

Основан в январе 1990 г.  
Выходит один раз в квартал

4  
2007  
Серия  
“Биологические науки”

# ВЕСТНИК МОРДОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

НАУЧНО-ПУБЛИЦИСТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Учредитель Мордовский университет

## ИСТОРИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ

- В. И. Гаранин** Зоологи — члены Общества естествоиспытателей при Казанском университете (1869 — 1966) 4
- Т. Б. Силаева** Памяти Вадима Николаевича Тихомирова 9
- О. А. Зауралов** Краткая история исследований физиологии холодоустойчивости растений в России 14

## БОТАНИКА И ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- Т. С. Колмыкова** Гормональный статус растений томата при действии температуры и эпибрассинолида 20
- В. И. Кудряшова, Д. И. Башмаков, Т. Н. Гудошникова** Дикорастущие растения как объект мониторинга загрязнения почвы тяжелыми металлами 22
- Г. Г. Чугунов, А. Е. Шигаева** О находке венерина башмачка настоящего (*Cypripedium calceolus* L.) и пыльцеголовника красного (*Cephalanthera rubra* (L.) Rich) в Ичалковском районе Республики Мордовия 26

## ЗООЛОГИЯ

- Н. А. Бармин, С. А. Хмельков** Материалы к познанию фауны позвоночных животных Мордовии 29
- В. С. Вечканов, В. А. Кузнецов** Об ихтиофауне реки Суры близ с. Большие Березники 33
- В. С. Вечканов, А. Б. Ручин, Д. Ю. Семенов, В. А. Михеев** К экологии и распространению ротана *Perccottus glenii* Dyb. (Odontobutidae, Pisces) в водоемах правобережья Средней Волги 36

<b>Д. К. Курмаева, Л. Д. Альба</b> Морфометрические характеристики лесных мышевидных грызунов левобережного Присурья	49
<b>В. А. Михеев</b> Видовой состав и распределение позвоночных в пойме среднего течения реки Большой Черемшан	52
<b>А. Б. Ручин, О. А. Полумордвинов, Н. Г. Логинова, Д. К. Курмаева</b> Предварительный список видов булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera, Hesperioidea и Papilionoidea) Республики Мордовия	55
<b>А. Г. Бакиев, А. А. Кириллов</b> Основные итоги изучения паразитов змей Волжского бассейна. Сообщение 1. Простейшие и гельминты	60
<b>А. Г. Бакиев</b> Основные итоги изучения паразитов змей Волжского бассейна. Сообщение 2. Паразитоформные клещи	68

## БИОХИМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

<b>Р. В. Борченко, Р. Е. Киселева, Л. В. Кузьмичева</b> Анализ причин и последствий возникновения неспецифической диареи новорожденных телят	71
<b>М. П. Грушко, Н. Н. Федорова</b> Особенности некоторых органов кроветворения каспийской воблы	78
<b>Е. В. Деринская, В. В. Ревин</b> Динамика изменения жирнокислотного состава церамидов седалищного нерва крысы при повреждении	82
<b>Р. Е. Киселева, О. С. Новожилова, Ю. А. Дарькина</b> Изменение активности НАД-зависимых ферментов под влиянием эндотоксинов	84
<b>О. В. Козлова, Э. С. Ревина</b> Изменение жирнокислотного состава индивидуальных фосфолипидов спинного мозга кролика при экспериментальном аллергическом энцефаломиелите	87
<b>Л. В. Кузьмичева, Е. В. Романова, Ю. В. Орешина, В. В. Ревин</b> Свободнорадикальное окисление мембранных липидов лейкоцитов при хронической пневмонии	88
<b>В. А. Трофимов, О. Н. Аксенова, А. В. Никулин</b> Влияние модификаторов $\text{Ca}^{2+}$ -проницаемости на $\text{H}_2\text{O}_2$ -индуцированный апоптоз перитонеальных макрофагов	91

## ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

<b>Т. Н. Гудошникова, В. И. Кудряшова</b> Региональный аспект в изучении цитоэмбриологии растений	94
<b>А. А. Дудко, В. А. Трофимов</b> Динамика изменения общих биополимеров и окисленности липидов фракций хроматина печени мышей, стимулированных к пролиферации при помощи частичной гепатэктомии	100
<b>Е. А. Иванова, В. А. Трофимов, М. В. Ромашкина, О. Г. Радайкина</b> Распространенность полиморфизма гена АРОВ в экзоне 29 у людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями в РМ	107

## ЭКОЛОГИЯ

<b>С. В. Лукиянов, А. Б. Ручин</b> Спектры питания обыкновенной чесночницы и остромордой лягушки (Ampibia) при обитании в одной станции	111
<b>А. А. Корейкин</b> Влияние загрязнения атмосферы на видовой и количественный состав мхов г. Чебоксары	116

## БИОТЕХНОЛОГИЯ

- С. Д. Евдокимов, С. А. Ибрагимова** Изучение физико-химических свойств мясных эмульсий при производстве куриной колбасы с использованием белкового стабилизатора «ПОЛИСАМИН-Ф» 119
- А. А. Лукаткин, Н. А. Атыкян, В. В. Ревин** Влияние начального pH послеспиртовой барды на рост и накопление белка грибом *Lentinus tigrinus* 123
- В. В. Шутова, Л. А. Кудашкина, В. В. Ревин** Мутанты аспергиллов с повышенной амилолитической активностью 126

## ХРОНИКА. ЮБИЛЕИ. ОБЗОРЫ

- Л. Д. Альба, В. К. Левин** Александр Иванович Душин 132
- Н. В. Альба** Екатерина Васильевна Сапожникова (к 100-летию со дня рождения) 135
- Е. А. Лобачев** О работе IX съезда гидробиологического общества РАН 138

## ПОТЕРИ НАУКИ

- А. С. Лукаткин** Доктор биологических наук профессор Зауралов Олег Александрович 140
- Т. Б. Силаева** Памяти Н. А. Бармина 141

Главный редактор **Н. П. Макаркин**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

*Черкасов В. Д.* (зам. гл. ред.), *Шапкарин К. И.* (зам. гл. ред.), *Арсентьев Н. М.*, *Бусарова Р. Н.*, *Воскресенский Е. В.*, *Ерофеев В. Т.*, *Мишанин Ю. А.*, *Мокшин Н. Ф.*, *Мосин М. В.*, *Ревин В. В.*,  
*Романов М. Д.*, *Савкин Н. С.*, *Сенин П. В.*, *Сухарев А. И.*, *Фомин Н. Е.*

Ответственный редактор: *Афанасьев В. С.*

Редактор номера: *Ручин А. Б.*

Журнал зарегистрирован Исполкомом Ленинского районного (городского) Совета народных депутатов МАССР 13.11.90. Регистрационный номер 1

Адрес редакции: 430000, г. Саранск, ул. Большевикская, 68  
тел.: 8 (8342) 242518; тел./факс.: 8 (8342) 242507.  
e-mail: elena\_papina@bk.ru

Редакторы: *Т. Б. Гутова, Е. В. Панина*  
Корректор: *Е. В. Панина*  
Компьютерная верстка: *О. Н. Артаев, В. С. Афанасьев*

Типография Издательства Мордовского университета  
430000, г. Саранск, ул. Советская, 24

© Дизайн обложки. Антон Сокольников, дизайн-студия Longsight

## ЗООЛОГИ — ЧЛЕНЫ ОБЩЕСТВА ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИ КАЗАНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ (1869 — 1966)

В. И. Гаранин, кандидат биологических наук (Казань)

Общество естествоиспытателей при Казанском университете (КОЕ), одно из первых в России, образованное в мае 1869 г., просуществовало почти 100 лет, выполняя основную задачу, поставленную ее организаторами: «умножить и соединить местные ученые силы с целью направить их на изучение определенной полосы России, преимущественно в отношении геологическом, ботаническом и зоологическом». Из 786 известных членов общества (членов-сотрудников, действительных и почетных) зоологией занимались примерно 120 человек. Их можно разделить на четыре группы: 1) почетные члены, чаще не имеющие прямого отношения к Казани; 2) зоологи, специализирующиеся по зоологии беспозвоночных включая паразитологию; 3) гидробиологи и ихтиологи (наиболее «размытая» группа); 4) тетраподологи (териологи, орнитологи, герпетологи).

Среди почетных членов КОЕ такие зоологи, как великий натуралист Чарлз Роберт **Дарвин** (1809 — 1882), избранный в 1871 г.; почетный член Академии наук Илья Ильич **Мечников** (1845 — 1916), избранный в 1873 г.; академик и почетный член Академии наук Карл Максимович **Бэр** (1792 — 1876), избранный в 1874 г.; антрополог и историк науки Анатолий Петрович **Богданов** (1824 — 1896), избранный в 1888 г.; крупнейший петербургский зоолог, автор учебников зоологии и сравнительной анатомии Владимир Михайлович **Шимкевич** (1858 — 1923), избранный в 1919 г., позднее — академик, ректор Петроградского университета и др. К этой же груп-

пе можно отнести (хотя они и работали в Казанском университете) выдающихся эмбриологов академиков Александра Онуфриевича **Ковалевского** (1840 — 1891), избранного в 1973 г., и Владимира Владимировича **Заленского** (1847 — 1918), избранного в 1982 г.

Наземными беспозвоночными занимались многие члены КОЕ, из которых первым надо назвать почетного члена (1869), в то время профессора Петербургского университета, великого химика Александра Михайловича **Бутлерова** (1828 — 1886), ученика Э. А. Эверсмана, написавшего под его руководством кандидатскую работу «Дневные бабочки Волго-Уральской фауны» (1848) (коллекция бабочек пополнила фонды зоологического музея Казанского университета) и всю жизнь серьезно занимавшегося пчелами. Его книга о пчеле и пчеловодстве выдержала семь изданий. Пчелами занимались и некоторые ученики профессора Н. А. Ливанова, в частности Сергей Васильевич **Жданов** (1900 — 1972), который, будучи заведующим кафедрой зоологии Казанского ветеринарного института, возглавлял это направление в республике почти 30 лет, и Михаил Григорьевич **Стекольников** (1908 — 1983), занимавшийся пчеловодством на зоостанции КГУ. У него вообще очень сложная биография. Он был чернорабочим, прошел рабфак, Великую Отечественную войну, аспирантуру, был ученым секретарем Биологического института Казанского филиала АН СССР (1948 — 1950), заведовал в «период облысения биологии» кафедрой генетики и дарвинизма университета и был

© В. И. Гаранин, 2007



одним из организаторов ныне существующей кафедры генетики. Что касается С. В. Жданова, то он был и гидробиологом, занимался, в частности, двустворчатыми моллюсками и возможностями их использования во время Великой Отечественной войны (1943). Занимался в основном беспозвоночными и преемник Э. А. Эверсмана по кафедре зоологии Казанского университета первый президент КОЕ (1869), член-корреспондент Академии наук Николай Петрович **Вагнер** (1829 — 1907). Можно только напомнить, что Н. П. Вагнер писал и популярные книжки («Сказки Кота Мурлыки», 1907). К группе энтомологов, кроме упомянутых, относятся по крайней мере еще 15 человек. Можно назвать Георгия Владимировича **Штанге**, опубликовавшего списки насекомых коллекций Казанского городского музея (1901) (ныне — Национальный музей РТ) и списки жуков из коллекций зоологического музея Казанского университета (1902, 1903); прикомандированного к Главному управлению уделов энтомолога Николая Павловича **Симонова** (1881 — 1912); энтомолога и зоогеографа Александра Николаевича **Бартенева** (1882 — ?); изучавшего, в частности, стрекоз; нашего известного лесного энтомолога, занимавшегося защитой леса, человека, прошедшего три войны (1914 — 1920; 1941 — 1945) доцента кафедры зоологии беспозвоночных КГУ Николая Васильевича **Шмелева** (1889 — 1949), редкого знатока жуков. Двукрыльми, особенно кровососами, занималась доцент той же кафедры Мария Ивановна **Волкова** (1897 — ?), в период лысенковщины заведовавшая кафедрой. Ассистент этой кафедры Мария Порфирьевна **Ботвина** (1902 — ?) изучала, в частности, клубеньковых долгоносиков. Другие ученики Н. А. Ливанова работали в организованном им Биологическом институте КФАН СССР (1946). Мария Марковна **Алейникова** (1906 — 1988) занималась после окончания университета сельскохозяйственной энтомологией, в частности, изучала саранчевых, а позднее руководила группой и созданной ею лабораторией почвенной зоологии, сотрудницей которой была какое-то время Татьяна Евгеньевна **Изотова (Бальчунае)** (1917 — 2006), которая ранее работала на кафедре зоологии беспозвоночных КГУ, а позднее занималась вопросами борьбы с вредителями сельского хозяй-

ства, руководила секцией охраны насекомых в Татарском республиканском Совете Всероссийского общества охраны природы. Также защитой растений занимался Константин Игнатьевич **Попов** (1898 — ?), заведующий кафедрой в Казанском сельскохозяйственном институте. В этой же области, в частности, изучая саранчевых, работала Вера Николаевна **Макаловская (Бей-Биенко)** (1902 — 1964?), бывшая аспирантка Зоологического кабинета КГУ, переехавшая позднее в Ленинград. Защитой леса занимался энтомолог Татарской лесной опытной станции Борис Гаврилович **Троицкий** (1907 — 1992). Особняком приходится поставить работы исполняющего обязанности профессора кафедры гидробиологии Бориса Гавриловича **Федорова** (1904 — 1938), заведовавшего зоологическим отделением КГУ (1931), изучавшего, в частности, морфологию первичнотрахеальных, позднее работавшего в Ленинграде и Москве. Труднее разделить гидробиологов, ибо практически все ученики Э. А. Мейера и Н. А. Ливанова имели дело с гидробионтами на разных уровнях.

Вероятно, первым стал заниматься морскими гидробионтами (головоногими моллюсками, оболочниками) основатель казанской школы зоологов-морфологов Михаил Михайлович **Усов** (1845 — 1902), учитель Н. А. Ливанова, описавший полиподиума — паразита икры осетровых. Морской гидробиологией занимались: один из учителей Н. А. Ливанова, Эдуард Андреевич **Мейер** (1859 — 1928), позднее преподававший в Симферополе и Краснодаре, и Николай Александрович **Ливанов** (1876 — 1974) — эволюционист, организатор и первый директор Биологического института КФАН СССР (1946 — 1948), тридцать лет руководивший кафедрой зоологии беспозвоночных (1918 — 1948), первый декан биологического факультета КГУ (1933 — 1935) и последний председатель КОЕ (1933 — 1948; 1956 — 1966); аспирант Н. А. Ливанова, фронтовик и поэт Анатолий Николаевич **Колесников** (1917 — 1972), сотрудник Севастопольской биологической станции, погибший при исследованиях Тихого океана у островов Адмиралтейства. Адольф-Герман Августович **Клюге** (1871 — 1956) после Костромского реального училища окончил Казанский университет (1896), преподавал в реальном учили-

ще и Ксениинской гимназии (1898 — 1899), работал в странах Западной Европы (1900 — 1907), заведовал Мурманской биологической станцией (1908 — 1933), был сотрудником Зоологического института АН СССР. Организатор океанографических экспедиций, зоолог, паразитолог и зоогеограф Владимир Львович **Вагин** (1907 — 1984) после окончания Ленинградского университета (1930) работал во Всесоюзном арктическом институте, преподавал во 2-м Московском и Калининском мединститутах, Ленинградском университете и почти 20 лет (1957 — 1976) заведовал кафедрой зоологии беспозвоночных КГУ. Его преемник по кафедре, вступивший в КОЕ еще будучи аспирантом Н. А. Ливанова (1965), Анатолий Иванович **Голубев** (р. 1937), заведующий кафедрой зоологии беспозвоночных КГУ, почти четверть века (1980 — 2004) работавший деканом биолого-почвенного факультета, изучал строение и эволюцию нервной системы червей (сколелид и аннелид). Большинство зоологов занимались пресноводной гидробиологией, объединившей обе кафедры зоологии КГУ. Гидробионтами стоячих водоемов занимался Владимир Дмитриевич **Аленицын** (1846 — 1910), окончивший Екатеринбургскую гимназию и Казанский университет, преподававший в Петербургском университете, соединивший в своих исследованиях зоологию и статистику. Александр Николаевич **Липин** окончил 4-ю Харьковскую гимназию и Казанский университет, преподавал естественную историю в Мариинской и Ксениинской гимназиях Казани, заведовал озерной лабораторией Института рыбного хозяйства, издал известную книгу «Жизнь пресных вод» (1950). Приват-доцент Казанского университета Сергей Игнатьевич **Тимофеев** (1884 — 1965) был первым заведующим гидробиологической станцией Казанского университета на р. Свияге (1916 — 1919) (ныне зоостанция КГУ, отметившая недавно 90-летний юбилей). Позднее он был профессором Иркутского университета и заведующим кафедрой медицинского института (1930 — 1963). Планарий Азии, в том числе оз. Байкал, изучал Ипполит Петрович **Забусов** (1872 — 1917), а также Н. А. Ливанов, Зоя Ипполитовна **Забусова-Жданова** (1901 — 1980) и Нина Александровна **Ситникова-Порфирьева** (р. 1920). С учеником Н. А. Ливанова Всеволодом Влади-

мировичем **Изосимовым** (1899 — 1974), возглавлявшим после Б. Г. Федорова гидробиологические исследования в КГУ (1931 — 1939), долгое время работали, в том числе уже на кафедре биологии Казанского медицинского института, Ольга Александровна **Тихомирнова** (1897 — 1974) и Мария Федоровна **Соснина** (1909 — ?). Гидробионтов озер и прудов, а затем Куйбышевского водохранилища исследовали ученик Н. А. Ливанова Дмитрий Васильевич **Велихов** (1898 — 1979), заведовавший кафедрой зоологии Казанского педагогического института, и сотрудники кафедры Иван Платонович **Разинов** и Вера Васильевна **Нечкина** (1906 — 1988), сотрудники Татарского отделения ВНИИ озерного и речного рыбного хозяйства Галина Владимировна **Аристовская** (1906 — 1968) и Ирина Васильевна **Егерева** (1909 — 2003), сотрудники кафедры зоологии позвоночных КГУ Мария Михайловна **Гагаева** (1898 — 1942) и ученица В. В. Изосимова Халима Мухутдиновна **Курбангалиева** (1910 — 2004), защитившая докторскую диссертацию по гидробиологии и руководившая кафедрой почти четверть века (1950 — 1974), и др.

По крайней мере 30 человек основным направлением своей деятельности избрали ихтиологию. Имел отношение к казанской ихтиологии, причем со стороны практики, выдающийся ихтиолог и зоогеограф, будущий академик Лев Семенович **Берг** (1876 — 1950). После окончания Московского университета (1898) он четыре года (1899 — 1903) работал смотрителем рыбных промыслов низовой Сырдарьи и Аральского моря, а затем, правда, короткое время (1903 — 1904) — смотрителем рыболовных участков Средней Волги. Его работа «Рыболовство в бассейне Волги выше Саратова» издана Департаментом земледелия (1906). Как один из первых выпускников кафедры зоологии Казанского университета практической ихтиологией занимался Василий Евграфович **Яковлев** (1839 — 1908), окончивший Саратовскую гимназию и Казанский университет, преподававший естественную историю в Симбирской и Астраханской гимназиях, работавший ихтиологом Госконтроля (1866) и управляющим Каспийскими рыбными и звериными промыслами (1877). Затем он был старшим ревизором Госконтроля в Иркутске (1887) и председателем

Контрольной палаты в Петербурге (1892). Он занимался энтомологией (полужесткокрылыми) и был избран почетным членом РЭО (1870). Николай Аркадьевич **Варпаховский** (1862 — 1909), выпускник Казанской 2-й гимназии (1881) и Казанского университета (1885), был старшим ревизором Астраханского управления рыбных и тюленых промыслов (1891), редактором журнала «Рыбное дело» (1892), заведующим рыбными и морскими промыслами Архангельской губернии (1899), автором ряда работ по ихтиофауне рек Малая Кокшага (1882), Сура (1884), Волхов, озера Ильмень (1886), рек Амур (1888), Днепр, Кума (1889), Казанской (1886, 1896), Нижегородской и Новгородской губерний, а также определителей рыб бассейна Волги и Европейской России (1898). Он изучал и герпетофауну Нижегородской и Казанской губерний (1883 — 1888). Работавший чучельником (препаратом) зоологического музея Казанского университета (1865 — 1878) Эммануил Данилович **Пельцам** (1837 — 1912) занимался не только коллектированием и обработкой музейных материалов, но и научной работой. Он проводил сборы для музея в Красном море, на Печоре, в Средней Азии (1872 — 1878), изучал биологию осетровых и сельдевых рыб, опубликовав материалы исследований в изданиях Общества естествоиспытателей (1882 — 1886).

С Алексеем Александровичем **Остроумовым** (1858 — 1925) связана целая эпоха в жизни кафедры и становление нового тогда для Казанского университета направления — ихтиологии. Окончив Симбирскую духовную семинарию (1878) и Казанский университет (1882), он был прикомандирован на два года к Новороссийскому университету (Одесса) и занимался изучением фауны Черного моря, затем — Средиземного моря, работая на Неаполитанской биологической станции (1885 — 1886; 1889). Возвратившись в Казань, стал приват-доцентом кафедры сравнительной гистологии. Позднее А. А. Остроумов заведовал Севастопольской биологической станцией (1891 — 1897), исследовал Босфор, Мраморное, Азовское, Черное моря, открыл в последнем мертвую сероводородную зону. Затем он — экстраординарный и ординарный профессор кафедры зоологии (1900), преемник Н. М. Мельникова. Он совершал поездки на Каспий, на Черное и Японское моря, где рабо-

тали и его ученики, которыми были практически все следующие казанские ихтиологи. Но Остроумов не был только ихтиологом, а был зоологом «широкого профиля». Об этом говорят и его работы, объектами которых были саранчевые (1881) и мшанки Севастопольской бухты (1886), дельфины Черного моря (1891), птицы Казанской губернии и рептилии Мангышлака (1899). Тема его докторской диссертации — «К истории развития ящериц (*Phrynoscephalus hwhoscorus* Pall.)». Александр Николаевич **Державин** (1878 — 1963) окончил в Казани 2-ю гимназию (1897) и университет (1902), где работал еще пять лет в зоотомическом кабинете. Позже он участвовал в Камчатской экспедиции ИРГО (1908 — 1910), заведовал ихтиологическими лабораториями в Астрахани (1910) и в Баку (1912, 1927), а также кафедрой зоологии вновь учрежденного Бакинского университета (1919 — 1923). Затем Александр Николаевич работал во Владивостоке директором Тихоокеанской научной рыбохозяйственной станции (1927 — 1931), с которой начался нынешний ТИНРО, и профессором кафедры промысловых позвоночных существовавшего там Дальрыбвтуза (1930 — 1931). Вернувшись в Баку, он работал в секторе зоологии Азербайджанского филиала АН СССР, а после создания Азербайджанской академии наук стал ее действительным членом (1955). Валериан Иванович **Мейснер** (1879 — 1938), окончивший 1-ю гимназию в Саратове (1898) и Казанский университет (1903), активно работал в университете лаборантом кафедры, опубликовав учебное пособие «Лягушка» (1905), чучельником и хранителем зоологического музея, составив каталог его рыб (1907), включивший 820 номеров. Он заведовал Волжской биологической станцией в Саратове (1906), был старшим специалистом Тульского управления земледелия и государственных имуществ (по рыбным и морским промыслам), а в 1911 — 1914 гг. работал в таком же управлении в Петербурге. После Октября был первым директором НИИ рыбного хозяйства (1922 — 1930) и первым наркомом рыбного хозяйства СССР. В. А. Мейснер руководил экспедициями (3-й Каспийской, по изучению дельты Волги и др.), организовал Туркменскую рыбохозяйственную станцию (1928). Он — автор ряда работ, в том числе учебников («Ос-

новы рыбного хозяйства», 1932; «Промысловая ихтиология», 1933 и др.). Владимир Онисимович **Клер** (1878 — 1958), один из представителей семьи уральских натуралистов, был смотрителем за рыболовством 4-го участка р. Волги, а в 1907 — 1920 гг. — сверхштатным ассистентом зоологического кабинета Казанского университета. Позднее он работал в Свердловском университете и был профессором мединститута. Известные нам его работы весьма разнообразны: от изучения лиманов в Бессарабии (1911) и определения возраста рыб (1916, 1927) до препаровки птиц (1906), пения птиц и токования глухаря (1928) и конкурса по истреблению вредных зверей и птиц (1925). Александр Васильевич **Морозов** (1887 — 1964), окончивший Семипалатинскую гимназию (1906) и Казанский университет (1911), преподавал в реальном училище г. Ядрин Казанской губернии и в Москве, был сотрудником НИИ рыбного хозяйства — старшим специалистом по промысловой ихтиологии (1920-е гг.). Переехав в Томск, был заведующим кафедрой ихтиологии и гидробиологии (1936 — 1940) и деканом биологического факультета ТГУ. Затем он в Саратове заведовал кафедрами ихтиологии и гидробиологии (1940 — 1955) и зоологии беспозвоночных (1955 — 1964) СГУ. Андрей Яковлевич **Недошивин** (1883 — 1950), окончив Вятскую гимназию, учился в Казанском и Петербургском университетах, работал в лабораториях Никольского рыболовного завода (1910 — 1912), исследовал промысел сельди в Каспийских экспедициях (1912 — 1915), обрабатывал их материалы, будучи старшим специалистом по рыбоводству в Департаменте земледелия (1916 — 1917), участвовал в экспедициях на оз. Белое, Баренцево и Азовское моря, в Дагестан и Казахстан. В 1928 — 1931 гг. работал в Баку, заведовал Азербайджанской научно-промысловой рыбохозяйственной станцией, кафедрой ихтиологии рыбопромышленного института, был профессором кафедры рыбоведения политехнического института. Последние годы жизни Андрей Яковлевич заведовал кафедрой зоологии позвоночных КГУ (1933 — 1950). Сергей Андреевич **Тихенко** (1880 — ?) окончил гимназию в г. Лубны (1902) и университет в Казани, участвовал в работах А. А. Остроумова, связанных с разведением стерляди, позднее работал в Хабаровске (1916),

в Управлении земледелия и государственных имуществ Приамурского генерал-губернаторства, затем заведовал рыбными промыслами. Михаил Николаевич **Павленко** (1886 — 1919) окончил гимназию во Владивостоке (1906) и Казанский университет (1911), обследовал залив Петра Великого и район Александровска (о. Сахалин), опубликовал работу «Рыбы залива Петр Великий». Его брат Николай Николаевич **Павленко** (1893 — 1918) окончил те же гимназию (1911) и университет (1917) и также поставлял ценные материалы для зоомузея. Николай Иванович **Киселев** (1886 — 1925) после Сызранского реального училища и 2-й Казанской гимназии окончил Казанский университет (1912). Был лаборантом, потом преподавателем кафедры зоологии (1914 — 1925), участвовал в работах по искусственному разведению стерляди. Александр Иванович **Шмидтов** (1902 — 1963) окончил школу 2-й ступени и Восточный педагогический институт в Казани, преподавал в средней школе 5, где был и завучем. Затем, окончив аспирантуру, был ассистентом, доцентом (1938), заведовал зоологическим кабинетом (1937). Был заместителем декана факультета (1936 — 1941), ученым секретарем совета КГУ (1944 — 1947). Занимался осетровыми и хищными рыбами, написал монографию о стерляди (1939). Александр Иванович **Лукин** (1903 — 1991) окончил школу в Алуште, учился в Таврическом и Казанском университетах, работал сотрудником и директором рыбохозяйственной станции (1931). Организатор и директор Татарского отделения ВНИИ озерного и речного рыбного хозяйства (1932 — 1962), затем профессор кафедры зоологии Казанского университета (1962 — 1982). Семен Сергеевич **Гайниев** (1915 — ?) окончил Казанский университет (1938), был лаборантом кафедры зоологии позвоночных, обучался в аспирантуре (1938 — 1941), а после перерыва в Великую Отечественную войну (1941 — 1945) и защиты диссертации был доцентом Ульяновского пединститута, заведующим кафедрой зоологии, занимаясь, в основном, водными животными, рыбой и рыбным промыслом. Почти все последующие казанские ихтиологи были учениками и (или) сотрудниками А. В. Лукина. Ариадна Львовна **Штейнфельд** (1914 — ?) окончила Казанский университет (1938) и до

1950 г. была сотрудником ТатНИОРХ, как и Константин Ильич **Васянин** (1916 — ?), окончивший университет в 1941 г. и работавший сначала в Казанском филиале АН СССР. Ракия Халитовна **Муратова** была заместителем директора ТатНИОРХ (1935). Сотрудником Татрыбтреста был Василий Васильевич **Егошин**, как, вероятно, и Анна Ефимовна **Акифьева**. Ольга Павловна **Платонова** (1912 — 1969), окончив Свияжскую школу (1930), преподавала в школе с. Ходяшево, окончила Казанский университет (1936), была преподавателем средней школы 19 (1936 — 1938) в Казани и 30 лет работала на кафедре зоологии позвоночных лаборантом, старшим лаборантом, ассистентом, младшим научным сотрудником, доцентом (1963). Она занималась рыбами Средней Волги, низовий Камы, Куйбышевского водо-

хранилища, в частности, язем (1958) и подустом (1952), ныне занесенным в Красную книгу РТ. Григорий Михайлович **Смирнов** (1915 — 1990) дважды учился на биологическом факультете КГУ (1935 — 1941; 1947 — 1949), с перерывом в годы Великой Отечественной войны, еще студентом работал младшим препаратором кафедры ботаники, лаборантом и препаратором кафедры зоологии позвоночных, был заместителем декана биологического факультета до окончания учебы и позднее. Затем он работал ассистентом, старшим преподавателем и последние 20 лет — доцентом кафедры (1965 — 1985). Петр Павлович **Назаров** (? — 1974) после окончания университета учился в аспирантуре, но не защитился и работал сотрудником, а затем директором зоологической станции КГУ, в окрестностях которой и похоронен.

*Поступила 18.10.06.*

## ПАМЯТИ ВАДИМА НИКОЛАЕВИЧА ТИХОМИРОВА

Т. Б. Силаева, доктор биологических наук (Саранск)

В 2007 г. Вадиму Николаевичу Тихомирову исполнилось бы 75 лет. Это широко известный в России и за рубежом ученый-биолог, специалист в области систематики и морфологии высших растений, флористики, охраны природы, организатор отечественной науки и активный общественный деятель, член-корреспондент Российской академии наук.

Родился В. Н. Тихомиров 27 января 1932 г. в Москве. В 1949 г. он с золотой медалью окончил школу 273 и поступил на биолого-почвенный факультет Московского университета им. М. В. Ломоносова. Это было трагичное время в жизни факультета. В 1948 г. состоялась знаменитая сессия ВАСХНИЛ, за которой последовал разгром советской биологии. В университете и других вузах требовалось воспитание студентов в духе безоговорочного преклонения перед «гением» Т. Д. Лысенко. «Антилысенковские настроения» возникли в студенчестве в начале 1950-х гг. Нетрудно догадаться, что В. Н. Тихомиров был среди студентов и преподавателей, которые не хотели поступать принципами высокой морали, и поэтому начало его карьеры не было безоблачным.

Особо надо отметить курс студентов-биологов, на котором учился В. Н. Тихомиров. Он был необыкновенно сплоченным, дружным и ярким. Здесь училась плеяда выдающихся биологов: академики А. С. Спирин, М. В. Иванов, члены корреспонденты РАН Б. С. Поглазов и Э. И. Воробьев, академик ВАСХНИЛ Г. С. Муромцев, академик АМН Ю. А. Владимиров, а также профессора биологического факультета МГУ Ю. С. Ченцов, Е. А. Дмитриев и Ф. Ф. Литвин. Близким другом всей семьи В. Н. Тихомирова была прекрасный литератор и общественница Л. С. Розанова (Ляля Розанова). Как считают однокурсники, ей, видимо, принадлежит идея знаменитой агитбригады биофака 1950-х гг. Атмосферу того времени передают некоторые современные публикации, например, сборник песен «старого биофака», воспоминания однокурсников.

В. Н. Тихомиров кроме растений хорошо «знал» рыб, птиц, млекопитающих, моллюсков, насекомых, профессионально использовал эти знания во время экспедиций и полевых практик. Он был одним из немногих современных уче-

© Т. Б. Силаева, 2007

ных, которых можно назвать натуралистом широкого профиля и кругозора. Однако еще студентом он решил, что натуралисту прежде всего необходимо изучать флору, поэтому для специализации выбрал кафедру высших растений, которую в то время возглавлял классик отечественной науки К. И. Мейер. На кафедре в то время работали профессора Л. М. Кречетович, Л. В. Кудряшов, доценты Д. А. Транковский, Н. Н. Каден, М. Н. Прозина, О. Н. Чистякова, В. Н. Вехов. В. Н. Тихомиров проявил незаурядные способности еще студентом, уже после третьего курса его зачислили стажером на кафедру и доверили вести полевою практику у первокурсников.

Склонность к научной работе В. Н. Тихомиров обнаружил также еще в студенчестве. В 1954 г. он с отличием окончил Московский университет. В том же году вышла его первая научная работа «К вопросу о морфологии завязи и плода зонтичных», опубликованная в бюллетене МОИП. После окончания университета Вадим Николаевич поступил в аспирантуру, где обучался с 1954 по 1957 г. Его официальным научным руководителем был К. И. Мейер, а неофициальным — Н. Н. Каден. Исследованию растений семейства зонтичных были посвящены кандидатская (1959) и докторская (1977) диссертации, а также многочисленные книги, обработки видов этого семейства во флорах и определителях.

Вся жизнь Вадима Николаевича была связана с кафедрой высших растений. Он прошел на ней путь от аспиранта до заведующего кафедрой (с 1976 г. по июль 1998-го, когда его не стало). Здесь он стал заслуженным профессором Московского университета и очень гордился этим званием. Он великолепно владел русским языком, говорил эмоционально и убедительно, был блистательным лектором. Его лекции были похожи на хорошо продуманный спектакль. Из библиотеки доставали и приносили рукописные книги с рисованными иллюстрациями. Каждую из них можно было внести только на носилках. Из оранжерей ботанического сада зимой привозили цветущие растения, орхидеи и рододендроны.

Особое внимание В. Н. Тихомиров уделял летней полевой практике. Он считал ее очень важной в подготовке биологов-натуралистов. Все студенты, которые специализировались на кафедре, проходили такую практику. По сути,

это была практика-экспедиция. Ее маршруты чаще начинались в Окском государственном заповеднике и охватывали Рязанскую, Владимирскую, Липецкую, Курскую, Белгородскую, Воронежскую области, Мордовию и другие регионы. Ее проходили и аспиранты, на нее стремились попасть преподаватели и студенты из многих городов и университетов.

