	$\frac{8,6-12,0}{10,7 \pm 1,57}$	$\frac{7,4-10,0}{8,8 \pm 1,15}$	$\frac{0,86-0,92}{0,88 \pm 0,040}$	$\frac{0,80-0,86}{0,82 \pm 0,029}$	$\frac{0,71-0,75}{0,74 \pm 0,017}$
оз. Чередовое в черте г. Омска, Омская область, 02.08.08	8	$\frac{7,8-8,7}{8,4 \pm 0,24}$	$\frac{6,5-7,4}{7,0 \pm 0,21}$	$\frac{5,4-6,3}{6,1 \pm 0,24}$	$\frac{0,82-0,85}{0,84 \pm 0,010}$	$\frac{0,82-0,91}{0,87 \pm 0,026}$	$\frac{0,69-0,76}{0,73 \pm 0,018}$
оз. Кривое, Омская область, 25.06.98	5	$\frac{6,5-10,0}{8,1 \pm 1,64}$	$\frac{5,2-8,0}{6,5 \pm 1,34}$	$\frac{4,2-7,4}{5,6 \pm 1,63}$	$\frac{0,79-0,82}{0,80 \pm 0,015}$	$\frac{0,78-0,93}{0,85 \pm 0,077}$	$\frac{0,62-0,74}{0,68 \pm 0,069}$
Среднее значение для вида из водоемов Урала и Западной Сибири	117	$\frac{6,0-14,0}{9,4 \pm 0,23}$	$\frac{5,2-12,0}{7,6 \pm 0,20}$	$\frac{3,8-10,0}{6,5 \pm 0,18}$	$\frac{0,75-0,94}{0,81 \pm 0,007}$	$\frac{0,71-0,95}{0,86 \pm 0,008}$	$\frac{0,61-0,79}{0,69 \pm 0,006}$
Кольский п-ов, оз. Имандра по: Корнюшин, [3, с. 37]	5	—	—	—	$0,78 \pm 0,038$	$0,77 \pm 0,042$	—
р. Колва, Коми Республика по: Корнюшин, [3, с. 37]	5	—	—	—	$0,82 \pm 0,023$	$0,84 \pm 0,037$	—
р. Тунгуска по: Корнюшин, [3, с. 37]	6	—	—	—	$0,81 \pm 0,075$	$0,78 \pm 0,064$	—
р. Лена, Якутск по: Корнюшин, [3, с. 37]	5	—	—	—	$0,83 \pm 0,016$	$0,79 \pm 0,034$	—
Среднее значение для вида по: Корнюшин, [3, с. 37]	21	—	—	—	$\frac{0,75-0,95}{0,81 \pm 0,044}$	$\frac{0,68-0,91}{0,80 \pm 0,058}$	—

Примечание: в числителе — минимальные и максимальные значения признака, в знаменателе — средние значения  $\pm$  доверительные интервалы при  $p=0,05$ ; n — число измеренных моллюсков

На основании промеров раковин были рассчитаны морфометрические индексы: отношение высоты раковины к её длине (H/L), отношение выпуклости раковины к её высоте (W/H) и отношение выпуклости раковины к её длине (W/L). Статистический анализ проведен при помощи программного пакета Statistica 6.0 for Windows.

На основании стандартных промеров раковины моллюсков *S. levinodis*, обитающих в ручье, пойменных водоемах, заливаемых речными водами во время паводка и материковых (плакорных) озерах установлено, что зависимость высоты раковины от её длины, выпуклости раковины от её высоты (рис. 3) и выпуклости раковины от её длины для всех выборок

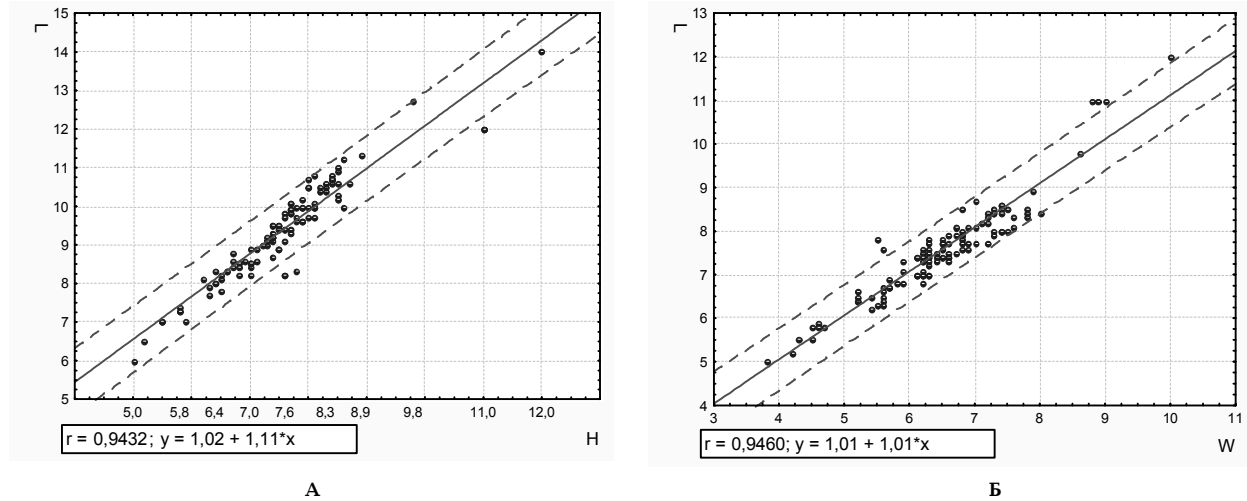
Рис. 3. Зависимость высоты (А) раковины *S. levinodis* и выпуклости (Б) от ее длины

Таблица 2

Уровни значимости различий (p) морфометрических показателей *S. levinodis* из разнотипных водоемов

Признаки	L1/L2	H1/H2	W1/W2	(H1/L1)/ (H1/L2)	(W1/H1)/ (W2/H2)	(W1/L1)/ (W2/L2)
Ручей, впадающий в оз. Кривое / оз. Кривое						
Значения p	<b>0,705191</b>	<b>0,908403</b>	<b>0,451893</b>	<b>0,217868</b>	0,033622	<b>0,178280</b>
Ручей, впадающий в оз. Кривое / оз. Чередовое						
Значения p	<b>0,231841</b>	<b>0,321848</b>	0,010352	<b>0,886596</b>	0,000301	0,000010
Ручей, впадающий в оз. Кривое / старица р. Тобол						
Значения p	0,000001	0,000001	0,000001	0,000150	0,000001	0,000001
Старица р. Тобол / оз. Чередовое						
Значения p	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	<b>0,058083</b>	0,019696
Старица р. Тобол / оз. Кривое						
Значения p	0,000001	0,000001	0,000004	0,009904	0,023094	<b>0,331919</b>
Старица р. Тобол/ отсеченный залив р. Иртыш, п. Междуречье						
Значения p	0,000001	0,000001	0,000001	0,001010	0,000001	0,002060
Отсеченный залив р. Иртыш, п. Междуречье / безымянный водоем в районе п. Усть-Заостровка						
Значения p	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	<b>0,119400</b>	0,000026
оз. Чередовое / отсеченный залив р. Иртыш, п. Междуречье						
Значения p	0,006699	<b>0,132156</b>	<b>0,553739</b>	0,001820	0,024046	0,000015
оз. Чередовое / безымянный водоем в районе п. Усть-Заостровка						
Значения p	0,000017	0,000004	0,000007	0,000497	0,014148	<b>0,400899</b>

Примечание: полужирным шрифтом выделены значения, не имеющие достоверных различий

является линейной. Отмеченная вариабельность морфометрических индексов (табл. 1) была вполне сопоставима с данными, приведенными в среднем для вида А. В. Корнюшиным [3, с. 37] для индекса H/L. Индекс W/H же западносибирских моллюсков в среднем по виду достоверно больше, т.е. раковины *S. levinodis* из водоемов Западной Сибири более выпуклы, чем раковины моллюсков из водоемов северо-востока России и Восточной Сибири.

Мы предположили, что это явление обусловлено, вероятно, условиями обитания моллюсков, поскольку А. В. Корнюшиным [3, с. 37] исследованы раковины моллюсков в основном из речных водоемов, нами — из придаточных водоемов и материковых озер, и провели сравнение выборок *S. levinodis* из разнотипных водоемов.

На основании исследований изменчивости раковин *S. levinodis* из разных типов водоемов в ряду ручей — старица — пойменный водоем — материковое озеро было выявлено, что выборки моллюсков из водоемов разного типа достоверно различаются ( $p < 0,05$ ) как по абсолютным размерам раковин, так и по ряду морфометрических индексов (табл. 2). При этом различия в абсолютных размерах раковин могут быть связаны со временем сбора материала и географическим положением водоемов. Общеизвестно, что эти факторы обуславливают температурный режим водоема, в том числе и сумму эффективных температур, определяющих темп роста и размеры пойкилотермных видов. Предположив, что различия в морфометрических индексах раковин из разнотипных водоемов должны определяться не темпами

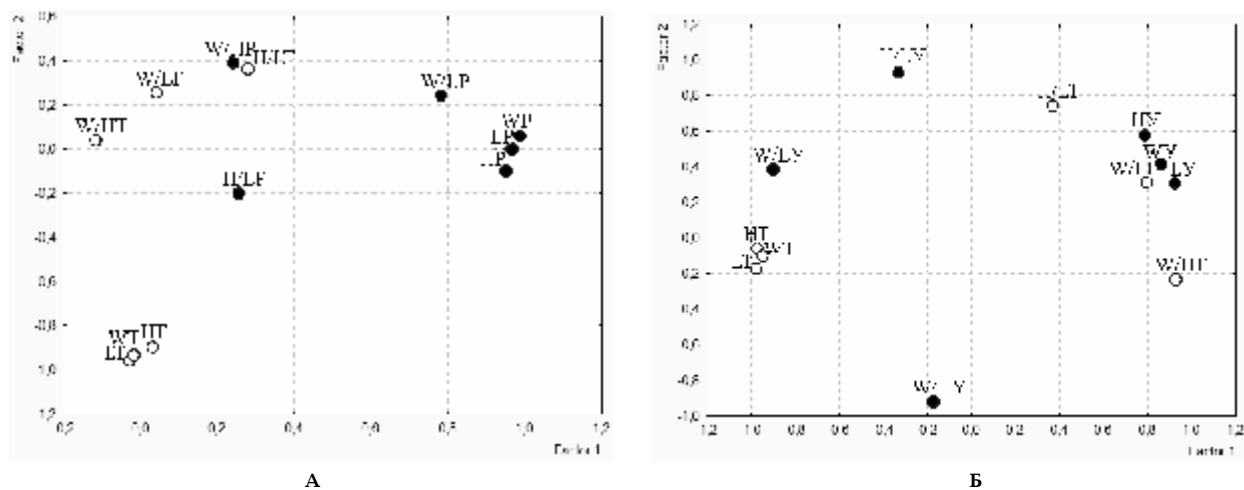


Рис. 4. Различия длины, ширины, выпуклости и морфометрических индексов раковин моллюсков *S. levinodis* в плоскости 1 и 2 главных компонент.  
 А — из ручья, впадающего в оз. Кривое и из старицы р. Тобол,  
 Б — из старицы р. Тобол и из безымянного озера в районе п. Усть-Заостровка

роста моллюсков, а другими факторами среды, в частности проточностью водоема и, как следствие, характером грунта было проанализировано влияние проточности на морфометрические индексы раковин.