Как было отмечено выше, Вадим Николаевич вел исследования во многих областях ботаники, он был одним из наиболее авторитетных ботаников XX в. Большая часть его работ посвящена системе одного из наиболее интересных и сложных семейств цветковых — зонтичных (*Umbelliferae*). Ему были посвящены дипломная работа ученого, его кандидатская и докторская диссертации, обработки этого семейства во многих «флорах».

К числу наиболее важных научных обобщений Вадима Николаевича принадлежит система цветковых растений, суть которой состоит в следующем. По его мнению, система цветковых растений должна отражать и наиболее наглядно графически изображать эволюционные отношения между крупными таксонами на основе совокупности всех известных признаков. Особенно важна такая система для учебных целей. Однако в силу объективных причин ни один из существующих вариантов не отражает и не может отражать с достаточной степенью точности генетические отношения между таксонами высокого ранга. Важнейшее достижение современной систематики — установление сравнительно небольших по объему «звеньев» системы, таких как порядки и семейства. Разногласия по их поводу несущественны и неприципиальны. Например, не столь важно, рассматривать семейство лилейных в широком смысле или выделять из него луковые, спаржевые и другие отдельно, ведь все равно между ними явно тесное родство. Серьезные затруднения вызывает объединение этих «звеньев», порядков и семейств в более высокие ранги. Разные подходы к их объединению и определяют разные варианты филогенетических систем. Система В. Н. Тихомирова построена на следующих принципах:

1. Ископаемые остатки покрытосеменных известны не раньше мелового периода. К середине этого периода цветковые уже многочисленны, уже сформировалось большинство ныне существующих семейств и родов.

2. Для объяснения этого факта нет необходимости допускать, что цветковые появились много раньше, в триасе и даже палеозое, как делают это многие ученые. По В. Н. Тихомирову, естественнее считать, что цветковые возникли в начале мелового периода как результат крупного эволюционного скачка — арогенеза. Этот арогенез обусловил быстрый подъем покрытосеменных растений на новый адаптационный уровень. Эта эволюционная вспышка в процессе адаптивной (приспособительной) эволюции (аллогенеза, или кладогенеза) сформировала исходные таксоны, давшие начало большинству порядков современных покрытосеменных.

3. Скорее всего, цветковые возникли на территории Гондваны. До ее разлома они широко распространились по ее обширному пространству. Подтверждение этому — современное распространение многих растений, особенно в Южном полушарии. Они встречаются в Южной Америке, на юге Африки, в Австралии на многочисленных островах, сильно удаленных друг от друга. Иначе как существованием ранее общего материка — Гондваны — объяснить это невозможно.

4. Цветковые монофилетичны по происхождению, т. е. они представляют собой естественный таксон, возникший от одного предка.

5. Предковая группа покрытосеменных растений не найдена. В этой «роли» испробованы практически все высшие растения (кроме мохообразных), а также некоторые водоросли. По В. Н. Тихомирову, предками цветковых были какие-то древние, мало специализированные голозерные. Ни одна из ныне известных ископаемых или современных групп голосеменных не может рассматриваться как предок цветковых.

6. Для построения систем цветковых, считаящих, что они монофилетичны, в основу надо положить одну исходную группу. Пока это гипотетическая группа, так называемый «анцестральный комплекс», или «палеоангоспермы», не найдена. По В. Н. Тихомирову, это была, вероятно, небольшая по числу видов группа растений, возникшая в результате мощного арогенеза и претерпевшая бурную дифференциацию, вероятно, с участием гибридных процессов. Сформировалось необычное многообразие. Как веер эволюционных ветвей, возникло большинство порядков современных цветковых.

7. Современные порядки и семейства цветковых имеют один эволюционный возраст, сле-

довательно, их сомнительно выводить один из другого. Ни одна из современных групп не может рассматриваться как исходная, предковая по отношению ко всем остальным.

8. Отдел покрытосеменных реально и естественно делится на два класса: двудольные и однодольные, обособившиеся еще на заре эволюции в недрах палеоангосперм, поэтому одинаково близкие к ним. Однако в совокупности у однодольных все же больше наблюдается вторичных черт, поэтому при линейном выражении однодольные надо изображать после двудольных.

Сложнейшим вопросам систематики посвящены специальные совещания по филогении растений, которые проходят в Москве начиная с 1962 г. Вадим Николаевич был организатором и научным руководителем девяти совещаний, десятое было посвящено его памяти, одиннадцатое — 70-летию со дня его рождения.

Особое место в научных исследованиях ученого занимал род *Alchemilla* L. — манжетка. Это крупный и очень сложный в систематическом отношении род семейства розоцветных (Rosaceae), в котором преобладает апомиктический способ размножения. Апомикты — это растения, которые размножаются без оплодотворения. Само явление — апомиксис: от слов *apo* — без, и *mixis* — смешение, т. е. без смешения наследственной информации. Апомиксис исключает генетическое расщепление, поэтому потомство образует клоны, в пределах которых все особи обладают одинаковой генетической конституцией. Все клетки зародышевого мешка при этом имеют тот же набор хромосом, что и клетки спорофита. В роде насчитывается около 400 видов и апомиктических рас, распространенных от Арктики до горных районов тропического пояса. Манжетки нашей флоры — многолетние корневищные травы с красивыми листьями, в других районах встречаются кустарники, однолетники. В средней полосе России число видов по областям и республикам сильно колеблется, наибольшее — во флоре Московской области (28). Флора этой области изучается более 200 лет. Благодаря работам Вадима Николаевича во флоре Республики Мордовия зарегистрировано 27 видов рода *Alchemilla*, это второе место. В. Н. Тихомировым открыты новые для науки виды: *Alchemilla sergii*, *A. auastroaltaica*, *A. changaica*, *A. gubanovii*, а также манжетка Вента (*Alchemilla ventiana* V. Tichomirov), названная

так в честь немецкого ботаника Вента, и манжетка чамзинская (*Alchemilla czamsinensis* V. Tichomirov). Последние два вида открыты на территории Мордовии, а манжетка чамзинская — в окрестностях одноименного поселка. Она уже найдена в других регионах России, но во все справочники будет входить именно под этим названием.

Вся жизнь ученого была связана с кафедрой высших растений Московского университета, классической и одной из старейших в университете: в 2004 г. ей исполнилось 200 лет. Если развитие кафедры нанести на карту в виде отрезка в 200 лет, то и в этом случае на нем хорошо будет заметен ее «мордовский период» — время, когда по инициативе Вадима Николаевича на биостанции Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева была организована практика Московского университета. Первая практика, состоявшаяся в 1979 г., сразу привлекла к себе внимание, «гремела» на весь Московский университет. Биостанция Мордовского университета по сравнению с подмосковными Звенигородом и Чашниковом — новое место с практически нетронутой по московским меркам природой, мало в то время изученной. В окрестностях биостанции можно было сразу увидеть более тысячи видов только сосудистых растений, таежных, неморальных, степных и даже кальцефильных. Москвичи всегда имели хорошо оборудованные экспедиционные машины, поэтому с биостанции осуществлялись экспедиционные маршруты по всей восточной Мордовии и сопредельные территории: в Ульяновскую, Нижегородскую, Пензенскую области, Чувашию. На практику был конкурс.

На кафедре существовала группировка, которая так и называлась — «мордва». В нее вошли В. Н. Вехов, В. Р. Филин, Т. А. Троицкая, Г. П. Гапочка, А. В. Щербakov, С. Р. Майоров и др. К сожалению, ее ряды редуют. Не стало В. Н. Вехова, Г. П. Гапочки. Вадим Николаевич был в Мордовии с 1976 по 1996 г., пропустив за эти 20 лет лишь один полевой сезон из-за болезни: ему делали серьезную операцию. Ученый хорошо знал и любил флору Мордовии, ему хотелось это как-то отметить. Во время полевых практик и экспедиций В. Н. Тихомировым были открыты два новых для науки вида манжетки, в том числе манжетка чамзинская. Кроме того, обнаружены многие новые местонахождения редких и редчайших видов. По мате-

риалам этих экспедиций опубликованы многие статьи, книги, учебные пособия.

Можно утверждать, что широкое природоохранное движение в России своим существованием во многом обязано Вадиму Николаевичу. Личность ученого как натуралиста и инициатора природоохранных мероприятий заметна не менее чем личность Б. Гржимека и Д. Дарелла. По его инициативе в 1960 г. была образована первая студенческая дружина по охране природы, отметившая в 2005 г. свое 45-летие и теперь носящая имя В. Н. Тихомирова. Этот пример был подхвачен во многих вузах. Основные принципы работы дружины, заложенные ее основателями: 1) конкретное практическое дело; 2) научно обоснованный подход к нему и 3) обязательное просвещение непросвещенных. Для всего этого университетское образование дает широкие возможности.

Через дружину прошло большое число людей, из нее вышли многие лидеры природоохранного движения (Д. Н. Кавтарадзе, В. А. Зубакин, С. Забелин, генеральный директор Центра охраны дикой природы А. Зименко). В. Н. Тихомиров — автор первого учебника по охране природы, автор многих Красных книг, первого и второго изданий Красной книги СССР, Красной книги РСФСР, Красной книги Московской области. Более того, до выхода официальных Красных книг вышли академические издания, посвященные редким растениям СССР, в числе ведущих авторов которых был Вадим Николаевич.

В. Н. Тихомиров был членом редколлегий и главным редактором многих отечественных и зарубежных журналов: «Бюллетень МОИП», «Ботанический журнал», «Доклады АН», «Биологические науки», «Журнал общей биологии», «Vegetatio», «Flora Mediterranea» и др. Он был в составе редколлегий 5-томного издания «Flora Europaea», выходящего в Кембридже, «Atlas Florae Europaeae», — продолжающегося издания, начатого в 1980-х гг.

Вадим Николаевич был председателем комиссии РАН по заповедному делу, членом бюро Научного совета по проблеме «Интродукция и акклиматизация растений», Высшего экономического Совета России при Верховном Совете РФ.

В. Н. Тихомиров неоднократно представлял нашу науку за рубежом как член бюро Российского комитета ЮНЕСКО «МАВ» (Человек и биосфера), эксперт — странчленов ЕЭК ООН по охране флоры и фауны. Неоднократно бывал



в командировках, на симпозиумах и конференциях, чаще по проблемам охраны окружающей среды, природоохранного просвещения в США, Японии, Франции, Польше, Италии, Финляндии и других странах.

Долгие годы (с 1967 по 1988 г.) Вадим Николаевич на общественных началах был директором Ботанического сада Московского университета, позднее до конца жизни — его научным куратором и консультантом. Здесь также успел очень многое сделать.

Есть у ботаников хорошая традиция — давать названия растений в честь крупных ученых, учителей, коллег. В честь Вадима Николаевича названо несколько видов растений: *Papaver tichomirovii* A. D. Mikheev (исследователем флоры Кавказа А. Д. Михеевым), *Viola tichomirovii* Vl. Nikit., *Viola vadimii* Vl. Nikit. (его учеником В. В. Никитиным), *Angelica tichomirovii* V. Vinogradova (коллегой В. М. Виноградовой).

Личность Вадима Николаевича характеризует такой факт. За два года до кончины в одной из московских больниц, где ему сделали серьезную операцию, он познакомился с Валентиной Егоровной Осовской из Саранска, доцентом Мордовского государственного педагогического института им. М. Е. Евсевьева, и совершенно покорил ее тем, что, узнав, откуда она, сразу сказал: «Я Ваш земляк». После этого она, вернувшись домой, опубликовала в «Известиях Мордовии» статью о Вадиме Николаевиче «Однажды в дремучих мордовских лесах...». В заголовок была помещена первая строка стихотворения В. Н. Тихомирова «Баллада о венеринном башмачке». В экспедициях, на практике, на выездах дружины он был душой коллектива, всегда мог разрядить обстановку, например, быстро написав стихи. Его друзья собрали их в сборник, который назвали «Звенящие ландыши». Примечательно, что значительная их часть сопровождается указаниями: «Мордовия», «На пути в Мордовию», «Саранск — Березники» и т. п.

Ученые продолжают в своих книгах, учителя — в своих учениках. В. Н. Тихомировым при жизни опубликовано более 500 книг, статей, рецензий. Есть книги, которые вышли и выходят после его смерти. Это монографии, учебники, определители, «флоры», атласы и многочисленные статьи как в российских,

так и в зарубежных журналах. Среди них есть уникальные издания, например, «Школьный ботанический атлас», выпущенный совместно с Т. В. Асеевой. Т. В. Асеева была доктором наук и необыкновенно талантливым человеком. Под пристальным присмотром и надзором В. Н. Тихомирова она рисовала растения с учетом и осознанием всех признаков. Ею заложена иконография среднерусской флоры.

В науке, как, собственно, в любом деле, есть такие знания и умения, которые нельзя передать при помощи книг, каких-либо методических пособий и рекомендаций. Это передается как преемственность в науке от учителя к ученику. Среди учеников Вадима Николаевича: С. А. Волгин — доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой ботаники Львовского университета (Украина), М. В. Казакова — доктор биологических наук, заведующий кафедрой ботаники Рязанского государственного университета, А. В. Чичев. — кандидат биологических наук, заведующий кафедрой ботаники Тимирязевской сельскохозяйственной академии, К. С. и Е. В. Байковы, доктора биологических наук. К. С. Байков теперь директор Института почвоведения и агрохимии СО РАН, Е. В. Байкова (урожденная Е. Михайлова, родилась и выросла в Саранске, окончила школу 12) — доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Центрального сибирского ботанического сада СО РАН; М. Е. Игнатьева — кандидат биологических наук, работает в университете г. Крайсчерч в Новой Зеландии. Ученики посвящают ему книги. Светлой памяти Вадима Николаевича посвящена и Красная книга Республики Мордовия, флору которой он очень хорошо знал и любил.

Вся жизнь В. Н. Тихомирова отдана изучению и сохранению растительного мира. Отрывок из его стихотворения о ландышах:

*Как вы спешите, люди,  
В свой быстротечный путь!  
Лучше остановитесь:  
Вечер так свеж и тих...  
Ландышам поклонитесь,  
Только не рвите их.*

## КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ФИЗИОЛОГИИ ХОЛОДОУСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ В РОССИИ

**О. А. Зауралов** доктор биологических наук (Саранск)

В течение жизни растительного организма условия внешней среды обнаруживают периодические и случайные колебания, исходящие за пределы, к которым приспособилось в процессе эволюции данное растение. При подобных обстоятельствах в нем наступают нарушения физиологических процессов, переходящие при дальнейшем усилении названного влияния в повреждения структур, что может закончиться гибелью организма. В разных регионах земного шара эти повреждающие факторы различны. Для России среди них основным является температурный [15], сдерживающий выращивание и продвижение на Север многих ценных культур. В связи с этим исследование физиологического действия пониженных температур на растения и изыскание методов преодоления его нежелательных последствий не только представляет теоретический интерес, но и имеет важное практическое значение.

Начало исследованиям в этой области было положено работами Ю. Сакса (1860) [38], который сделал заключение, что при неблагоприятной пониженной температуре растения повреждаются и гибнут, прежде всего, из-за нарушения водного обмена. Это явление было названо «простудой растений» (das Erfrieren). В дальнейшем были получены ценные экспериментальные данные. И первыми в этом ряду были труды Г. Молиша (1897) [37], подтверждающие возникновение водного дефицита в надземных частях растения при охлаждении.

К изучению этой проблемы в России приступили гораздо позднее. Конечно, вряд ли возможно установить персональное первенство, но, судя по публикациям, оно принадлежит С. М. Иванову (1935). На основании результатов экспериментов он разделил культурные растения на две группы — холодоустойчивые и теплолюбивые. В пределах второй группы ученый выявил видовые и сортовые различия по отношению к холоду, действие температурного фактора на продуктив-

ность, открыл некоторые закономерности физиологического действия холода на растения, обосновал идею холодого закаливания [1; 2], которая получала развитие (гипертрофированное) в последующие годы.

Несколькими годами позднее в книге «Физиологические основы зимостойкости культурных растений» И. И. Туманова (1940), посвященной преимущественно вопросам зимостойкости, был приведен первый в русской литературе обзор работ по холодоустойчивости, который содержал ссылки на шесть иностранных и одного русского авторов (С. М. Иванова, что подтверждает высказанное нами предположение о приоритетности его публикации). Здесь же автор И. И. Туманов выделил холодоустойчивость как особый вид устойчивости и сформулировал ее определение [28].

В последующий период (40 — 50-е гг.) изучение холодоустойчивости несколько активизировалось, причем обозначились два направления — теоретическое и прикладное. В 1951 г. И. И. Тумановым на II Тимирязевских чтениях была представлена интересная работа «Основные достижения советской науки в изучении морозоустойчивости».

Из работ этого периода представляет интерес сделанное И. И. Тумановым [28] обобщение работ по устойчивости растений к пониженным температурам, где значительное внимание уделено вопросам и методам закаливания растений, т. е. приемам искусственного повышения их устойчивости. В другой статье отмечено изменение устойчивости к охлаждению в течение вегетации (весна > лето < осень) и в течение суток (ночь > день), исходя из чего сделан вывод, что растения приобретают высокую устойчивость не в состоянии покоя (морозоустойчивость), а в состоянии вегетации, т. е. активного роста и метаболизма, что характерно для холодоустойчивости [30]. Эти труды заложили идейные основы понимания холодоустойчивости, которые будут развиты в последующем.

© О. А. Зауралов, 2007

Как примеры прикладных исследований можно привести опыты по широкому испытанию сортов кукурузы, томатов (Сидоров, Зубнова и др.) с целью отбора более холодоустойчивых [5; 26]; изучение и испытание метода прививок теплолюбивого растения на более холодоустойчивое [1]. В этот период печатается значительное число работ, авторы которых предлагали различные приемы искусственного повышения холодоустойчивости, т. е. закаливания. Среди них преобладают описания предпосевного закаливания семян однократным охлаждением в течение 2 — 4 суток [35] или более длительным выдерживанием в условиях переменных (повышенных и пониженных) температур [2; 3; 4; 27]. Были предложены также приемы воздействия физическими (облучение УФ-лучами) [19] и химическими факторами влияния (обработкой раствором нитрата аммония) [8], метиленовой синью и гидрохиноном [13], экстрактом листьев некоторых растений [4]. Некоторыми авторами были сделаны попытки физиологического обоснования предложенных приемов, на которых мы не будем останавливаться.

Первоначальный период становления и развития исследований физиологии холодоустойчивости заканчивается конференцией по физиологии устойчивости растений, проходившей 3 — 7 марта 1959 г. Анализ ее трудов показывает, что среди докладов по различным видам устойчивости были сообщения и по холодоустойчивости (числом 9), причем материалы представили разные научные учреждения. Это говорит о том, что научные центры по изучению этого вида еще не сложились. Сама холодоустойчивость не была выделена как особый вид устойчивости, и в решениях конференции материалы по ней помещены в разделе зимостойкости. Признано необходимым:

«10. Форсировать теоретическое изучение основ холодостойкости теплолюбивых культур (кукурузы, хлопчатника, овощных) и разработку эффективных способов сохранения посевов при похолоданиях, особенно в первые периоды роста растений (закалка холодом и переменными температурами, применение микроэлементов, обработка фунгицидами семян и прикорневого слоя почвы, рационализация агротехники). Обратит внимание на разработку методов ранней диагностики сте-

пени холодостойкости растений по показателям их физиолого-биохимического состояния» [23].

Вскоре после выхода в свет названных экспериментальных работ появилась книга П. А. Генкеля и С. Б. Кушниренко «Холодоустойчивость растений и термические способы ее повышения» (1966) [6], обобщаются основные труды этого этапа. Так закончился период становления данного научного направления.

Для последующих лет — второй половины XX столетия — характерно развитие исследований по физиологии холодоустойчивости. Оно происходило постепенно и привело к широкому признанию ее как самостоятельного вида и окончательному оформлению научных центров исследования. Удобнее всего этот процесс проследить по таким этапным событиям в науке, как всесоюзные научные совещания и конференции.

После некоторого перерыва — около 15 лет, что для таких крупных мероприятий следует считать вполне естественным, всесоюзное совещание по физиологии растений было созвано в сентябре 1976 г. в Иркутске. На нем было представлено уже 7 докладов по холодоустойчивости. Здесь это направление по-прежнему не было четко выделено как самостоятельное, но к тому времени обозначились и заявили о себе научные центры — Иркутск (Сибирский институт физиологии и биохимии растений) и Петрозаводск (Биологический институт Карельского ФАН).

Следующее крупное событие — всесоюзная конференция по устойчивости растений, проведенная в Ленинграде в октябре 1981 г. Она знаменательна тем, что впервые холодоустойчивость фигурировала как самостоятельный вид устойчивости. Ей посвящалось 10 докладов, причем все они рассматривали физиологические аспекты. Число научных центров — участников конференции значительно увеличилось. К прежним добавились Московский университет, Всесоюзный институт растениеводства, НИИ зерновых и бобовых культур, Мордовский университет (Саранск).

Далее следует упомянуть всесоюзную конференцию 1984 г., состоявшуюся в Иркутске. Она знаменательна тем, что секция холодоустойчивости оказалась самой представленной

(26 докладов). В работе принимали участие в основном те же центры, но в больших масштабах.

В последующие годы общероссийские конференции не собирались, их заменили ежегодные съезды Российского общества физиологов растений. Секции холодоустойчивости на них не было, но обычно выделялась секция экологической физиологии, в которой широко обсуждалась холодоустойчивость. Так, на втором съезде (Минск, 1992) по данной тематике было сделано 7 докладов, на третьем (Санкт-Петербург, 1993) — 14 докладов. В настоящее время физиология холодоустойчивости исследуется во многих научных учреждениях.

Один из главных центров, Институт физиологии растений Российской АН, где и ранее отдельные сотрудники занимались этими вопросами, но не было особой группы. В числе первых к ним обратился В. Н. Жолкевич, который еще в 1952 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Физиологическое изучение отношения некоторых теплолюбивых и холодостойких растений к низким положительным температурам». Несколько позднее эти данные были опубликованы в виде обширной статьи (53 страницы) в «Трудах ИФР» (1955) [9]. К сожалению, это была первая и последняя его работа в названном направлении, так как он переключился на исследование другого вида устойчивости — засухоустойчивости.

Затем следует остановиться на работах П. А. Генкеля (1956), который в силу своей широкой эрудиции занимался одновременно несколькими видами устойчивости (к недостатку воды, высоким и низким температурам) [4]. Мы имеем в виду прежде всего его более раннюю статью «О причинах гибели растений при низких положительных температурах» [6]. За ней появилось еще несколько статей, а «венцом творения» стала монография, которую мы уже упоминали [6]. Общим направлением его усилий было в теоретическом плане исследование коллоидно-химических свойств цитоплазмы и обмена веществ в связи с холодоустойчивостью, а в прикладном — разработка приемов термического закаливания.

Одновременно эти же аспекты (влияние холода на различные физиологические процессы — фотосинтез и содержание пластидных пигментов, водный обмен и патогенность почвенной микрофлоры при охлаждении) изу-

чал Л. А. Незговоров. В период 1956 — 1973 гг. он опубликовал большое число статей в журнале «Физиология растений». Для борьбы с повреждающим действием холода в естественных полевых условиях Л. А. Незговоров рекомендовал предпосевную обработку семян тиурамом [18].

Позднее к исследованиям в холодоустойчивости приступила Т. И. Трунова с группой сотрудников, но это было уже в 1990-е гг., что представляет собою не историю, а скорее современность и выходит за рамки настоящего обзора.

Одним из старых и продуктивных центров изучения физиологии холодоустойчивости является, несомненно, Институт биологии Карельского ФАН (Петрозаводск), возглавляемый в течение многих лет С. И. Дроздовым, под руководством которого плодотворно работает значительная группа ученых. Следует отметить широкий диапазон их поисков. Среди обычных, принятых в науке аспектов, можно назвать:

- методы исследования;
- моделирование условий изучения;
- фотосинтез и газообмен у подопытных растений;
- фитогормоны, регуляторы роста стимулирующего действия и ингибиторы;
- влияние сочетания и изменчивости действующих внешних факторов;
- режимы закаливания.

К совершенно оригинальным направлениям работ относятся:

- фоновое влияние температуры;
- приемы одновременного закаливания к теплу и холоду.

За время существования центр показал высокую научную продуктивность. Статьи его сотрудников печатаются в научных журналах с 1965 г. Периодически в местном издательстве выходят сборники научных трудов, (1978, 1982, 1984, 1986, 1988 гг. и в последующем). В 1984 г. руководителем группы С. Л. Дроздовым с сотрудниками (В. Н. Курец и А. Ф. Титовым) была опубликована монография «Терморезистентность активно вегетирующих растений» [7].

Справедливости ради надо отметить, что исследование влияния низкотемпературного фактора на растения в Карелии проводили и гораздо раньше. Так, А. И. Коровин, работавший позднее в Иркутске, написал монографию о воздей-

ствии пониженной температуры почвы на растения задолго до возникновения центра (еще в 1961 г.) [16].

Определенные заслуги имеет и Сибирский институт физиологии и биохимии растений (Иркутск), хотя роль его выражена не так четко, как Карельского ФАН. Это объяснимо более поздней организацией и развитием института. Первые работы связаны с именем О. П. Родченко (1991) [4], которая приложила немало усилий для анализа особенностей физиологии корня в условиях повышенной температуры. Не случайно именно в этом институте в 1976 г. состоялось Всесоюзное совещание по физиологии устойчивости растений. Физиология корня при пониженных температурах так и осталась главной темой научных работ в Иркутске.

Нельзя не упомянуть и деятельность Нижегородского университета. Значительного по масштабам центра там не было, но интересное и оригинальное направление изучения холодоустойчивости представлено работами В. А. Оприлова по электрофизиологии [20].

Вызывают интерес работы, выполненные в НИИ зерновых и крупяных культур (Орел) под руководством А. П. Лаханова (1978) [17]. Исследования ведутся как в теоретическом (общепфизиологическом), так и в прикладном плане. Публикации в журналах известны с 1975 г. К сожалению, кратко охарактеризовать деятельность этого центра затруднительно, поскольку оригинальной направленности здесь нет.

Один из новых ныне успешно работающих центров сложился в Саранске на базе кафедры ботаники и физиологии растений Мордовского государственного университета. Начало было положено в 1974 г. приглашением в вуз и ныне работающего в нем по данной проблеме О. А. Зауралова. К моменту перехода в университет он уже имел опыт изучения холодоустойчивости. Из общего числа его публикаций (34) третья часть была посвящена вопросам эко-

логической физиологии, а конкретно холодоустойчивости (5 работ).

Благоприятные условия, созданные администрацией университета, и прежде всего внимание ректора профессора А. И. Сухарева позволили относительно быстро создать группу, активно работающую по единой тематике, достаточно широко развернуть исследования и дать научные результаты: общее число публикаций свыше 200. Выпущено 6 сборников научных трудов (1981 — 1990 гг.) [21; 22; 31 — 33; 36]. На материалах исследований физиологии холодоустойчивости подготовлено и защищено более 10 кандидатских диссертаций и 1 докторская (А. С. Лукаткин).

В последние годы в связи с ростом молодых научных кадров диапазон научных интересов расширяется. Рассматриваются не только вопросы холодоустойчивости, но и другие проблемы. Однако холодоустойчивость по-прежнему остается на первом месте, так что кафедра ботаники и физиологии растений с полным основанием может считаться одним из ее центров изучения. При этом спектр конкретных тем достаточно широк. Сформулирована концепция о двух видах устойчивости — активной и пассивной [10], исследуются соотношение роста и фотосинтеза при охлаждении, баланс и применение эндогенных фитогормонов, водный обмен растения, дыхание и энергетика, патофизиология. В числе прикладных аспектов можно отметить диагностику холодоустойчивости и особенно применение синтетических регуляторов роста, защищающих растения от действия пониженных температур.

Таким образом, на нашей памяти исследование холодоустойчивости из крохотного ростка выросло в мощное ветвистое дерево, образно говоря, дающее пищу не только для ума, но и для тела — дополнительную продукцию растениеводства.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Авдеев И. Т.** Повышение холодоустойчивости огурцов / И. Т. Авдеев // Достижения науки и передового опыта в сельском хозяйстве. 1953. 4. С. 68 — 69.
2. **Воронова А. Е.** Новые способы выращивания теплолюбивых культур / А. Е. Воронова // Курган: Изд. Красный Курган, 1950. 36 с.
3. **Воронова А. Е.** Закалка семян и рассады овощных культур / А. Е. Воронова // Достижения науки и передового опыта в сельском хозяйстве. 1953. 4. С. 69 — 71.
4. **Генкель П. А.** Значение вязкости протоплазмы в устойчивости растений к высоким и низким температурам / П. А. Генкель, К. А. Баданова // Физиология растений. 1956. Т. 3, 5. С. 455 — 462.

5. **Генкель П. А.** О причинах гибели растений при низких положительных температурах / П. А. Генкель, К. П. Марголина // Труды ИФР АН СССР. 1949. Т. 6, вып. 2. С. 91 — 96.
6. **Генкель П. А.** Холодостойкость растений и термические способы ее повышения / П. А. Генкель, С. В. Кушниренко. М.: Наука, 1966. 225 с.
7. **Дроздов С. Н.** Терморезистентность активно вегетирующих растений / С. Н. Дроздов, В. К. Курец, А. Ф. Титов. Л.: Наука, 1984. 167 с.
8. **Енилеев Х. Х.** Холодоустойчивость хлопчатника на ранних фазах развития и пути ее повышения: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Х. Х. Енилеев. М., 1952.
9. **Жолкевич В. Н.** К вопросу о причинах гибели растений при низких положительных температурах / В. Н. Жолкевич // Тр. ИФР. 1955. Т. 9. С. 3 — 55.
10. **Зауралов О. А.** Стратегия адаптации высших растений к неблагоприятным условиям / О. А. Зауралов // Сельскохозяйственная биология. 2000. 5. С. 39 — 45.
11. **Иванов С. М.** Отношение яровых культур к весенним заморозкам / С. М. Иванов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. С. 199 — 220.
12. **Иванов С. М.** Отношение яровых культур пониженным температурам / С. М. Иванов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1935. Сер. 3, 6. С. 163 — 198.
13. **Коновалов И. Н.** Некоторые новые сведения о физиологической природе стойкости растений к морозу / И. Н. Коновалов, И. Н. Михалева, Л. М. Закман // Труды БИН. 1958. Вып. 12.
14. **Коновалов И. Н.** Опыт повышения морозостойкости левкоя и капусты под влиянием экстрактов из зимостойких растений / И. Н. Коновалов // ДАН СССР. 1955. Т. 101, 4.
15. **Коровин А. И.** Растения и экстремальные температуры / А. И. Коровин. Л.: Гидрометеоздат, 1984. 271 с.
16. **Коровин А. И.** Температура почвы и растение на севере / А. И. Коровин // Петрозаводск: Гос. изд-во Карел. АССР, 1961. 191 с.
17. **Лаханов А. П.** Устойчивость зернобобовых культур к низким положительным температурам в процессе онтогенеза растений / А. П. Лаханов, Н. Е. Балачкова // Физиология растений. 1978. Т. 25, 3. С. 586 — 592.
18. **Незговоров Л. А.** Повышение полевой холодостойкости кукурузы нанесением на семена увеличенной дозы ТМТД / Л. А. Незговоров, А. К. Соловьев // Физиология растений. 1965. Т. 12, 6. С. 1093 — 1103.
19. **Новиков В. А.** Направленное повышение холодостойкости огурцов / В. А. Новиков // Физиология устойчивости растений. М.: АН СССР, 1960. С. 164 — 167.
20. **Оприлов В. А.** Оценка степени холодоустойчивости сельскохозяйственных растений люминесцентным методом / В. А. Оприлов, В. А. Худяков, А. Б. Гнездилов // Люминесцентные методы исследования в сельском хозяйстве и перерабатывающей промышленности. Минск, 1985. С. 43 — 44.
21. Продуктивное использование дикорастущих и культурных растений: межвузовский сборник научных трудов / под ред. О. А. Зауралова. Саранск, 1983. 160 с.
22. Растение и среда: сборник научных трудов / под ред. О. А. Зауралова. Саранск, 1982. 142 с.
23. Решение конференции по физиологии устойчивости растений, принятое 7.III.59 г. // Физиология растений. 1959. Т. 6, 5.
24. **Родченко С. П.** Селекция растений на устойчивость в начале вегетации по ростовой реакции корня / С. П. Родченко // Генетические механизмы устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды: тезисы докладов. Новосибирск, 1991. С. 40.
25. **Сидоров Ф. Ф.** Холодоустойчивость кукурузы / Ф. Ф. Сидоров, С. В. Зубкова // Вестник сельскохозяйственной науки. 1953. 4. С. 68 — 69.
26. **Сыскова М. В.** Сравнительная оценка сортов томата по их холодоустойчивости / М. В. Сыскова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции 1959. Т. 32, вып. 3.
27. **Тарбаева Л. П.** Некоторые биологические особенности развития закаленных растений дынь в условиях Новосибирска / Л. П. Тарбаева // Физиология устойчивости растений. М.: АН СССР, 1960. С. 188 — 192.
28. **Туманов К. М.** Основные достижения советской науки в изучении морозоустойчивости растений / К. М. Туманов. М.: Изд-во АН СССР, 1951. 54 с.
29. **Туманов К. М.** Физиологические основы зимостойкости культурных растений / К. М. Туманов. М.; Л.: Сельхозгиз, 1940. 366 с.
30. **Тюрина М. М.** О физиологических особенностях растений Памира / М. М. Тюрина // Труды ботан. ин-та АН Таджикской ССР. Душанбе, 1962. Т. 18. С. 334 — 352.
31. Устойчивость растений и ее регуляция / под ред. О. А. Зауралова. Саранск, 1990. 116 с.
32. Физиология устойчивости растений и регуляторы роста / под ред. О. А. Зауралова. Саранск, 1987. 155 с.
33. Физиология устойчивости растений нечерноземной зоны РСФСР: межвузовский сборник науч-

ных трудов / под ред. О. А. Зауралова. Саранск, 1986. 120 с.

34. **Хохлачена Н. А.** Холодостойкость огурца / Н. А. Хохлачена // Практические выводы из опыта работ с овощными культурами и картофелем. Краснодар: Краснодарская овоще-картофельная опытная станция, 1947. Вып. 2.