Для исследования влияния проточности на морфологию раковины *S. levinodis* были взяты выборки моллюсков из ручья, впадающего в оз. Кривое и озер Кривое и Чередовое и старицы р. Тобол. Озеро Кривое является проточным водоемом, поскольку в него впадает безымянный ручей и вытекает речка Атачка. Моллюски были собраны в ручье и в озере на участке между местом впадения ручья и истоком р. Атачки. Оказалось, что выборки достоверно различаются ( $p < 0,05$ ) только по одному морфометрическому индексу ( $W/H$ ), по остальным исследованным признакам достоверных различий нет (см. табл. 2). Моллюски из оз. Кривого более выпуклы, чем моллюски из впадающего в озеро ручья, что связано, скорее всего, с типом грунта в местах обитания. В озере при замедлении течения гранулометрический состав грунтов изменяется, а поскольку остальные условия обитания сходны, то и не наблюдается существенных отклонений морфометрических показателей. При анализе выборок из ручья, впадающего в оз. Кривое, и материкового оз. Чередовое, через которое протекает р. Чередовая [4], появляются большие различия. Моллюски в оз. Чередовое более выпуклы, на что указывают как абсолютные промеры, так и отношение  $W/H$  и  $W/L$ . Выборки же из ручья, впадающего в оз. Кривое, и старицы р. Тобол, которая ежегодно заливается полыми водами, достоверно ( $p < 0,05$ ) различаются по всем признакам (табл. 2).

Выборки из материковых озер (Кривое и Чередовое) и старицы р. Тобол достоверно отличаются по большинству морфометрических признаков, что связано, вероятно, с различным гидролого-гидрохимическим режимом этих водоемов, за исключением  $W/H$  для выборки из оз. Чередового и  $W/L$  для выборки из оз. Кривого. А вот достоверные отличия выборок из пойменных водоемов, заливаемых в период паводка (старица р. Тобол и отсеченный залив р. Иртыш в районе поселка Междуречье), по всем показателям нуждаются в более обстоятельном анализе. Отсеченный залив р. Иртыш, расположенный вблизи поселка Междуречье, превращен в мел-

ководный хорошо прогреваемый водоем округлой формы, используемый жителями в рекреационных целях. Старица р. Тобол представляет собой неширокий удлинённый водоем с обрывистыми берегами. Различия в морфологии водоемов формируют существенные отличия и в условиях обитания моллюсков, например, различия в температурном режиме, условиях осадконакопления и т.д. и, как следствие, вызывают отличия в морфометрических показателях раковин, что и подтвердил (табл. 2) проведенный нами анализ.

Еще одним доказательством того, что морфология водоема оказывает существенное влияние на формирование условий обитания двустворчатых моллюсков, являются выборки из отсеченного залива р. Иртыш в районе поселка Междуречье и безымянного материкового озера в районе поселка Усть-Заостровка. Оба водоема округлой формы, мелководны, имеют сходные очертания береговой линии и грунты с обилием детрита в местах сбора моллюсков. Выборки достоверно различаются лишь по отношению выпуклости раковины к ее высоте (табл. 2). Сравнение же выборок из материковых водоемов (оз. Чередовое и озеро в районе поселка Усть-Заостровка) показывает достоверные отличия по всем признакам, за исключением выпуклости раковины к ее длине.

Факторный анализ подтверждает указанные выше различия, которые наиболее показательны в плоскости первой и второй главных компонент (рис. 4). Таким образом, проточность или наличие течений существенно влияет на морфометрические признаки *S. levinodis*, моллюски в выборках из проточных водоемов обладают менее выпуклой раковиной, чем в выборках из непроточных водоемов.

Изменчивость раковин моллюсков *S. levinodis* из водоемов различного типа заключается не только в различиях морфометрических показателей, но и в строении замка. Строение замка, в частности число, форма и положение зубов на замочной площадке, является для двустворчатых моллюсков одним из основных систематических признаков. В выборках из водоемов, подвергшихся ускоренному антропогенному эвтрофированию (оз. Чередовое и безымянное озеро в районе поселка Усть-Заостровка) обнаружены существенные отклонения в строении замка: наличие жемчужных образований и коралловидных

выростов на зубах и элементах замочной площадки [5–7]. Причем отклонения в строении замка наиболее резко выражены у моллюсков из озера в районе поселка Усть-Заостровка, собранных в июле 2000 г. Там же наблюдались и искривления раковин моллюсков. В последующие годы *S. levinodis*, как и другие двустворчатые моллюски, в этом водоеме встречен не был, не смотря на специальные поиски.

Таким образом, в пределах отдельных участков ареала *S. levinodis* имеет место изменчивость его раковин. Раковины моллюсков, обитающие в водоемах различного типа, достоверно различаются ( $p < 0,05$ ) по одному или нескольким морфометрическим показателям. Эти различия связаны с гидролого-гидрохимическим режимом водоемов (проточностью, заливанием полыми водами в период паводка), что в свою очередь обуславливает различия в температурном режиме, характере донных осадков, имеющих значение для существования *S. levinodis*. Вместе с тем морфометрические индексы в выборках *S. levinodis*, имеющих достоверные различия, практически не выходят за пределы известной нормы реакции вида по показателю Н/Л. Наличие ускоренного антропогенного эвтрофирования вызывает аберрацию замков, уродливость раковин и вероятность последующего выпадения вида из фауны водоема.

#### Библиографический список

1. Старобогатов, Я. И. Моллюски. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий [Текст] / Я. И. Старобогатов [и др.] — СПб. : Наука, 2004. — Т. 6. — С. 9–492.
2. Кантор, Ю. И. Каталог моллюсков России и сопредельных стран [Текст] / Кантор Ю. И., А. В. Сысоев. — М. : КМК Scientific press, 2005. — 627 с.
3. Корнюшин, А. В. Двустворчатые моллюски надсемейства Pisidioidea Палеарктики: Фауна, систематика, филогения [Текст] / А. В. Корнюшин. — Киев : Институт зоологии НАН Украины, 1996. — 175 с.

4. Валитов, Г. Д. Гидроэкологическое зонирование территории г. Омска (по результатам общественного мониторинга инициативной группой «Биосфера») / Г. Д. Валитов — Омск : б.и. 2008. — 10 с.

5. Красногорова, А. Н. Изменчивость замка раковины моллюсков семейства Sphaeriidae (Mollusca: Bivalvia) и её потенциальное значение для биоиндикации / А. Н. Красногорова // Экология в меняющемся мире : матер. конф. молодых ученых, 24–28 апреля 2006 г. / ИЭРиЖ УрО РАН. — Екатеринбург : Изд-во «Академкнига», 2006. — С. 100–103.

6. Фараон, А. А. Бентос оз. Чередовое в условиях антропогенного воздействия / А. А. Фараон, А. Н. Красногорова, Е. С. Дорошенко // Проблемы экологической безопасности Прииртышья : матер. межвузовской конф. молодых исследователей, 21 мая 2009 г., Омск. — Омск : Изд-во ОмГПУ, 2009. — С. 33–35.

7. Андреев, Н. И. Изменчивость таксономических признаков двустворчатых моллюсков в условиях загрязнения водоемов / Н. И. Андреев, С. И. Андреева, А. Н. Красногорова // Проблемы экологии: чтения памяти проф. М. М. Кожова : тез. докл. Междунар. научн. конф. и Междунар. шк. для мол. ученых, Иркутск, 20–25 сент. 2010 г.) — Иркутск : Из-во Иркут. гос. ун-та, 2010. — С. 374.

**КРАСНОГОРОВА Анастасия Николаевна**, преподаватель кафедры мобилизационной подготовки здравоохранения и медицины катастроф Омской государственной медицинской академии.

**АНДРЕЕВА Светлана Иосифовна**, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой медицинской биологии с основами генетики и экологии Омской государственной медицинской академии.

**АНДРЕЕВ Николай Игоревич**, доктор биологических наук, профессор (Россия), профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и экологии Омского государственного университета путей сообщения. Адрес для переписки: e-mail: [krasnogorova@inbox.ru](mailto:krasnogorova@inbox.ru)

Статья поступила в редакцию 04.04.2011 г.

© А. Н. Красногорова, С. И. Андреева, Н. И. Андреев

## Книжная полка

**Концепции современного естествознания [Текст] : учеб. для вузов по направлению 050100 «Естественнонаучное образование» / под ред. Л. А. Михайлова. — СПб. [и др.] : Питер, 2009. — 334 с. — ISBN 978-5-91180-778-8.**

В учебнике представлены новейшие концепции всех естественных наук: биологии, генетики, физики, химии, математики, информатики, биохимии, геологии, антропологии и других. В книге раскрываются социальные последствия новых научных открытий, даются современные технологии обучения в области концепций современного естествознания.

**Артюхова, С. И. Использование пробиотиков и пребиотиков в биотехнологии производства биопродуктов [Текст] : монография / С. И. Артюхова, Ю. А. Гаврилова ; ОмГТУ. — Омск : Изд-во ОмГТУ, 2010. — 111 с. — ISBN 978-5-8149-0878-0.**

В монографии представлены данные в области производства функциональных продуктов питания, а также по использованию пробиотиков и пребиотиков в биотехнологии производства биопродуктов. Приведены результаты собственных теоретических и экспериментальных исследований в области совершенствования биотехнологии производства биопродуктов.

## К ВОПРОСУ О РЕГУЛЯЦИИ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА ПРИ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**В ходе исследования выявлены возрастные особенности вегетативной регуляции углеводного обмена при мышечной деятельности. Установлено, что недостаточная функциональная активность симпатического отдела вегетативной нервной системы у юных спортсменов обуславливает снижение концентрации глюкозы крови при выполнении физических нагрузок. У спортсменов 17–25 лет отрицательная динамика уровня глюкозы крови при выполнении физических нагрузок связана, вероятно, с истощением симпато-адреналовой системы и снижением адаптационно-приспособительных возможностей организма.**

**Ключевые слова:** углеводный обмен, глюкоза, лактат, мышечная деятельность, вегетативная нервная система, спортсмены.

Важность углеводов как энергетического источника при мышечной деятельности была установлена еще в начале двадцатого столетия [1]. Гликоген мышц и глюкоза крови являются важным субстратом для образования АТФ в сокращающихся мышцах при физических нагрузках субмаксимальной и большой мощности. Исключительная роль углеводов для обеспечения мышечной деятельности подтверждается тем, что использование только липидов в качестве энергетического источника обычно не может поддерживать физические нагрузки мощностью, превышающей 50–60 % МПК [2].

Регуляция углеводного обмена весьма сложна, поскольку в ней участвуют нервная система (как центральная, так и периферическая), эндокринная система, печень, мышцы и другие органы, потребляющие углеводы и, следовательно, также влияющие на течение углеводного обмена в организме. Влияние центральной нервной системы на углеводный обмен осуществляется главным образом посредством симпатической иннервации. Раздражение симпатических нервов усиливает образование адреналина в надпочечниках, который вызывает расщепление гликогена в печени и скелетных мышцах и повышение концентрации глюкозы в крови. У человека симпатическая иннервация печени более обильна, чем у большинства животных, и поэтому сразу с началом повышения двигательной активности тонус симпатических нервов печени и образование в ней глюкозы возрастают быстрее, чем выработка большинства гормонов, в связи с чем иннервация печени может иметь важное значение для регуляции в ней образования глюкозы в организме человека [3]. Однако в некоторых исследованиях не удалось выявить каких-либо влияний симпатоадреналовой системы на распад печеночного гликогена во время мышечной активности [4]. Поэтому вопрос о роли симпатической иннервации печени в усилении уровня глюкозы при физических нагрузках до настоящего времени остается открытым. Исследователи отмечают, что особенностью организма детей и подростков является меньшее совершенство регуляции

углеводного обмена в смысле возможностей быстрой мобилизации внутренних углеводных ресурсов организма и, особенно, поддержания необходимой интенсивности ее на протяжении всей работы [5]. Мы предположили, что особенности углеводного обмена при мышечной деятельности связаны с различной активностью симпатического отдела вегетативной нервной системы у спортсменов разного возраста.

**Цель** настоящего исследования — выяснить роль симпатического отдела вегетативной нервной системы в регуляции углеводного обмена при мышечной деятельности.

**Организация и методы исследования.** В исследовании принимали участие спортсмены мужского пола ( $n = 258$ ). Испытуемые были разделены на две возрастные группы: спортсмены 9–14 лет ( $n = 120$ ) и спортсмены 17–25 лет ( $n = 138$ ).

Для оценки состояния механизмов нейрогуморальной регуляции сердца, активности сегментарных и надсегментарных отделов вегетативной нервной системы использовали спектральный метод анализа variability сердечного ритма (ВСР). При анализе ВСР использовали короткие (5-минутные) записи в соответствии с Международным стандартом (1996) [6]. Запись кардиоритмограммы в покое и при выполнении активной ортостатической пробы (АОП) выполняли с использованием 12-канального кардиографа «Полиспектр-8» фирмы «Нейрософт» (г. Иваново). Данный аппаратно-программный комплекс позволяет проводить автоматическую обработку данных на персональном компьютере.

В ходе исследования каждый испытуемый выполнял трехступенчатую велоэргометрическую нагрузку. Первая ступень выполнялась в качестве разминочной (ЧСС — 110–120 уд/мин), вторая — в зоне большой мощности (ЧСС — 160–170 уд/мин), третья — в субмаксимальном режиме (ЧСС > 180 уд/мин). Продолжительность первой и второй ступени — 5 мин, интервал отдыха между ступенями — 3 мин. Продолжительность третьей ступени — 2 мин (именно в этом временном интервале раскрывается емкость

анаэробного гликолиза). Таким образом, стандартизировались длительность работы и ее физиологическая стоимость по пульсу [7].

Для изучения углеводного обмена при выполнении мышечной работы определяли концентрацию глюкозы и лактата в капиллярной крови в покое, на 3-й и 10-й минутах срочного восстановления. Определение концентрации глюкозы и лактата проводили на полуавтоматическом биохимическом анализаторе Super Easy (производство Германии).

#### Результаты исследования и их обсуждение.

В ходе проведения исследования выявили снижение концентрации глюкозы крови при выполнении дозированных нагрузок спортсменами 9–14 лет, в группе спортсменов 17–25 лет наблюдали достоверное увеличение данного показателя (табл. 1). В ходе срочного восстановления у юных спортсменов уровень глюкозы продолжает снижаться, у взрослых спортсменов снижение данного показателя не достигает уровня значимости.

Увеличение концентрации глюкозы крови во время выполнения физической нагрузки, в свою очередь, увеличивает возможности гликолитического пути ресинтеза АТФ при мышечной деятельности [8]. Один из методов оценки анаэробно-гликолитического образования заключается в измерении максимальной концентрации молочной кислоты (лактата) [9]. Как показали наши исследования, у спортсменов 9–14 лет возможности анаэробно-гликолитического энергообразования достоверно ниже по сравнению со спортсменами 17–25 лет (табл. 1).

Известно, что именно симпатический отдел ВНС осуществляет тот тип регуляции, который необходим для выполнения физических нагрузок. Роль симпатического отдела ВНС состоит в мобилизации функций, в резком повышении функционального состояния органов и целого организма, в быстрой мобилизации углеводных ресурсов организма, поскольку именно симпатической нервной системе принадлежит эрготропная функция — стимуляция потребления питательных веществ и усиление окислительных процессов, увеличение поступления  $O_2$  к мышцам, в том числе и к сердечной [10]. На основании анализа результатов исследования мы предположили, что выявленные различия связаны с особенностями вегетативной регуляции углеводного обмена у спортсменов разного возраста.

Известно, что сердечно-сосудистая система является индикатором адаптационно-приспособительной деятельности организма в целом, а последовательный ряд кардиоинтервалов несет информации не только об автоматии сердца, но и отражает характер регуляторных процессов в целостном организме. Поэтому для оценки состояния механизмов нейрогуморальной регуляции, активности сегментарных и надсегментарных отделов вегетативной нервной системы (ВНС) мы использовали спектральный метод анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР). Периодические составляющие ВСР, выделенные на основании кратковременных записей в состоянии покоя, представлены высокочастотными, низкочастотными и очень низкочастотными колебаниями,

Показатели углеводного обмена в покое и при выполнении спортсменами дозированных нагрузок ( $X \pm m$ )

Таблица 1

Показатели	Спортсмены 9–14 лет	Спортсмены 17–25 лет
Концентрация глюкозы (покой), мМ/л	4,82±0,1	4,61±0,05*
Концентрация глюкозы (нагрузка), мМ/л	4,65±0,08	4,76±0,06*
Концентрация глюкозы (восстановление), мМ/л	4,27±0,06	4,5±0,06*
Концентрация лактата (покой), мМ/л	1,93±0,06	1,84±0,04
Концентрация лактата (нагрузка), мМ/л	8,39±0,20	10,58±0,19*
Концентрация лактата (восстановление), мМ/л	6,34±0,22	8,59±0,2*

Примечание: \* — различия статистически значимы между группами ( $p < 0,05$ )

Показатели спектрального анализа у спортсменов разного возраста в покое и при проведении ортостатической пробы ( $X \pm m$ )

Таблица 2

Показатели	Спортсмены 10–14 лет		Спортсмены 17–22 лет	
	покой	АОП	покой	АОП
TP, $ms^2$	5594,56±317,56	3858,84±174,17	4277,43±257,37	3418,88±198,11
VLF, $ms^2$	1297,83±56,65	1425,32±65,41	1501,58±121,01	1248,53±81,72°
LF, $ms^2$	1660,16±95,43	1732,17±97,01	1195,55±81,44*	1822,65±126,03
HF, $ms^2$	2635,37±207,87	701,34±54,94	1565,82±134,32*	347,71±33,74
LF/HF, усл. ед.	0,96±0,05	3,8±0,18	1,18±0,09	7,77±0,55°
% VLF	29,79±1,02	39,99±0,96	34,91±1,21	38,23±1,31
% LF	30,35±0,72	43,44±0,83	29,00±0,90	51,82±1,27°
% HF	40,17±1,06	17,00±0,71	36,07±1,4	9,89±0,56°
ИЦ, усл. ед.	2,05±0,11	7,72±0,40	2,69±0,21	14,05±0,98°

Примечание: \* — различия статистически значимы между группами в покое ( $p < 0,05$ );

° — различия статистически значимы между группами при проведении АОП ( $p < 0,05$ )

Таблица 3  
Показатели углеводного обмена и физической работоспособности при выполнении спортсменами дозированных нагрузок ( $\bar{X} \pm m$ )

Показатели	Группа 1	Группа 2
Wсуб, кгм/мин	1808,70±47,61	1884,12±42,05
Wсуб/кг, кгм/мин/кг	23,81±0,66	25,8±0,5*
Концентрация глюкозы (покой), мМ/л	4,77±0,08	4,46±0,06*
Концентрация глюкозы (нагрузка), мМ/л	4,36±0,06	5,15±0,08*
Концентрация глюкозы (восстановление), мМ/л	4,13±0,06	4,86±0,08*
Концентрация лактата (покой), мМ/л	1,87±0,06	1,82±0,06
Концентрация лактата (нагрузка), мМ/л	10,12±0,24	11,21±0,27*
Концентрация лактата (восстановление), мМ/л	8,23±0,25	8,95±0,31