35. **Эдельштейн В. И.** Овощеводство / В. И. Эдельштейн. М.: Сельхозиздат, 1944. 440 с.

36. Экология растений: межвузовский тематический сборник научных трудов / под ред. О. А. Зауралова. Саранск, 1981. 111 с.

37. **Molisch H.** Untersuchungen ber das Erfrieren d der Pflansen. Jena. 1897. 72 S.

38. **Sachs J.** Untersuchungen ber das Erfrieren der Pflansen / J. Sachs // Landwirte sechäftlichen VERsuchs\_ STATionen. 1860. B. 2. S. 167 — 201.

*Поступила 24.07.06.*

## ГОРМОНАЛЬНЫЙ СТАТУС РАСТЕНИЙ ТОМАТА ПРИ ДЕЙСТВИИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ЭПИБРАССИНОЛИДА

Т. С. Колмыкова, кандидат сельскохозяйственных наук (Саранск)

Важная роль в регуляции физиологических процессов, лежащих в основе роста и развития растительных организмов, отводится фитогормонам. Хорошо известно, что они участвуют в адаптации растений к неблагоприятным условиям среды. За последние годы открыта возможность воздействия ряда биологически активных веществ (БАВ) на живые организмы в сверхнизких дозах. Одной из групп БАВ являются синтетические аналоги фитогормонов. Механизмы проявления их биологической активности сложны; они способны запускать защитные реакции растений, усиливая синтез фитоалексинов, индуцируя экспрессию защитных белков и ускоряя образование лигнина [4].

В работе представлены данные по изучению термопротекторного действия брассинолида у проростков томата. Физиологическим критерием для изучения адаптивных возможностей растений послужил анализ баланса ростстимулирующих фитогормонов (ауксинов, гиббереллинов, цитокининов) в растительных объектах.

Объектом исследования служили проростки томата (*Lycopersicon esculentum* Mill) сорта Грунтово-Грибовский. Обработку растений эпибрассинолидом  $10^{-9}$  М осуществляли путем предпосевного замачивания семян в течение 8 ч. После указанной экспозиции семена промывали и высаживали в сосуды методом почвенных культур по 20 семян в каждый. Сосуды оставляли на свету в оптимальных температурных условиях. При появлении у растений третьего настоящего листа опыт

продолжали при разных температурных условиях: оптимальная температура 22 — 24 °С, пониженная температура 10 — 12 °С, повышенная температура 34 — 35 °С. Через три дня после изменения условий опыта у растений каждого варианта методами биотестов количественно определяли содержание свободных форм ауксинов (по проросту отрезков колеоптелей пшеницы), свободных форм гиббереллинов (по проросту отрезков колеоптелей кукурузы), свободных форм цитокининов (по изменению содержания свободных форм хлорофилла в семядолях огурца) [2; 5]. Контролем служили проростки без предварительной обработки семян эпибрассинолидом и выращенные в тех же температурных условиях. Опыты повторяли 3 раза. Полученные результаты обрабатывали статистически с определением стандартной ошибки и критерия достоверности.

Определение содержания ростстимулирующих фитогормонов в контрольных вариантах проростков томата показало, что самая низкая концентрация свободных форм ауксинов была при длительном охлаждении и составляла  $10^{-8}$  г / кг сухой массы (табл.).

Самое высокое их содержание отмечали в экспозиции с оптимальной температурой — в 5 раз выше, чем в ранее описанном варианте. При увеличении температуры до 34 — 35 °С активность ауксинов вновь снижалась, но уже в 2,5 раза по сравнению с оптимальной температурой. Предпосевная обработка семян эпибрассинолидом увеличивала ауксиновую активность, причем она была одинаковой во

© Т. С. Колмыкова, 2007



Таблица

**Содержание активных форм фитогормонов, г/кг сухой массы у проростков томата, обработанных эпином и выращенных в различных температурных режимах**

Условия выращивания	ауксины		цитокинины		гиббереллины	
	без обработки	обработанные эпином	без обработки	обработанные эпином	без обработки	обработанные эпином
10 — 12 °С	$10^{-8}$	$7,5 \cdot 10^{-7}$	$10^{-9}$	$3,5 \cdot 10^{-9}$	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$5,0 \cdot 10^{-6}$
20 — 22 °С	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$7,5 \cdot 10^{-7}$	$6,0 \cdot 10^{-8}$	$10^{-9}$	$9,5 \cdot 10^{-8}$	$8,5 \cdot 10^{-8}$
34 — 35 °С	$2,5 \cdot 10^{-7}$	$7,5 \cdot 10^{-7}$	$8,0 \cdot 10^{-7}$	$7,5 \cdot 10^{-7}$	$3,0 \cdot 10^{-7}$	$7,5 \cdot 10^{-7}$

всех температурных вариантах. Особенно заметное изменение активности ауксинов по сравнению с контрольными вариантами было при действии пониженных и высоких температур — в 7,5 и в 3 раза соответственно.

Определение содержания свободных форм цитокининов в контрольных проростках томата показало несколько иную картину. По мере изменения температурного режима от низких к высоким температурам увеличивалось содержание эндогенных фитогормонов. При повышении температуры до 22 — 23 °С концентрация свободных цитокининов в вытяжке была в 6 раз выше, чем при холодовом стрессе. При температуре 34 — 35 °С концентрация была на 2 порядка выше. О действии охлаждения на содержание цитокининов известно из литературы. Этот эффект имеет различную величину — от небольшого снижения до полного исчезновения фитогормонов после охлаждения [1; 3]. При использовании эпина в качестве предпосевной обработки активность цитокининов резко менялась. При увеличении температуры содержание их активных форм, наоборот, резко снижалось. Самое высокое содержание было при длительном охлаждении, самое низкое — при повышенной температуре.

У проростков контрольных вариантов самое низкое содержание активных форм гиббереллинов было при оптимальной температуре —  $2,5 \cdot 10^{-8}$  г / кг сухой массы. При действии стрессовых температур активность гиббереллинов возрастала. При высокой температуре — примерно в 3,5 раза, пониженной — более чем на порядок. Обработка семян эпибрасинолидом привела к уменьшению содержания активных форм гиббереллинов при высокой температуре и к небольшому увеличению в условиях оптимальной температуры и охлаждения.

Таким образом, у контрольных необработанных растений томата понижение температуры уменьшало содержание активных форм ауксинов и цитокининов и увеличивало содержание гиббереллинов по сравнению с растениями, выращенными при оптимальной температуре (22 — 23 °С). Повышение температуры до 32 — 33 °С снижало содержание только ауксинов и повышало концентрацию свободных форм цитокининов и гиббереллинов почти на порядок.

У обработанных эпином растений фитогормональная активность заметно изменялась. При пониженной температуре увеличивалась концентрация всех изучаемых ростостимулирующих фитогормонов по сравнению с контрольными вариантами. Совместное действие эпибрасинолида и повышенной температуры увеличивало активность только ауксинов, содержание цитокининов и гиббереллинов снижалось. При оптимальной температуре эпибрасинолид способствовал повышению активных ауксинов и гиббереллинов, а концентрация цитокининов уменьшалась.

Анализируя представленные выше результаты, можно сказать, что эпибрасинолиду принадлежит важная роль в регуляции термостойчивости у растений. Причем проявлялись различия в эффективности регулятора при действии пониженных и высоких температур. При высокой температуре у проростков томата под действием эпина усиливался синтез ауксинов и гиббереллинов. При температуре 10 — 12 °С возрастала активность всех изучаемых фитогормонов. Благодаря полученным данным можно предположить, что у растений существуют специфические механизмы приспособления к разным температурным проявлениям.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Меняйло Л. Н.** Роль фитогормонов в устойчивости древесных растений к стрессам / Л. Н. Меняйло // Успехи современной биологии. 1992. Т. 112, вып. 5. С. 745.
2. **Полевой В. В.** Фитогормоны / В. В. Полевой. Л.: ЛГУ, 1982. 289 с.
3. **Романов Г. А.** Ауксины и цитокинины в развитии растений. Последние достижения в исследовании фитогормонов / Г. А. Романов, С. С. Медведев // Физиология растений. 2006. Т. 53, 2. С. 309 — 319.
4. **Шаповалова А. А.** Отечественные регуляторы роста / А. А. Шаповалова, Н. Ф. Зубкова // Агрехимия. 2003. 11. С. 33 — 47.
5. **Biddington N. Z.** A modified *Amaranthus betacyanin* bioassay for the rapid determination of cytokinins in plant extract / N. Z. Biddington, T. N. Tomas // *Planta*. 1973. P. 183 — 186.

Поступила 18.10.06.

## ДИКОРАСТУЩИЕ РАСТЕНИЯ КАК ОБЪЕКТ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

**В. И. Кудряшова**, кандидат биологических наук (Саранск),  
**Д. И. Башмаков**, кандидат биологических наук (Саранск),  
**Т. Н. Гудошникова**, кандидат биологических наук (Саранск)

Большинство городов России испытывают сильное антропогенное воздействие из-за высокой численности промышленных предприятий. Особое место среди них занимает Саранск, где выбросы промышленных предприятий, энергетических установок и транспорта привели к загрязнению окружающей среды тяжелыми металлами.

Серьезную опасность для окружающих промышленную зону районов представляет неозелененная открытая поверхность почвы, главным образом, вокруг заводов, гаражей, автостоянок и т. д. Эти обширные участки несут серьезную угрозу пылевой дефляции и выноса поверхностного слоя загрязненной почвы на близлежащие территории, в том числе и садово-огородные участки.

В настоящее время известно много публикаций, посвященных разработке приемов детоксикации [1; 13]. Однако анализ литературы не дает какой-либо универсальной методики для быстрой рекультивации почв, загрязненных тяжелыми металлами, и каждый из вышеприведенных методов имеет свои слабые стороны.

На наш взгляд, одним из перспективных

способов детоксикации почв в комплексе с другими приемами может быть фиторемедиация — способ очистки и оздоровления загрязненных тяжелыми металлами почв с помощью растений. Известно, что растения, включаясь в биологический круговорот, накапливают в своих тканях тяжелые металлы, извлекая их из почвы [1; 5]. Без вмешательства растений тяжелые металлы могут оставаться в почве на протяжении веков. Именно на этом и основан основной принцип фиторемедиации — выращивание на загрязненных тяжелыми металлами почвах растений, способных избирательно поглощать металлы и аккумулировать их в надземных органах, которые удаляются и сжигаются в промышленных печах, а металлы возвращаются производству, или вывоз надземной фитомассы растений и захоронение их в карьерах.

В качестве модели в фиторемедиационном методе наибольший интерес представляют дикорастущие формы, в частности сорняки культурных посевов, обладающие устойчивыми признаками и свойствами. Они, как правило, легче переносят неблагоприятные факторы

© В. И. Кудряшова, Д. И. Башмаков, Т. Н. Гудошникова, 2007

среды, в том числе токсичные, техногенные загрязнения.

Целью работы являлось изучение аккумуляции тяжелых металлов дикорастущими растениями, произрастающими в зонах промышленного загрязнения г. Саранска, для возможного их использования в фиторемедиационном методе очистки загрязненных почв от тяжелых металлов.

Для проведения эксперимента были выбраны районы г. Саранска, отличающиеся неодинаковой степенью загрязненности тяжелыми металлами: Юго-Западный в пределах опытного завода и Центральный вблизи экспериментального завода.

Объектами исследования являлись почва и растения, которые наиболее часто встречаются в данном районе. Это растения из семейства сложноцветных: одуванчик лекарственный *Taraxacum officinale* Wigg., полынь горькая *Artemisia absinthium* L., ежа сборная *Dactylis glomerata* L., клевер луговой *Trifolium pratense* L., марь белая *Chenopodium album* L. Пробы почв и растений собирали осенью 1996 г. Отбор проб проводили в сухую погоду с 8 до 10 ч утра [9].

Собранные пробы зеленой массы были очищены от внешних загрязнителей и примесей, вымыты водой и высушены до воздушно-сухого состояния.

Определение тяжелых металлов в растениях проводили из трех параллельных навесок. Для проведения анализа в фарфоровую чашку брали навеску измельченной пробы, взвешенной с погрешностью не более  $\pm 0,0002$  г. Минерализацию проб проводили по ГОСТу 26929-86 [3]. Содержание тяжелых металлов в почве и растениях определяли рентгенофлуоресцентным методом на приборе «Спектроскан» [11; 12].

Результаты анализа почвенных проб, отобранных в Центральном и Юго-Западном районах, показали, что содержание свинца (Pb) в 12 раз превышает ПДК (табл. 1).

Наблюдаемое превышение ПДК свинца в этих районах связано с непосредственной близостью автодороги и с интенсивностью движения. Кроме того, Pb и его соединения присутствуют в выбросах предприятий, расположенных на территории города. В 1,5 (Центральный район) и 1,7 (район Юго-Запада) раза превышен уровень содержания цинка (Zn). Основной источник загрязнения, обуславливающий превышение ПДК Zn в почве, объясняется наличием дизельного автотранспорта [5], а также работой лампового и опытного заводов, где изготавливали гальванические элементы и существует цех хромирования.

Неблагоприятная ситуация складывается и по отношению к содержанию меди (Cu) в этих районах. Показатели здесь в 10 — 14 раз выше нормы. Исследование почвы в Центральном и Юго-Западном районах города показало, что валовое содержание тяжелых металлов (Ni, Co, Fe, Mn и Cr) не превышает ПДК, хотя в центральной части города у заводов «Биохимик», лампового, «ЖБК-1» наблюдается превышение фоновой концентрации Mn в 1,1 раза, а Cr находится в пределах верхней границы ПДК (100,2 мг / кг). В Юго-Западной части города фоновое значение Cr превышено в 1,1 раза.

Если рассматривать динамику сезонного накопления тяжелых металлов в почве, то содержание таких элементов, как Ni, Mn, Co, Pb остается практически без изменений. В сентябре к концу вегетационного периода развития растений происходит увеличение концентрации

Таблица 1

**Валовое содержание тяжелых металлов в почвах, отобранных в Юго-Западном и Центральном районах г. Саранска\***

Точка отбора	Тяжелые металлы, мг / кг сухой массы							
	Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr
Центральный район (перекресток улиц Гагарина и Васенко)	<b>365,2 ± 2,62</b>	<b>150,3 ± 2,46</b>	<b>803,3 ± 50,4</b>	52,2 ± 0,1	19,2 ± 1,5	36 667,5 ± 1 833,3	1 008,3 ± 35,4	<b>100,2 ± 6,6</b>
Юго-Западный район (р-н опытного завода)	<b>259,7 ± 3,70</b>	<b>172,1 ± 10,2</b>	<b>603,4 ± 50,9</b>	48,6 ± 1,16	20,7 ± 1,9	33 455,2 ± 2 007,3	637,5 ± 38,2	<b>98,5 ± 9,3</b>
ПДК	30	100	55	85	25	38 000	1 500	100
Фон	18	50	19,5	54	14	700	850	55

\* Подчеркнуты значения, превышающие фон; жирным шрифтом выделены значения, превышающие ПДК.

трации в почве Fe и Cu, а содержание Cr, наоборот, уменьшается. Полученные данные подтверждают устоявшееся мнение об относительном постоянстве физико-химических свойств почв в течение сезонного периода, а увеличение того или иного тяжелого металла к концу сезона, скорее всего, связано с усилением антропогенного воздействия.

В связи с тем, что в фиторемедиационном методе очистки почв от тяжелых металлов используют надземную часть растений, способных аккумулировать их, нами проведены исследования по распределению тяжелых металлов в различных частях растений, корнях и надземной части.

Как видно из табл. 2, максимальная концентрация свинца в растениях была выявлена в корнях всех исследуемых растений; в надземной части одуванчика лекарственного цинка накапливается в 1,5 раза больше, чем в корнях; у клевера лугового и марь белой превышение наблюдалось в надземной части; наблюдалось снижение меди в 2 раза в ряду корень — надземная часть, причем эта тенденция выявлена практически у всех исследованных растений.

Наши исследования показали: Ni слабо аккумулируется растениями; преимущество аккумуляции

металлов надземной частью у полыни горькой. Слабую биоаккумуляцию Ni растениями можно объяснить низкой концентрацией его в почве (48,1 мг / кг), небольшой подвижностью и слабощелочной реакцией среды (рН = 7,5), которая, как известно из литературных источников, снижает подвижность Ni [13; 7; 8].

Нами установлено, что все изученные растения в условиях антропогенного загрязнения накапливают в фитомассе повышенное количество тяжелых металлов, а такие металлы, как Fe, Cr, Cu, аккумулируются в количестве, превышающем ПДК. ПДК Cu содержат все изученные растения, кроме клевера лугового. По содержанию Fe превышение ПДК выявлено для ежи сборной, клевера лугового. Все дикорастущие растения, участвующие в эксперименте, содержат ПДК Cr.

По общему содержанию тяжелых металлов в надземной части различных видов растения располагаются в следующий ряд: клевер луговой > полынь горькая > ежа сборная > одуванчик лекарственный > марь белая.

Из литературных источников известно, что различные органы растений обладают неодинаковой способностью накапливать тяжелые металлы [1]. Это зависит от многих факто-

Таблица 2  
Суммарное содержание тяжелых металлов в дикорастущих растениях

Вид растения	Тяжелые металлы, мг / кг сухой массы							
	Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr
<b>Стебель и листья</b>								
Клевер луговой	6,1 ± 0,3	6,9 ± 0,1	6,3 ± 0,6	6,1 ± 0,2	3,0 ± 0,1	270,2 ± 14,9	1,9 ± 0,1	0,1 ± 0,01
Ежа сборная	11,1 ± 0,7	10,4 ± 0,8	12,5 ± 0,4	3,1 ± 0,1	3,9 ± 0,2	202,2 ± 15,5	1,9 ± 0,1	1,4 ± 0,08
Одуванчик лекарственный	9,8 ± 0,5	16,7 ± 1,3	11,2 ± 0,5	2,9 ± 0,2	4,9 ± 0,1	229,2 ± 19,4	3,8 ± 0,1	1,8 ± 0,1
Полынь горькая	11,6 ± 0,8	7,9 ± 0,4	150,1 ± 10,9	22,9 ± 1,2	2,9 ± 0,2	114,8 ± 10,3	4,7 ± 0,08	1,1 ± 0,07
Марь белая	6,9 ± 0,4	7,5 ± 0,5	9,3 ± 0,9	2,8 ± 0,4	3,7 ± 0,4	327,7 ± 19,5	2,1 ± 0,03	1,7 ± 0,08
<b>Корень</b>								
Клевер луговой	15,2 ± 0,9	4,4 ± 0,3	10,1 ± 0,8	10,2 ± 0,4	3,9 ± 0,3	370,4 ± 22,3	4,5 ± 0,2	2,0 ± 0,2
Ежа сборная	9,3 ± 0,3	7,3 ± 0,5	11,1 ± 0,9	3,1 ± 0,2	2,5 ± 0,2	235,8 ± 8,8	2,7 ± 0,07	2,4 ± 0,08
Одуванчик лекарственный	12,3 ± 0,9	10,7 ± 0,9	20,9 ± 1,1	2,4 ± 0,2	2,9 ± 0,1	169,3 ± 10,2	2,6 ± 0,7	1,2 ± 0,08
Полынь горькая	18,3 ± 1,3	10,6 ± 0,8	19,9 ± 1,2	7,6 ± 0,5	4,0 ± 0,5	385,7 ± 17,3	3,7 ± 0,2	1,5 ± 0,03
Марь белая	8,9 ± 0,6	4,8 ± 0,5	19,2 ± 0,8	3,9 ± 0,1	4,3 ± 0,5	402,3 ± 15,3	5,4 ± 0,08	1,7 ± 0,1

ров: вида почв, на которых произрастают те или иные растения, экологической обстановки в данном районе, фазы развития растений.

Кроме того, следует учитывать и видовую специфику в накоплении отдельных элементов, а также синергические и антагонистические взаимодействия отдельных элементов в пределах одного вида.

Результаты проведенных нами исследований показали, что максимальное общее количество тяжелых металлов в осенний период накапливается в основном в надземной части растений. Однако в корнях мари белой и одуванчика лекарственного количество тяжелых металлов больше, чем в листьях и стеблях.

Полученные данные по валовому содержанию тяжелых металлов в почве, а также в различных частях растений (см. табл. 1, 2) позволили нам рассчитать индекс биоаккумуляции, который показывает отношение содержания этих металлов в растениях и почве.

Среднее значение индекса биоаккумуляции для надземных частей растений уменьшается в следующем ряду:  $Fe > Cu > Cr > Zn > Co > Mn$ . Для всех металлов (кроме Fe) коэффициент биоаккумуляции меньше 1 (для Co, Mn совсем незначителен), что означает их слабое биологическое поглощение растениями из почвы. Для Fe установлен наибольший КБП (3,25), выявленный у клевера лугового, полыни горькой и ежи сборной.

Данные, полученные в ходе эксперимента, показали, что наибольшей аккумуляционной способностью по отношению ко всем имеющимся тяжелым металлам обладают клевер луговой, полынь горькая и ежа сборная. Наименьший индекс КБП имеют марь белая и одуванчик лекарственный (0,001 — 0,23 мг / кг).

В результате проведенных исследований было установлено, что для фиторемедиационной очистки загрязненных почв от тяжелых металлов в промышленной зоне г. Саранска наиболее подходят клевер луговой, полынь горькая, ежа сборная, и их можно рассматривать в качестве биоиндикаторов загрязнения надземных экосистем.

Выращенные на загрязненных почвах растения можно скашивать, высушивать и подвергать озолению. Золу брикетировать и утилизировать намного удобнее из-за меньшего объема и массы. Зольный остаток растений-концентраторов возможно использовать как мини-удобрение на бедных теми или иными микроэлементами почвах. Растения-концентраты всех металлов не выявлены: каждое накапливает в побегах 2 — 3, реже 4 элемента.

Таким образом, фиторемедиационный метод можно использовать для очистки и оздоровления загрязненных тяжелыми металлами почв с помощью дикорастущих растений как не требующий больших экономических затрат, простой в практическом осуществлении и применимый в любых экологически неблагоприятных зонах.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Алексеев Ю. В.** Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю. В. Алексеев. Л.: Агропромиздат, 1987. 140 с.
2. Влияние известкования и органического удобрения на содержание свинца в сельскохозяйственных культурах / Л. А. Лебедева, С. Н. Лебедев, Н. Л. Едемская [и др.] // Агрохимия. 1998. 3. С. 62 — 66.
3. ГОСТ 26929-86. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения токсичных элементов. М.: Изд-во стандартов, 1986. 85 с.
4. **Дабахов М. В.** Влияние агрохимических средств на подвижность свинца и кадмия в светлосерой лесной почве и поступление их в растения / М. В. Дабахов, Г. А. Соловьев, В. С. Егоров // Агрохимия. 1998. 5. С. 57 — 59.
5. **Дубов И. В.** Тяжелые металлы в эпоху дикого рынка // Известия Мордовии. 1995. 22 авг.
6. Изучение аккумуляции тяжелых металлов растениями / Л. Т. Самкаева, В. В. Ревин, Ю. И. Рыбин [и др.] // Биотехнология. 2001. 7. С. 54 — 59.
7. **Ильин В. Б.** Тяжелые металлы в системе почва — растение / В. Б. Ильин. Новосибирск: Наука, 1991. 151 с.
8. **Кабата-Пегдиас А.** Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пегдиас, Х. Пендиас. М.: Мир, 1989. 438 с.

9. Кретович В. А. Биохимия растений / В. А. Кретович. М.: Высшая школа, 1986. 502 с.
10. Методика определения содержания металлов в порошковых пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа. СПб.: НПО «Спектрон», 1994. 11 с.
11. Методика определения тяжелых металлов в растительном сырье. МВИ ЭС 883-93. СПб.: НПО «Спектрон», 1993. 25 с.
12. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. М.: ЦИНАО, 1992. 61 с.
13. Никель в растениях / И. В. Андреева, В. В. Говорина, С. Б. Виноградова [и др.] // Агрехимия. 2001. 3. С. 82 — 94.
14. Растения могут очистить почву от тяжелых металлов // Обзорение по генной инженерии и биотехнологии. М., 1995. С. 86.

Поступила 18.10.06.

## О НАХОДКЕ ВЕНЕРИНА БАШМАЧКА НАСТОЯЩЕГО (*CYPRIPEDIUM CALCEOLUS* L.) И ПЫЛЬЦЕГОЛОВНИКА КРАСНОГО (*SERHALANTHERA RUBRA* (L.) RICH) В ИЧАЛКОВСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ

Г. Г. Чугунов, кандидат биологических наук (Саранск),  
А. Е. Шигаева, (Саранск)

В условиях научно-технической революции в руках человека оказались мощные рычаги воздействия на природу. Часто не регламентируемое использование природных ресурсов, отходы промышленных и сельскохозяйственных технологий, урбанизация, демографический взрыв нарушили и продолжают нарушать закономерности природных процессов, что уже привело к сокращению лесных площадей, увеличению бесплодных или эродированных земель, загрязнению пресных вод и Мирового океана, загрязнению воздуха. Все это сказалось на растениях. Часть исчезла по вине человека, и, как ни печально, этот процесс продолжается. Ученые полагают, что в ближайшие сто лет ежегодно будет вымирать в среднем один вид. В связи с этим охрана окружающей среды стала одной из самых острых и актуальных проблем современности [2].

Решение вопросов охраны флоры актуально и для территории Республики Мордовия,

так как она находится в зоне интенсивного хозяйственного использования [4].

Первыми шагами к сохранению биологического разнообразия республики служат инвентаризация видового состава и выявление редких и исчезающих видов. Главным правовым документом, на основании которого проводится охрана того или иного вида, служит Красная книга. Она предусматривает организацию и проведение мероприятий по сохранению редких видов, мониторинг за их состоянием. Наиболее эффективная охрана растительного мира осуществляется на особо охраняемых природных территориях (ООПТ). Тщательное изучение биоразнообразия на этих территориях делает возможным мониторинг последующих изменений флоры. Анализ распространения редких видов показал, что многие растения, подлежащие охране в нашей республике, не попали в существующую сеть ООПТ. Поэтому выявление и организация новых ООПТ также является важнейшей задачей по сохранению видового разнообразия [3].

© Г. Г. Чугунов, А. Е. Шигаева, 2007

Одним из важнейших объектов охраны является представитель семейства орхидных (Orchidaceae) венерин башмачок настоящий *Cypripedium calceolus* L., включенный в Красные книги РСФСР, МСОП, готовящееся издание Красной книги России, а также Приложение II Конвенции СИТЕС [6].

Венерин башмачок настоящий — травянистый многолетник 25 — 50 см высотой с толстым укороченным ползучим корневищем и длинными жесткими придаточными корнями. Стебель олиственный 20 — 50 см в высоту. Листья в числе 3 — 5, широкоэллиптические, заостренные, до 17 см длиной, опушенные с обеих сторон и по краю. Цветки 6 — 8 см в диаметре, зигоморфные, весьма необычного вида: ярко-желтая, внутри с красноватыми пятнышками, вздутая губа имеет крупные отверстия при основании и окружена четырьмя темно-красно-бурыми заостренными листочками околоцветника длиной 4 — 6 см, слегка спирально закрученными. Тычинок две, третья лишена пыльника. Опылители цветка — самки одиночных пчел из рода андрена [1; 6].

Опыленный цветок сохраняет свежесть и яркость окраски 1 — 3 дня, а неопыленный в ожидании опылителей — до трех недель. Плодоносит в июле — августе. Плод — коробочка, раскрывающаяся продольными щелями. Семена очень мелкие, пылевидные. Масса одного семени — тысячные доли миллиграмма, причем до 96 % их объема составляет воздух. Из миллиона семян прорастает лишь несколько. Отсутствие питательных веществ и недоразвитый, маленький зародыш не дают возможности семени прорасти самостоятельно. Поэтому оно вступает в симбиоз с гифами грибов ризоктония, ксеротус, кортикула и армелярия. Их наличие в определенном месте в определенное время является решающим фактором прорастания семян. С начала прорастания семени до первого цветения проходит в природных условиях от 15 до 18 лет, а в культуре — до 10 лет. Первые годы проросток развивается под землей, и первый зеленый лист появляется на поверхности грунта на четвертом, реже — пятом году жизни. Поэтому растение размножается преимущественно вегетативно — при помощи разрастания корневищ за счет боковых спящих почек; в этом случае венерин башмачок настоящий образует большие группы, насчитываю-

щие до нескольких сотен растений, находящиеся на разных стадиях развития [1].

На территории Республики Мордовия венерин башмачок настоящий до недавнего времени достоверно был зарегистрирован в Атяшевском, Большеберезниковском, Zubovo-Полянском, Инсарском, Кадошкинском, Лямбирском, Темниковском, Теньгушевском и Чамзинском районах. Практически во всех известных местообитаниях встречается немногочисленными группами [6].

В Ичалковском районе растение было неожиданно обнаружено 25 июня 2006 г. по повышению микрорельефа в лиственном лесу сложного неоднородного состава, находящемся на северном склоне правого берега р. Алатырь в 2 км восточнее пос. Ташкино. Здесь венерин башмачок произрастает небольшими и крупными латками узкой (не более 15 — 20 м), но длинной (около 500 м) полосой. В состав скопления входило от одного до 127 побегов. Всего нами было зарегистрировано 557 побегов, из которых 147 находились при плодах. Нами отмечено, что венерин башмачок произрастает в участках лесного массива, где травянистый ярус подвергся воздействию низового лесного пожара 2006 г. В этом случае, очевидно, произошло подавление конкурентов, обогащение почвы минеральными веществами и улучшение светового режима, что, возможно, и стало причиной массового появления надземных вегетативных и генеративных побегов. В местах, где пожар не затронул травянистый ярус, за редким исключением растения были немногочисленными, низкорослыми, ослабленными.

В этой же роще в то же время нами был обнаружен пыльцеголовник красный *Cephalanthera rubra* (L.) Rich, также относящийся к семейству орхидных. Данный вид является одним из важнейших объектов охраны: он включен в Приложение II к Конвенции СИТЕС, в Красные книги СССР и РСФСР, многие региональные Красные книги [5].

Пыльцеголовник красный — многолетнее травянистое растение с вертикальным корневищем. Стебель высотой 30 — 100 см, несколько извилистый, несет 3 — 9 заостренных продолговато-ланцетных или ланцетных листьев до 12 см длиной. Соцветие с 4 — 8 расставленными цветками. Цветки лилово-розовые, крупные, длиной 12 — 18 мм, собраны в

редкое колосовидное соцветие по 3 — 10 штук. В цветке верхняя лопасть губы треугольная, заостренная, почти равная остальным листочкам околоцветника. Плод — коробочка. Произрастает по сыроватым сосновым, смешанным лесам, зарослям кустарников. Предпочитает карбонатные почвы. Цветет в июне — начале июля. Размножается семенами или вегетативно, путем образования побегов на корнях. Прорастание семян происходит в симбиозе с грибами. Взрослые растения также имеют микоризу. При наступлении неблагоприятных условий (особенно при затенении) может до 20 лет вести подземный образ жизни.

На территории Республики Мордовия пыльцеголовник красный до недавнего времени был достоверно зарегистрирован в Большеберезниковском, Атяшевском, Чамзинском и Темниковском районах [5]. В Ичалковском районе пыльцеголовник красный был обнаружен в единственном экземпляре высотой 28 см с пятью цветками.

Лиственный лес восточнее пос. Ташкино — новое и пока единственное достоверно зарегистрированное в Ичалковском районе

местонахождение венерина башмачка настоящего и пыльцеголовника красного. Обнаруженная нами популяция венерина башмачка настоящего — одна из крупнейших на территории республики и, вероятно, всего бассейна р. Суры.

Угрозу популяциям венерина башмачка настоящего и пыльцеголовника красного может представлять самовольная порубка, следы которой были отмечены нами вдоль восточной опушки леса: изменение светового режима может крайне неблагоприятно сказаться на состоянии популяции этих чрезвычайно редких видов вплоть до их полнейшего исчезновения.

Обнаруженное местонахождение венерина башмачка настоящего и пыльцеголовника красного находится лишь в 1 км южнее территории национального парка «Смольный». Наиболее целесообразно было бы включить указанный лесной массив в состав национального парка. Вывод лесного массива из хозяйственного оборота будет экономически безболезненным: территория массива небольшая, древесные растения низкостелые, а использование массива как кормовой базы для скота нерентабельно.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Брем А.** Жизнь растений. Новейшая ботаническая энциклопедия / А. Брем. М.: Эксмо, 2004. 976 с.
2. **Вахрамеева М. Г.** Охрана флоры / М. Г. Вахрамеева // Проблемы охраны растительного покрова. Итоги науки и техн. ВИНТИ. Сер. Ботаника. 1991. Т. 11. С. 3 — 63.
3. Редкие растения и грибы: материалы ведения Красной книги Республики Мордовия за 2004 г. / Т. Б. Силаева, А. М. Агеева, Н. А. Бармин [и др.]. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2004. 48 с.
4. **Силаева Т. Б.** Состояние растительного мира в республике Мордовия / Т. Б. Силаева // Интеграция образования. 2000. 2. С. 48 — 52.
5. **Силаева Т. Б.** Пыльцеголовник красный / Т. Б. Силаева // Красная книга Республики Мордовия. Саранск: Мордов. кн. изд-во, 2003. Т. 1. С. 103.
6. **Силаева Т. Б.** Венерин башмачок настоящий / Т. Б. Силаева, В. М. Смирнов // Красная книга Республики Мордовия. Саранск: Мордов. кн. изд-во, 2003. Т. 1. С. 97.

*Поступила 18.10.06*



## МАТЕРИАЛЫ К ПОЗНАНИЮ ФАУНЫ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ МОРДОВИИ

**Н. А. Бармин** кандидат биологических наук (Саранск),  
**С. А. Хмельков**

Первые сведения о млекопитающих современной Республики Мордовия (РМ) содержатся в страноведческих описаниях края, относящихся к XVIII столетию. Наиболее значительной по масштабам и полученным результатам была экспедиция 1768 г. П. С. Палласа, который, следуя на Волгу и Урал, пересек современную Мордовию. Им была впервые описана реликтовая колония слепыша и составлен список животных нашего края [14]. Значительные фаунистические исследования, коснувшиеся правобережья р. Волги, произвел во второй половине XIX в. М. П. Богданов. Им были установлены зоогеографические особенности восточной части Мордовии и составлен аннотированный конспект видов с указанием их биологии и особенностей исторического размещения в Поволжье. Из 56 видов млекопитающих 32 указаны определенно для современной РМ [2].