Примечание: \* — различия статистически значимы между группами ( $p < 0,05$ )

Таблица 4  
Показатели спектрального анализа у спортсменов в покое и при проведении ортостатической пробы ( $\bar{X} \pm m$ )

Показатели	Группа 1		Группа 2	
	покой	АОП	покой	АОП
TP, мс <sup>2</sup>	3944,5±335,3	3002,9±198,1	4013,6±312,7	3654,9±310,1
VLF, мс <sup>2</sup>	1404,1±156,4	1085,8±83,6	1352,8±139,6	1317,7±124,8
LF, мс <sup>2</sup>	970,1±86,9	1533,3±112,3	1279,3±124,3*	2027,2±214,2°
HF, мс <sup>2</sup>	1570,3±209,2	383,8±63,5	1347,8±148,3	310,1±30,8
LF/HF, усл. ед.	0,97±0,12	7,22±0,77	1,44±0,14*	8,36±0,83
% VLF	35,7±1,8	37,9±1,7	34,2±1,6	38,2±2,0
% LF	26,5±1,2	50,8±1,6	32,1±1,3*	53,1±1,9°
% HF	37,8±1,9	11,3±0,9	33,7±2,1	8,6±0,6
ИЦ, усл. ед.	1,51±0,16	6,82±0,21	1,95±0,18*	10,79±0,25°

Примечание: \* — различия статистически значимы между группами в покое ( $p < 0,05$ );

° — различия статистически значимы между группами при проведении АОП ( $p < 0,05$ )

как правило, имеющими периодичность 0,2–0,4; 0,04–0,15 и 0,003–0,04 Гц соответственно. Высоко-частотные колебания (HF-волны) сопряжены с дыханием и отражают преимущественно влияния парасимпатической системы на сердечную мышцу. Низкочастотные колебания (LF – волны) связаны с активностью постганглионарных симпатических волокон и отражают модуляцию сердечного ритма симпатической нервной системой [11]. Физиологическая природа VLF-компоненты наименее изучена: большинство отечественных ученых придерживаются мнения, что мощность VLF в диапазоне 0,01 Гц отражает степень активации церебральных эрготропных систем [12].

Одним из наиболее простых и безопасных функциональных тестов, которые позволяют оценить адаптационные возможности вегетативной регуляции в организме, является активная ортостатическая проба (АОП), которая используется, как правило, для выявления механизмов срочной адаптации организма, в частности, сердечно-сосудистой системы, при изменении положения тела в пространстве.

Как показали результаты исследования, при проведении АОП выявлено достоверное снижение высокочастотных волн у спортсменов разного возраста (табл. 2). Наибольший интерес представляет анализ динамики медленных (LF, мс<sup>2</sup>) и очень медленных волн (VLF, мс<sup>2</sup>). У спортсменов 9–14 лет активность

высших вегетативных центров (VLF – компонента) при проведении АОП не изменяется и снижается у спортсменов 17–25 лет. Активность симпатического отдела ВНС (LF – компонента) в группе спортсменов 10–14 лет не изменяется и значительно возрастает в группе спортсменов 17–25 лет.

Анализ динамики LF – волн позволяет судить о вовлечении симпатического отдела ВНС в реализацию адаптивного ответа организма на внешнее воздействие. Отсутствие роста активности вазомоторного центра является признаком снижения функциональных резервов регуляции и может рассматриваться как показатель неадекватной реакции организма к воздействию факторов внешней среды. Отсутствие увеличения активности вазомоторного центра при проведении АОП у спортсменов 9–14 лет следует рассматривать как отставание, или «незрелость» в развитии симпатического отдела ВНС по сравнению со спортсменами старшего возраста, у которых отмечена значительная активация симпатического отдела ВНС в процессе срочной адаптации организма к воздействию внешних факторов (по показателям LF-компоненты) (табл. 2). Полученные нами данные согласуются с результатами многолетних исследований В.Н. Швалева с сотр. (1989, 2001), которые изучали возрастную динамику появления медиаторов и рецепторов к ним. Авторами установлено, что активность симпато-адреналовой системы

постепенно нарастает и достигает максимума в период от 16 лет до 35 лет, в дальнейшем наблюдается обратный процесс [13, 14]. На наш взгляд, именно различная функциональная активность симпатического отдела ВНС обуславливает разнонаправленную динамику уровня глюкозы крови при выполнении мышечной нагрузки спортсменами разного возраста.

Анализ динамики показателей углеводного обмена при выполнении мышечной нагрузки выявил различие в сопоставлении индивидуальных значений со среднегрупповыми показателями у спортсменов 17–25 лет. Среди спортсменов 17–25 лет были выделены группы с различной динамикой уровня глюкозы при выполнении физической нагрузки: группа 1 ( $n=68$ ) — снижение концентрации глюкозы крови, группа 2 ( $n=70$ ) — увеличение концентрации глюкозы крови (табл. 3). Увеличение мобилизации гликогена печени у представителей второй группы повышает возможности анаэробно-гликолитического пути ресинтеза АТФ, что, в свою очередь, обеспечивает высокую работоспособность спортсменов в анаэробных условиях [9]. Действительно, у представителей второй группы максимально достижимая концентрация молочной кислоты при выполнении физической нагрузки и показатели относительной физической работоспособности в субмаксимальной зоне мощности ( $W_{\text{суб}}/\text{кг}$ ) были достоверно выше по сравнению со спортсменами первой группы (табл. 3).

Нами было выдвинуто предположение, что разнонаправленная динамика уровня глюкозы связана с различной функциональной активностью симпатического отдела ВНС.

В ходе проведения исследования выявлено, что у спортсменов второй группы активность симпатического отдела ВНС в покое и при проведении активной ортостатической пробы (по показателям  $LF$  ( $\text{мс}^2$ ),  $LF/HF$  (усл.ед.),  $ИЦ$  (усл.ед.)) достоверно выше по сравнению с представителями первой группы (табл. 4). Снижение активности симпатического отдела ВНС у представителей первой группы обусловлено, вероятно, истощением симпато-адреналовой системы вследствие стрессорных влияний на организм при длительных занятиях спортом.

Таким образом, в ходе исследования выявлены возрастные особенности регуляции углеводного обмена при выполнении физических нагрузок. У спортсменов 9–14 лет снижение концентрации глюкозы крови при выполнении физических нагрузок обусловлено недостаточной функциональной активностью симпатического отдела вегетативной нервной системы. У спортсменов 17–25 лет отрицательная динамика уровня глюкозы крови при выполнении физических нагрузок связана, вероятно, с истощением симпато-адреналовой системы и снижением адаптационно-приспособительных возможностей организма. Снижение концентрации глюкозы крови при выполнении физических нагрузок может служить информативным показателем недостаточной

функциональной активности симпатического отдела ВНС.

#### Библиографический список

1. Christensen, E. N. Hypoglykamie, arbeitsfahigkeit und ermudung / E. N. Christensen, O. Hansen / Skand. Arch. Physiol. — 1939 (81). — P. 172–179.
2. Davies, S. T. M. Body composition and maximal exercise performance in children / S. T. M. Davies, C. Barnes, S. Godfrey // Hum. Biol. — 1972. — V. 44. — P. 195–214.
3. Kjaer, M. Influence of active muscle mass on glucose homeostasis during exercise in humans / M. Kjaer [et al.] // J. Appl. Physiol. — 1991(71). — P. 552–557.
4. Marker, J. C. Effect of adreno-demodulation on metabolic responses to high-intensity exercise / J. C. Marker [et al.] // Am. J. Physiol. — 1986(251). — P. R552–R559.
5. Яковлев, Н. Н. Биохимия спорта / Н. Н. Яковлев. — М.: Физкультура и спорт, 1974. — 288 с.
6. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability/ Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use. // Circulation. 1996. V. 93. P. 1043–1065.
7. Харитоновна, А. Г. Типы адаптации в спорте / А. Г. Харитоновна. — Омск: ОГИФК, 1991. — 199 с.
8. Метаболизм в процессе мышечной деятельности / Под редакцией М. Харгривса. — Киев: Олимпийская литература, 1998. — 287 с.
9. Биохимия мышечной деятельности / Н. И. Волков [и др.]. — Киев: Олимпийская литература, 2000. — 503 с.
10. Ажица, Я. И. Трофическая функция нервной системы: рук-во по физиологии / Я. И. Ажица. — М.: Наука, 1990. — 672 с.
11. Михайлов, В. М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода / В. М. Михайлов. — Изд. второе, перераб. и доп. — Иваново: Иванов. гос. мед. академия, 2002. — 290 с.
12. Хаспекова, Н. Б. Диагностическая информативность мониторинга вариабельности ритма сердца / Н. Б. Хаспекова // Вестник аритмологии. — 2003. — № 32. — С. 15–23.
13. Швалев, В. Н. Этапность преобразования вегетативной нервной системы в онтогенезе / В. Н. Швалев, А. А. Сосунов // Арх. анатомии, гистологии и эмбриологии. — 1989. — № 5. — С. 5–9.
14. Швалев, В. Н. Феномен ранней возрастной инволюции симпатического отдела вегетативной нервной системы / В. Н. Швалев, Н. А. Тарский // Кардиология. — 2001. — Т. 41. — № 2. — С. 10–14.

**КУДРЯ Ольга Николаевна**, кандидат биологических наук, доцент (Россия), доцент кафедры медико-биологических основ физической культуры и спорта.

Адрес для переписки: e-mail: [olga27ku@mail.ru](mailto:olga27ku@mail.ru), [olga27ku@yandex.ru](mailto:olga27ku@yandex.ru)

Статья поступила в редакцию 01.03.2011 г.

© О. Н. Кудря



## НАХОДКИ *DIGYRCIDUM BOURGUIGNATI* (PALADIHE, 1869) В ВОДОЕМАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И УРАЛА

В статье дано описание впервые обнаруженного в водоемах Западной Сибири и Урала вида *Digyrcidum bourguignati*, известного ранее как южно-европейский вид. Приведены распространение и морфологическая характеристика с фотографиями раковин и пениса.

Ключевые слова: Bithyniidae, *Digyrcidum bourguignati*, Западная Сибирь, Урал.

К настоящему времени из водоемов Западной Сибири и Урала известно [1 – 6 и др.] 10 видов моллюсков из четырех родов семейства Bithyniidae: *Bithynia curta* Garnier in Picard, 1840; *B. producta* (Moquin-Tandon, 1855); *B. tentaculata* L., 1758; *B. decipiens* Millet, 1843; *Opisthorchophorus baudonianus* (Gassiez, 1859); *O. troscheli* (Paasch, 1842); *O. abacumovae* Andreeva et Starobogatov, 2001; *Paraelona socialis* (Westerlund, 1886); *P. milachevtchi* Beriozkina et Starobogatov in Anistratenko et Stadnichenko, 1995; *Boreoelona sibirica* (West. 1886). В ходе ревизии семейства Bithyniidae [Beriozkina et al.] для водоемов Западной Сибири без конкретизации мест обитания были указаны *Opisthorchophorus hispanicus* (Servain, 1880) и *O. valvatoides* Beriozkina et Starobogatov in Beriozkina et al., 1995. В последующем эта информация вошла в фаунистические сводки [4, 5], но нами эти виды в просмотренных материалах (более 18 тыс. экз.) не встречены.

При анализе сборов моллюсков из водоемов Западной Сибири и Урала были обнаружены моллюски семейства Bithyniidae, отличающиеся от ранее известных для этого региона более массивной раковиной и ее иными пропорциями — *Digyrcidum bourguignati* (Paladihe, 1869).

Род *Digyrcidum* Locard, 1882 — представлен одним видом — *Digyrcidum bourguignati* (Paladihe, 1869), описанным из водоемов сада Пикос (Восточные Пиренеи, Перпиньян) [7] как *Bithynia bourguignati*. Позднее [8] вид был выделен в отдельный род *Digyrcidum*. В последующем описание этого вида и изображение раковины в фаунистических работах [9, 10 и др.] приводилось по первоописанию [7], причем В. Кобельт [9] указывает, что поиски этого вида коллекционерами в типовом местообитании не увенчались успехом. Позже [11] единичные находки отмечались в водоемах Южной Европы от Голландии до стран Средиземноморья. На территории России и Совет-

ского Союза до публикаций А. В. Анистратенко, А. П. Стадниченко [12] и Г. В. Березкиной с соавторами [11] вид был неизвестен. Позднее появились сведения о нахождении *D. bourguignati* в Среднем и Нижнем Днепре, озерах бассейнов Западного и Южного Буга [13 – 15]. По последним сводкам [5] вид распространен в реках и озерах по югу Европы на восток до дельты Волги. Находки *D. bourguignati* в водоемах Западной Сибири и Урала изменяют наши представления об ареале этого вида.

Общий объем исследованного материала — 147 экз., из которых 66 экз. из водоемов Тюменской области, расположенных в окрестностях г. Тобольска, (15 экз. из озера у с. Жуковка, 15.08.09; 19 экз. из оз. у с. Карачино, 14.08.09; 11 экз. из пойменного озера в черте г. Тобольска, 12.08.09) и 21 экз. из р. Миссия, 03.08.10 (район сбора расположен примерно в 80 км к северу от Тобольска), 14 экз. из водоемов Омской области (ручей, впадающий в оз. Кривое, 25.09.10), 2 экз. из Челябинской области (оз. Иртыш, 21.06.1908), 35 экз. из водоемов Свердловской области (2 экз. из оз. Шарташ, 15.10.1949; 25 экз. из заболоченного водоема в пойме р. Серга, 08.07.09; 7 экз. из р. Демид, 09.07.09; 1 экз. из Михайловского пруда, 08.07.09) и 29 экз. из водоемов Алтайского края (3 экз. из р. Касмала, 09.07.08; 26 экз. из протоки Старая Обь, 12.08.10). Анатомировано 30 моллюсков из озера у с. Карачино и пойменного озера в черте г. Тобольска. Моллюски из оз. Иртыш и оз. Шарташ были переданы нам на определение научным сотрудником Института экологии растений и животных УрО РАН М. Е. Гребенниковым, из водоемов Алтайского края — магистрантом Алтайского ГУ Д. В. Кузминкиным.

*Digyrcidum bourguignati* (Paladihe, 1869)

Описание. Раковина массивная, яйцевидно-коническая, буровато-желтого, желто-коричневого или красно-коричневого цвета, блестящая (рис. 1а, б). Стенка раковины, по сравнению с другими Bithyniidae,

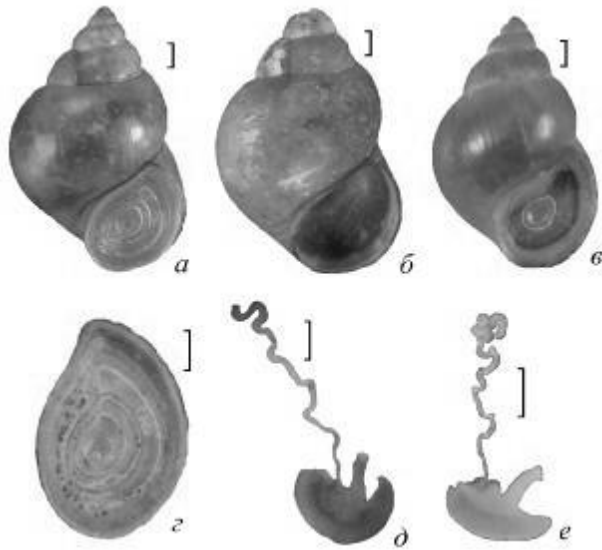


Рис. 1. *Digyrcidum bourguignati* и *Bithynia curta* из водоемов Западной Сибири: а, б — раковина, г — крышечка, д — пенис *Digyrcidum bourguignati*; в — раковина, е — пенис *Bithynia curta*. Масштаб 1 мм

обитающими в водоемах Западной Сибири, утолщена, изнутри раковина моллюсков старших возрастных групп имеет заметный перламутровый отблеск (рис. 1б), на сколе — коричневого цвета. Вершины раковин часто корродированы. Скульптура раковин у особей из водоемов Западной Сибири представлена конхиолиновыми продольными ребрышками и спиральными линиями, которые легко удаляются при очистке раковин от обрастаний. У особей из водоемов Южного Урала и Алтайского края на раковине хорошо заметны подобные образования известкового характера, сохраняющиеся даже на раковинах из береговых выбросов. Такие различия в сохранности скульптурных элементов мы связываем с различным гидрохимическим режимом водоемов, в которых идет развитие моллюсков. Благодаря выраженной скульптуре раковины на ее

поверхности в массе развиваются организмы-обрастатели и оседает взвесь, из-за чего раковина выглядит еще более массивной, сухие же раковины покрыты толстой коркой высушенных обрастаний, скрывающей скульптуру раковины.

Высота раковины взрослых особей достигает 12,5 мм, ширина — 7,5 мм, что составляет 0,60–0,68 ее высоты (табл. 1) и соответствует параметрам раковин моллюсков из водоемов Украины [12]. Последний оборот вздутый, его высота составляет 0,74–0,81 высоты раковины. Обороты завитка умеренно выпуклые, разделенные довольно глубоким швом, пупок открытый в виде узкой щели. Высота завитка составляет 0,47–0,56 высоты раковины. Тангент-линия всей раковины слабо выгнутая, тангент-линия завитка прямая. Устье овальное, с хорошо выраженным углом в верхней части и утолщенными парietальным и колумеллярным краями. По внутреннему краю устья часто прослеживается перламутровая полоса в виде ободка различной ширины. Высота устья примерно равна высоте завитка и составляет 0,45–0,53 высоты раковины, ширина устья — 0,58–0,74 его высоты. Крышечка овальная, с острым углом и крупным спиральным ядром, слегка смещенным к нижнему левому краю (рис. 1г). Линии нарастания на крышечке четко выражены, могут быть приподняты над поверхностью крышечки, образуя конхиолиновые гребни, легко разрушающиеся при попытке очистить крышечку от обрастаний. На крышечке хорошо видна спираль с расходящимися радиальными лучами. Самцы и самки *D. bourguignati* из водоемов Западной Сибири по морфометрическим индексам раковин практически не различаются (табл. 1).

Пенис массивный, утолщенный в области пальцевидного отростка, заострен к дистальному концу, который может быть загнут внутрь. Пальцевидный отросток (фиксаторный вырост пениса) располагается ближе к дистальному концу (последняя треть органа) и по высоте примерно равен ширине пениса в проксимальной его части (рис. 1д).

**Дифференциальный диагноз.** Как уже отмечалось ранее [11], раковины этого моллюска схожи с раковинами моллюсков р. *Bithynia*, а отсутствие упоминаний о возможности нахождения этого вида в водоемах, расположенных на востоке за Уралом, ограни-

Таблица 1

Морфометрические индексы раковин *Digyrcidum bourguignati* из водоемов г. Тобольска и его окрестностей

Признак	n = 21	Самки (n = 15)	Самцы (n = 6)
Отношение ширины раковины к высоте раковины	$\frac{0,60-0,68}{0,62 \pm 0,01}$	$\frac{0,60-0,68}{0,62 \pm 0,02}$	$\frac{0,60-0,64}{0,62 \pm 0,02}$
Отношение высоты завитка к высоте раковины	$\frac{0,47-0,56}{0,51 \pm 0,01}$	$\frac{0,47-0,56}{0,51 \pm 0,01}$	$\frac{0,49-0,52}{0,51 \pm 0,01}$
Отношение высоты последнего оборота к высоте раковины	$\frac{0,74-0,81}{0,77 \pm 0,01}$	$\frac{0,75-0,81}{0,77 \pm 0,01}$	$\frac{0,74-0,79}{0,76 \pm 0,02}$
Отношение высоты устья к высоте раковины	$\frac{0,45-0,53}{0,49 \pm 0,01}$	$\frac{0,45-0,52}{0,49 \pm 0,01}$	$\frac{0,49-0,53}{0,50 \pm 0,02}$
Отношение ширины устья к высоте устья	$\frac{0,58-0,74}{0,69 \pm 0,02}$	$\frac{0,58-0,74}{0,69 \pm 0,02}$	$\frac{0,64-0,70}{0,68 \pm 0,03}$
Отношение высоты последнего оборота над устьем к высоте раковины	$\frac{0,25-0,34}{0,28 \pm 0,01}$	$\frac{0,26-0,34}{0,28 \pm 0,01}$	$\frac{0,25-0,27}{0,26 \pm 0,01}$
Отношение высоты последнего оборота над устьем к высоте последнего оборота	$\frac{0,34-0,45}{0,36 \pm 0,01}$	$\frac{0,34-0,45}{0,37 \pm 0,02}$	$\frac{0,34-0,35}{0,35 \pm 0,01}$