Впоследствии фаунистические работы под руководством С. И. Огнева, С. С. Турова перемещались в Мордовский заповедник (МГЗ), организованный в 1935 г. в Темниковском районе. Его основными задачами тогда стали изучение лесного массива южной тайги и наблюдение за биологией реакклиматизированных и акклиматизированных видов: выхухоли, бобра, марала, зубра, ондатры, енотовидной собаки, пятнистого оленя. Первоначально видовой список млекопитающих МГЗ включал 39 видов [13], но впоследствии он был расширен до 59 видов, из которых 54 аборигенных и 5 завезенных [3]. Из них в вышедшее в 2005 г. издание Красной книги РМ [12] вошло 24 вида. В 1995 г. на левобережье р. Алатырь открывался нацио-

нальный парк «Смольный», фауну которого начинали изучать сотрудники Мордовского университета и педагогического института. Предварительный список млекопитающих парка включает 42 вида, из которых 12 являются редкими [7; 17]. Всего в РМ зарегистрированы 63 вида млекопитающих, из которых 31 попал на страницы Красной книги Республики Мордовия [1; 12].

Цель настоящей публикации — дополнить имеющиеся в литературе сведения новыми данными о редких видах млекопитающих Мордовии. В статье после русского и латинского названий цифрами обозначены категории редкости, принятые в Красной книге РМ [11]: 0 — вероятно исчезнувшие виды; 1 — исчезающие виды; 2 — уязвимые; 3 — редкие; 4 — неопределенные; 5 — восстанавливающиеся виды.

*Desmana moschata* L. — выхухоль (3). Эндемик Восточной Европы [11], в XIX в. была весьма многочисленной в бассейнах Мокши, Выши, Суры, а по Алатырю и Пьяне встречалась только возле устьев [2; 8; 5]. Интенсивно промышлялась в Мордовии до начала 1960-х гг. В дальнейшем сохранились лишь разрозненные очаги обитания вида в Zubovo-Полянском, Темниковском, Теньгушевском районах [4]. На северо-востоке Мордовии выхухоль обитала неравномерно, преимущественно в крупных старичных озерах левобережья и возле устья р. Алатырь. Затем, с выпуском и расселением по РМ американской норки и ондатры, в бассейнах Суры и Мокши численность выхухоли сильно сократилась, что потребовало ее повторного расселения в водоемы

© Н. А. Бармин, С. А. Хмельков, 2007

республики в 1982 — 1983 гг. [1; 4; 5]. Проводя исследования в западных районах РМ, мы побывали в местах исторического обитания выхухоли (в 1940-е гг.), указываемых Л. П. Бородиным [5] и собрали новые сведения о находках вида в бассейне р. Мокши. Приводим их ниже. В начале лета 1993 г. несколько особей попались в рыбацкие ныреты у моста через р. Юзга (левый приток р. Мокши), в 3 км северо-восточнее с. Стандрово Теньгушевского района. В то же время, по сообщениям местных рыбаков, на крупных старичных озерах Мокши (оз. Шелубей, Телимерки) за весь 1997 и 1998 гг. выхухоль никому не попала в сети ни разу. По мнению рыбаков, еще реже чем в 1970-е гг., и даже по сравнению с р. Юзгой, стала встречаться выхухоль в более полноводной р. Вад у с. Ширингуши Zubovo-Полянского района. В 2000 и 2002 гг. она отмечена в оз. Мордовское и Большое Такушевское близ с. Веденяпино, в озерах Малое и Большое Чурава, Анфизино близ д. Качеевка (все Теньгушевский район). На р. Мокше со стороны пос. Явас выхухоль также встречается (наблюдения 8 июня 1999 г. местного лесничего И. Борькина). Вид достоверно встречается на р. Парце, напротив с. Подлясово и между пос. Парца и пос. Романовка (все Zubovo-Полянский район), а также в оз. Инерка в окрестностях с. Старые Пичингуши Ельниковского района. В 2003 г. кормовые столики выхухоли вновь обнаружены на р. Суре в Большеберезниковском районе, в окрестностях биостанции МГУ им. Н. П. Огарева, где вид встречался в 1960 — 1980-е гг. (сообщение В. М. Смирнова).

Во время экспедиции по Zubovo-Полянскому району кормовые столики выхухоли отмечены нами 13 июня 1999 г. на р. Вад близ с. Вадовские Селищи и на ее правом притоке — лесной речке Шуварке, в 32-м квартале Вышинского лесничества. Видимо, она заходит сюда из р. Выши во время половодья. По сообщению местного охотника Н. Н. Щичкина, выхухоль встречена им на р. Сухой Марчас: в начале октября 1990 г. в 32-м квартале и в сентябре 1996 г. в 67-м квартале. Известковского лесничества. Специальных подсчетов численности выхухоли в реках Zubovo-Полянского района нами не проводилось, но очевидно, что на численность и особенности ее размещения сильно влияют бобры. Их плотины поднимают уровень воды в небольших лесных речках —

Шуварка, Удев, Сухой Марчас и др. — и не дают им пересыхать летом и после весеннего половодья, с которым выхухоль расселяется из более крупных рек — Вада, Яваса, Парцы. В настоящее время непересыхающие лесные ручьи и малые речки с их небольшими старицами в труднодоступных лесных районах РМ стали настоящими рефугиумами для выхухоли, так как из-за своих малых размеров они мало привлекательны для рыбаков и по их берегам отсутствует выпас животных. В крупных и средних реках, где лов рыбы давно бесконтрольно ведется ставными сетями, местное население давно ничего не знает о выхухоли, что наблюдается и в сопредельных с Мордовией Нижегородской и Пензенской областях [6; 9].

*Lutra lutra* L. — Выдра (3). Редкий в республике вид, длительно и постоянно отмечаемый лишь на территории МГЗ, на р. Пушта и в некоторых лесных озерах [3]. Спорадически встречается в бассейнах Мокши, Вада, Суры, Алатыря и их притоков. Так, в окрестностях с. Мордовское Давыдово Кочкуровского района следы и экскременты выдр наблюдаются ежегодно начиная с 1998 г. в пойме по левобережью р. Суры. По сообщению работника краеведческого музея М. В. Демидова оседлые особи с 1995 г. регулярно отмечаются им на р. Синяш. Желобки, образованные катанием выдр с разбега по глинистым склонам левобережья р. Суры, обнаружены им 1 ноября 1999 г. и 20 августа 2004 г. близ устья р. Синяш, в 6 км юго-восточнее с. Сабаево Кочкуровского района. В этом же районе летом 1992 г. проходящую выдру наблюдали между оз. Желтое и оз. Селеверка (99-й и 100-й кв. Сабаевского лесничества) и на оз. Смычное. По сообщению лесника И. А. Русьякина, в октябре — ноябре 2003 г. им наблюдались ежедневные переходы одной выдры по р. Синяш и р. Умыс в непосредственной близости от кордона. Вероятно, что по системе этих рек или по другим притокам р. Суры идет миграция выдры в соседний Большеберезниковский район, где их одиночные следы регистрировались в феврале 2003 и декабре 2004 г. на оз. Инерка близ с. Пермиси (сообщение охотоведа В. А. Балберова). В юго-западных районах РМ, в бассейне р. Мокши следы выдры регистрируются каждый год с начала половодья в 2 — 4 км западнее и юго-западнее пос. Известь. Мы наблюдали ее многочисленные следы 10

июня 1999 г. по берегу р. Известь в 58-м и 77-м кв. Известковского лесничества Zubovo-Полянского лесхоза. Когда вода в реке спадает, выдра уходит вниз по течению в р. Вышу, в сторону с. Золотая Поляна Шацкого района Рязанской области. Наибольшее количество следов наблюдалось нами на богатой рыбными запасами р. Выше, в 92-м и 93-м кварталах Вышинского лесничества 14 июня 1999 г., прямо по границе с Земетчинским районом Пензенской области. Здесь выдру мало беспокоят и она находит хорошие условия для обитания, питаясь голавлем, язем, щукой, плотвой и другими видами рыб. Проходные выдры постоянно держатся у места впадения р. Шуватки (правый приток) в р. Вышу, в 82-м и 69-м кварталах Вышинского лесничества, изредка отходя от основного русла реки на 5 — 6 км (в 48-м и 40-м кварталах: наблюдения 13 июня 1999 г.). По наблюдениям местного охотника Н. П. Калинина, выдра изредка встречается на р. Удев, близ пос. Удево Zubovo-Полянского района, откуда она мигрирует для охоты в р. Вад к д. Киселевка и далее вниз по течению р. Вад, где отмечается по левобережью этой реки в 93-м, 92-м, 74-м кварталах. Известковского лесничества. На р. Вад между д. Киселевка и с. Жуковка в августе 2005 г. была поймана выдра, и еще одна отмечалась в ноябре 2005 г. ниже места впадения р. Удев в р. Вад. В 3 км западнее д. Киселевка, в 2006 г. 4 выдры отмечались нами в 19-м, 20-м, 21-м кварталах Удевского лесничества. Следы выдры отмечались охотником Н. П. Калининым в апреле 1999 г., после половодья на р. Марчас, в 6-м и 18-м кварталах Известковского лесничества, и на этой же реке в 20-м, 32-м, 35-м кварталах. Взрослая самка выдры была добыта им в 16-м квартале в октябре 1990 г. В Теньгушевском районе одна особь встречена в сентябре 1998 г. в оз. Мордовское близ с. Веденяпино; следы выдры отмечал в ноябре 2004 г. на р. Мокше близ с. Стандроно и пос. Березняк главный охотовед РМ И. Н. Лияскин. В конце августа 1992 г. выдра попала в капкан на р. Мокше, в 4 км севернее с. Старая Качеевка, прямо напротив с. Суморьево Вознесенского района Нижегородской области. Торбеевский район: самка с детенышами наблюдалась в августе 1997 г., в 6 км западнее с. Носакино, на р. Виндрей у места впадения в него правого притока — р. Шуст-

руй. По сообщению местного охотника А. Якушкина, он неоднократно наблюдал выдр в первых числах июня 1997 и 1998 гг., идущих из р. Виндрей на мелководья вслед за мигрирующим на нерест сазаном, и ловил раненных выдрой рыб. По р. Виндрей и его притокам заходит выдра и в Атюрьевский район. В начале апреля 1997 г. одна особь отмечена в 4 км северо-западнее д. Чудинка; ее следы отмечались на старой плотине у д. Чудинка и с. Каменка в 1998 г. С конца 1980-х гг. оседло живущую на р. Ляче (левый приток р. Явас) выдру наблюдал близ с. Кишалы охотник Б. П. Владимиров. Ее следы отмечались охотоведом В. И. Пятиным в феврале 2002 г. на р. Явас близ с. Шалы и д. Степановка и там же в 2005 г. Краснослободский район: по данным Б. П. Владимиров, осенью в середине 1990-х гг. на р. Кивчей (правый приток р. Сивинь), близ д. Мироновка им была поймана выдра. Ельниковский район: по сообщению районного госохотинспектора А. Ф. Алексашкина, следы выдры отмечались им в 2005 г. по истоку р. Вармы (правый приток р. Мокши), в 1-м и 2-м кварталах Горьковского лесничества Краснослободского лесхоза. Темниковский район: следы выдры на р. Мокше регистрировались в октябре 2003 г. за с. Старый Город. Ардатовский район: по левобережью р. Алатырь близ с. Сосновка и напротив с. Луньга-Майдан следы выдры отмечались в ноябре — декабре 2004 г. По сообщению районного госохотинспектора Ю. Н. Козырева, след выдры был впервые отмечен им на песчаной отмели р. Алатырь в октябре 2005 г. близ с. Спасские Мурзы. Лямбирский район: одна выдра держалась на «Висловском пруду» близ пос. Атемар с начала сентября до середины октября 1996 г. (сообщение А. С. Лапшина). Рузаевский район: следы выдры на р. Левже неоднократно отмечались в 1990-х гг., а зимой 2003 г. одна особь была поймана в капкан работником рыбхоза А. А. Карпинчиком на рыбопродуктивных прудах близ с. Левжа.

*Cervus elaphus* L. — благородный олень (1). Популяция марала, обитающая в настоящее время в Мордовском заповеднике (МГЗ), имеет метисный характер. Исходным поголовьем для нее послужили 5 маралов из Хоперского заповедника и 4 марала, завезенные в 1937 г. из Аскании-Нова, которые содержались вместе и бессистемно скрещивались до этого

с разными подвидами оленей: европейским оленем (*Cervus elaphus* L.), каспийским оленем (*Cervus elaphus maral* Oglby.) и сибирским маралом (*Cervus elaphus sibiricus* Severtzov). Своего пика численности (130 — 140 особей) популяция марала достигла в 1952 и 1972 гг. [3; 12], после чего началось снижение поголовья вследствие откочевки особей через юго-западные границы МГЗ и нарушения нормального полового соотношения в популяции [3; 16]. Лесник В. Панюшкин наблюдал единичных маралов осенью 1965 г. в 57-м квартале Удевского лесничества Zubovo-Polyanskogo района у с. Криуша (левый приток р. Удев) и в 27-м квартале Вышинского лесничества. Это более чем в 90 км южнее границ заповедника. К началу 1980-х гг. марал в указанных лесничествах не встречался, а его численность в Мордовии не превышает 5 — 7 особей [12].

*Capreolus capreolus* L. — косуля (2). Территория РМ входит в состав исторического ареала косули, где она была многочисленна в конце XVIII в. в Среднем Заволжье. В то время она водилась и в правобережье, и к востоку за р. Волгой [14]. В небольшом количестве она держалась в смешанных лесах Сингилевского уезда Симбирской губернии и в западной части Нижегородской губернии, но позднее исчезла [2; 15]. В Пензенской области в XIX столетии она водилась в пределах Городищенского уезда (рог косули был найден в Чембарском районе) [15], а в настоящее время она изредка встречается в Бессоновском, Мокшанском, Пензенском, Городищенском и Зе-

метчинском районах [10]. Изредка встречается косуля и в Рязанской области, где указывается для Касимовского, Чаплыгинского и Спасского районов [15]. Далее к востоку отмечается разрыв некогда сплошного ареала косули, произошедший, вероятно, сравнительно недавно. Так, в РМ изолированные очаги распространения вида сохранились в Темниковском, Дубенском, Чамзинском, Торбеевском, Большеберезниковском, Теньгушевском, Zubovo-Polyanskogo районах [12]. Следы стайки косуль с молодым регистрировались нами по просекам с августа по ноябрь 2005 г. и летом 2006 г. вдоль тянувшегося газопровода в 20-м, 55-м, 67-м, 64-м, 51-м, 19-м кварталах, преимущественно у рек Марчас и Сухой Марчас Известковского лесничества Zubovo-Polyanskogo района. По данным В. И. Пятина, в 2005 г. несколько косуль оседло держались в 128-м, 129-м, 130-м, 131-м, 132-м кварталах Виндревского лесничества. В 2005 г. табунок из пяти особей косуль держался все лето у с. Вечкусы Ичалковского района. Начиная с 1995 г. ежегодно несколько особей подходят по чернотропу со стороны с. Подлесная Тавла Кочкуровского района и с. Гарт Большеберезниковского района и держатся до снега в широколиственном лесу близ с. Макаровка Октябрьского района г. Саранска. По сообщению Атяшевского госохотинспектора В. А. Абрамова, зимой 2005 г. несколько косуль заходили в 67-м, 68-м, 102-м, 120-м кварталах Атяшевского лесничества. Своей косули, по мнению В. А. Абрамова, в районе нет. Одна самка косули, по сообщению госохотинспектора А. П. Адушкина, зимовала в 2006 г. близ с. Киржеманы Большеигнатовского района.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Альба Л. Д. Редкие и исчезающие позвоночные животные Мордовии: учеб. пособие / Л. Д. Альба, В. С. Вечканов. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 1992. 84 с.
2. Богданов М. Н. Птицы и звери черноземной полосы Поволжья и долины Средней и Нижней Волги (биогеографические материалы) / М. Н. Богданова // Труды об-ва естествоисп. при импер. Казанском университете. Казань, 1871. Т. 1, отд. 1. 226 с.
3. Бородин М. Н. Млекопитающие Мордовского заповедника / М. Н. Бородин, Л. П. Бородин, И. С. Терешкин, Ю. Ф. Штарев // Труды Мордовского заповедника. Саранск: Мордов. книж. изд-во, 1970. Вып. V. С. 3 — 61.
4. Бородин Л. П. Русская выхухоль / Л. П. Бородин. Саранск, 1963. 301 с.
5. Бородин Л. П. Выхухоль в поймах рек Мокши и Суры / Л. П. Бородин // Труды Мордовского заповедника, Саранск, 1970. Вып. 5. С. 61 — 91.
6. Быстракова Н. В. Насекомоядные Пензенской области / Н. В. Быстракова // Проблемы охраны и рационального использования природных экосистем и биологических ресурсов: материалы Всерос. науч.-практич. конф. Пенза, 1998. С. 302 — 304.

7. Гришуткин Г. Ф. Материалы к познанию фауны позвоночных животных национального парка «Смольный» / Г. Ф. Гришуткин // Охрана растительного и животного мира Поволжья и сопредельных территорий: материалы Всерос. науч. конф., посвященной 130-летию со дня рождения И. И. Спрыгина. 20 — 21 мая 2003 г. Пенза. С. 160 — 162.
8. Житков Б. М. Материалы по фауне млекопитающих Симбирской губернии: днев. зоол. отдел. Об-ва люб. естест., этногр. и зоол. музея / Б. М. Житков. Т. 2, 8. М., 1898.
9. Ильин В. Ю. Материалы к распространению выхухоли (*Desmana moschata* L.) в Пензенской области / В. Ю. Ильин // Охрана растительного и животного мира Поволжья и сопредельных территорий: материалы Всерос. науч. конф. Пенза, 2003. С. 69 — 71.
10. Ильин В. Ю. Косули Пензенской области (предварительные данные) / В. Ю. Ильин, О. А. Ермаков, Н. В. Быстракова, Н. Ф. Золина // Проблемы охраны и рационального использования природных экосистем и биологических ресурсов: материалы Всерос. науч. конф. Пенза, 1998. С. 331 — 333.
11. Красная книга Российской Федерации. Животные. М.: АСТ Астрель, 2001. 862 с.
12. Красная книга Республики Мордовия: в 2 т. Т. 2. Животные. Саранск: Мордов. кн. изд-во, 2005. 336 с.
13. Морозова-Турова Л. Г. Млекопитающие Мордовского заповедника / Л. Г. Морозова-Турова // Фауна Мордовского государственного заповедника им. П. Г. Сидовича. М., 1938.
14. Паллас П. С. Путешествие по различным провинциям Российской империи / П. С. Паллас. СПб., 1773. Ч. 1. 658 с.
15. Соколов И. И. Копытные звери. Фауна СССР. Млекопитающие / И. И. Соколов. Т. 1. Наука. М.: Изд-во АН СССР, 1958. 640 с.
16. Штарев Ю. Ф. Результаты акклиматизации марала в Мордовской АССР / Ю. Ф. Штарев // Тр. Мордов. запов. Саранск, 1970. Вып. 5. С. 137 — 171.
17. Ямашкин А. А. Мордовский национальный парк «Смольный»; НИИ регионологии при Мордовском университете / А. А. Ямашкин, Т. Б. Силаева, Л. Д. Альба [и др.] Саранск, 2000. 88 с.

Поступила 09.11.06.

## ОБ ИХТИОФАУНЕ РЕКИ СУРЫ БЛИЗ с. БОЛЬШИЕ БЕРЕЗНИКИ

**В. С. Вечканов**, кандидат биологических наук (Саранск),  
**В. А. Кузнецов**, доктор биологических наук (Саранск)

Река Сура — правый приток Волги — на протяжении многих лет испытывала сильное антропогенное воздействие. Хорошо известны факты тотального отравления гидробионтов реки промышленными отходами г. Пензы в 1970-е гг. [2]. В последующем влияние указанного фактора постепенно снижалось, следствием чего явилось восстановление русловой ихтиофауны до 26 видов [1]. На фоне крупномасштабных загрязнений долгое время оставалась неопределенной экологическая роль небольших предприятий, отходы которых попадали и попадают в Суру на территории Мордовии. Одним из таких объектов является спиртовой завод «Вл. Марьяновский», находящийся в с. Марьяновка Большеберезниковского района Мордовии. Завод расположен рядом с небольшой речкой Урлейка, впадаю-

щей в Суру чуть ниже Марьяновки. Большое количество отходов от картофельного и зернового сырья, как правило, плохо задерживалось примитивными очистными сооружениями и неизбежно попадало в Суру. Однако долгое время, несмотря на многолетний ихтиомониторинг в сочетании с ихтиоиндикацией, актуальный вопрос о предполагаемом влиянии этих биоорганических загрязнений на ихтиофауну оставался открытым, что и заставило провести соответствующие исследования.

**Методика.** Исследования основывались на специальных стандартизированных контрольных отловах рыб с постоянно определенных участков Суры (длина каждого участка 2 — 3 км) выше и ниже места впадения р. Урлейки (место поступления отходов спиртзавода) и на 30 — 35 ниже по течению Суры

© В. С. Вечканов, В. А. Кузнецов, 2007

в зоне биологической станции Мордовского госуниверситета им. Н. П. Огарева (стационар ихтиомониторинга). Всего проведено 18 серий отловов в летний (июль — август), осенний (сентябрь — октябрь) и зимний (декабрь — февраль) периоды. Используются плавные и ставные жаберные сети, отцеживающие орудия лова (бредни, волокуши, сачки), ловушки (крылены, нереты и др.) в зимний период. Для выявления максимально полного видового состава рыб применялись удильные орудия. Лов рыбы осуществлялся широко известными приемами с привлечением в ряде случаев профессиональных рыбаков. Все результаты приведены в среднем виде.

**Результаты и их обсуждение.** В результате исследований зарегистрировано 20 видов рыб. При этом разница между таксономическим разнообразием рыб выше и ниже впадения р. Урлейки (далее — спиртзавода) была незначительной: выше — 19 видов (отсутствовала верховка), ниже — 18 видов (отсутствовали налим и стерлядь) (табл. 1).

Таблица 1  
Видовой и количественный состав взрослых рыб в Суре выше и ниже с. Марьяновка летом 1998 — 1999 гг.

Вид	Число особей, экз. / рыболовное усилие	
	Выше спиртзавода	Ниже спиртзавода
Уклейка	18,9	19,4
Пескарь	10,2	15,3
Плотва	3,0	3,4
Окунь	2,9	2,9
Щука	2,5	2,3
Язь	2,1	1,4
Елец	2,1	1,4
Сом	1,1	0,7
Лещ	1,1	1,5
Ерш	1,0	1,4
Щиповка	0,9	0,6
Густера	0,8	0,8
Судак	0,6	0,4
Жерех	0,3	0,1
Чехонь	0,3	0,5
Налим	0,1	—
Стерлядь	0,1	—
Карась серебряный	0,05	0,7
Сазан	0,05	0,1
Верховка	—	0,3
Всего видов	19	18
Всего особей	48,1	53,2

Имевшаяся разница, очевидно, лежит в пределах случайностей поимки рыб. По количественной представленности особей в уловах отличий практически нет; среднее суммарное число рыб на рыболовное усилие ниже спиртзавода и даже несколько выше (53 экз.) такового до Урлейки (48 экз.) (различия статистически недостоверны).

Во всех лидировала уклейка с длиной тела 9 — 14 см. Второе место отчетливо занимал пескарь с длиной тела 6,1 — 10,2 см. На долю данных двух видов приходилось более половины особей от их общего количества в уловах.

Важно отметить, что присутствовали рыбы почти со всеми вариантами биологической (экологической) специализации: планктофаги (уклейка, чехонь, верховка), бентофаги (пескарь, лещ, густера, ерш, сазан, стерлядь), пелагические эврифаги (плотва, язь, елец, карась серебряный). Набор хищников оказался полным (щука, сом, судак, налим, жерех).

Несколько выделяется преобладание карася серебряного ниже (0,7 особей) над его присутствием выше спиртзавода (0,05 особей), что вместе с присутствием верховки указывает на влияние пойменных водоемов.

Иные результаты получены по зимней ихтиофауне. Лов рыбы производился стационарно с помощью орудий-ловушек (нереты, верши, «кацы»), которые устанавливались на весь период исследований (декабрь) и проверялись один раз в неделю: рыболовное усилие — 7 суток (ловушка).

Всего отмечено 10 видов (табл. 2). При этом выше спиртзавода отсутствовала только верховка. Количественно уловы состояли в основном из уклейки (5,8 экз.) и пескаря (4,8 экз. на рыболовное усилие). Мертвой и «снулой» рыбы не обнаружено. Ниже спиртзавода поймано всего 5 видов, которые количественно были представлены в основном верховкой — 9 особей на рыболовное усилие. Реже присутствовали уклейка, плотва. Налим и особенно елец встречались единичными экземплярами эпизодически. Важно отметить, что полотно (дель, сетка) орудий лова, как правило, забивались волокнистыми фракциями плывущей в воде аморфной органики, в массе которой различить можно было только остатки нитчатых водорослей. Показателен факт присутствия верховки, которая, очевидно, скатывалась из пойменного водоема в

Суры, где и сохранялась, будучи весьма устойчивой к биоорганическим загрязнениям воды.

Таблица 2  
Видовой и количественный состав взрослых рыб в Суре ниже с. Марьяновка зимой (январь — февраль)

вид	число особей, экз. / рыболовное усилие	
	выше спиртзавода	ниже спиртзавода
Уклейка	5,8	1,4
Пескарь	4,8	—
Плотва	2,1	1,0
Окунь	1,1	—
Щука	0,2	—
Елец	0,2	0,04
Ерш	0,4	—
Судак	0,2	—
Налим	0,2	0,1
Верховка	—	9,0
Всего видов	9	5
Всего особей	15	11,6

На данном этапе исследований было важным в связи с ихтиоиндикацией установить характер размножения рыб в условиях средней Суры. Неоспоримым доказательством факта размножения является наличие по размерам особей того или иного вида, поскольку их подъем из низовьев Суры вверх по течению практически исключен. Тем более это справедливо в отношении ранней молоди (личинки, мальки). Очевидно также, что наличие молоди, ее состав и численность особенно чувствительно зависят от условий существования.

Результаты, полученные в июне — августе на 5-километровом участке Суры выше с. Марьяновка, выявили очень большую концентрацию мальков 16 видов рыб одно- и двухлетней молодости.

При этом в зоне правобережья с выраженными зарослями высшей водной растительности были отмечены смешанные скопления видов (около 17 особей на условный 1 кв. м).

В выборке общим объемом 82 особи первое место занимал гибрид плотвы и леща (22 %). Это обстоятельство свидетельствует о совпадении сроков размножения и нерестилищ двух видов, а также о недостаточном количестве у одного из них самцов.

Интересно, что количество негибридной молоди плотвы и леща незначительно — по 2,4 %.

Интересной оказалась регистрация молоди жереха и особенно судака. Последнего не отмечали в Суре с 1987 г. Впервые в истории изучения ихтиофауны в русле Суры найдена молодь голяна речного. После многолетнего перерыва обнаружена высокая численность обычных хищников — щуки, окуня (концентрация щуки 0,3 — 0,8 сеголетков на 1 кв. км; окуня соответственно 0,6 — 3,1 особи в возрасте 0+ 1+) и горчача. Присутствие последнего, по данным кафедры зоологии, возрастает с 1992 г., что косвенно свидетельствует об увеличении численности моллюсков. Обнаружена значительная численность ельца (впервые за 15 лет), вида, весьма требовательного к чистоте воды, — четвертое место (13,4 %).

Ихтиокомплекс молоди ниже спиртзавода оказался явно беднее — всего 5 видов. В кон-

Таблица 3  
Состав молоди рыб в русле среднего течения Суры в зоне биологической станции летом 1999 г.

Вид	Число особей, экз. / рыболовное усилие	
	Выше спиртзавода	Ниже спиртзавода
Уклейка	65,6	49,9
Елец	24,4	18,5
Пескарь	16,6	12,6
Плотва	9,0	6,3
Язь	6,4	4,8
Окунь	2,9	2,2
Горчак	1,9	1,4
Щука	1,6	1,2
Лещ	1,2	0,9
Жерех	0,8	0,6
Судак	0,3	0,3
Щиповка	0,3	0,3
Сом	0,2	0,2
Верховка	0,2	0,2
Голяян	0,1	0,1

це июня отловлено только 15 экземпляров с резким преобладанием пескаря, при отсутствии уклейки и плотвы. В начале июля появилась уклейка, ставшая доминантной в конце июля. Каждый раз в комплексе отсутствовал тот или иной вид (окунь, елец, плотва). Присутствие молоди последовательно возрастало вниз по течению Суры. В уловах на участке реки в зоне биостанции (ниже на 30 — 35 км от спиртзавода) летом отмечено 15 ви-

дов с присутствием чувствительных биоиндикаторов (елец, пескарь, жерех, судак), причем сеголетки ельца по численности уступали только уклейке (табл. 3).

Таким образом установлено, что заметное обеднение ихтиофауны Суры ниже впадения р. Урлейки (спиртзавода) происходит для взрослых рыб в предзимний и зимний период, что совпадает с присутствием и дрейфом в толще воды большого количества слизисто-во-

локнистых фракций органики, отсутствующих выше спиртзавода. Вполне очевидно, что такие фракции блокируют («закупоривают») жаберный аппарат рыб, вызывая асфикцию. Относительно воспроизводства (размножения и развития молоди) экстремальные условия имеются в нескольких километрах ниже спиртзавода и в летний период. Воспроизводство рыб улучшается вниз по течению Суры за 30 км от места сброса отходов спиртзавода.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вечканов В. С. Результаты многолетнего ихтиомониторинга в русле среднего течения р. Суры / В. С. Вечканов // Материалы Всерос. научн. конф. «Экологические проблемы и пути их решения». Саранск, 1999. С. 34 — 37.
2. Душин А. И. Современное состояние р. Суры / А. И. Душин // Материалы 1-й науч. конференции по проблемам фауны, экологии, биоценологии и охраны животных Присурья. Саранск, 1971. С. 11 — 12.

Поступила 18.10.06.

### К ЭКОЛОГИИ И РАСПРОСТРАНЕНИЮ РОТАНА *PERCCOTTUS GLENII* DUB. (*ODONTOBUTIDAE*, PISCES) В ВОДОЕМАХ ПРАВОБЕРЕЖЬЯ СРЕДНЕЙ ВОЛГИ\*

В. С. Вечканов, кандидат биологических наук (Саранск),  
 А. Б. Ручин, кандидат биологических наук (Саранск),  
 Д. Ю. Семенов, кандидат биологических наук (Ульяновск),  
 В. А. Михеев, кандидат биологических наук (Ульяновск)

Ротан *Percottus glenii* Dub. является компонентом биоценозов пойменных водоемов Дальнего Востока [27; 38]. Однако за последние полвека он чрезвычайно широко распространился в водоемах Европейской части России и за рубежом [44; 45]. Основной этап вселения ротана в водоемы Европейской России косвенно связан с работой Амурской ихтиологической экспедиции 1945 — 1949 гг., возглавляемой Г. В. Никольским. В 1948 г. несколько особей этого вида были привезены в

Москву, оказались в аквариумах любителей, а через небольшой отрезок времени по «инициативе» тех же аквариумистов оказались в некоторых московских и подмосковных прудах, где быстро размножились и распространились по другим водоемам [9].

В пределы бассейна Средней Волги ротан попал во время масштабных акклиматизационных работ 1970 — 1971 гг. Тогда вместе с амурским сазаном он вселился в пруды Илевского рыбхоза Горьковской (Нижегородской)

\* Работа выполнена при частичной поддержке ФЦНТП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям науки и техники» (проект 2006-РП-19.0/001/078).



области [20]. По другой версии, ротан в указанную область проник в результате расселения «московской популяции» и одновременного случайного завоза вместе с производителями сазана [15]. В Рязанской области зафиксирован в 1971 г. Полагают, что он проник из Московской области, расселяясь по пойменным водоемам вниз по Оке [1]. К 1976 г. его расселение достигло границ Владимирской и Нижегородской областей. На территории Мордовии первые находки ротана датируются серединой 1970-х гг. [37]. К настоящему времени ротан встречается в Рязанской, Владимирской, Нижегородской, Самарской, Пензенской, Ульяновской областях, Республике Татарстан, Чувашии и Марийской Республике [1; 12; 14; 16; 20; 22; 25; 26; 45; наши данные]. В Куйбышевском водохранилище ротан впервые отмечен в 1981 г., где на данный момент он широко распространился и обитает на мелководье [10; 40]. В Чебоксарском водохранилище головешка был пойман в 1982 г., в Саратовском — в 1983 г. [6; 22].

Особенностью этого вида является его широкая экологическая пластичность. В пределах новоприобременного ареала он занимает различные водоемы: как антропогенного характера

(карьеры, пруды, каналы и т. п.), так и естественные пойменные. В отсутствие специализированных хищников ротан иногда может стать абсолютным доминантом в водоеме [14; 36; 5; 42]. Целью исследований являлось изучение некоторых аспектов распространения, экологии и численности ротана в приобретенном ареале, в частности, в водоемах различного происхождения Среднего Поволжья.