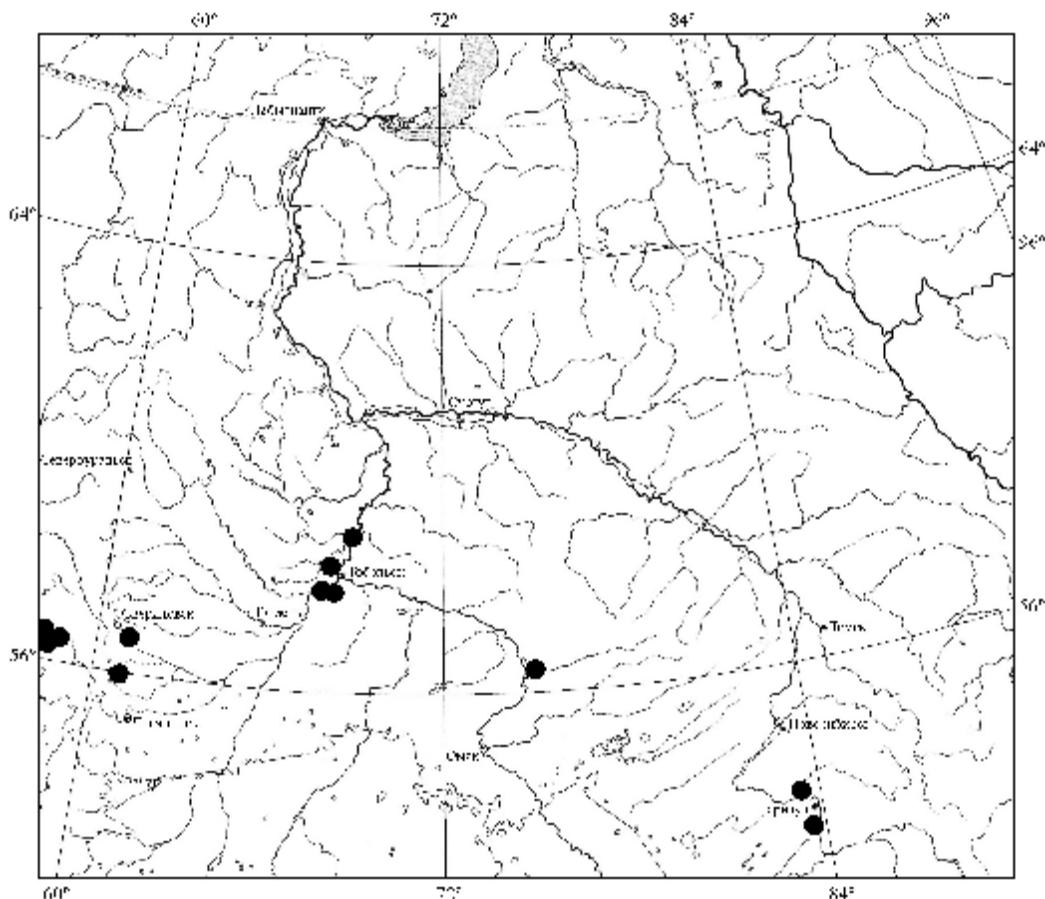


Рис. 2. Местонахождения *Digyrcidum bourguignati* в водоемах Западной Сибири и Урала

чивает внимание исследователей опубликованным списочным составом фауны региона. Если внимательно проанализировать коллекции моллюсков этого региона, в том числе и наши определения до 2006 г., то вполне вероятны обнаружения среди «нетипичных» или «странных» *Bithynia curta* (Garnier in Picard, 1840) и *B. decipiens* (Millet, 1843) раковин *Digyrcidum bourguignati*.

Дефинитивные раковины *D. bourguignati* из водоемов Южного Урала и Алтайского края хорошо отличимы от раковин *Bithynia* своей массивностью, толщиной стенки и специфической скульптурой. Раковины *D. bourguignati* из более северных районов наиболее сходны с *B. curta* (рис. 1в), но имеют более глубокий шов, утолщенные края устья изнутри с перламутровым отливом, смещение центральной спирали к нижнему левому краю крышечки и гребневидные выросты на ней. Кроме того, *D. bourguignati* имеет иное строение пениса (рис. 1д, е). У *D. bourguignati* пенис серповидноизогнутый, массивный, с заостренным дистальным концом, у *Bithynia curta* — пенис изогнут слабо, дистальный конец слабо закруглен.

**Распространение.** Водоемы юга Европы на восток до дельты Волги [5], нами встречен (рис. 2) в пойменных водоемах и реках юга Западной Сибири и Урала.

**Замечания к диагностике.** Безошибочная диагностика *D. bourguignati* и сходных с ним *Bithynia curta* возможна лишь при наличии эталонных материалов обоих видов. В противном случае возможно отнесение раковин *Digyrcidum bourguignati* к *Bithynia curta* и наоборот. Особое внимание необходимо обращать на форму устья и строение крышечки: смещение ядра и спиральных линий от центра влево и вниз. Спираль с расходящимися лучами, отмеченную как

особенность в строении раковины этого вида еще в первоописании [7], следует рассматривать на очищенных крышечках в проходящем свете при определенной интенсивности освещения. При избыточном или недостаточном освещении этот признак не просматривается. Во избежание же ошибочных определений следует дополнительно проводить анатомирование самцов, так как по строению пениса эти виды хорошо различимы.

Таким образом, фауна брюхоногих моллюсков в водоемах Западной Сибири и Южного Урала включает еще один вид — *Digyrcidum bourguignati* и представлена пятью родами семейства Bithyniidae: *Bithynia*, *Opisthorchophorus*, *Paraelona*, *Boreaelona* и *Digyrcidum*.

#### Библиографический список

1. Андреева, С. И. Моллюски рода *Paraelona* из водоемов Западно-Сибирской равнины (Gastropoda, Pectinibranchia, Bithyniidae) [Текст] / С. И. Андреева, Е. А. Абакумова // Ruthenica. — 2003. — V. 13. — № 2. — С. 139–140.
2. Андреева, С. И. Новые находки моллюсков семейства Bithyniidae (Gastropoda, Pectinibranchia) Западной Сибири [Текст] / С. И. Андреева, В. Н. Долгин, Е. А. Лазуткина // Проблемы гидробиологии Сибири. — Томск : Дельтаплам, 2005. — С. 10–15.
3. Андреева, С. И. Что понимается под *Bithynia inflata* (Hansen, 1845) в водоемах Западной Сибири [Текст] / С. И. Андреева, В. Н. Долгин, Е. А. Лазуткина // Вестник Томского ГПУ. — Томск, 2006. — Вып. 6 (57). — Серия : Естественные и точные науки. — С. 164–165.
4. Старобогатов, Я. И. Моллюски [Текст] / Я. И. Старобогатов, В. В. Богатов, Л. А. Прозорова, Е. М. Саенко // Опреде-

литель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. — СПб. : Наука, 2004. — Т. 6. — С. 9–492.

5. Кантор, Ю. И. Каталог моллюсков России и сопредельных стран [Текст] / Ю. И. Кантор, А. В. Сысоев. — М. : Товарищество научных изданий «КМК», 2005. — 527 с.

6. On the taxonomic state of *Bithynia troschelii* var. *sibirica* Westerlund, 1886, a Siberian endemic bithyniid snail (Gastropoda: Bithyniidae) [Text] / E. Lazutkina and [etc.] // Mollusca. — 2009. — V. 27. — № 2. — P. 113–122

7. Paladilhe, A. Descriptions du quelques Paludinidees, Assinidees et Melanidees nouvelles [Text] / A. Paladilhe. — 1869. — Revue et Magasin de Zoologie. — Ser. 2, 21. — P.225–237.

8. Locard, A. Prodrome de la malacologie francaise. Catalogue general des mollusques vivants en France, 1. Mollusques terrestres, des eau [ douces et des eau ] saumtres [Text] / A. Locard. — Lyon et Paris, Libr. Georg, 1882. — 442 p.

9. Kobelt, W. Iconographie der Land- und Susswasser-Mollusken, mit vorzuglicher Berücksichtigung der europaischen noch nicht abgebildeten Arten von Rossmassler fortgesetzt [Text] / W. Kobelt — Wiesbaden : C. W. Kreidel's Verlag, 1892. — Neue Folge, 5. — 118 s.

10. Locard, A. Coquilles des eaux douces et saumtres de France. Description des familles, genres et especes. [Text] / A. Locard — Lyon, Imp. Alexandre Rey, 1893. — 327 p.

11. Beriozkina, G. V. Revision of Bithyniidae from European Russia and Ukraine [Text] / G. V. Beriozkina, O. V. Levina, Ja. I. Starobogatov // Ruthenica. — 1995. — V. 5. — P. 27–38.

12. Анистратенко, В. В. Литторинообразные, риссоидные [Текст] / В. В. Анистратенко, А. П. Стадниченко // Фауна Украины. — Киев : Наукова думка, 1995 (1994). — Т. 29. — Вып. 1. — Кн. 2. — 175 с.

13. Анистратенко, В. В. Определитель гребнежаберных моллюсков (Gastropoda, Pectinibranchia) фауны Украины. В 2 ч.

Ч. 2. Пресноводные и наземные [Текст] / В. В. Анистратенко // Вестник зоологии. — 1998. — № 8. — Отд. вып. — С. 67–117.

14. Градовский, В. М. Распространение и некоторые особенности экологии моллюсков семейства Bithyniidae (Gastropoda, Pectinibranchia) в водоемах Правобережной Украины [Текст] / В. М. Градовский // Вестник зоологии. — 2000. — № 14. — С. 11–22.

15. Першко, І. О. Конхіолого-анатомічні та каріологічні особливості *Digyracidum bourguignati* (PALADILHE, 1896) (Mollusca: Pectinibranchia: Bithyniidae) [Текст] / І. О. Першко, І. П. Онищук // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : Біологія. Спеціальний випуск «Гідроекологія». — 2005. — Вип. 3 (26). — С. 349–350.