**Материал и методика.** Материалом для данной работы послужили исследования распространения ротана в водоемах различного происхождения в пределах Ульяновской, Нижегородской, Пензенской областей, Республики Мордовия и Чувашской республики. В разное время в течение 25 лет исследовалось 20 водоемов, в которых определялась численность ротана (делались однократные (однолетние) отловы). Основные параметры всех водоемов приведены в табл. 1 (укажем, что гидрохимические характеристики, состояние кормовой базы и полный видовой состав рыб не изучались). Один из водоемов (оз. Тростное, Большеберезниковский район Республики Мордовия), расположенный рядом с биологической станцией Мордовского государственного университета, был изучен более подробно. В указанном

Таблица 1  
Основные параметры изученных водоемов

Название водоема или его условное обозначение	Месторасположение водоема	Проточность	Площадь, га	Зарастаемость макрофитами, % от общей площади	Максимальная глубина, м	Наличие хищников
Пойменные водоемы						
Старая Сурка	Мордовия, Большеберезниковский район	нет	0,40	70	1,5	нет
Круглое	Мордовия, Большеберезниковский район	нет	0,05	85	2,0	нет
Озеро 1	Мордовия, Большеберезниковский район	нет	0,90	15	2,8	нет
Беляевка	Мордовия, Большеберезниковский район	нет	5,30	70	3,2	нет
Калэрке	Мордовия, Большеберезниковский район	нет	2,50	60	4,5	да
Долгое	Мордовия, Ковылкинский район	нет	1,50	30	3,8	да
Озеро 2	Мордовия, Темниковский район	нет	1,10	25	3,7	да
Озеро 3	Мордовия, Ичалковский район	нет	0,30	85	1,6	нет
Инорка	Мордовия, Ичалковский район	нет	1,30	35	3,2	да
Озеро 4	Мордовия, г. Саранск	нет	2,70	60	3,4	нет
Озеро 5	Мордовия, г. Саранск	нет	0,50	85	1,4	нет
Кабанья Яма	Чувашия, Алатырский район	да	1,70	30	2,8	да
Рыбозаводные пруды и пруды комплексного назначения						
Пруд 1	Мордовия, г. Саранск	да	3,20	10	5,4	да
Пруд 2	Мордовия, г. Саранск	нет	0,30	80	1,8	нет
Пруд 3	Мордовия, г. Саранск	нет	1,0	10	3,5	нет
Пруд 4	Мордовия, Рузаевский район	да	10,50	15	1,7	нет
Пруд 5	Мордовия, Темниковский район	да	4,50	20	3,4	нет
Пруд 6	Мордовия, Теньгушевский район	да	2,20	10	2,7	да
Пруд 7	Мордовия, Старошайговский район	нет	1,80	30	2,5	нет
Пруд 8	Мордовия, Большеигнатовский район	да	3,20	20	3,2	да

водоеме ротан появился в 1979 — 1980 гг. Именно с этого времени начаты контрольные отловы и производились исследования. Озеро представляет собой непроточный замкнутый водоем рельефного происхождения. Его глубина составляет до 3 м в ямах, средняя — до 1,8 м. В середине лета в нем сильно развиваются макрофиты, особенно много телореза *Stratiotes aloides*. По занимаемой площади доминируют телорез и погруженные рдесты *Potamogeton*. С декабря озеро полностью заморно. В период высокого половодья озеро заливается водой; в это время в него входят щука *Esox lucius* и окунь *Perca fluviatilis*, которые в период замора погибают.

В изученных озерах лов рыб осуществлялся в июне — июле мальковой волокушей (длина 2 м, ячей 3 x 3 мм) и ставными жаберными сетями (общая площадь сетей на один водоем при отлове составляла около 150 — 190 кв. м) с различной ячейей (18 x 18, 20 x 20, 23 x 23, 25 x 25, 30 x 30 мм). При этом в водоеме ставили разноячейные сети (до пяти одновременно). Поскольку при отлове волокушей можно легко подсчитать численность молоди на определенной площади, что не удается сделать при отлове жаберными сетями, мы отдельно представляем данные по взрослому ротану и его молоди. К молоди относили рыб, не достигших половой зрелости. Численность взрослых рыб в водоеме рассчитывали на одно рыболовное усилие (отлов одной сетью за сутки), а молоди — на 10 кв. м. При анализе многолетней динамики численности данные за три года усреднялись (среднегодовые оценки численности). Все выловленные рыбы фиксировались в 4 % формалине.

Обработка материала проводилась в лабораторных условиях по стандартной методике [35]. У каждой отловленной особи измерялись длина тела до конца чешуйного покрова (*SL*) с точностью до 0,1 мм, общая масса с точностью до 1 мг. Возраст ротана можно довольно хорошо определить по чешуе [19]. Некоторые авторы [11; 43] отмечают, что при изучении возраста более удачной структурой является отолит, однако ранее [4] было показано: в отношении рыб бассейна Суры для этих целей вполне пригодна и чешуя. Поэтому в качестве регистрирующей структуры для определения возраста использовали чешую с левого бока рыбы под основанием первого спинного

плавника. Кроме того, просмотр чешуи каждой особи осуществлялся двумя операторами.

При изучении спектра питания ротана различных размеров (длины) проводили трехдневный отлов разноразмерных особей в июле 2004 г. Нам представилось возможным выделить пять размерных групп из данного материала (по 15 — 20 особей каждой группы), каждая из которых затем обрабатывалась отдельно. Кроме того, в 2003 г. прослежена динамика спектров питания ротана длиной 40 — 45 мм. При этом отлов 18 — 20 особей осуществлялся в середине каждого месяца. Определение макро- и микрообъектов пищеварительного тракта проводили по обычным методикам до вида или рода в зависимости от степени сохранности материала [30]. Для унифицирования и возможности сравнения спектров питания различных по величине особей данные по кормовым объектам в таблицах представляли до одного систематического ранга (обычно отряда, в некоторых случаях до подотряда). Математическая обработка проводилась в пакетах программ Microsoft Excel.

**Результаты и их обсуждение.** Как мы отмечали во вводной части, ротан в настоящее время широко распространился в водоемах различного типа в пределах Среднего Поволжья. Поскольку в некоторых случаях (для отдельных регионов) достоверно определить его появление и расселение представляется сложной задачей, мы проиллюстрируем названные процессы для Мордовии. Первая достоверно зарегистрированная находка ротана в пределах Мордовии отмечена в 1975 г. в западной части в пойменных озерах Мокши (Теньгушевский район, близко к границе с Рязанской областью). В дальнейшем в 1977 г. вид был отмечен в пойменных озерах на левом берегу Мокши (2 км к югу от с. Нароватово Теньгушевского района). В Мордовском заповеднике первый достоверно зарегистрированный случай поимки головешки приходится на 1979 г. [34]. В восточной части Мордовии на территории биостанции Мордовского университета (Большеберезниковский район) в близко расположенных озерах ротан впервые отмечен в 1976 г. [4]. В то же время в работах А. И. Душина (1978) и Душина с соавторами (1983) упоминается о находке ротана в одном из водоемов системы Мокши, но

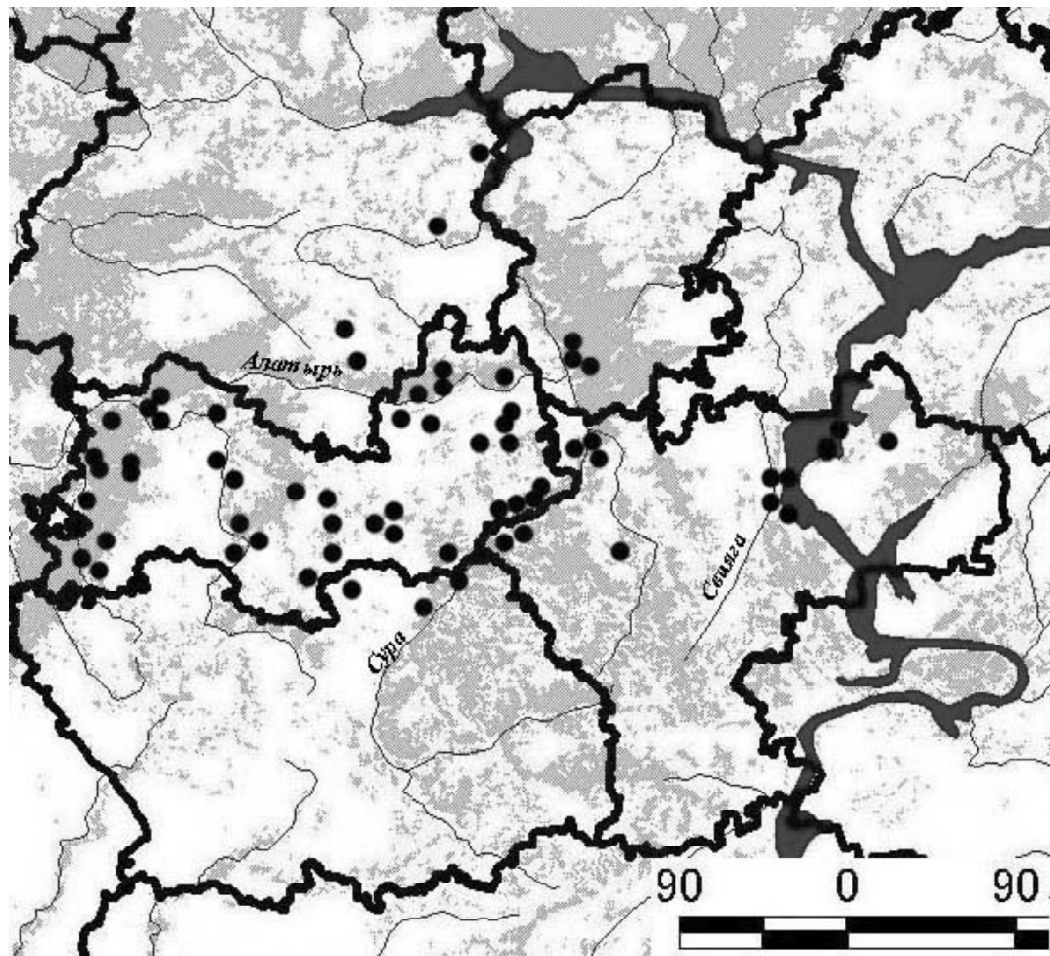


Рисунок 1  
 Распространение ротана в водоемах правобережья Средней Волги  
 (по собственным данным)

нет ни слова о его появлении в озерах поймы Суры (Большеберезниковский район). В другой работе [4] указано начало 1980-х гг. как время появления ротана, а в последней сводке [5] приводится 1981 г., когда головешку поймали в оз. Гусиное (Большеберезниковский район). Вторым автором данной работы ротан отлавливался в 1981 — 1982 гг. в других пойменных озерах на территории Большеберезниковского район (Пенделюха, Татарка). При этом попадались небольшие особи размером до 3 — 4 см. Таким образом, первые находки головешки отмечены в западной части республики, однако вскоре этот вид стал отме-

чаться и в восточной части. Скорее всего, ротан был случайно завезен из Рязанской или Нижегородской области. Первый вариант более вероятен, поскольку в 1976 г. ротан уже встречался на границе Рязанской, Владимирской и Нижегородской областей [1], т. е. примерно в 65 — 70 км от первоначального обнаружения ротана в Мордовии (1975 г.).

В настоящее время головешка встречается на территории республики повсеместно (рис. 1).

Ротан способен обитать в водоемах различного происхождения. Особенно часто он встречается в небольших (чаще заморных) пойменных озерах. В окрестностях и черте

г. Саранска в прилегающих водоемах ротан встречается в массе (примерно с 1998 г.). В отдельных водоемах города этот вид начал встречаться в разные годы. В Ульяновской области специальные исследования биологии ротана не предпринимались, однако имеются некоторые сведения о его распространении. Головешку отлавливали в руслах Суры и Свияги в местах с замедленным течением. В Куйбышевском водохранилище ротан часто встречается в заливах (Старомайский, Малиновский, Свияжский), нередко одновременно с бычком-кругляком. В Свияжском водохранилище в 1999, 2002 и 2004 гг. на один заброд мальковой волокуши ловилось в среднем 0,1 — 0,2 особи [23].

Как показали результаты изучения популяций ротана в нескольких пойменных озерах, суммарная численность взрослых особей и молоди зависит от характера водоема (табл. 2). Обычно в более крупных, нередко глубоких, водоемах (Долгое, Кабанья Яма и др.) численность молоди значительно меньше, чем в небольших по размеру озерах, что можно объяснить прессом хищников, которых в

таких озерах всегда больше. В ряде случаев, например в пойме р. Тавлы и Алатыря, в мелких озерах с площадью водного зеркала 30 — 50 кв. м наблюдается постепенное нарастание молоди за вегетационный период, и в конце июля — августе численность молоди достигает значительных величин (табл. 2).

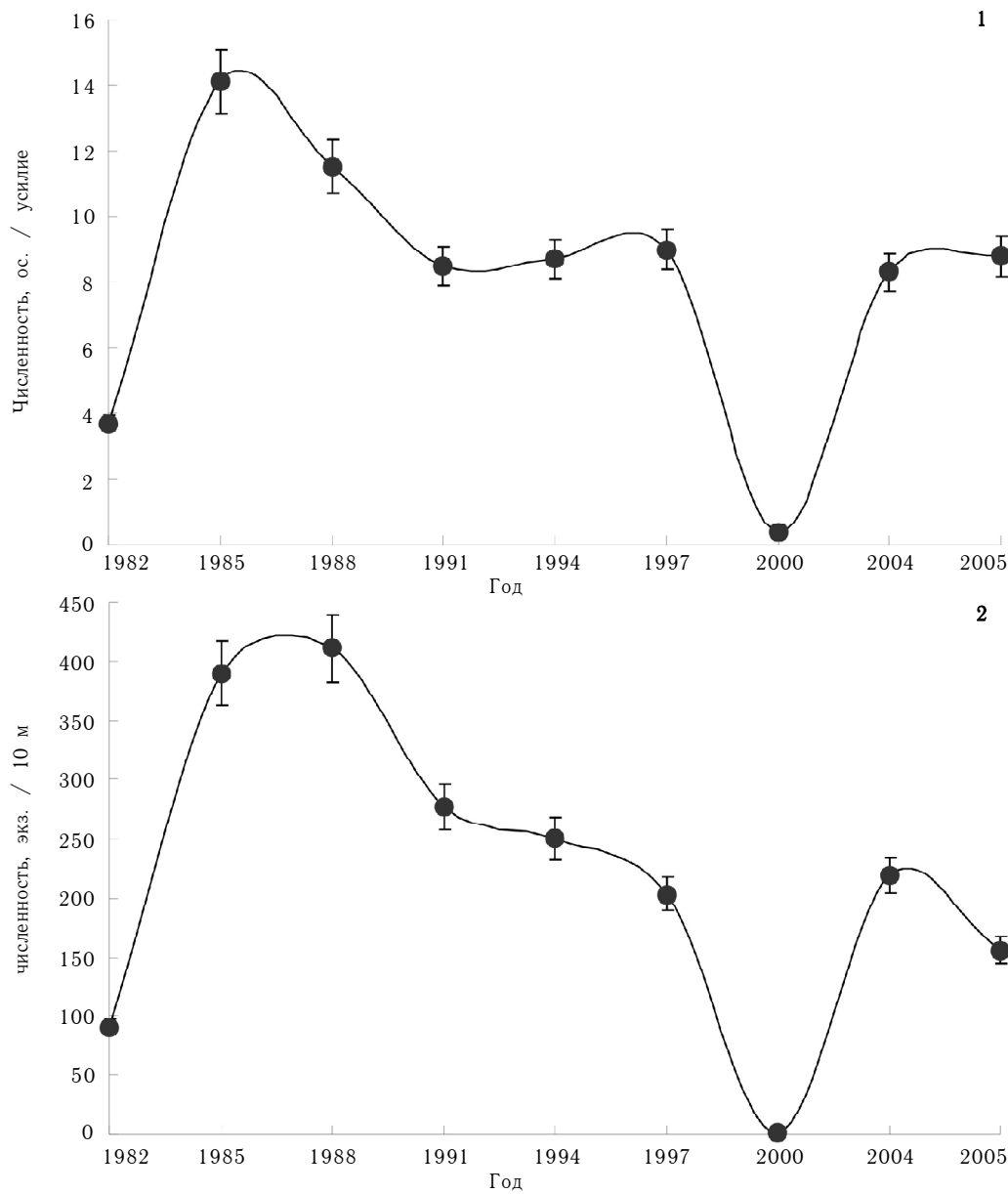
Сходные тенденции отмечены и в искусственных водоемах (прудах, карьерах и др.). Например, в больших прудах (1, 6, 8, табл. 2) с присутствием хищников численность молоди головешки всегда ниже, чем в небольших водоемах, где хищники отсутствуют. В рыбоводческих прудах (4, табл. 2) численность ротана, как взрослого, так и молоди, очень высокая за счет отсутствия хищников и наличия в изобилии пищи в виде сеголетков карпа и верховки. В рыбоводческих прудах рыбхоза «Левженский» (Рузаевский район Мордовии) ротан многочислен. Например, в октябре 2001 г. при тотальном облове пруда (площадь около 80 га) нами поймано около 3 — 4 т (примерно 37,5 — 50,0 кг / га) ротана различных размеров (от 2 до 21 см по длине тела). Примерно сходная продуктивность этого вида была

Таблица 2  
Численность ротана в различных водоемах по данным отловов мальковой волокушей и сетями

	Водоем	Пойма реки	Год наблюдений	Численность	
				молоди, ос. / 10 м <sup>2</sup>	взрослых, ос. / усилие
Пойменные озера	Старая Сурка	Сура	1996	231	5
	Круглое	Сура	2001	5	—*
	Озеро 1	Сура	1996	23	7
	Беляевка	Сура	2005	—**	7
	Калэрке	Сура	2005	—**	6
	Долгое	Мокша	2002	15	5
	Озеро 2	Мокша	2004	35	1
	Озеро 3	Алатырь	2002	167	4
	Инорка	Алатырь	2002	12	8
	Озеро 4	Инсар	2003	65	8
Пруды	Озеро 5	Тавла	2004	350	12
	Кабанья Яма	Сура	2001	12	2
	Пруд 1	—	2001	—**	1
	Пруд 2	—	2001	15	1
	Пруд 3	—	1997	—**	3
	Пруд 4	—	1999	14	20
	Пруд 5	—	2002	26	5
	Пруд 6	—	2003	—**	1
Пруд 7	—	2003	—**	5	
Пруд 8	—	2003	5	2	

\* — отловы сетью не производились;

\*\* — отловы мальковой волокушей не производились.



*Рисунок 2*  
**Многолетняя численность (июль — август) взрослых особей (1)**  
**и молоди (2) ротана в оз. Тростное**  
 Каждая точка — среднемноголетняя оценка численности,  
 линиями показана стандартная ошибка

отмечена и в прудах Горьковской (Нижегородской) области [11; 14; 15].

В результате 25-летних исследований была

прослежена динамика численности ротана в оз. Тростное (рис. 2). Хорошо видно, что в первые годы (с 1982 по 1985 г.) с момента по-

явления наблюдалось относительно быстрое нарастание численности популяции (приблизительно в четыре раза по сравнению с начальной численностью). В 2000 г. при контрольных отловах взрослые ротаны встречались чрезвычайно редко (0,3 ос. / усилие). Вероятно, это можно связать с определенными изменениями гидрологических параметров, усилением эвтрофикации, уменьшением кормовой базы, снижением пресса хищников. К сожалению, многие из указанных причин сложно выявить, а часто они настолько взаимосвязаны, что не поддаются учету. Однако, затем вновь наблюдалось значительное нарастание численности: в 2005 г. она достигала 8,8 взрослых особей на усилие. Эти данные совпадают с нашими исследованиями роста ротана, так как при контрольных отловах 2004 — 2005 гг. для изучения возрастной структуры популяции особи в возрасте 4+ и старше были единичны. Сходная динамика прослеживалась и в отношении молоди ротана в исследованном озере с той лишь разницей, что в 1984 — 1991 гг. ее численность была достаточно большой и держалась на уровне 390 — 411 ос. на 10 кв. м. К 2000 — 2003 гг. численность молоди так же, как и взрослого ротана, снизилась (до 2 ос. на 10 кв. м), а к 2004 г. возросла, но в 2005 г. вновь произошло некоторое падение численности.

Подобная динамика численности ротана отмечена в пойменных водоемах дельты р. Селенги [36]. В оз. Никопеловское популяция этого вида за три года увеличила свою численность в 150 раз, в протоке Хирильда — в 1,3 раза. По всей видимости, в первом случае в водоеме невелика численность хищных рыб, которые могут регулировать популяцию ротана, а, возможно, выявлены первые этапы вселения вида. Значительное возрастание численности популяции характерно для многих видов животных, попавших в благоприятные условия [29; 31]. В большинстве случаев численность таких видов (вселенцев, интродуцентов) сначала описывается экспоненциальной кривой, т. е. на первых этапах заселения рост популяции происходит неограниченно, но затем по разным причинам, которые обозначаются термином «сопротивление среды», кривая нарастания численности выходит на плато (логистический рост). Как показывает рис. 2, увеличение численности в первые годы появ-

ления ротана в оз. Тростное происходит экспоненциально, но в дальнейшем наблюдается постепенное снижение численности и молоди, и взрослых особей. Сходные тенденции наблюдали А. Г. Литвинов и Р. О'Горман в четырехлетних исследованиях в дельте р. Селенги: в одном из водоемов в 1986 г. численность ротана составляла 3 859 ос. / га, в 1987 г. — уже 4 055, а затем в 1988 г. резко сократилась до 1 150 ос. / га [43]. Мы предполагаем, что выявленная нами закономерность в динамике численности свидетельствует о первоначальном процветании популяции ротана в оз. Тростное и последующем ее угнетении. Последнее может быть связано с факторами, зависящими от плотности, например с уменьшением кормовой базы или усилением пресса хищников. Исходя из наших результатов и исследований других авторов можно утверждать, что ротан является типичным *r*-стратегом [29; 31], который в первые годы колонизации водоема за короткий срок наращивает численность популяции в несколько десятков и сотен раз (дает вспышку численности), а затем плотность его популяции снижается.

Размеры рыб (линейные и весовые) являются одними из наиболее изменчивых характеристик организмов и определяются как генетическими механизмами, так и факторами среды [7]. Физико-химические характеристики водоемов в своей совокупности накладывают отпечаток на рост рыб. В то же время характер роста рыб связан межорганизменными отношениями. Таким образом, рост своего рода суммарно отражает специфику водоема. Один из важнейших показателей биологического состояния популяции — скорость роста ее особей. На рис. 3 представлены данные по соотношению длина—масса. Прирост массы на единицу длины увеличивается с возрастом, что согласуется с данными А. Г. Литвинова [43]. В пределах естественного ареала ротан характеризуется замедленными темпами роста [19]. По данным Г. В. Никольского, в нижнем течении р. Амур рост ротана, вычисленный методом обратного расчисления, несколько выше и достигает в возрасте 4+ 114 мм (по нашим расчетам, средний прирост за год 19,5 мм), т. е. это меньше, чем в Европейской части России [27]. В пределах Мордовии рост этого вида достигает больших величин: на 79 % выше, чем в грани-

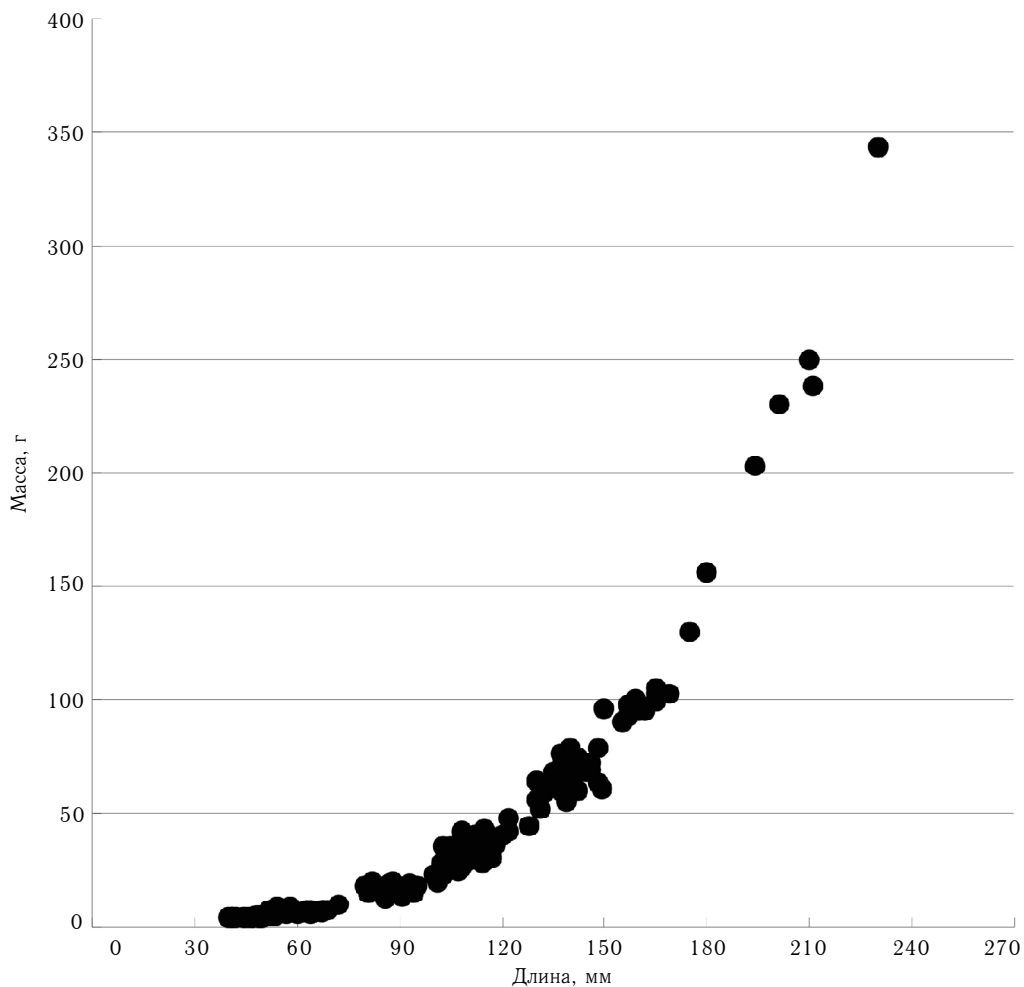


Рисунок 3  
 Зависимость между длиной и массой ротана ( $n = 149$ )  
 в оз. Тростное (июль 1996 г.)

цах естественного распространения (рис. 4). Укажем на значительное увеличение линейных размеров в первые два года жизни ротана и последующее некоторое снижение темпов роста после наступления половой зрелости.

Из рис. 4 видно, что темп роста головешки в водоемах новоприобретенного ареала сильно различается. В дельте р. Селенги он ниже, чем в Амуре [43]. В пруду близ г. Сестрорецка (Ленинградская область) ротан также не отличался высокими показателями темпа роста: в возрасте 4+ особи имели длину всего 94,0 мм

[21]. Скорее всего, это связано с возрастанием плотности популяции и, как следствие, ухудшением кормовой базы. В водоемах г. Сыктывкара темп роста ротана незначительно превосходил популяцию г. Сестрорецка [3]. Аналогичные данные получены М. А. Баклановым при изучении популяции ротана в г. Перми (микрорайон Заостровки) [2]. Средний прирост длины тела ротана за один год составлял 2 — 3 см, веса — от 4 до 14 г. При этом линейные приросты были относительно постоянны, и с возрастом наблюдалось их незначительное снижение, тогда как прирост веса с возрастом

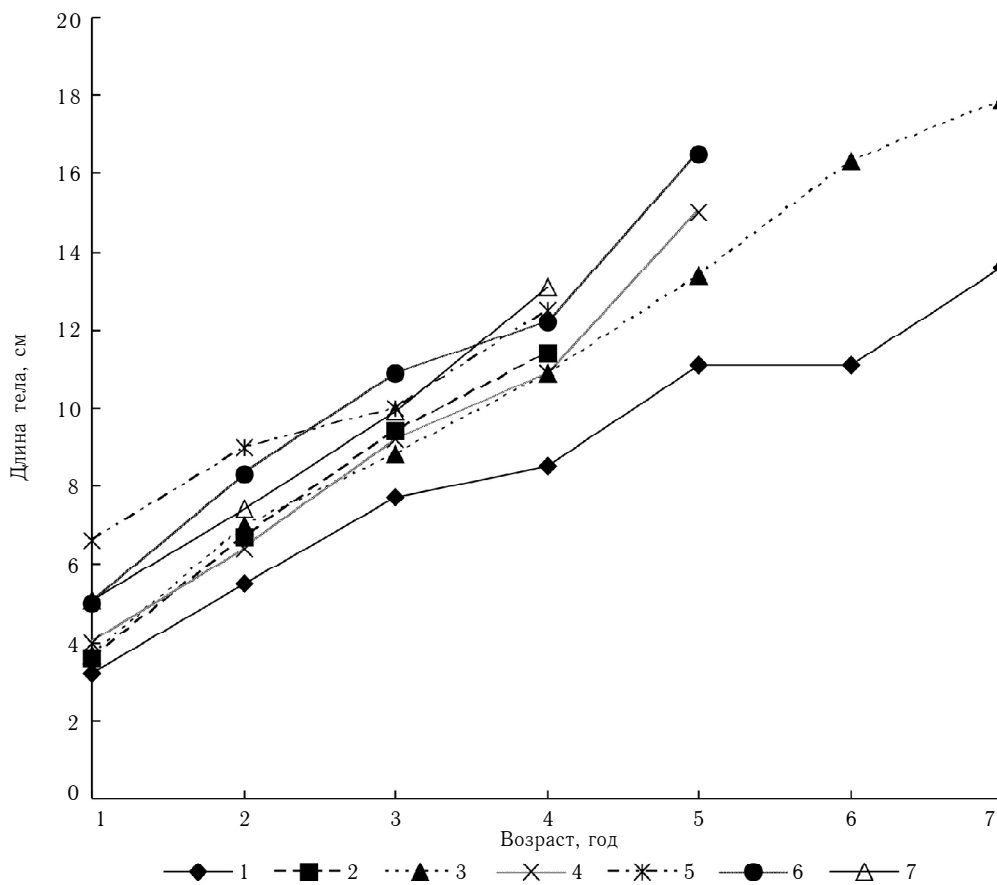


Рисунок 4

**Линейный рост ротана в различных частях ареала**

1 — водоем близ г. Ворошилов [19]; 2 — р. Амур [27]; 3 — дельта р. Селенги [43]; 4 — карьеры в г. Пермь [2]; 5 — Таракановский пруд (Московская область) [39]; 6 — пруд близ с. Ново-Горбово (Московская область) [8]; 7 — оз. Гростное (Мордовия, наши данные)

увеличивался. Судя по наполненности кишечника, кормовая база для ротана в этом водоеме явно недостаточна. Возможно, поэтому особи этой популяции отличаются низкими темпами роста. Например, по данным В. Д. Спановской, ротан в первые годы обитания в Таракановском пруду (Московская область) характеризуется повышенными темпами роста, которые значительно превосходят таковые из нативного ареала (рис. 4) [39]. Однако, затем по мере ухудшения кормовой базы наблюдается снижение скорости роста и разделение популяции на две группировки, отличающиеся темпами роста — медленно- и быстрорастущие. Как

известно, резкое ухудшение условий питания популяций рыб сопровождается преимущественным замедлением скорости роста, снижением упитанности и плодовитости у особей многочисленных размерно-весовых классов [33]. Из этого можно сделать вывод о зависимости скорости роста ротана, по крайней мере в отдельных водоемах, от варьирования кормовой базы.

В целом было выявлено сходство в величине среднего прироста за год (21,2 — 23,8 мм) в популяциях ротана из Таракановского пруда и пруда близ села Ново-Горбово (Московская область) [8; 39], Плесецкого озера (Архангель-



Таблица 3  
Спектры питания (% от встречаемости объектов в пищевом комке)  
ротана с различной длиной тела

Таксономическая группа	Длина тела (SL), мм				
	13 — 24 (15)*	40 — 45 (20)	134 — 143 (18)	154 — 163 (17)	173 — 181 (20)
Pectinibranchia	—	14,0	12,8	7,4	7,0
Basommatophora	3,5	4,0	6,7	14,8	35,2
Isopoda	6,1	—	—	—	—
Cladocera	21,4	1,0	—	—	—
Copepoda	0,7	—	—	—	—
Ostracoda	0,5	1,0	3,3	3,3	—
Hydracarina	0,5	—	—	—	—
Odonata, l.	1,7	2,0	1,1	1,4	1,4
Odonata, im.	—	11,0	1,7	0,8	0,4
Ephemeroidea, l.	20,6	11,0	8,8	5,4	4,8
Heteroptera	2,2	4,0	10,5	15,2	14,2
Coleoptera, l.	—	0,5	0,9	1,3	1,1
Coleoptera, im.	—	—	1,4	2,6	3,0
Trichoptera, l.	0,5	—	1,6	2,8	1,4
Lepidoptera, l.	1,5	12,5	3,1	1,9	0,8
Diptera, l.	40,8	39,0	42,7	37,5	25,7
Прочие неопределенные остатки	—	—	5,4	5,6	5,0
Количество групп	12	10	11	11	10

\* — указано количество вскрытых особей; im. — имаго, l. — личинки.

ская область) [28] и нашими данными (рис. 4). Обращает на себя внимание довольно высокий темп роста ротана в Плесеком озере, более северном, чем другие водоемы. Вегетационный период в таких условиях сокращен, однако приросты рыб аналогичны таковым из водоемов, расположенных значительно южнее. Здесь же можно указать, что темпы роста особей из северных популяций (Плесецкое озеро и Сыктывкар), находящихся примерно на одной широте, сильно различаются. Это еще раз подтверждает вывод о значительном влиянии условий самого водоема на темпы роста особей. Видимо, во всех указанных популяциях у головешки наблюдается максимальная скорость роста, и полученные результаты отражают потенциальные возможности особей в новых условиях существования.

При анализе спектра питания ротана зафиксировано не менее 70 таксонов из двух типов — Mollusca и Arthropoda. Как видно из табл. 3, основу питания вида всех размерных групп слагали 10 — 12 групп животных, причем во всех случаях доминирующей группой являлись личинки двукрылых Diptera (*Chironomus*, *Culex*, *Chaoborus*), составляя в среднем до 37,1 %. Укажем, что наблюдалась тенденция к сниже-

нию доли двукрылых у более крупных особей до 25,7 %. Одновременно с этим в рационе возрастала доля брюхоногих моллюсков (в основном за счет катушек Planorbidae и прудовиков Limnaeidae). На преобладание личинок двукрылых в пище ротана указывали многие авторы [2; 19; 24; 32; 36; 39; 43]. Необходимо отметить, что появление катушек в пище ротана длиной 26 — 40 мм в прудах Хабаровского рыбхоза фиксировал В. Н. Еловенко [16].

Поденки Ephemeroidea в значительном количестве встречались только у первых двух размерных групп. Кроме того, в пищевом комке меньшей размерной группы отмечены ветвистоусые Cladocera (*Daphnia*, *Bosmina*, *Chydorus*). Аналогичная встречаемость ветвистоусых в рационе молоди ротана отмечена во многих водоемах [19; 39; 41; 43]. У более крупных особей эта группа в пище не встречалась. В рационе ротана длиной 40 — 45 мм отмечены личинки водных Lepidoptera 12,5 % (сем. Pyraustidae). Определенную роль в питании играли клопы Heteroptera, причем отмечалось повышение их доли у крупных особей. Среди этой группы в большинстве случаев отмечались гребляки *Corixa* и гладыши *Notonecta*. Взрослые стрекозы Odonata и

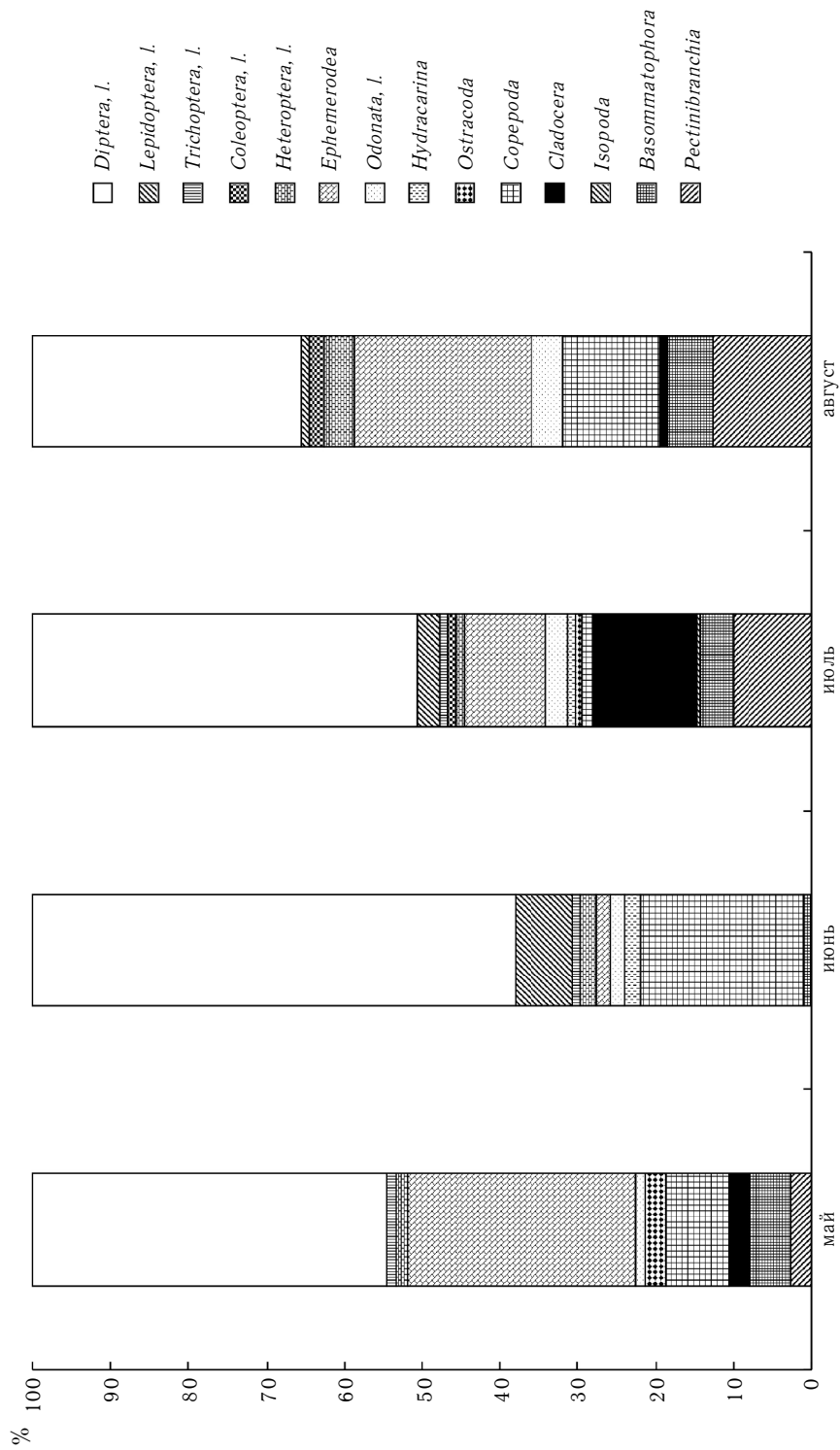


Рисунок 5  
Динамика спектров питания (% от встречаемости объектов в пищевом комке) ротана массой 40 — 45 мг в оз. Тростное

жуки Coleoptera, водяные клещи Hydracarina составляли незначительную долю в пищевом комке и, скорее всего, поедались случайно. Веслоногие Copepoda были отмечены только у первой размерной группы.

В целом рацион ротана в изученном озере совпадает с наличием доминирующих групп бентосных и перифитонных гидробионтов [17; 18]. Нами не были отмечены такие группы животных, как личинки земноводных, молодь рыб, которые указывались другими исследователями в пищевом комке ротана [8; 10; 38; 43]. Спектр питания ротана в изученном озере близок к таковому окуня *Perca fluviatilis* одинаковых размеров (Вечканов, неопубл. данные). Небольшое превышение наблюдается только в отношении клопов, которые у окуня занимают более значительное место. Таким образом, можно предположить, что при умеренной плотности в заморных водоемах, где не выживают другие хищники, ротан может замещать окуня, выполняя его функцию потребления хищных беспозвоночных.

На рис. 5 представлены результаты изучения спектра питания ротана. В мае рыбы питаются в основном веслоногими, поденками и личинками двукрылых, которые в сумме составляют 82,8 %. Это связано с преобладанием данных кормовых организмов в водоеме. В июне доля Copepoda в рационе увеличивается, что обусловлено прогреванием воды в «окнах» растительности между макрофитами и повышением численности этой группы. Аналогичное объяснение касается вет-

вистоусых, доля которых в рационе увеличивается в июле. Обычно в этот период (июнь — июль) в озере остается мало планктофагов (верховки *Leucaspius delineatus* и частично уклеи *Alburnus alburnus*) и ротан потребляет планктон в больших количествах. В июне доля поденок в питании падает, что связано с вылетом имаго этой группы. Несмотря на довольно значительное количество моллюсков в озере [17; 18], их доля в рационе ротана значительна только в августе (18,5 %). По всей видимости, на эти медленно передвигающиеся объекты головешка переходит только при отсутствии других групп (заметим, что в августе в рационе снижается количество личинок двукрылых — излюбленной пищи ротана). На это указывает и увеличение доли клопов в пищевом комке в августе, когда численность этой группы увеличивается за счет молодых особей.

Таким образом, спектр питания ротана в оз. Тростное (бассейн Средней Волги) схож с таковым из водоемов как нативного, так и приобретенного ареала и характеризует головешку как эврифага. Его основу слагают личинки двукрылых и поденок. Наблюдается разница в спектре у рыб разных размерных групп, как это заметил в свое время А. М. Синельников, разделив периоды питания на три части [38]. В динамике питания прослеживаются определенные тенденции в отношении отдельных групп. В целом ротан предпочитает те кормовые объекты, которых в данное время в водоеме в избытке.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Бабушкин Г. М.** Рыбы (животный мир Рязанской области) / Г. М. Бабушкин. Рязань: Рязан. пед. ин-т, 1990. 126 с.
2. **Бакланов М. А.** Головешка-ротан *Perccottus glenii* Dyb. в водоемах г. Перми / М. А. Бакланов // Вестн. Удмуртского ун-та. Биология. 2001. 5. С. 29 — 41.
3. **Бознак Э. И.** Головешка-ротан *Perccottus glenii* (Eleotridae) из бассейна реки Вычегда / Э. И. Бознак // Вопр. ихтиологии. 2004. Т. 44, 5. С. 712 — 713.
4. **Вечканов В. С.** Методические указания по учебно-полевой практике по курсу «Зоология позвоночных». Раздел «Рыбы» / В. С. Вечканов. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 1986. 40 с.
5. **Вечканов В. С.** Рыбы Мордовии / В. С. Вечканов. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2000. 80 с.
6. **Горелов М. С.** Рыбы / М. С. Горелов // Природа Куйбышевской области. Куйбышев: Куйбыш. кн. изд-во, 1990. С. 347 — 365.
7. **Дгебуадзе Ю. Ю.** Экологические закономерности изменчивости роста рыб / Ю. Ю. Дгебуадзе. М.: Наука, 2001. 276 с.
8. **Дгебуадзе Ю. Ю.** Некоторые данные по образу жизни ротана *Perccottus glenii* Dyb. (Odontobutidae, Pisces) озерной и прудовой популяции / Ю. Ю. Дгебуадзе, М. О. Скоморохов // Гидробиологическая станция на Глубоком озере: труды. М.: Изд-во КМК, 2005. Т. 9 С. 212 — 231.
9. **Дмитриев М.** Осторожно — ротан / М. Дмитриев // Рыбоводство и рыболовство. 1971. 1. С. 26 — 27.
10. **Евланов И. А.** Кадастр рыб Самарской области / И. А. Евланов, С. В. Козловский, П. И. Антонов. Тольятти: ИЭВБ РАН, 1998. 222 с.

11. **Еловенко В. Н.** О роли ротана в водных экосистемах Верхней Волги / В. Н. Еловенко // Антропогенные воздействия на природные комплексы и экосистемы. Волгоград, 1980. С. 57 — 62.
12. **Еловенко В. Н.** Систематическое положение и географическое распространение рыб семейства Eleotridae (Gobioidei, Perciformes), интродуцированных в водоемы Европейской части СССР, Казахстана и Средней Азии / В. Н. Еловенко // Зоол. журн. 1981. Т. 60, вып. 10. С. 1517 — 1522.
13. **Еловенко В. Н.** Питание ротана в прудах Хабаровского рыбхоза / В. Н. Еловенко // Методы интенсификации прудового рыбоводства: тез. докл. М., 1984. С. 5.
14. **Залозных Д. В.** Некоторые аспекты биологии ротана в водоемах Горьковской области / Д. В. Залозных // Наземные и водные экосистемы. Горький: Изд-во Горьк. ун-та, 1982. Вып. 5. С. 44 — 47.
15. **Залозных Д. В.** Ротан в выростных прудах Горьковской области и борьба с ним / Д. В. Залозных // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1984. Вып. 217. С. 95 — 102.
16. **Зусмановский Г. С.** К вопросу о рыбном населении реки Суры и ее поймы в пределах Ульяновской области / Г. С. Зусмановский // Проблемы экологии и охраны природы. Пути их решения: мат. конф. Ульяновск: УлГУ, 2004. С. 83 — 86.
17. **Каменев А. Г.** Биоразнообразие и биопродуктивность сообществ макрозообентоса озер левобережного Присурья / А. Г. Каменев. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2004. 116 с.
18. **Каменев А. Г.** Зооперифитон малых озер левобережного Присурья. Фитофильные беспозвоночные / А. Г. Каменев, З. А. Тимралева, А. Н. Вельямкина. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2005. 108 с.
19. **Кирпичников В. С.** Биология *Percottus glehni* Dyb. (Eleotridae) и перспективы его использования против японского энцефалита и малярии / В. С. Кирпичников // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1945. Т. 50, 5 — 6. С. 14 — 27.
20. **Кудерский Л. А.** Ротан в прудах Горьковской области / Л. А. Кудерский // Рыбхозяйственное изучение внутренних водоемов. Л., ГосНИОРХ, 1980. Вып. 25. С. 28 — 33.
21. **Кудерский Л. А.** Ротан в прудах Ленинградской области / Л. А. Кудерский // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. 1982. Вып. 191. С. 70 — 75.
22. **Кузнецов В. А.** Рыбы Волжско-Камского края / В. А. Кузнецов. Казань, 2005. 208 с.
23. **Кузнецов В. А.** Роль рыб-вселенцев в составе рыбного населения верхней части Куйбышевского водохранилища / В. А. Кузнецов, В. В. Кузнецов // Любимцевские чтения (современные проблемы эволюции). Ульяновск: УлГУ, 2006. С. 434 — 437.
24. **Литвинов А. Г.** Экология ротана-головешки (*Percottus glehni* Dyb.) в бассейне озера Байкал и его влияние на промысловых рыб: автореф. Дис. ... канд. биол. наук / А. Г. Литвинов. СПб., 1993. 25 с.
25. **Михеев В. А.** Белоперый пескарь *Romanogobio albipinnatus* (Lukash, 1933) — новый вид для фауны Ульяновской области / В. А. Михеев, Ф. Т. Алеев // Природа Симбирского Поволжья: сб. научн. тр. 2004. Вып. 5. С. 102 — 103.
26. **Назаренко В. А.** Ихтиофауна малых рек Ульяновской области / В. А. Назаренко, В. Н. Арефьев. Ульяновск: Изд-во «Дом печати», 1998. 120 с.
27. **Никольский Г. В.** Рыбы бассейна Амура. Итоги Амурской ихтиологической экспедиции 1944 — 1949 гг. / Г. В. Никольский. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 551 с.
28. **Новоселов А. П.** Биологические параметры и питание ротана *Percottus glenii* Dybowski, 1877, случайно вселенного в озеро Плесецкое (Архангельская область) / А. П. Новоселов, Л. Ф. Фефилова, В. Н. Еловенко // Чужеродные виды в Голарктике (Борок — 2): тез. докл. Рыбинск — Борок, 2005. С. 159 — 160.
29. **Одум Ю.** Экология / Ю. Одум. М.: Мир, 1986. Т. 2. 376 с.
30. **Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР.** Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 511 с.
31. **Пианка Э.** Эволюционная экология / Э. Пианка. М.: Мир, 1981. 400 с.
32. **Плюснина О. В.** Питание ротана *Percottus glenii* Dybowski, 1877 в северной части современного ареала (Архангельская и Вологодская области) / О. В. Плюснина // Чужеродные виды в Голарктике (Борок — 2): тез. докл. Рыбинск — Борок, 2005. С. 159 — 160.
33. **Поляков Г. Д.** Экологические закономерности популяционной изменчивости рыб / Г. Д. Поляков. М.: Изд-во АН СССР, 1975. 157 с.
34. **Потапов С. К.** Инвентаризация ихтиофауны Мордовского заповедника / С. К. Потапов, В. И. Астрадамов, А. Н. Мамкин // Экология животных и проблемы регионального образования. Саранск: Изд-во Морд. гос. педаг. ин-та, 1998. С. 63 — 71.
35. **Правдин И. Ф.** Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
36. **Пронин Н. М.** Сравнительная экология и паразитофауна экзотических вселенцев в Великие озера мира: ротана-головешки (*Percottus glehni*) в оз. Байкал и ерша (*Gimnocephalus cernuus*) в озеро Верхнее / Н. М. Пронин, Д. Х. Селгеби, А. Г. Литвинов, С. В. Пронина // Сибирский эколог. журн. 1998. Т. 5, 1. С. 397 — 406.

37. Ручин А. Б. Динамика видового разнообразия круглоротых и рыб Мордовии / А. Б. Ручин // Вопр. ихтиологии. 2004. Т. 44, 5. С. 613 — 618.
38. Синельников А. М. Питание ротана в пойменных водоемах бассейна р. Раздольная (Приморский край) / А. М. Синельников // Биология рыб Дальнего Востока. Владивосток: ДВГУ, 1976. С. 96 — 99.
39. Спановская В. Д. Об изменчивости ротана (*Percottus glehni* Dyb. fam. Eleotridae) при акклиматизации / В. Д. Спановская, К. А. Савваитова, Т. Л. Потапова // Вопр. ихтиологии. 1964. Т. 4, 4. С. 632 — 643.
40. Шамов А. Г. Головешка-ротан в Куйбышевском водохранилище / А. Г. Шамов // Проблемы охраны вод и рыбных ресурсов: тез. докл. Казань, 1983. С. 147 — 148.
41. Шашуловский В. А. Питание и пищевые взаимоотношения рыб в озере Гусиное (Бурятия) / В. А. Шашуловский, А. Г. Литвинов, В. А. Кильдюшкин // Сб. тр. ГосНИОРХ. 1992. Вып. 322. С. 156 — 166.
42. Kosco J. The expansion and occurrence of the amur sleeper (*Percottus glenii*) in eastern Slovakia / J. Kosco, S. Lusk, K. Halacka, V. Luskova // Folia Zool. 2003. V. 52, 3. P. 329 — 336.
43. Litvinov A. G. Biology of Amur sleeper (*Percottus glehni*) in the delta of the Selenga River, Buriatia, Russia / A. G. Litvinov, R. O'Gorman // J. Great Lakes Res. 1996. V. 22, 2. P. 370 — 378.
44. Miller P. J. *Percottus glenii* Dybowski, 1877 / P. J. Miller, E. D. Vasil'eva // The Freshwater Fishes of Europe. AULA-Verlag GmbH, 2003. V. 8/1. P. 134 — 156.
45. Reshetnikov A. N. The fish *Percottus glenii*: history of introduction to western regions of Eurasia / A. N. Reshetnikov // Hydrobiologia. 2004. V. 522, P. 349 — 350.

Поступила 18.10.06.

## МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕСНЫХ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ ЛЕВОБЕРЕЖНОГО ПРИСУРЬЯ

Д. К. Курмаева, (Саранск),  
Л. Д. Альба, кандидат биологических наук (Саранск)

Современное состояние естественных и антропогенных сообществ на территории России и стран СНГ характеризуется нестабильностью. Из эксплуатации выпадают значительные площади сельскохозяйственных земель, что приводит к сукцессионным процессам. В свою очередь, в лесных экосистемах продолжается вырубка спелых и приспевающих насаждений, в результате чего происходит резкое омоложение лесов и изменение их флористического и фаунистического составов. Особенно быстро эти изменения сказываются на наиболее подвижном компоненте териофауны — мышевидных грызунах [2].

Огромная роль этих животных в лесных биоценозах хорошо известна. Здесь они составляют основную часть населения всех позвоночных. Являясь вредителями лесных культур и служа кормовой базой для некоторых ценных промысловых млекопитающих, эти зверьки имеют существенное значение для охотничьего и лесного хозяйства. Мышевидные грызуны наряду с другими позвоночными служат резервуарами возбудителей многих природноочаговых заболеваний человека и поэтому им обычно отводят весьма заметное место в эпизоотологии ряда заболеваний [6].

© Д. К. Курмаева, Л. Д. Альба, 2007

В связи с этим важное значение приобретают исследования, направленные на всестороннее изучение огромного семейства мышевидных грызунов, приспособленных, по характеру зубной системы, к питанию разнообразными растительными кормами, обладающих высокой плодовитостью, чрезвычайно лабильной численностью и способностью к освоению территории и, следовательно, способных приносить значительный вред сельскому и лесному хозяйству [2].

В научной литературе по фауне Мордовии почти нет сведений о размещении, численности и морфологии мелких млекопитающих. Исключение составляют небольшие статьи А. Е. Лугового (1967), А. И. Душина (1966), работы Л. Г. Морозовой-Туровой (1938) и М. Н. Бородиной (1970) о Мордовском заповеднике.

Из мелких грызунов наиболее адаптированы к жизни в лесу лесная, или рыжая полевка (*Clethrionomys glareolus* Shreb.). Этот вид заселяет разнообразные леса в равнинных и предгорных областях Европейской части России, от западных границ до Саян. В левобережном Присурье рыжая полевка является самым распространенным видом и наиболее многочисленна в широколиственных лесах (Силкина, 1971).

Вторую группу мелких грызунов — обитателей леса составляют лесные мыши. Лесная (*Apodemus sylvaticus* L.) и желтогорлая (*Apodemus flavicollis* Melchior) мыши распространены в европейской части России и в Предкавказье. Эти зверьки связаны в основном с широколиственными и смешанными лесами. Лесная мышь предпочитает смешанные леса, желтогорлая — широколиственные. При совместном обитании лесной мыши с желтогорлой последняя вытесняет лесную в березняки и в хвойные леса [10]. Биология и экология перечисленных видов изучена достаточно подробно [11; 12; 16], однако морфологические показатели остаются малоисследованными. Целью работы было изучение морфометрических показателей данных видов — обитателей лесных биоценозов.

Исследования проводились на территории Симкинского лесничества Большеберезниковского района в июне — июле 2005 — 2006 гг. В результате было отловлено 100 экземпляров рыжей полевки, 30 — желтогорлой мыши и

13 экземпляров мыши лесной. Для статистического анализа использованы следующие метрические признаки: длина тела (измеряется от кончика носа до заднепроходного отверстия по прямой линии), хвоста (от заднепро-

Таблица 1  
Размеры и масса тела рыжей полевки, лесной и желтогорлой мышей, отловленных на территории Симкинского лесничества Б.-Березниковского района

Показатель	min-max	M	±SE	CV
Полевка рыжая (n = 100)				
Длина тела	55 — 115	84,53	1,12	0,001
Длина хвоста	25 — 50	36,59	0,50	0,001
Длина стопы	10 — 20	15,29	0,21	0,001
Высота уха	4 — 12	7,34	0,19	0,002
Масса	11,38 — 46,1	20,27	0,59	0,002
Мышь лесная (n = 13)				
Длина тела	78 — 90	83	1,04	4,51
Длина хвоста	77 — 91	83	1,12	4,86
Длина стопы	13 — 17	15,2	0,37	8,81
Высота уха	5 — 9	6,8	0,43	22,65
Масса	14,8 — 17,65	16,2	0,28	6,17
Мышь желтогорлая (n = 30)				
Длина тела	60 — 133	100,7	3,58	19,4
Длина хвоста	70 — 140	101,9	3,38	18,2
Длина стопы	18 — 28	23,2	0,56	13,3
Высота уха	10 — 18	14,4	0,32	12,3
Масса	13,53 — 64,58	32,2	2,32	39,4

ходного отверстия до конца хвостовых позвонков), стопы (от выдающейся задней части пятки до конца самого длинного пальца не считая когтя), высота уха (измеряется от нижнего края ушного отверстия до вершины ушной раковины не считая концевых волос) и масса зверька [13]. Измерения линейных показателей проводились с помощью линейки с точностью до 1 мм. Взвешивание проводилось на чашечных весах с точностью до 1 г. Для анализа использовались выборки, не разделенные по полу. Для обработки данных применяли общепринятые статистические методы [1; 8].

Морфометрические показатели рыжей полевки на исследуемой территории несколько меньше, чем на территории Воронежской и Ивановской областей и Республики Татарстан (Башенина и др., 1981; Пономарев, 1996). Лесная мышь, отловленная на территории Симкинского лесничества, также обладает более мелкими размерами, чем представители данного вида Ивановской области. Если для

ивановских зверьков эти показатели представлены следующими числовыми значениями: длина тела 88,7; длина хвоста 82,4; длина ступни 19,9; высота уха 14,5 и масса тела 20,3, то средние морфометрические показатели мордовских мышей меньше на 2 — 3 мм, массы на 4 г. Максимальная изменчивость

промеров (по CV) наблюдается при исследовании желтогорлой мыши. Значения морфометрических показателей варьируют в широких пределах.

Сопоставление полученных результатов измерений с данными литературных источников [10; 16] показывает, что в целом они не выходят за пределы интервала внутривидовой изменчивости.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Айвазян С. А. Прикладная статистика: классификация и снижение размерности / С. А. Айвазян, В. М. Бухштабер, И. С. Енюков, Л. Д. Мешалкин. М.: Финансы и статистика, 1989. 607 с.
2. Андронников В. А. Грызуны и насекомоядные присурских лесов Чувашской АССР и их эпидемиологическое значение / В. А. Андронников, А. Г. Фармашов // Материалы Первой научной конференции по проблеме фауны, экологии, биоценологии и охраны животных Присурья. Саранск, 1971. С. 54 — 58.
3. Бородин М. Н. Млекопитающие Мордовского заповедника / М. Н. Бородин // Труды Мордовского государственного заповедника им. П. Г. Сидовича. Саранск, 1970. Вып. 5. С. 5 — 40.
4. Громов И. М. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Зайцеобразные и грызуны / И. М. Громов, М. А. Ербаева. СПб., 1995. 522 с.
5. Европейская рыжая полевка / отв. ред. Н. В. Башенина. М.: Наука, 1981. 351 с.
6. Ковалевский Ю. В. Пространственная структура популяций лесных мышевидных грызунов / Ю. В. Ковалевский, Э. И. Коренберг // Фауна и экология грызунов. М.: Изд-во Москов. ун-та, 1980. Вып. 14, С. 105 — 149.
7. Лаврова М. Я. Некоторые особенности образа жизни мышей в лесных полевых полосах / М. Я. Лаврова, Н. Н. Наумова // Материалы по биогеографии СССР. 1955. Вып. 66. 2. С. 150 — 166.
8. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. М.: Высшая школа, 1973. 343 с.
9. Луговой А. Е. Некоторые данные о видовом составе, численности млекопитающих поймы Сабаяевского Присурья / А. Е. Луговой // Уч. зап. Мордовского университета. 1967. 58. С. 121 — 124.
10. Межжерин С. В. Диагностика, географическая изменчивость и распространение двух близких видов мышей *Sylvaemus sylvaticus* и *S. flavicollis* (Rodentia, Muridae) в области их совместного обитания / С. В. Межжерин, Е. И. Лашкова // Вестник зоологии. 1992. 3. С. 33 — 41.
11. Меркова М. А. Некоторые данные по экологии рыжей полевки и желтогорлой мыши юга Московской области и Теллермановской роши / М. А. Меркова // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1955. Т. 60, вып. 1. С. 21 — 23.
12. Наумов Н. П. Очерки сравнительной экологии мышевидных грызунов / Н. П. Наумов. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. 520 с.
13. Новиков Г. А. Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных / Г. А. Новиков. М.: Советская наука, 1949. 340 с.
14. Окулова Н. М. Морфометрическая дифференциация популяций желтогорлой мыши в связи с анализом трофических адаптаций / Н. М. Окулова // Систематика и филогения грызунов и зайцеобразных. М., 2003. С. 121 — 125.
15. Пономарев В. А. Характеристика популяций фоновых видов лесных грызунов — европейской рыжей полевки и лесной мыши в окрестностях городов Плеса и Иваново / В. А. Пономарев // Живая природа Плесского заповедника. Иваново, 1996. С. 123 — 146.
16. Попов В. А. Млекопитающие Волжско-Камского края: (насекомоядные, рукокрылые, грызуны) / В. А. Попов. Казань, 1961. 468 с.

Поступила 18.10.06.

## ВИДОВОЙ СОСТАВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЗВОНОЧНЫХ В ПОЙМЕ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ БОЛЬШОЙ ЧЕРЕМШАН

В. А. Михеев, кандидат биологических наук (Ульяновск)

Река Большой Черемшан является одной из самых крупных на территории Ульяновской области. Ее протяженность (в пределах области) составляет 336 км, а площадь водосборного бассейна охватывает 11,5 тыс. кв. км. Изучение позвоночных животных бассейна Большого Черемшана проводилось нерегулярно и достаточно редко в отличие от некоторых других малых рек. В частности, можно отметить исследования ихтиофауны сотрудниками кафедры зоологии Ульяновского государственного педагогического университета [4]. Поэтому наши исследования, осуществляемые в рамках проведения полевой практики со студентами, можно считать частью комплексного изучения фауны позвоночных поймы малых рек Ульяновской области.

Исследования проводились в среднем течении реки Большой Черемшан (в районе оздоровительного лагеря «Факел») в период с 13 по 26 июня 2006 г. К составу экосистем водоемов поймы реки отнесены только те позвоночные, которые непосредственно и существенно связаны с ней. Разумеется, биоценотические границы между водными и наземными экосистемами более или менее условны, поэтому имеются в виду птицы и млекопитающие, зависящие от водоемов биотопически и трофически.

Пойма Большого Черемшана обладает значительной залесенностью, включает множество стариц и замкнутых озер, соединяющихся с русловой частью в период половодья. В районе исследования река имеет ширину около 80 м и глубину до 6 — 7 м. Дно илисто-песчаное, в левой русловой части сильно закоряженное. Все эти особенности обуславливают относительное разнообразие видового состава позвоночных на данном участке. В экосистемах пойменных водоемов в районе биологической станции зарегистрировано в общей сложности 39 видов позвоночных (табл. 1).

Очевидно, что среди позвоночных в структуре водных экосистем наиболее важным и

разнообразным является ихтиокомплекс. Рыбы, как правило, обеспечивают трофическую связь внутри всего сообщества, с одной стороны, потребляя более мелких гидробионтов, с другой — становятся объектом питания хищников. В пойменных водоемах Б. Черемшана отмечено обитание 21 вида рыб, причем все они встречаются в русловой части. Наиболее многочисленны в Б. Черемшане придонные бентофаги — лещ, густера и ерш. Их совокупная доля в уловах средне- и крупноячеистыми сетями составляет по численности 67 % (табл. 2). Стабильно высока численность эврибионтного зоофага — плотвы. В уловах мелкоячеистыми сетями доля плотвы по численности превышает 27 %.

Обнадеживает видовое разнообразие и достаточная доля в уловах хищников, составляющих в сумме около 21 % (по численности). Из них наиболее обычен эврибионт — окунь, значительно реже встречаются щука, сом, судак, берш и жерех. Присутствие в ихтиокомплексе значительной доли хищных рыб свидетельствует о благоприятном состоянии водной экосистемы, а также характеризует данный водоем как обладающий хорошей кормовой базой. Действительно, обилие раков (важнейший объект питания сома), а также малочисленных короткоциклового вида рыб (ерша, уклей, верховки, густеры) позволяет хищникам поддерживать относительную численность на высоком уровне. Также необходимо отметить обитание в среднем течении реки Б. Черемшан двух краснокнижных реофильных видов — голавля и ельца. Их численность на данном участке закономерно мала, так как они поддерживаются верховьев реки. Интересной видится поимка еще недавно нового для области вида — белоперого пескаря, встречающегося в Б. Черемшане единично. До сих пор было установлено всего несколько точек обитания данного вида: Старомайнский залив Куйбышевского водохранилища, пойма реки Свяги и река Сельдь.

© В. А. Михеев, 2007



Таблица 1  
**Видовой состав, статус и распределение позвоночных по разнотипным пойменным водоемам рек Большой Черемшан в районе оздоровительного лагеря «Факел» (на 2006 г.)**

Позвоночные	Река Б. Черемшан	Пойменные озера
<b>Рыбы</b>		
Обыкновенная щука <i>Esox lucius</i> Linnaeus	Об.	Об.
Синец <i>Abramis balerus</i> Linnaeus	Ред.	—
Лещ <i>Abramis brama</i> Linnaeus	Об.	—
Обыкновенная укляя <i>Alburnus alburnus</i> Linnaeus	Об.	Об.
Обыкновенный жерех <i>Aspius aspius</i> Linnaeus	Ред.	—
Густера <i>Blicca bjoerkna</i> Linnaeus	Об.	—
Серебряный карась <i>Carassius auratus gibelio</i> Bloch	Ред.	Об.
Европейский сазан <i>Cyprinus carpio carpio</i> Linnaeus	Ред.	Ред.
Обыкновенная верховка <i>Leucaspis delineatus</i> Heckel	Об.	Об.
<b>Голавль</b> <i>Leuciscus cephalus</i> Linnaeus	Ред.	—
Язь <i>Leuciscus idus idus</i> Linnaeus	Об.	—
<b>Обыкновенный елец</b> <i>Leuciscus leuciscus</i> Linnaeus	Ред.	—
Белоперый пескарь <i>Romanogobio albiginnatus</i> Lukasz	Ред.	—
Обыкновенная плотва <i>Rutilus rutilus</i> Linnaeus	Об.	Ред.
Красноперка <i>Scardinius erythrophthalmus</i> Linnaeus	Ред.	Об.
Обыкновенная щиповка <i>Cobitis taenia</i> Linnaeus	Об.	Ред.
Обыкновенный сом <i>Silurus glanis</i> Linnaeus	Ред.	Ред.
Обыкновенный ерш <i>Gymnocephalus cernuus</i> Linnaeus	Об.	—
Речной окунь <i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus	Об.	Ред.
Обыкновенный судак <i>Stizostedion lucioperca</i> Linnaeus	Об.	—
Берш <i>Stizostedion volgensis</i> Gmelin	Ред.	—
<b>Земноводные</b>		
Жерлянка <b>краснобрюхая</b> (личинки) <i>Bombina bombina</i> Linnaeus	—	Об.
Чесночница обыкновенная (личинки) <i>Pelobates fuscus</i> Laur	—	Об.
Лягушка остромордая <i>Rana arvalis</i> Nilsson	—	Об.
Лягушка прудовая <i>Rana lessonae</i> Camerano	Об.	Об.
Лягушка озерная <i>Rana ridibunda</i> Pallas	Об.	Об.
<b>Пресмыкающиеся</b>		
Уж обыкновенный <i>Natrix natrix</i> Linnaeus	Об.	Об.
<b>Птицы</b>		
<b>Большая выпь</b> <i>Botaurus stellaris</i> Linnaeus	—	Ред.
<b>Малая выпь</b> <i>Yxobrychus minutus</i> Linnaeus	—	Ред.
Серая цапля <i>Ardea cinerea</i> Linnaeus	Ред.	Об.
Черный коршун <i>Milvus migrans</i> Bodd	Об.	Об.
<b>Орлан-белохвост</b> <i>Haliaeetus albicilla</i> Linnaeus	Ред.	—
Перевозчик <i>Actitis hypoleucos</i> Linnaeus	Об.	—
Речная крачка <i>Sterna hirundo</i> Linnaeus	Об.	Ред.
Озерная чайка <i>Larus ridibundus</i> Linnaeus	Об.	—
Обыкновенный зимородок <i>Alcedo atthis</i> Linnaeus	Ред.	Ред.
Береговая ласточка <i>Riparia riparia</i> Linnaeus	Об.	—
<b>Млекопитающие</b>		
Ондатра <i>Ondatra zibethicus</i> Linnaeus	Об.	Об.
Бобр <i>Castor fiber</i> Linnaeus	Ред.	Ред.

\*Об. — обычный вид, обитающий как минимум в течение вегетационного периода; ред. — редкий вид, представленный небольшим числом особей. Жирным шрифтом выделены названия видов, занесенных в Красную книгу Ульяновской области.

В пойменных озерах и старицах Б. Черемшана видовое и экологическое разнообразие рыб снижается. Из постоянно обитающих там видов наибольшую численность имеют

серебряный карась, укляя, красноперка, плотва и окунь. Чаще всего встречаются озера, в которых имеется один доминирующий «мирный» вид (плотва, укляя, красноперка, верхов-

ка) и ограничивающий его численность хищный вид (окунь, щука, реже сом).

Земноводные, так же как и рыбы, входят в состав водных сообществ. Взрослые особи одних видов связаны с водой в течение всего года (краснобрюхая жерлянка, прудовая и озерная лягушки), а у других же (чесночница обыкновенная, лягушка остромордая) только в период размножения. Но личинки этих видов, достаточно многочисленные в старицах и озерах, остаются в воде до конца лета.

Пресмыкающиеся не имеют тесной связи с водой, поэтому из встреченных нами рептилий лишь обыкновенного ужа можно отнести к комплексу видов, входящих в состав экосистем пойменных водоемов Б. Черемшана. Этот вид является очень многочисленным.