**ЛАЗУТКИНА Екатерина Александровна**, кандидат биологических наук, доцент (Россия), доцент кафедры зоологии и физиологии Омского государственного педагогического университета.

**АНДРЕЕВА Светлана Иосифовна**, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой медицинской биологии с основами генетики и экологии Омской государственной медицинской академии.

**АНДРЕЕВ Николай Игоревич**, доктор биологических наук, профессор (Россия), профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и экологии Омского государственного университета путей сообщения. Адрес для переписки: e-mail: [ecolaz@rambler.ru](mailto:ecolaz@rambler.ru)

Статья поступила в редакцию 13.12.2010 г.

© Е. А. Лазуткина, С. И. Андреева, Н. И. Андреев

УДК 593.17+636.32/.38

**Л. В. ЧЁРНАЯ**

Омская государственная  
медицинская академия

## ВИДОВОЙ СОСТАВ ЭНДОБИОНТНЫХ ИНFUЗОРИЙ ОВЦЫ ДОМАШНЕЙ (OVIS ARIES)

В результате исследования было обнаружено 10 видов эндобионтных инфузорий, относящихся к 4 родам семейства *Ophryoscolecidae* Stein, 1859 и 2 родам семейства *Isotrichidae* Bьtschli, 1889. В статье приводятся дифференциальные диагнозы всех выявленных видов эндобионтных инфузорий — обитателей рубца овцы домашней (*Ovis aries*). Материал был собран в агрохозяйствах Омской области.

**Ключевые слова:** офреосколециды (*Ophryoscolecidae*), изотрихиды (*Isotrichidae*), овца домашняя (*Ovis aries*).

**Введение.** В настоящее время фауна эндобионтных инфузорий диких и домашних жвачных отдельных видов хозяев из разных географических мест обитания изучена недостаточно, в том числе и овец.

В мировой литературе известны три публикации, посвященные лишь краткому обзору инфузорной фауны монгольских [1, 2] и пакистанских овец [3], в которых отмечается наличие эндобионтных инфузорий в желудке овец, но, к сожалению, видовой состав и морфология эндобионтных инфузорий не рассматриваются. Публикаций, посвященных эндо-

бионтным инфузориям овец домашних (*Ovis aries*) в научной отечественной литературе до настоящего времени не было.

**Материал и методика.** Сбор материала проводился на территории центральной лесостепи Омской области в административных районах: Кормиловском, Калачинском, Нижнеомском и южной лесостепи — Оконешниковском районе в период с 2002 по 2010 гг. Из разных отделов желудка 35 овец романовской породы было собрано 350 проб, содержащих эндобионтных инфузорий (по 10 проб из каж-

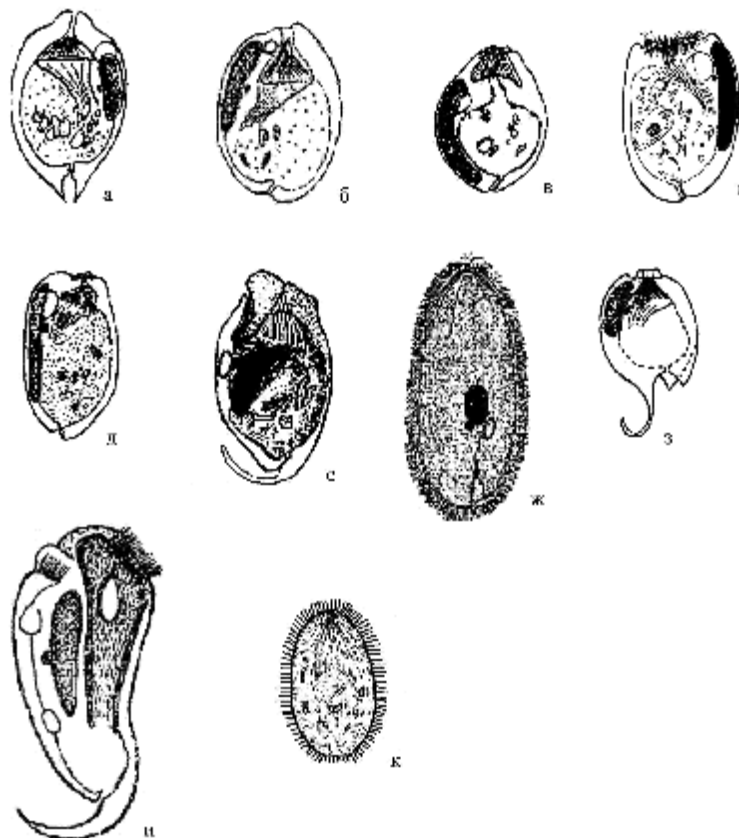


Рис. 1. Эндобионтные инфузории желудка домашней овцы:  
 а — *Entodinium caudatum*; б — *Entodinium dubardi*; в — *Entodinium nanellum*; г — *Entodinium bursa*;  
 д — *Entodinium ovinum*; е — *Diplodinium bubalidis ssp. bubalidis*; ж — *Isotricha intestinalis*; з — *Ophryoscolex caudatus*;  
 и — *Epidinium ecaudatum*; к — *Dasytricha ruminantium*

до желудка). Дополнительно отбирались пробы из кишечника каждой особи овцы: слепой кишки, толстого кишечника, прямой кишки. Пробы фиксировали 4 % раствором формалина. Промежуток времени от забоя овец до взятия проб составлял не более 15–20 минут. Определение видов проведено по определительным таблицам [1, с. 16–96; 4], после изготовления временных препаратов с применением гистохимических и цитохимических методик. Подсчет численности инфузورий проводился методом «калиброванной капли» в полях зрения или в счетной камере Горяева [5, 6].

**Результаты.** В результате исследований выявлено, что фауна эндобионтных инфузурий насчитывает 10 видов, относящихся к четырем родам семейства Ophryo-scolecidae Stein 1859: род *Entodinium* Stein, 1858: *Entodinium caudatum* Stein 1859, *E. dubardi* Dogiel, 1925, *E. nanellum* Dogiel, 1923, *E. bursa* Stein, 1859, *E. ovinum* Dogiel, 1927; род *Diplodinium* Schuberg, 1888: *D. bubalidis ssp. bubalidis* Latteeur, 1970; Род *Epidinium* Crawley, 1923: *E. ecaudatum* Fiorentini, 1889; Род *Ophryoscolex* Stein, 1859: *O. caudatus* Stein, 1859 и двум родам семейства Isotrichidae Вьтсчли, 1889: род *Isotricha* Stein, 1859: *Is. intestinalis* Schuberg, 1888; род *Dasytricha* Schuberg, 1888: *D. ruminantium* (Schuberg, 1888) Dogiel, 1925.

*Entodinium caudatum* Stein, 1859 (рис. 1а). Тело достаточно широкое и короткое, с выпуклой дорзальной и вентральной сторонами. Задний конец тела имеет три выроста, самый большой из них занимает дорзальное положение и представляет собой шип. Два других выроста имеют форму лопастей, лежащих пренанально от брюшной срединной лопасти.

Макронуклеус колбасовидный, расположен в передней части клетки у дорзального ее края. Микронуклеус продолговатый и лежит на уровне середины макронуклеуса [1, с. 30].

Размеры: длина тела по нашим данным — 35–55 мкм, ширина — 25–38 мкм, отношение длины к ширине составляет 1,3.

Хозяин: впервые особи вида были найдены в желудке быка, козы [1, с. 31].

*Entodinium dubardi* Dogiel, 1925 (рис. 1б). Тело широкоовальное и короткое, с выпуклыми спинной и брюшной сторонами. На заднем конце клетки имеется вырезка, разделяющая нижний полюс клетки на две слабо выраженные неравные лопасти. Ресничный аппарат представлен одной зоной мембранелл. Макронуклеус колбасовидный, расположен в передней части клетки у дорзального ее края. Микронуклеус лежит несколько впереди середины макронуклеуса [7].

Размеры: длина тела, по нашим данным, составляет 30–45 мкм, ширина — 20–25 мкм, отношение длины к ширине равно 1,5–1,55.

Хозяин: впервые особи данного вида найдены в кишечнике африканской антилопы, позднее были обнаружены в желудке быка [7, с. 55].

*Entodinium nanellum* Dogiel, 1923 (рис. 1в). Тело продолговато-овальное, правая его сторона немного выпуклая, задний конец тела закруглен. Макронуклеус имеет вытянутую форму, очень маленький микронуклеус лежит у середины макронуклеуса [7].

Размеры: длина тела по нашим данным — 20–28 мкм, ширина — 12–16 мкм. Отношение длины тела к ширине составляет 1,6–1,7.

Хозяин: встречается у северного оленя, сайги, а также у ряда домашних животных [7, с. 56].

*Entodinium bursa* Stein, 1859 (рис. 1г). Тело овальное, сплющено с боков. Задний конец тела закруглен. Ресничный аппарат состоит из одной зоны мембранелл. Скелетных пластинок нет. Макронуклеус колбасовидный, тесно прилегает к дорзальной краю тела, вентрально от него расположен микронуклеус [4, с. 238].

Размеры: длина тела по нашим данным — 55 — 121 мкм, ширина — 37 — 83 мкм, отношение длины к ширине составляет 1,4.

Хозяин: впервые вид был найден в желудке северного оленя, позднее инфузория найдена в желудке жвачных животных [4, с. 238 — 240].

*Entodinium ovinum* Dogiel, 1927 (рис. 1д). Тело имеет форму продолговатого овала с несколько усеченным передним концом; задний конец клетки закруглен. Макронуклеус колбасовидный, тянется вдоль спинной стенки тела от переднего конца вплоть до последней трети или даже четверти клетки. Микронуклеус лежит несколько впереди середины макронуклеуса [1, с. 21].

Размеры: длина тела по нашим данным — 53 — 69 мкм, ширина — 32 — 41 мкм. Отношение длины к ширине составляет 1,7.

Хозяин: впервые вид найден в желудке горного барана [1, с. 21].

*Diplodinium bubalidis* ssp. *bubalidis* Latteeur, 1970 (рис. 1е). Тело удлиненное. Передний конец немного конусообразно вытянут с цитостомальным выростом, ниже которого с боку расположен вход в цитостом. Задний конец закруглен с характерным длинным дорзальным шипом, загнутым на вентральную сторону тела. Шип прикрывает отверстие порошицы. Макронуклеус почти равен половине длины клетки и лежит в передней части клетки, примыкая к цитостому. Его передний конец расширен, а задний немного сужен. На передней части макронуклеуса лежит округлый микронуклеус [8].