В гнездовой период в районе исследования отмечено 10 видов птиц, каким-то образом зависящих от водоемов, т. е. использующих водное зеркало как место гнездования, пребывания, кормления. В группе околводных птиц наиболее многочисленными являются перевозчик, озерная чайка и речная крачка, гнездящиеся на отмелях вблизи воды и добывающие пищу в водоеме. Значительно реже в условиях пойменных водоемов Б. Черемшана встречаются обыкновенный зимородок, серая цапля и большая выпь. Также отмечена единичная встреча малой выпи, которая наряду с большой занесена в Красную книгу Ульяновской области. Более условным является включение в комплекс околводных птиц двух видов ястребиных: краснокнижного орлана-белохвоста и черного коршуна. Эти виды связаны с водоемами трофически, регулярно добывая сную рыбу и других гидробионтов. Из околводных

Таблица 2  
**Видовой состав и численность рыб в среднем течении Б. Черемшана (данные в пересчете на сетепостановку)**

Вид	Сети (14 — 18 мм)		Сети (30 — 65 мм)	
	п, экз.	%	п, экз.	%
Щука	—	—	0,3	1,6
Синец	—	—	0,2	1,1
Лещ	2,2	5,5	4,3	22,7
Уклея	0,7	1,7	—	—
Жерех	0,2	0,5	0,2	1,1
Густера	9,5	23,8	5,1	27,0
Серебряный карась	—	—	0,1	0,5
Сазан	—	—	0,1	0,5
Голавль	0,2	0,5	—	—
Язь	0,2	0,5	0,8	4,2
Елец	0,4	1,0	—	—
Плотва	11,1	27,7	1,2	6,3
Красноперка	0,7	1,8	—	—
Сом	—	—	0,2	1,1
Ерш	10,6	26,5	3,3	17,5
Окунь	4,0	10,0	2,5	13,2
Судак	0,2	0,5	0,4	2,1
Берш	—	—	0,2	1,1
<b>Всего</b>	<b>40</b>	<b>100</b>	<b>18,9</b>	<b>100</b>

млекопитающих нами отмечались ондатра и бобр.

Таким образом, оценивая результаты исследования, можно отметить, что за короткое время была обследована значительная часть поймы реки Б. Черемшан в его среднем течении, зафиксировано обитание 21 вида рыб, 6 видов амфибий, 6 видов рептилий, 62 видов птиц и 7 видов млекопитающих, из которых 8 видов занесено в Красную книгу Ульяновской области.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комплексы позвоночных экосистем пойменных водоемов Симкинского лесничества: пособие для летней полевой практики по экологии и зоологии позвоночных / под ред. В. С. Вечканова. Саранск, 2004. 20 с.
2. Михеев В. А. Белоперый пескарь *Romanogobio albipinnatus albipinnatus* (Lukasch, 1933) — новый вид для фауны Ульяновской области / В. А. Михеев, Ф. Т. Алеев // Природа Симбирского Поволжья: сб. науч. тр. Ульяновск, 2004. Вып. 5. С. 102 — 103.
3. Михеев В. А. Краткий обзор ихтиофауны Ульяновской области / В. А. Михеев, Ф. Т. Алеев, В. А. Назаренко // Природа Симбирского Поволжья: сб. науч. тр. Ульяновск, 2004. Вып. 5. С. 97 — 101.
4. Назаренко В. А. Ихтиофауна малых рек Ульяновской области / В. А. Назаренко, В. Н. Арефьев. Ульяновск, 1997. 120 с.

Поступила 18.10.06.

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ СПИСОК ВИДОВ БУЛАВОУСЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (LEPIDOPTERA, HESPERIOIDEA И PAPILIONOIDEA) РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ

А. Б. Ручин, кандидат биологических наук (Саранск)

О. А. Полумордвинов (Пенза)

Н. Г. Логинова, кандидат биологических наук (Саранск)

Д. К. Курмаева, (Саранск)

Данная публикация открывает серию работ мордовских и пензенских энтомологов, посвященную сборам и последующему анализу энтомологических материалов по группе чешуекрылых насекомых (Insecta: Lepidoptera), собранных на территории Республики Мордовия. В статье нами учитываются все данные из известных ранее работ предыдущих исследователей [21; 28], а также приводятся современные оригинальные сборы авторов 2005 — 2006 гг. Как в старых, так и в современных зоогеографических и систематических работах, посвященных фауне чешуекрылых Европейской части России и Урала [1 — 4; 6; 14; 18; 32; 39; 40; 44; 45], практически совершенно отсутствуют оригинальные, а главное — достоверные данные (с подтвержденным определением энтомологических материалов) с исследуемой территории. Это и побудило нас начать данные исследования.

Считавшиеся ранее хорошо изученными и практически бесперспективными работы, посвященные изучению видового состава и распространению булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera: Rhopalocera), в свете современных публикаций оказались далеко неполными. Особенно это выразилось при специальных исследованиях видов-двойников, начатых в последние годы, например, в соседней Пензенской области [23]. Так, в результате изучения сборов рода *Leptidea* были выявлены: *Leptidea reali* Reissinger, 1990 [8] и *L. morsei* (Fenton, 1882) [7], внешне схожие с обычным в Среднем Поволжье *L. sinapis* (Linnaeus, 1758). Специальные исследования голубянок подсемейства *Polyommatae* позволили выявить наличие *Polyommatus elena* Stradomsky et Arzanov, 1999 [25], вида-двойника широко распространенного у нас *P. icarus* (Rottemburg, 1775). В отношении *L. reali* проведенный анализ на-

ших сборов *Leptidea* с территории Мордовии подтвердил его наличие на исследуемой территории.

Наиболее ранние сведения по фауне чешуекрылых насекомых Мордовии принадлежат В. П. Попову [28, с. 39]. Им был опубликован первый список бабочек, состоящий из 75 «видов, наиболее встречающихся в Пензенской губернии» (как известно, южные и центральные районы современной территории Республики Мордовия входили в 1901 г. в Пензенскую губернию). Из рассматриваемых нами группы дневных булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera; Hesperioidea и Papilionoidea) в данной работе отмечено 36 видов. Специальные лепидоптерологические исследования, проведенные А. А. Яхонтовым в 1897 — 1904 гг., практически не затронули северных районов современной Мордовии — «южная же степная часть Нижегородской губернии в фаунистическом отношении мне почти неизвестна» [38, с. 94]. Нет достоверных данных по западным районам республики и в списке дневных бабочек Рязанской и Тульской губерний [35], также они практически отсутствуют и по восточным районам, входившим в состав Симбирской губернии. С образованием Мордовского государственного заповедника им. П. Г. Сидовича на его территории стали проводиться систематические исследования фауны насекомых. В итоговой работе Н. Н. Плавильщикова [21] опубликован список объединенного материала по энтомофауне заповедника, где отмечено 70 видов булавоусых, упоминающихся в различных списках: В. В. Редикорцевым [29], Н. В. Бондаренко в 1948 г., Н. В. Бубновым в 1940 г. и С. М. Несмерчуком. Следует отметить, что ряд приводимых ими видов указан явно ошибочно (вероятно, неправильно определен), а за неимением возможности ознако-

© А. Б. Ручин, О. А. Полумордвинов, Н. Г. Логинова, Д. К. Курмаева, 2007

миться с фактическим материалом (возможно, еще сохранившимся в фондах Мордовского заповедника), но, зная современные данные по зоогеографии булавоусых, во избежание путаницы мы их не приводим. Например, за 69, с. 132 [21] указан вид *Erebia melas* Hbst., чья ближайшая точка в ареале вида проходит по юго-западу Карпат [46]. В Красной книге Мордовии отмечено 8 видов (Insecta, Lepidoptera), нуждающихся в охране на территории республики [34]. Эти же виды упоминаются в сводках по редким видам Мордовии и особо охраняемых природных территорий Мордовии [13; 15; 19; 20; 30; 31].

Для составления списка видов в данной работе нами были использованы следующие общепринятые сокращения: = устаревший синоним названия вида, приведенный предшествующими исследователями в своих работах (употребляется старший из синонимов, установленный в соответствии с требованиями Международного кодекса зоологической номенклатуры); ssp. — подвид (ранг таксона ниже вида), обитающий на данной территории; в скобках обозначены работы, в которых ранее были приведены данные о видах отмеченных на исследуемой местности; \* — этим символом обозначены виды, ранее не известные в для Республике Мордовия.

#### СПИСОК ВИДОВ БУЛАВОУСЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (LEPIDOPTERA, HESPERIOIDEA И PAPILIONOIDEA) РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ

##### Семейство Толстоголовки (HESPERIIDAE)

1. *Erynnis tages* (Linnaeus, 1758)\*.
2. *Pyrgus malvae* (Linnaeus, 1758)\*.
3. *Pyrgus alveus* (Hubner, 1803)\*.
4. *Heteropterus morpheus* (Pallas, 1771)\*.
5. *Carterocephalus palaemon* (Pallas, 1771)\*.
6. *Carterocephalus silvicolus* (Meigen, 1830)\*.
7. *Thymelicus lineola* (Ochsenheimer, 1808) [21; 28].
8. *Thymelicus sylvestris* (Poda, 1761) = *thauamas* (Hufnagel, 1766) [21].
9. *Ochlodes sylvanus* (Esper, [1771]) = *faunus* Turati, 1905 [21].

##### Семейство Парусники (PAPILIONIDAE)

10. *Driona mnemosyne* (Linnaeus, 1758) [34].
11. *Parnassius apollo* (Linnaeus, 1758) ssp. *democratus* Krulikovskiy, 1906 [15; 21; 28; 30; 31; 34].
12. *Zerynthia polyxena* (Denis et Schiffermüller, 1775) [21; 31; 34].
13. *Papilio machaon* (Linnaeus, 1758) [15; 21; 28 — 30; 31; 34].
14. *Iphiclides podalirius* (Linnaeus, 1758) [15; 21; 28; 30; 31; 34].

##### Семейство Белянки (PIERIDAE)

15. *Leptidea sinapis* (Linnaeus, 1758) [21; 28].
16. *Leptidea reali* Reissinger, 1990\*.
17. *Aporia crataegi* (Linnaeus, 1758) [21].
18. *Pieris brassicae* (Linnaeus, 1758) [21; 28].
19. *Pieris rapae* (Linnaeus, 1758) [21; 28; 29].
20. *Pieris napi* (Linnaeus, 1758) [21].
21. *Pontia edusa* (Fabricius, 1777) [21; 28; 29].
22. *Anthocharis cardamines* (Linnaeus, 1758)\*.
23. *Euchloe ausonia* (Hubner, [1803])\* ssp. *volgensis* Krulikovskiy, 1897.
24. *Gonepteryx rhamni* (Linnaeus, 1758) [21; 28; 29].
25. *Colias erate* (Esper, 1804) [21].
26. *Colias hyale* (Linnaeus, 1758) [21; 28].

27. *Colias chrysotheme* (Esper, 1781) [21].
28. *Colias myrmidone* (Esper, [1781])\*.
29. *Colias crocea* (Geoffroy in Fourcroy, 1785) [21; 29].

##### Семейство Сатиры (SATYRIDAE)

30. *Lopinga achine* (Scopoli, 1763)\*.
31. *Lasiommata maera* (Linnaeus, 1758)\*.
32. *Melanargia russiae* (Esper, 1784)\*.
33. *Melanargia galathea* (Linnaeus, 1758)\*.
34. *Coenonympha glycerion* (Borkhausen, 1788) = *iphis* ([Denis et Schiffermüller], 1775) [21].
35. *Coenonympha hero* (Linnaeus, 1761) [21].
36. *Coenonympha arcania* (Linnaeus, 1761)\*.
37. *Coenonympha pamphilus* (Linnaeus, 1758) [21].
38. *Erebia ligea* (Linnaeus, 1758) [28].
39. *Erebia aethiops* (Esper, 1777) [21].
40. *Aphantopus hyperantus* (Linnaeus, 1758) [21].
41. *Maniola jurtina* (Linnaeus, 1758) [21; 28; 29].
42. *Hyponphele lycaon* (Rottemburg, 1775) [21].
43. *Hipparchia semele* (Linnaeus, 1758) — более вероятно, это *volgensis* (Masochin-Porshnjakov, 1952) [21].
44. *Minois dryas* (Scopoli, 1763) [28].

##### Семейство Нимфалиды (NYMPHALIDAE)

45. *Apatura ilia* ([Denis et Schiffermüller], 1775) [21].
46. *Apatura iris* (Linnaeus, 1758) [21; 28].
47. *Heptis sappho* (Pallas, 1771) = *aceris* Esper, 1783 [21].
48. *Limenitis populi* (Linnaeus, 1758) [21].
49. *Limenitis camilla* (Linnaeus, 1763) [21].
50. *Polygonia c-album* (Linnaeus, 1758) [21; 28; 29].
51. *Nymphalis vau-album* ([Denis et Schiffermüller], 1775) [21; 34].
52. *Nymphalis xanthomelas* (Esper, 1781) [21].
53. *Nymphalis polychloros* (Linnaeus, 1758) [28].
54. *Nymphalis antiopa* (Linnaeus, 1758) [21; 28; 29; 34].

55. *Inachis io* (Linnaeus, 1758) [21; 28].  
 56. *Aglaia urticae* (Linnaeus, 1756) [21; 28; 29].  
 57. *Vanessa atalanta* (Linnaeus, 1758) [21; 28].  
 58. *Vanessa cardui* (Linnaeus, 1758) [28].  
 59. *Araschnia levana* (Linnaeus, 1758) [21; 28].  
 60. *Hypodryas maturna* (Linnaeus, 1758) [28].  
 61. *Melitaea athalia* (Rottemburg, 1775) [21].  
 62. *Melitaea britomartis* Assmann, 1847 [21].  
 63. *Melitaea aurelia* (Nickerl, 1850) [21].  
 64. *Melitaea didyma* (Esper, 1779) [21].  
 65. *Melitaea trivialis* ([Denis et Schiffermüller], 1775) [21].  
 66. *Melitaea cinxia* (Linnaeus, 1758)\*.  
 67. *Melitaea phoebe* ([Denis et Schiffermüller], 1775) [21].  
 68. *Clossiana selene* ([Denis et Schiffermüller], 1775) [21; 28].  
 69. *Clossiana euphrosyne* (Linnaeus, 1758) [21].  
 70. *Clossiana dia* (Linnaeus, 1767)\*.  
 71. *Brenthis ino* (Rottemburg, 1775) [21].  
 72. *Argynnis niobe* (Linnaeus, 1758) [21].  
 73. *Argynnis adippe* ([Denis et Schiffermüller], 1775) [21].  
 74. *Argynnis aglaja* (Linnaeus, 1758) [21].  
 75. *Argynnis laodice* (Pallas, 1771) [21; 28].  
 76. *Argynnis paphia* (Linnaeus, 1758) [21; 28].  
 77. *Issoria lathonia* (Linnaeus, 1758) [21].
- Семейство Голубянки (LYCAENIDAE)**  
 78. *Thecla betulae* (Linnaeus, 1758) [21; 28].  
 79. *Neozephyrus quercus* (Linnaeus, 1758) [28].  
 80. *Nordmannia pruni* (Linnaeus, 1758) [28].  
 81. *Nordmannia ilicis* (Esper, 1779)\*.
82. *Nordmannia spini* ([Denis et Schiffermüller], 1775) [28].  
 83. *Callophrys rubi* (Linnaeus, 1758) [21].  
 84. *Lycaena phlaeas* (Linnaeus, 1761) [21; 28; 29].  
 85. *Lycaena virgaureae* (Linnaeus, 1758) [21; 28].  
 86. *Lycaena tityrus* (Poda, 1761) = *dorilis* (Hufnagel, 1766) [28; 29].  
 87. *Lycaena dispar* ([Haworth], 1802) ssp. *rutilus* Werneburg, 1864 [21; 28].  
 88. *Lycaena alciphron* (Rottemburg, 1775)\*.  
 89. *Cupido minimus* (Fuessly, 1775)\*.  
 90. *Cupido osiris* (Meigen, 1829) = *sebrus* (Boisduval, 1832) [21].  
 91. *Cupido argiades* (Pallas, 1771)\*.  
 92. *Celastrina argiolus* (Linnaeus, 1758)\*.  
 93. *Scolitantides orion* (Pallas, 1771)\*.  
 94. *Glaucopsyche alexis* (Poda, 1761)\*.  
 95. *Maculinea arion* (Linnaeus, 1758)\*.  
 96. *Maculinea teleius* (Bergstrasser, 1779)\*.  
 97. *Plebeius argus* (Linnaeus, 1758) = *aegon* ([Denis et Schiffermüller], 1775) [21; 28].  
 98. *Plebeius argyrognomon* (Bergstrasser, 1779) = *ligurica* (Oberthur, 1917) [21].  
 99. *Plebeius idas* (Linnaeus, 1761) [21].  
 100. *Polyommatus eumedon* (Esper, 1780)\*.  
 101. *Polyommatus semiargus* (Rottemburg, 1775)\*.  
 102. *Polyommatus coridon* (Poda, 1761)\*.  
 103. *Polyommatus daphnis* (Denis et Schiffermüller, 1775)\*.  
 104. *Polyommatus amandus* (Schneider, 1792) [21].  
 105. *Polyommatus icarus* (Rottemburg, 1775) [28; 29].

Таким образом, фауна булавоусых Мордовии в настоящее время насчитывает 105 видов, 30 видов приводятся впервые для исследуемой территории. Из данного аннотированного списка нами исключены сомнительные виды, указанные в ранее известных работах: *Erebia medusa* Den. et Schiff. [28]; *Adopaea lineolata* Pchs., *Lycaena bavus* Ev., *L. sareptensis* Chapm., *L. hylas* (*Polyommatus dorylas* Den. et Schiff.), *Erebia melas* Hbst., *Argynnis pandora* Den. et Schiff. [21]. В данных работах ошибочно приводился более южный вид — *Pontia daplidice* (Linnaeus, 1758), тогда как на самом деле в нашей широте распространен близкий ему вид — *P. edusa* (Fabricius, 1777). Для данного анализа авторами в первую очередь

были изучены современные научные публикации с сопредельных Мордовий территорий: Пензенской [8; 23; 25 — 28; 37]; Рязанской [5; 35]; Нижегородской [36; 38], Ульяновской областей [11; 12] и республики Чувашия [16; 42]. Также учтены основные классические и современные работы для Поволжья и Волго-Уральского региона [9; 10; 33; 40; 41]. Для данной работы использовался оригинальный авторский материал, собранный на территории Мордовии, а также сборы и данные, предоставленные на обработку различными исследователями (см. «Благодарности»). Плохо этикетированный и сомнительный материал с исследуемой территории нами не изучался и не учитывался.

#### БЛАГОДАРНОСТИ

За постоянную помощь и консультации авторы выражают глубокую благодарность следующим специалистам-энтомологам: А. В. Свиридову (Зоомузей МГУ, г. Москва), В. В. Золотухину (УГПУ, г. Ульяновск), А. Г. Татаринину (г. Сыктывкар); А. Е. Блинушову (г. Рязань), Г. А. Ануфриеву (НГУ, г. Нижний Новгород), А. А. Ластухину (г. Чебоксары), Л. В. Большакову (г. Тула), Б. В. Страдомскому (г. Ростов-

на-Дону), С. В. Шибаеву (г. Пенза) и Ю. Б. Косареву (г. Нижний Новгород); членам Пензенского отделения Русского энтомологического общества (РЭО, РАН) — Е. М. Монахову, А. М. Монахову и Д. В. Поликанину (г. Пенза) за предоставление для исследований своих энтомологических сборов чешуекрылых (1999 — 2006 гг.) с территории Мордовии.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ареалы насекомых Европейской части СССР: атлас. Карты 21 — 72. Л.: Наука, 1980. 56 с.
2. Ареалы насекомых Европейской части СССР: атлас. Карты 73 — 125. Л.: Наука, 1981. 56 с.
3. Ареалы насекомых Европейской части СССР: атлас. Карты 126 — 178. Л.: Наука, 1982. 56 с.
4. Ареалы насекомых Европейской части СССР: атлас. Карты 179 — 221. Л.: Наука, 1984. 60 с.
5. **Блинушов А. Е.** Список булавоусых чешуекрылых Рязанской области / А. Е. Блинушов // Фауна, экология и эволюция животных. Рязань: РГПУ. 2001. С. 24 — 27.
6. **Большаков Л. В.** К фауне булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera: Papilioniformes) центра Европейской России (в пределах Тульской и сопредельных областей) / Л. В. Большаков // Известия Харьковского энтомологического общества. Т. 10, вып. 1 — 2. Харьков, 2003. С. 74 — 85.
7. **Большаков Л. В.** Нахождение *Leptidea morsei* (Fenton, 1882) (Lepidoptera: Pieridae) в Пензенской области / Л. В. Большаков, О. А. Полумордвинов // Эверсмания. Энтомологические исследования в России и соседних регионах. Вып. 5. Тула: «Гриф и К», 2006. С. 36 — 37.
8. **Большаков Л. В.** Дополнения и уточнения к фауне макрочешуекрылых (Insecta: Lepidoptera) Пензенской области / Л. В. Большаков, О. А. Полумордвинов, С. В. Шибаев // Russian Entomol. J. 2004. Vol. 13, 1 — 2. С. 91 — 95.
9. **Бутлеров А. М.** Дневные бабочки Волго-Уральской фауны / А. М. Бутлеров // Ученые зап. Казанского ун-та. 1848. Ч. 1. С. 1 — 60.
10. Дневные бабочки Южного Урала / П. Ю. Горбунов, В. Н. Ольшванг, А. В. Лагунов, М. Г. Миграпов [и др.]. Екатеринбург, 1992. 123 с.
11. **Золотухин В. В.** Материалы по фауне чешуекрылых Ульяновской области. Часть 1. *Rhopalocera* / В. В. Золотухин // Сер. Природа Ульяновской области: сборник. Ульяновск: Филиал МГУ, 1994. Вып. 5. С. 60 — 81.
12. **Золотухин В. В.** Материалы по фауне чешуекрылых (Lepidoptera) Ульяновской области. Сообщение 3. Дополнения к спискам булавоусых чешуекрылых (*Rhopalocera*) / В. В. Золотухин // Насекомые и паукообразные Ульяновской области. Ульяновск, 2000. Вып. 9. С. 126 — 132.
13. **Каменев А. Г.** Состояние животного мира Мордовии / А. Г. Каменев, З. А. Тимралеев, Л. Д. Альба [и др.] // Интеграция образования. 2000. 2. С. 44 — 48.
14. **Коршунов Ю. П.** Булавоусые чешуекрылые Северной Азии. / Ю. П. Коршунов. М.: КМК, 2002. 424 с.
15. **Лапшин А. С.** Редкие животные Республики Мордовия: материалы ведения Красной книги Республики Мордовия за 2005 г. / А. С. Лапшин, С. Н. Спиридонов, А. Б. Ручин [и др.]. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2005. 56 с.
16. **Ластухин А. А.** Бабочки Красной книги Чувашии и их охрана / А. А. Ластухин // Бюл. «Самарская Лука». 1996. 8. С. 320 — 325.
17. **Мазохин-Поршняков Г. А.** Новая раса *Satyrus semele* L. (Lepidoptera) из Нижнего Поволжья / Г. А. Мазохин-Поршняков // Зоологический журнал. 1952. Т. 26, вып. 2. М.: Наука. С. 288 — 291.
18. **Моргун Д. В.** Булавоусые чешуекрылые Европейской России и сопредельных стран / Д. В. Моргун // Определитель-справочник. М.: МГСЮН, 2002. 208 с.
19. Мордовский национальный парк «Смольный» / А. А. Ямашкин, Т. Б. Силаева, Л. Д. Альба [и др.]; НИИ регионологии при Мордов. ун-те. Саранск, 2000. 88 с.
20. Особо охраняемые природные территории Мордовии (статус, общая характеристика, растительность, животный мир) / В. И. Астрадамов, Л. Д. Альба, Т. Б. Силаева [и др.]. Саранск: Мордов. кн. изд-во, 1997. 152 с.
21. **Плавильщиков Н. Н.** Список видов насекомых, найденных на территории Мордовского государственного заповедника / Н. Н. Плавильщиков // Труды Мордовского государственного заповедника им. П. Г. Смиловича. 1964. Вып. 2. С. 105 — 134.
22. **Полумордвинов О. А.** Фауна. Чешуекрылые / О. А. Полумордвинов, А. Е. Барышев // Международный инновационный проект «Ноополис Луговой». Т. 1: Проблемы экологической реабилитации природной среды русской деревни: коллективная монография / отв. ред. А. И. Иванов. М.: Научная книга, 2002. С. 84 — 90.
23. **Полумордвинов О. А.** Редкие и требующие охраны чешуекрылые (Insecta, Lepidoptera) Пензенской области. Сообщение 1 (Macrolepidoptera) / О. А. Полумордвинов, Е. М. Монахов // Фауна и экология животных. Пенза: ПГПУ, 2002. Вып. 3. С. 29 — 48.

24. **Полумордвинов О. А.** Неожиданные находки чешуекрылых (Insecta, Lepidoptera) на территории Пензенской области / О. А. Полумордвинов, А. Е. Барышев, С. В. Шibaев // *Материалы Международной конференции «Зоологические исследования в регионах России и сопредельных территорий»*. Н. Новгород: НГПУ, 2002. С. 43 — 44.
25. **Полумордвинов О. А.** Новые и интересные находки булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera, Rhopalocera) на территории Пензенской области / О. А. Полумордвинов С. В. Шibaев // *Экологические и фаунистические исследования в Поволжье: м-лы конф. «Эколого-фаунистические исследования в Поволжье»*. Ульяновск: УлГПУ, 2004. С. 111 — 114.
26. **Полумордвинов О. А.** Булавоусые (Lepidoptera: Rhopalocera) / О. А. Полумордвинов, С. В. Шibaев, Е. М. Монахов [и др.] // *Красная книга Пензенской области*. Т. 2 (Животные). Пенза: Пензенская правда, 2005. С. 47 — 70.
27. **Полумордвинов О. А.** Индексация и распространение *Polyommatus elena* Stradomsky et Arzanov, 1999 (Lepidoptera: Lycaenidae) / О. А. Полумордвинов, Б. В. Страдомский, Ю. Г. Арзанов // *Кавказский энтомологический бюллетень*. Ростов н / Д. Москва, 2005. Т. 1, вып. 1. С. 87 — 88.
28. **Попов В. П.** Насекомые (список бабочек) // *Справочная книга Пензенской губернии на 1901 год* / В. П. Попов. Пенза: Типогр. губернского правления. 1901. Т. 2. С. 39 — 40.
29. **Редикорцев В. В.** Материалы к энтомофауне Мордовского государственного заповедника / В. В. Редикорцев // *Фауна Мордовского государственного заповедника им. П. Г. Смидовича: науч. результаты работ зоол. экспедиции под руководством проф. С. С. Турова в 1936 г. М., 1938*. С. 144.
30. **Ручин А. Б.** Новые сведения о редких видах беспозвоночных и позвоночных животных Мордовии (по результатам исследований 2006 г.) / А. Б. Ручин О. Н. Артаев, А. Г. Бакиев [и др.] // *Редкие животные Республики Мордовия: м-лы ведения Красной книги Республики Мордовия за 2006 г.* Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2006. С. 12 — 25.
31. **Спиридонов С. Н.** Находки редких беспозвоночных животных в Республике Мордовия / С. Н. Спиридонов, Г. Ф. Гришуткин // *Редкие животные Республики Мордовия: м-лы ведения Красной книги Республики Мордовия за 2006 г.* Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2006. С. 9 — 12.
32. **Страдомский Б. В.** Голубянки подсемейства Polyommatinae Европейской России, Центрально- и Западного Кавказа / Б. В. Страдомский. Ростов н / Д, 2005. 148 с.
33. **Татаринов А. Г.** Булавоусые чешуекрылые / А. Г. Татаринов., М. М. Долгин // *Фауна европейского Северо-Востока России*. Т. 5, ч. 1. СПб.: Наука, 1999. 183 с.
34. **Тимралеев З. А.** Булавоусые (Lepidoptera: Rhopalocera) / З. А. Тимралеев, О. Д. Бардин, И. Е. Киселев [и др.] // *Красная книга Республики Мордовия*. Саранск: Мордов. кн. изд-во, 2005. Т. 2. С. 121 — 128.
35. **Хомяков М.** Дневные бабочки Тульской и Рязанской губерний / М. Хомяков // *Материалы к познанию фауны и флоры Российской империи*. М., 1892. Вып. 1. С. 93 — 145.
36. **Четвериков С. С.** Бабочки Горьковской области / С. С. Четвериков. Н. Новгород: НГУ, 1993. 126 с.
37. **Шлыков О. В.** Список чешуекрылых (Macrolepidoptera) Пензенской области / О. В. Шлыков // *Энтомол. обозрение*. 1988. Т. LXVII, вып. 1. С. 48 — 61.
38. **Яхонтов А. А.** Материалы по фауне Lepidoptera — Rhopalocera Владимирской и Нижегородской губерний / Яхонтов А. А. // *Материалы к познанию фауны и флоры Российской Империи*. Отдел зоологический. М., 1906. Вып. VII. С. 93 — 145.
39. **Яхонтов А. А.** Наши дневные бабочки (определитель) / А. А. Яхонтов. М.: Учпедгиз, 1935. 160 с.
40. **Anikin V. V.** «Fauna lepidopterologica Volgo-Uralensis» 150 years later: changes and additions. Part 1. Rhopalocera (Insecta, Lepidoptera) / V. V. Anikin, S. A. Sachkov, V. V. Zolotuhin // *Atalanta*, Würzburg. 24 (1/2). 1993. P. 89 — 120, map. 1 — 13.
41. **Eversmann E.** Fauna lepidopterologica Volgo-Uralensis exhibens Lepidopterorum species quas per viginti quinque annos in provinces Volgam fluvium inter et montes Uralenses situs observavit et descripsit Eduardus Eversmann / E. Eversmann. Casani: Typis universitatis, 1844. 14 + 633 pp.
42. **Lastuchin A. A.** Eine kommentierte Artenliste der Tagfalter der Tschivaschia (Lepidoptera: Rhopalocera) / A. A. Lastuchin // *Atalanta*, Würzburg 25 (1/2). 1994. P. 229 — 239.
43. **Pallas P. S.** Reisen durch verschiedenen Provinzen des Russischen Reiches in den Jahren 1768 — 1774. / P. S. Pallas. St.-Petersburg: Druck. Akad. Wiss, 1771. Buch 1. 504 S., 23 Taf.
44. **Tuzov V. K.** Guide to the Butterflies of Russia and Adjacent territories. Vol. 1. (*Hesperiidae*, *Papilionidae*, *Pieridae*, *Satyridae*) / V. K. Tuzov, P. V. Bogdanov, S. V. Churkin [et al.]. Sofia — Moscow: Pensoft. 1997. 480 p., 79 col. plates.
45. **Tuzov V. K.** Guide to the Butterflies of Russia and Adjacent territories. Vol. 2. (*Libytheidae*, *Danaidae*, *Nymphalidae*, *Riodinidae*, *Lycaenidae*) / V. K. Tuzov, P. V. Bogdanov, S. V. Churkin [et al.]. Sofia — Moscow: Pensoft. 2000. 580 pp.
46. **Tolman T.** Butterflies of Britain and Europe. Field Guide / T. Tolman London: Harper Collins Publishers, 1997. 320 p

Поступила 18.10.06

## ОСНОВНЫЕ ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ ПАРАЗИТОВ ЗМЕЙ ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА. СООБЩЕНИЕ 1. ПРОСТЕЙШИЕ И ГЕЛЬМИНТЫ

А. Г. Бакиев, кандидат биологических наук (Тольятти),  
А. А. Кириллов, кандидат биологических наук (Тольятти)

К паразитам змей относятся некоторые представители простейших, гельминтов, клещей и насекомых. Наиболее изученными из них непосредственно в границах Волжского бассейна являются гельминты.

Никаких материалов по Волжскому бассейну о паразитах змей, относящихся к насекомым, нам найти не удалось. Хотя такие паразиты известны за пределами Волжского бассейна: например, в Иркутской области на обыкновенных гадюках обнаружены кровососущие насекомые — вши и блохи [6].

### Простейшие

Оригинальные данные о протистофауне змей, обитающих в Волжском бассейне, имеются в статье Г. С. Маркова и соавторов [26]. Проведенное ими паразитологическое обследование пресмыкающихся Прикаспия захватило и бассейн Нижней Волги в Калмыкии (Нарын-Худук) и в Астраханской области (Досанг, Придельтовское лесничество, Дамчинский участок Астраханского заповедника). В Дамчике, как они сообщают, найдены жгутиконосцы: *Proteromonas lacertae ophidia* (Grassi) у обыкновенного ужа (2 из 6 экз.) и водяного ужа (1 из 6 экз.), *Chilomastix* sp. (*wenyoni* Markov, Bogdanov et Perfilieva) — у обыкновенного ужа (1 из 6 экз.), а также *Leishmania* sp. — у обыкновенного ужа (1 из 6 экз.), водяного ужа (1 из 6 экз.) и узорчатого полоза (1 из 3 экз.). Причем лейшманий *Leishmania* sp., обнаруженные в плазме крови и кишечнике змей, отмечаются в форме промастиготы; по мнению А. Овезмухаммедова [30, с. 256], «эти паразиты принадлежат жгутиконосцам родов *Proteromonas*, *Monocercomonas* или другим Protozoa», поскольку у лейшманий в позвоночном хозяине проходит амастиготная стадия развития.

В Волгоградской области Г. С. Марков и соавторы [28] изучали летом 1958 — 1967 гг. паразитов обыкновенного ужа, узорчатого полоза, степной гадюки. Ими исследовалась также

обыкновенная гадюка, но только в Михайловском районе, т. е. в бассейне Дона. Жгутиконосец *Proteromonas lacertae ophidia* (Grassi, 1879) отмечен в заднем отделе кишечника двух обыкновенных ужей (20 %), одного узорчатого полоза (20 %), одной степной гадюки (9,1 %). Другой жгутиконосец — *Monocercomonas colubrorum* — обнаружен в заднем отделе кишечника трех обыкновенных ужей (30,0 %) и двух степных гадюк (18,2 %). *Haemogregarina colubri* обнаружена в эритроцитах одного обыкновенного ужа (10 %) и одного узорчатого полоза (20 %). Авторы подчеркивают, что гадюки не были заражены кровепаразитами, а также подтверждают, ссылаясь на названную выше работу [26], что именно вид *Chilomastix wenyoni* был найден у обыкновенного ужа в Астраханской области.