Размеры: длина тела по нашим данным — 100 — 190 мкм, ширина — 50 — 80 мкм. Отношение длины к ширине составляет 2 — 2,4.

Хозяин: обнаружены в желудках западносибирского лося [9], косули сибирской [10].

*Ophryoscolex caudatus* Stein, 1859 (рис. 1з). Тело вытянуто в длину, цилиндрическое, с суженным и усеченным передним концом. Задний полюс закругленный. В теле располагается три скелетные пластинки: правосторонней («примитива»), вентральной («стернум») и левосторонней («парастернум»). Вентральная скелетная пластинка залегает непосредственно под кутикулой, обе боковые пластинки погружены внутрь клетки, охватывая глотку.

Макронуклеус длинный, лентовидный. Микронуклеус лежит немного позади середины макронуклеуса [1, с. 78 — 79].

Размеры: длина тела по нашим данным — 170 — 190 мкм, ширина — 65 — 100 мкм, отношение длины к ширине равно 2.

Хозяин: обнаружены в желудке козы, быка [1, с. 79].

*Epidinium ecaudatum* Fiorentini, 1889 (рис. 1и). Тело удлиненное, в сечении округлое. Дорзальная сторона немного выпуклая, вентральная сторона прямая или немного вогнутая. Задний конец закруглен. На заднем конце тела бывают выросты в виде шипов (от 1 до 5). Скелет представлен тремя пластинками. Первая скелетная пластинка лежит на правой стороне тела. Она начинается на переднем

полюсе клетки между ресничными зонами и тянется прямо назад. Дорзальный край «примитивы» вплотную прилегает к вентральному краю макронуклеуса. Вентральный край «примитивы» узкой щелью отделен от второй скелетной пластинки («стернум»). Стерральная пластинка большей частью лежит на правой стороне клетки, но заходит на вентральную и немного на левую сторону тела. Третья скелетная пластинка («парастернум») узкая, изогнутая, почти вся лежит на левой стороне тела, тесно сближаясь со стеральной пластинкой на уровне середины тела. Клетка имеет преанальный хвостовой шип, загнут в спинном направлении.

Макронуклеус колбасовидный с вздутым передним концом, немного изогнут в вентральную сторону. Микронуклеус лежит примерно посередине макронуклеуса в выемке на дорзальной стороне [1, с. 67 — 69; 4, с. 242].

Размеры: длина тела по нашим данным — 90 — 173 мкм, ширина — 40 — 71 мкм. Отношение длины к ширине — 2,4 — 2,6.

Хозяин: обнаружены в желудке быка, домашнего буйвола, верблюда, северного оленя [1, с. 69; 4, с. 242 — 243].

*Isotricha intestinalis* Schuberg, 1888 (рис. 1ж). Тело удлинено-овальное. Передняя часть клетки несколько сужена. Задний конец тела закруглен. Пелликула исчерчена. Макронуклеус колбасовидный, расположен вблизи цитостома. Микронуклеус маленький, округлый и находится на поверхности макронуклеуса [4, с. 260 — 261].

Размеры: длина тела по нашим данным — 50 — 100 мкм, ширина — 25 — 55 мкм. Отношение длины к ширине составляет 1,8 — 2.

Хозяин: обнаружены в желудке западносибирского лося, косули сибирской, крупнорогатого скота [4, с. 261].

*Dasytricha ruminantium* Schuberg, 1888 (рис. 1к). Тело овальное, немного сплющено дорзо-вентрально, передний и задний концы клетки закруглены. Соматические реснички собраны в кинеты, слабо закрученные по спирали, покрывающие все тело инфузории. Макронуклеус округлый, не имеет постоянного расположения. Микронуклеус округлый и прилегает к макронуклеусу [4, с. 225, 7, с. 52].

Размеры: длина тела по нашим данным — 40 — 60 мкм, ширина — 18 — 40 мкм. Отношение длины к ширине составляет 1,2.

Хозяин: обнаружены в желудке западносибирского лося, косули сибирской, крупнорогатого скота [4, с. 225].

**Заключение.** Таким образом, в результате многолетних (2002 — 2010 гг.) исследований фауны эндобионтных инфузорий из пищеварительного тракта овец домашних агрохозяйств лесостепной зоны Омской области обнаружено 10 видов, относящихся к четырем родам семейства Ophryoscolecidae Stein, 1859 и двум родам семейства Isotrichidae Vetschli, 1889. Основу населения эндобионтных инфузорий овец по видовому разнообразию и частоте встречаемости составляют представители рода *Entodinium*, представленные пятью видами: *Entodinium caudatum* Stein 1859, *Entodinium dubardi* Dogiel, 1925, *Entodinium nanellum* Dogiel, 1923, *Entodinium bursa* Stein, 1859, *Entodinium ovinum* Dogiel, 1927. Сходство видового состава эндобионтных инфузорий у овец, обитающих в разных административных районах Омской области, связано, скорее всего, с географической близостью мест обитания разных особей, что делает вероятным контакт между ними.

## Библиографический список

1. Догель, В. А. Простейшие — Protozoa. Малоресничные инфузории — Infusoria Oligotricha. Сем. Ophryoscolecidae. Определитель по фауне СССР [Текст] / В. А. Догель. — Ленинград : Изд-во АН СССР, 1929. — 96 с.
2. Догель, В. А. Экспериментальные исследования над биологией инфузорий из желудка жвачных [Текст] / В. А. Догель, Т. В. Виноградова-Федорова // ВАСХНИИЛ : Труды института с/х и микробиологии. — 1930. — Т. 4. — Вып. 2. — С. 157—187.
3. Lubinsky, G. Studies on the evolution of the Ophryoscolecidae: some evolutionary trends on the genus *Entodinium* / G. Lubinsky // Canad. J. Zool. 1957. — Vol. 35. — № 1. — P. 111—133.
4. Корнилова, О. А. История изучения эндобионтных инфузорий млекопитающих. [Текст] / О. А. Корнилова. — СПб. : «ТЕССА», 2004. — 352 с.
5. Корнилова, О. А. Метод комплексного обследования фауны эндобионтных инфузорий. [Текст] / О. А. Корнилова // Функц. морф., экол. и жизн. циклы жив. : сб. научн. тр. каф. зоол. РГПУ им. А. И. Герцена. — СПб. : ТЕССА, 2004. — Вып. 4. — С. 58—65.
6. Иванов, А. В. Большой практикум по зоологии беспозвоночных [Текст] / А. В. Иванов, Ю. И. Полянский, А. А. Стрелков. — М. : Высшая школа, 1981. — 504 с.
7. Лихачёв, С. Ф. Конспект фауны эндобионтных инфузорий крупнорогатого скота из агрохозяйств юга Тюменской

области [Текст] / С. Ф. Лихачёв, А. В. Иванкова // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. — 2010. — № 8. — Т. 1. — С. 52—58.

8. Корнилова, О. А. Эндобионтные инфузории млекопитающих: фауна, биология, филогения. [Текст] : дис. ... д-ра биол. наук / О. А. Корнилова. — СПб, 2006. — 449 с.

9. Корчагина, Т. А. Эндобионтные инфузории лося (*Alces alces* L., 1758) северных районов Омской области [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Т. А. Корчагина. — Тюмень, 2006. — 24 с.

10. Баймакова, Л. Г. Видовое разнообразие и численность эндобионтных инфузорий в преджелудках косули сибирской [Текст] / Л. Г. Баймакова // Полевые и экспериментальные биологические исследования. — СПб. : Изд-во «ЛиСС», 2004. — Вып. 7. — С. 22—24.

---

**ЧЁРНАЯ Лариса Владимировна**, кандидат биологических наук, ассистент кафедры медицинской биологии с основами генетики и экологии.  
Адрес для переписки: e-mail: [Ichernaya@mail.ru](mailto:Ichernaya@mail.ru)

Статья поступила в редакцию 13.12.2010 г.

© Л. В. Чёрная

## Книжная полка

**Санитарная микробиология и вирусология [Текст] : учеб. пособие для вузов по специальности «Ветеринария» и направлению подгот. «Ветеринарно-санитарная экспертиза» / Н. М. Колычев [и др.] ; под ред. Н. М. Колычева ; Ом. гос. аграр. ун-т, Казан. гос. акад. ветерин. медицины им. Н. Э. Баумана. — Омск : [б. и.], 2009. — 295 с. — ISBN 978-5-9901886-1-7.**

В учебном пособии изложены задачи санитарной микробиологии в части повышения качества пищевых продуктов. Показано значение санитарной микробиологии и вирусологии в общей профилактической работе по охране здоровья населения. Описаны микрофлора объектов внешней среды, санитарно-показательные микроорганизмы, свойства возбудителей зооантропонозов, пищевых токсикозов и токсикоинфекций. Показана роль микроорганизмов в процессе формирования и изменения качества пищевых продуктов и возникновения ряда заболеваний, вызываемых патогенными и условно патогенными видами. Рассмотрены возбудители пороков пищевых продуктов. Даны основы промышленной гигиены и санитарии на предприятиях пищевой промышленности, санитарной вирусологии, а также организации микробиологического контроля производства.

**Емцев, В.Т. Микробиология : учебник / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. — М. : Дрофа, 2008. — 444 с. — ISBN 5-358-00443-2.**

Учебник состоит из двух разделов: «Общая микробиология» и «Сельскохозяйственная микробиология». В первом разделе представлено строение микроорганизмов, их систематика и основные свойства. Второй раздел посвящен практическому использованию микроорганизмов в различных технологических процессах сельского хозяйства. Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям и специальностям агрономического профиля. Может быть полезен специалистам сельскохозяйственного производства.

**Рогожин, В.В. Биохимия мышц и мяса : учеб. пособие / В. В. Рогожин. — М. : Гиорд, 2009. — 240 с. — ISBN 5-98879-021-6**

В книге рассмотрены химический состав и физико-химические свойства основных компонентов мышц и мяса. Рассмотрено строение биогенных молекул энергетических процессов, а также биологически активных молекул мышц и пути их синтеза. Описано строение сократительных белков мышц и саркоплазматических белков. Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности 311200 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», может быть полезно широкому кругу специалистов пищевых отраслей АПК.