А. Овезмухаммедов [29], ссылаясь на публикации Г. С. Маркова с соавторами [26; 28], отмечает у змей в Волжском бассейне четыре вида простейших: *Proteromonas lacertae*, *Chilomastix wenyoni*, *Monocercomonas colubrorum* и *Haemogregarina colubri*. Ниже приводятся краткие сведения из монографии А. Овезмухаммедова «Протистофауна рептилий» [29] о систематическом положении и локализации этих четырех видов паразитов.

Тип Sarcomastigophora Honigber et Balamuth, 1963

Подтип Mastigophora Diesing, 1866

Класс Zoomastigophorea Calkins, 1969

Отряд Proteromonadida Grasse, 1952

Род *Proteromonas* Woodcock, 1916

*Proteromonas lacertae* Grassi, 1879

Локализация: кровь и задний отдел кишечника.

Отряд Retortamonadida Grasse, 1952

Род *Chilomastix* Alexeeff, 1910

*Chilomastix wenyoni* Markov, Bogdanov et Perfilieva, 1961

Локализация: кишечник.

© А. Г. Бакиев, А. А. Кириллов, 2007



Отряд Trichomonadida Kirby, 1947  
Род *Monocercomonas* Grassi, 1879  
*Monocercomonas colubrorum* Hammerschmidt, 1884

Локализация: кишечник.

Тип Apicomplexa Levine, 1970  
Класс Sporozoea Leuckart, 1879  
Подкласс Coccidia Leuckart, 1879  
Отряд Eucoccidiida Leger et Duboscq, 1910  
Подотряд Adeleina Leger, 1911  
Семейство Haemogregarinidae Wenyon, 1926  
Род *Haemogregarina* Danilewsky, 1885  
*Haemogregarina colubri* Borner, 1901  
Локализация: эритроциты.

По данным, полученным в других регионах [4; 29; 46], у представителей офидофауны Волжского бассейна (песчаный удавчик, обыкновенный уж, водяной уж, обыкновенная медянка, узорчатый полоз, палласов полоз, каспийский полоз, ящеричная змея, обыкновенный щитомордник, обыкновенная гадюка, степная гадюка) в пределах их ареалов отмечено не менее 30 видов паразитических простейших.

#### Гельминты

Гельминтологические исследования змей, отловленных непосредственно в Волжском бассейне, позволили выявить у них паразитических червей около 60 видов, относящихся к классам трематод Trematoda, ленточных червей Cestoda, круглых червей Nematoda и скребней Acanthocephala [1 — 2; 3; 8 — 16; 18; 19; 23; 27; 28; 32 — 35; 38 — 40; 44]. Однако часть из этих отмеченных видов признаются к настоящему времени синонимичными. Нахождение некоторых гельминтов вызывает определенные сомнения. К таким сомнительным видам относятся трематоды *Astiotrema reniferum* (Loss, 1898), *A. odheneri* Bhalerao, 1936 и нематода *Strongyloides darevskiyi* Sharpilo, 1976: после исследований в Татарстане в качестве их хозяина был назван обыкновенный уж [1]. Ни до, ни после этого специалисты не находили у ужей этих гельминтов: *A. reniferum* и *A. odheneri* считаются облигатными паразитами дальневосточной черепахи, а *S. darevskiyi* — облигатным паразитом скальных ящериц Кавказа [43]. Поэтому названные три вида не учитываются нами как паразиты змей Волжского бассейна.

Речь пойдет ниже о 44 видах гельминтов, отмеченных у змей на территории Волжского бассейна. Это — трематоды (19), цестоды (3),

нематоды (16) и скребни (6). Далее для каждого вида паразитических червей приведены краткие сведения о его систематическом положении и локализации в тканях и органах змей [12; 14; 43], а также синонимы (если вид обозначался разными латинскими названиями в Волжском бассейне) с соответствующими ссылками на литературные источники.

Тип Plathelminthes Schneider, 1873  
Класс Trematoda Rudolphi, 1808  
Отряд Fasciolida Skrjabin et Guschanskaja, 1962  
Семейство Diplostidae Skrjabin, 1949

Род *Diplostidiscus* Diesing, 1836  
*Diplostidiscus subclavatus* (Pallas, 1760)  
Локализация: кишечник.

Семейство Plagiorchiidae Luehe, 1901

Род *Astiotrema* Looss, 1900  
*Astiotrema monticelli* Stossich, 1904  
Локализация: кишечник.

Род *Opisthioglyphe* Looss, 1899  
*Opisthioglyphe ranae* (Froelich, 1791)  
Локализация: кишечник.

Род *Paralepoderma* Dollfus, 1950  
*Paralepoderma cloacicola* (Luehe, 1909)  
Синонимы: *Distomum* (s. l.) *cloacicola* [10, с. 176].  
Локализация: прямая кишка.

Род *Plagiorchis* Luehe, 1901  
*Plagiorchis elegans* (Rudolphi, 1802)  
Синонимы: *Plagiorchis mentulatus* [14, с. 229; 27, с. 147; 28 с. 207].  
Локализация: кишечник.

Род *Macrodera* Looss, 1899  
*Macrodera longicollis* (Abildgaard, 1788)  
Локализация: воздушный мешок легкого.

Род *Leptophallus* Luehe, 1909  
*Leptophallus nigrovenosus* (Billingham, 1844)  
Локализация: пищевод, верхний отдел желудка.

Род *Metaleptophallus* Yamaguti, 1958  
*Metaleptophallus gracillimus* (Luehe, 1909)  
Локализация: ротовая полость, пищевод.

Семейство Encyclometridae Mehra, 1931  
Род *Encyclometra* Baylis et Cannon, 1924  
*Encyclometra colubrimurorum* (Rudolphi, 1819)  
Синонимы: *Encyclometra natricis* [10, с. 174]; *Encyclometra caudata* [27, с. 147].  
Локализация: нижний отдел пищевода, желудок.

- Семейство Pleurogenidae Looss, 1899  
Род *Pleurogenes* Looss, 1896  
*Pleurogenes claviger* (Rudolphi, 1819)  
Локализация: кишечник.
- Род *Prosotocus* Looss, 1899  
*Prosotocus confusus* (Looss, 1894)  
Локализация: кишечник.
- Семейство Telorchidae Looss, 1898  
Род *Telorchis* Luehe, 1898  
*Telorchis assula* (Dujardin, 1845)  
Синонимы: *Cerchorchis nematoides* [10, с. 175];  
*Telorchis ercolani* [27, с. 148].  
Локализация: кишечник.
- Отряд Strigeidida La Rue, 1926  
Семейство Strigeidae Railliet, 1919  
Род *Strigea* Abildgaard, 1790  
*Strigea strigis* (Schrank, 1788), larvae  
Синонимы: *Tetracolyte colubri* [9, с. 216];  
*Tetracolyte strigis* [9, с. 248]; *Tetracolyte Strigea strigis* [10, с. 177].  
Локализация: брыжейка, жировая ткань, полость тела.
- Strigea sphaerula* (Rudolphi, 1803), larvae  
Синонимы: *Tetracolyte crystallina* [9, с. 216; 10, с. 177].  
Локализация: брыжейка, жировая ткань, мускулатура.
- Род *Codonocephalus* Diesing, 1950  
*Codonocephalus urnigerus* (Rudolphi, 1819), larvae  
Локализация: полость тела, мускулатура, подкожная клетчатка, внутренние органы.
- Семейство Alariidae Hall et Wigdor, 1918  
Род *Alaria* Schrank, 1788  
*Alaria alata* (Goeze, 1782), larvae  
Локализация: мускулатура, жировая ткань, полость тела.
- Род *Pharingostomum* Diesing, 1850  
*Pharingostomum cordatum* (Diesing, 1850), larvae  
Синонимы: *Neodiplostomulum major* [9, с. 216; 27, с. 148]; *Neodiplostomulus major* [10, с. 178].  
Локализация: жировая ткань, серозные покровы внутренних органов.
- Семейство Diplostomatidae Poirier, 1866
- Род *Neodiplostomum* Railliet, 1919  
*Neodiplostomum attenuatum* (Linstow, 1936), larvae
- Локализация: мускулатура и внутренние органы.
- Neodiplostomum spathoides* Dubois, 1937, larvae  
Синонимы: *Neodiplostomulum minor* [9, с. 216; 27, с. 148]; *Neodiplostomulus minor* [10, с. 178];  
*Neodiplostomum cochleare* [28, с. 209].  
Локализация: жировая ткань и внутренние органы.
- Класс Cestoda Rudolphi, 1808  
Отряд Pseudophyllidea Carus, 1863  
Семейство Diphylobothriidae Luehe, 1910  
Род *Spirometra* Mueller, 1937  
*Spirometra erinaceieuropaei* (Rudolphi, 1819), larvae  
Синонимы: *Diphylobothrium erinacei-europaei* [9, с. 216; 10, с. 179]; *Spirometra erinacei-europaei* [27, с. 150; 40, с. 340]; *Diphylobothrium erinacei* [39, с. 13].  
Локализация: подкожная клетчатка, соматическая мускулатура, полость тела.
- Отряд Proteocephalidea Mola, 1928  
Семейство Ophiotaeniidae Frese, 1963  
Род *Ophiotaenia* La Rue, 1911  
*Ophiotaenia europaea* Odening, 1963  
Синонимы: *Crepidobothrium racemosa* [10, с. 178]; *Ophiotaenia racemosa* [27, с. 149].  
Локализация: кишечник.
- Отряд Cyclophyllidea Beneden, 1900  
Семейство Linstowiidae Mola, 1929
- Род *Oochoristica* Luehe, 1898  
*Oochoristica tuberculata* (Rudolphi, 1819)  
Локализация: кишечник.
- Тип Nematelminthes Schneider, 1866  
Класс Nematoda Rudolphi, 1808  
Отряд Dioctophymida Railliet, 1916  
Семейство Dioctophymidae Castellani et Chalmers, 1910
- Род *Eustrongylides* Jaegerskioeld, 1909  
*Eustrongylides excisus* Jaegerskioeld, 1909, larvae  
Локализация: полость тела.
- Отряд Rhabditida Oerley, 1880  
Семейство Rhabdiasidae Railliet, 1915  
Род *Rhabdias* Stiles et Hassall, 1905  
*Rhabdias fuscovenosus* (Railliet, 1899)  
Локализация: легкие.
- Семейство Strongyloidea Chitwood et McIntosh, 1934

- Род *Strongyloides* Grassi, 1879  
*Strongyloides mirzai* Singh, 1954  
 Локализация: кишечник.
- Отряд Strongylida Diesing, 1851  
 Семейство Trichostrongylidae Leiper, 1908  
 Род *Oswaldocruzia* Travassos, 1917  
*Oswaldocruzia goezei* Skrjabin et Schulz, 1952  
 Синонимы: *Oswaldocruzia filiformes* [10, с. 180];  
*Oswaldocruzia bialata* [33, с. 17; 34, с. 166];  
*Oswaldocruzia filiformis* [38, с. 15].  
 Локализация: кишечник.
- Отряд Ascaridida Skrjabin, 1915  
 Семейство Ascarididae Blanchard, 1849  
 Род *Polydelphis* Dujardin, 1845  
*Polydelphis dalmatina* Kreis, 1940  
 Локализация: кишечник.
- Семейство Pharyngodonidae Travassos, 1919  
 Род *Spauligodon* Skrjabin et al., 1960  
*Spauligodon eremiasi* Markov et Bogdanov, 1961  
 Локализация: желудок.
- Семейство Gnathostomatidae Railliet, 1895  
 Род *Spiroxys* Schneider, 1866  
*Spiroxys contortus* (Rudolphi, 1819), larvae  
 Локализация: стенки пищеварительного тракта,  
 подкожная клетчатка, сероза внутренних органов.
- Отряд Spirurida Diesing, 1861  
 Группа *Agamospirura*  
*Agamospirura natricis* Dubinin, 1952, larvae  
 Локализация: стенки желудка и кишечника.
- Семейство Camallanidae Railliet et Henry, 1915  
 Род *Camallanus* Railliet et Henry, 1915  
*Camallanus truncatus* (Rudolphi, 1814)  
 Локализация: кишечник.
- Семейство Physalopteridae Railliet, 1893  
 Род *Physaloptera* Rudolphi, 1819  
*Physaloptera clausa* Rudolphi, 1819, larvae  
 Локализация: слизистая желудка.
- Род *Abbreviata* Travassos, 1919  
*Abbreviata abbreviata* Rudolphi, 1819  
 Синонимы: *Abbreviata skrjabini* [28, с. 213].  
 Локализация: желудок.
- Род *Thubunaea* Seurat, 1914  
*Thubunaea baylisi* Akhtar, 1939  
 Синонимы: *Foleylla sktjabini* (Иванов, 1954, [цит.  
 по: 43, с. 214]).  
 Локализация: полость тела.
- Семейство Spiruridae Oerley, 1885  
 Род *Ascarops* Beneden, 1873  
*Ascarops strongylina* (Rudolphi, 1819), larvae  
 Локализация: стенки желудка и кишечника, пе-  
 чень, подкожная клетчатка.
- Род *Spirocerca* Railliet et Henry, 1911  
*Spirocerca lupi* (Rudolphi, 1819), larvae  
 Локализация: стенки кишечника, желудка, по-  
 лость тела, мышцы, легкие, печень, подкожная клет-  
 чатка.
- Семейство Dracunculidae Stiles, 1907  
 Род *Dracunculus* Reichard, 1759  
*Dracunculus oesophagea* (Polonio, 1859)  
 Локализация: подкожная клетчатка, полость  
 тела, околосердечная сумка.
- Семейство Cosmocercidae Railliet, 1916  
 Род *Aplectana* Railliet et Henry, 1916  
*Aplectana acuminata* (Schrank, 1788)  
 Локализация: кишечник.
- Тип Acanthocephales Rudolphi, 1808  
 Класс Acanthocephala Rudolphi, 1808  
 Отряд Palaeacanthocephala Meyer, 1931
- Семейство Echinorhynchidae Gobbold, 1879  
 Род *Acanthocephalus* Koelrouther, 1771  
*Acanthocephalus lucii* (Mueller, 1776)  
 Локализация: кишечник.
- Отряд Polymorphida Petrotschenko, 1956  
 Семейство Polymorphidae Meyer, 1931
- Род *Corynosoma* Luehe, 1911  
*Corynosoma strumosum* (Rudolphi, 1802), larvae  
 Локализация: полость тела.
- Отряд Gigantorhynchida Southwell et Macfie,  
 1925  
 Семейство Gigantorhynchidae Hamann, 1892  
 Род *Centrorhynchus* Luehe, 1911  
*Centrorhynchus aluconis* (Mueller, 1780), larvae  
 Локализация: брыжейка, стенки кишечника.
- Centrorhynchus lesiniformis* (Mueller, 1780),  
 larvae  
 Локализация: кишечник.
- Род *Sphaerostris* Golvan, 1956  
*Sphaerostris teres* (Rudolphi, 1819), larvae  
 Синонимы: *Centrorhynchus cintus* (27, 1962, с. 159).  
 Локализация: брыжейка.
- Семейство Oligacanthorhynchidae Southwell et  
 Macfie, 1924  
 Род *Macracanthorhynchus* Travassos, 1917  
*Macracanthorhynchus catulinus* Kostylew, 1927,  
 larvae  
 Локализация: стенка кишечника.

Судя по доступной литературе [24; 25; 36; 43; 45; 46], у змей фауны Волжского бассейна в пределах их ареалов всего зарегистрировано более 100 видов гельминтов, т. е. в регионе отмечено менее половины из этих паразитов.

Любопытно, что при изучении обыкновенных ужей, отловленных в Астраханской области, А. Н. Черткова и З. Н. Кропотова «столкнулись с явлениями гиперпаразитизма. В одном случае в плероцеркоиде *S. erinacei-europaei* обнаружено множество мезоцеркарий *Alaria alata*» [40, с. 342].

Распределение видов гельминтов по видам хозяев в Волжском бассейне представлено в таблице. Наиболее богатой гельминтофауной (36 видов) обладает обыкновенный уж, причем фауна гельминтов обыкновенного ужа включает все 19 видов трематод и 3 вида цестод, известных для змей Волжского бассейна.

Остановимся на гельминтах (5 видов нематод и 3 вида скребней), не отмеченных у обыкновенного ужа, но зарегистрированных у других змей в регионе. Нематода *Polydelphis dalmatina* известна из тонкой кишки водяного ужа (экстенсивность инвазии — 5 %, интенсивность — 1 экз.), отловленного в Дамчике Астраханской области [27]. Другой вид нематод *Spauligodon eremiasi*, который считается облигатными паразитами ящериц, отмечен в желудке степной гадюки (экстенсивность заражения — 8,3 %, интенсивность — 6 экз.) в Волгоградской области, на побережье водохранилищ Волго-Донского канала, «по-видимому, спавголины прижились от заглоченной гадюкой разноцветной ящурки» [28, с. 210]. Нематоды *Camallanus truncatus* зарегистрированы в желудках двух из 18 водяных ужей (экстенсивность заражения —  $11,7 \pm 7,4$  %, интенсивность — 1 — 2 экз., индекс обилия —  $0,2 \pm 0,1$  экз.), отловленных в 1995 — 1999 гг. на территории Национального природного парка «Самарская Лука» в Самарской области [3]. Можно предположить, что данный гельминт относится к случайным паразитам змей, и инвазирование произошло в результате поедания змеями зараженных рыб. Согласно литературным сведениям [5], резервуарные хозяева *C. truncatus* — нехищные карповые, окончательные хозяева — хищные рыбы, заражение которых происходит через инвазированных циклопов и при поедании резервуарных хозяев. *Abbreviata abbreviata* —

также случайный паразит змей, он считается обычным паразитом ящериц [43]; отмечен в желудке одной степной гадюки (экстенсивность заражения — 8,3 %, интенсивность — 1 экз.), «в которой нематоды прижились, вероятно, от жертвы — ящурки», на побережье водохранилищ Волго-Дона [28, с. 213]. Нематоды *Thubunaea baylisi* — относительно редкие или, возможно, локально распространенные паразиты пресмыкающихся — обнаружены А. С. Ивановым (1954) в полости тела у полозов желтобрюхого (экстенсивность заражения — 10 %) и узорчатого (20 %) в дельте Волги. Перейдем к личинкам скребней трех видов. *Centrorhynchus aluconis*, larvae — личинки, отмеченные в стенке кишечника обыкновенной гадюки из Красноглинского района г. Самары (экстенсивность заражения — 33,6 %, интенсивность — 1 — 2 экз.) [19] и Мелекесского района Ульяновской области ( $23,1 \pm 11,7$  %, 1 — 2 экз.) [23]. Другой вид личинок скребней — *Sphaerirostris teres* — зарегистрирован в брыжейке водяного ужа (5 %, 1 экз.) из Дамчика Астраханской области [27]. Личинка *Macracanthorhynchus catulinus* обнаружена в стенке кишечника степной гадюки у 1 из 5 змей (20 %, 1 экз.) в Радищевском районе Ульяновской области [19; 23].

Таким образом, не отмеченные в Волжском бассейне у обыкновенного ужа 5 видов нематод и 3 вида скребней относятся к случайным или редким видам паразитов змей региона. Фауны паразитических червей водяного ужа, медянки, узорчатого и каспийского полозов, ящеричной змеи, обыкновенной и степной гадюк можно рассматривать как обедненную гельминтофауну обыкновенного ужа, что, видимо, связано с пищевой специализацией змей, их географическим распространением и биотопическим распределением. По количеству видов выявленных гельминтов в порядке убывания змеи Волжского бассейна ранжируются согласно табл. 1. Гельминты у других змей в регионе неизвестны.

В ходе исследований на территории Среднего Поволжья установлено существование некоторых особенностей структуры гельминтофауны отдельных видов змей и характера инвазии их разными группами паразитов [3; 19; 22]. Состав гельминтов определяется условиями обитания и трофическими связями змей. Так, обнаружение мезоцеркарий *Alaria*

Таблица

**Видовой состав гельминтов змей Волжского бассейна**

Гельминты	Змеи*							
	ОУ	ВУ	ОМ	УП	КП	ЯЗ	ОБ	СГ
<i>Diplodiscus subclavatus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Astiotrema monticelli</i>	+	+	-	-	-	-	-	+
<i>Opisthioglyphe ranae</i>	+	+	-	+	-	-	-	-
<i>Paralepoderma cloacicola</i>	+	+	-	-	-	-	+	-
<i>Plagiorchis elegans</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Macrodera longicollis</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Leptophallus nigrovenosus</i>	+	-	-	-	-	-	+	-
<i>Metaleptophallus gracillimus</i>	+	-	-	-	-	-	+	-
<i>Encyclometra colubrimurorum</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Pleurogenes claviger</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prosotocus confusus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Telorchis assula</i>	+	+	-	-	-	-	+	+
<i>Strigea strigis</i> , larvae	+	+	-	-	-	+	+	+
<i>Strigea sphaerula</i> , larvae	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>Codonocephalus urnigerus</i> , larvae	+	+	-	+	-	-	-	-
<i>Alaria alata</i> , larvae	+	+	+	+	-	-	+	+
<i>Pharingostomum cordatum</i> , larvae	+	+	-	-	-	+	-	-
<i>Neodiplostomum attenuatum</i> , larvae	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Neodiplostomum spathoides</i> , larvae	+	+	-	-	-	+	-	+
<i>Spirometra erinaceieuropaei</i> , larvae	+	+	-	+	-	-	+	-
<i>Ophiotaenia europaea</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Oochoristica tuberculata</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eustrongylides excisus</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Rhabdias fuscovenosus</i>	+	+	-	-	-	-	+	+
<i>Strongyloides mirzai</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oswaldocruzia goezei</i>	+	+	-	-	-	-	+	-
<i>Polydelphis dalmatina</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Spauligodon eremiasi</i>	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Spiroxys contortus</i> , larvae	+	+	-	-	-	-	-	+
<i>Agamospirura natricis</i> , larvae	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Camallanus truncatus</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Physaloptera clausa</i> , larvae	+	-	-	-	-	-	+	+
<i>Abbreviata abbreviata</i>	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Thubunaea baylisi</i>	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Ascarops strongylina</i> , larvae	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spirocercia lupi</i> , larvae	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dracunculus oesophagea</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Aplectana acuminata</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acanthocephalus lucii</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corynosoma strumosum</i> , larvae	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Centrorhynchus aluconis</i> , larvae	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Centrorhynchus lesiniformis</i> , larvae	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphaerirostris teres</i> , larvae	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Macracanthorhynchus catulinus</i> , larvae	-	-	-	-	-	-	-	+
Всего видов: 44	36	26	2	6	1	3	11	10

\* ОУ — обыкновенный уж, ВУ — водяной уж, ОМ — обыкновенная медянка, УП — узорчатый полоз, КП — каспийский полоз, ЯЗ — ящеричная змея, ОБ — обыкновенная гадюка, СГ — степная гадюка.

*alata* можно связать как с заражением непосредственно из воды, так и с поеданием змеями некоторых земноводных и млекопитающих, которые являются промежуточными и резервуарными хозяевами этого гельминта [10; 12 — 14; 31 — 33; 41; 42].

Изучение состава гельминтофауны в зависимости от возраста хозяина и характера заражения проводилось на примере обыкновенного ужа [20]. Полученные результаты о гельминтофауне разных размерно-возрастных групп в целом не противоречат закономерностям, сформулированным В. А. Догелем [7]. Редким исключением из правил явилась более слабая зараженность молодых ужей геонематодами по сравнению с биогельминтами, что объясняется особенностями образа жизни рептилий данного вида в этом возрасте (по Догелю, в первую очередь животные инвазируются паразитами с прямым циклом развития).

Исследования зависимости гельминтофауны обыкновенного и водяного ужей от пола хозяина, проведенные в дельте Волги, показали более высокую зараженность самцов по показателям экстенсивности и интенсивности инвазии [27]. В Среднем Поволжье (Бузулукский бор, Самарская Лука), наоборот, выявлена статистически достоверная большая зараженность самок обыкновенного ужа некоторыми видами паразитов [17].

Пространственно-временная структура гельминтов изучалась в бассейне Средней Волги на обыкновенном уже. Проведенное в 1996 — 1998 гг. исследование показало относительную стабильность гельминтофауны в одном и том же биотопе Мордовинской поймы на Самарской Луке из года в год. Незначительные различия зараженности в разные годы связываются с трофической адаптацией в условиях изменяющихся абиотических факторов среды [21].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аль-Завахра Х. А. Змеи Татарстана: дис. ... канд. биол. наук / Х. А. Аль-Завахра. Казань, 1992. 130 с.
2. Бакиев А. Г. Паразиты и хищники / А. Г. Бакиев, В. И. Гаранин, Н. А. Литвинов, А. В. Павлов, В. Ю. Ратников // Змеи Волжско-Камского края. Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2004. С. 96 — 108.
3. Бакиев А. Г. Питание и гельминтофауна совместно обитающих в Среднем Поволжье змей *Natrix natrix* и *N. tessellata* (Colubridae) / А. Г. Бакиев, А. А. Кириллов // Изв. Самар. НЦ РАН. 2000. Т. 2, 2 (4). С. 330 — 333.
4. Ваккер В. Г. Простейшие — паразиты ящериц и змей в степной зоне Казахстана / В. Г. Ваккер // Учен. зап. Павлодар. гос. ун-та. 1998. 4. С. 53 — 63.
5. Висманис К. О. Тип Нематгельминты — Nematelminthes / К. О. Висманис, В. В. Ломакин, В. Д. Ройтман, М. К. Семенова, В. Я. Трофименко // Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3. Паразитические многоклеточные (вторая часть). Л.: Наука, 1987. С. 199 — 310.
6. Воронов Г. А. К фауне и экологии рептилий и амфибий Верхнеленя / Г. А. Воронов, В. В. Демидов // Вопросы герпетологии. Л.: Наука, 1973. С. 50 — 51.
7. Догель В. А. Итоги и перспективы паразитологических исследований в Ленинградском университете / В. А. Догель // Вестн. Ленингр. ун-та. 1948. 3. С. 31 — 39.
8. Дубинин В. Б. Экспериментальные исследования над циклами развития некоторых паразитических червей дельты Волги / В. Б. Дубинин // Паразитол. сб. Зоол. ин-та АН СССР. 1949. Т. XI. С. 126 — 160.
9. Дубинин В. Б. Фауна личинок паразитических червей позвоночных животных дельты реки Волги / В. Б. Дубинин // Паразитол. сб. Зоол. ин-та АН СССР. 1952. Т. XIV. С. 213 — 265.
10. Дубинина М. Н. Динамика паразитофауны ужей приморской части дельты Волги / М. Н. Дубинина // Тр. ЗИН АН СССР. 1953. Т. XIII. С. 171 — 190.
11. Евланов И. А. Каталог паразитических червей пресмыкающихся бассейна Волги / И. А. Евланов, А. А. Кириллов, А. Г. Бакиев, А. Л. Маленев // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии: сб. науч. тр. Тольятти, 1996. Вып. 2. С. 67 — 72.
12. Евланов И. А. Паразиты позвоночных животных Самарской области. Часть I: Систематический каталог (методическое пособие) / И. А. Евланов, А. А. Кириллов, И. В. Чихляев, Н. Ю. Гузова, Л. В. Жильцова. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2001. 75 с.

13. **Евланов И. А.** Паразиты позвоночных животных Самарской области. Часть II: Распределение паразитов по видам хозяев (методическое пособие) / И. А. Евланов, А. А. Кириллов, И. В. Чихляев, Н. Ю. Гузова, Л. В. Жильцова. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2002. 20 с.
14. **Иванов В. М.** Видовой состав и экологические особенности трематод рептилий дельты Волги / В. М. Иванов, Н. Н. Семенова // Паразитология. 2000. Т. 34, 3. С. 228 — 233.
15. **Кириллов А. А.** Фауна гельминтов пресмыкающихся Самарской области / А. А. Кириллов // Изв. Самар. НЦ РАН. 2000. Т. 2, 2 (4). С. 324 — 329.
16. **Кириллов А. А.** Гельминты пресмыкающихся Среднего Поволжья (фауна, экология, биоиндикация): автореф. дис. ... канд. биол. наук / А. А. Кириллов. М., 2002. 19 с.
17. **Кириллов А. А.** Влияние пола хозяина на состав гельминтов обыкновенного ужа *Natrix natrix* L. / А. А. Кириллов // Актуальные проблемы герпетологии и токсинологии: сб. науч. тр. Тольятти, 2004. Вып. 7. С. 84 — 87.
18. **Кириллов А. А.** Эколого-фаунистический анализ гельминтов офидиофауны Среднего Поволжья / А. А. Кириллов // Актуальные проблемы герпетологии и токсинологии: сб. науч. тр. Тольятти, 2006. Вып. 9. С. 74 — 81.
19. **Кириллов А. А.** К изучению гельминтофауны гадюковых (Viperidae) Среднего Поволжья / А. А. Кириллов, А. Г. Бакиев // Бюл. «Самарская Лука». 2003. 13. С. 331 — 336.
20. **Кириллов А. А.** Особенности формирования гельминтофауны обыкновенного ужа *Natrix natrix* в зависимости от размерной структуры / А. А. Кириллов, И. А. Евланов // Актуальные проблемы герпетологии и токсинологии: сб. науч. тр. Тольятти, 1999. Вып. 3. С. 73 — 76.
21. **Кириллов А. А.** Особенности функционирования сообщества гельминтов обыкновенного ужа *Natrix natrix* в последующие друг за другом годы / А. А. Кириллов, И. А. Евланов // Актуальные проблемы герпетологии и токсинологии: сб. науч. тр. Тольятти, 1999. Вып. 3. С. 71 — 73.
22. **Кириллов А. А.** Характеристика гельминтофауны обыкновенного и водяного ужей Самарской Луки / А. А. Кириллов, И. А. Евланов // Самарская Лука на пороге третьего тысячелетия: Материалы к докладу «Состояние природного и культурного наследия Самарской Луки». Тольятти: ИЭВБ РАН; ОСНП «Парквей», 1999. С. 204 — 205.
23. **Кириллов А. А.** Новые данные о гельминтах обыкновенной и степной гадюк / А. А. Кириллов, А. Н. Песков, А. Г. Бакиев // Змеи Восточной Европы: материалы междунар. конф. Тольятти, 2003. С. 30 — 33.
24. **Марков Г. С.** Паразитофауна рептилий Ленинградской области / Г. С. Макаров // Докл. АН СССР. 1950. Т. 70, 3. С. 541 — 543.
25. **Марков Г. С.** Паразитофауна рептилий Ленинградской области / Г. С. Марков // Учен. зап. Ленингр. ун-та. Сер. биол. науки. 1952. Вып. 28, 141. С. 217 — 229.
26. **Марков Г. С.** Простейшие и клещи-паразиты пресмыкающихся Прикаспия / Г. С. Марков, В. П. Иванов, Б. П. Крючков, Ж. Ф. Лукьянова, В. П. Никулин, В. Ф. Чернобай // Учен. зап. Волгоград. гос. пед. ин-та. Волгоград, 1964. Вып. 16. С. 90 — 98.
27. **Марков Г. С.** Гельминтофауна пресмыкающихся дельты Волги и прикаспийских степей / Г. С. Марков, В. П. Иванов, В. П. Никулин, В. Ф. Чернобай // Тр. Астрахан. заповедника. Астрахань, 1962. Вып. 6. С. 145 — 172.
28. **Марков Г. С.** Материалы по экологии и паразитологии ящериц и змей в Волгоградской области / Г. С. Марков, Н. А. Косарева, Б. С. Кубанцев // Паразитические животные. Волгоград, 1969. С. 198 — 220.
29. **Овезмухаммедов А.** Проотистофауна рептилий / А. Овезмухаммедов. Ашхабад: Ылым, 1987. 373 с.
30. **Овезмухаммедов А.** Лейшмании рептилий / А. Овезмухаммедов. Ашхабад: Ылым, 1991. 356 с.
31. **Смирнова М. И.** К гельминтофауне амфибий побережья Куйбышевского водохранилища / М. И. Смирнова // Природные ресурсы Волжско-Камского края. Животный мир. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1968. Вып. 2. С. 180 — 189.
32. **Смирнова М. И.** Изучение биоценологических связей гельминтов некоторых позвоночных животных побережья Куйбышевского водохранилища / М. И. Смирнова // Вопросы формирования прибрежных биогеоценозов водохранилищ. М.: Наука, 1969. С. 153 — 164.
33. **Смирнова М. И.** Биоценологические связи гельминтов некоторых позвоночных животных побережья Куйбышевского водохранилища: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 1970. 29 с.
34. **Смирнова М. И.** Гельминтофауна обыкновенного ужа Сараловского участка Волжско-Камского заповедника / М. И. Смирнова // Природные ресурсы Волжско-Камского края: Животный мир. Казань, 1971. Вып. 3. С. 164 — 167.
35. **Судариков В. Е.** Трематода *Pharyngostomum cordatum* (Alariidae, Hall et Wigdor, 1918) и ее жизненный цикл в условиях дельты Волги / В. Е. Судариков, В. В. Ломакин, Н. Н. Семенова // Гельминты животных. М.: Наука, 1991. С. 142 — 147.

36. Тертышников М. Ф. Пресмыкающиеся Центрального Предкавказья / М. Ф. Тертышников. Ставрополь: Ставропольсервисшкола, 2002. 240 с.
37. Федоров К. П. К экологии личинок трематоды в лесостепной зоне Северной Кулунды / К. К. Федотов // Экология гельминтов позвоночных Сибири. Новосибирск: Наука, 1989. С. 4 — 27.
38. Хабибуллин В. Ф. Пресмыкающиеся Республики Башкортостан: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В. Ф. Хабибуллин. Уфа, 1999. 18 с.
39. Чан Кьен. Систематика и экология обыкновенной гадюки *Vipera berus* (Linne, 1758): автореф. дис. ... канд. биол. наук / Чан Кьен Л., 1967. 14 с.
40. Черткова А. Н. Гельминтофауна обыкновенного ужа (*Natrix natrix*) в Астраханской области / А. Н. Черткова, З. Н. Кропотова // Тр. ГЕЛАН. 1974. Т. 26. С. 339 — 344.
41. Чихляев И. В. Географические вариации жизненных циклов некоторых видов гельминтов амфибий / И. В. Чихляев // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии: сб. науч. тр. Тольятти, 2004. Вып. 7. С. 157 — 164.
42. Чихляев И. В. Гельминты как индикаторы трофических связей обыкновенного ужа и амфибий / И. В. Чихляев, А. А. Кириллов // Экологические проблемы крупных рек — 3: тез. докл. междунар. и молодежной конференций. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. С. 309.
43. Шарпило В. П. Паразитические черви пресмыкающихся фауны СССР / В. П. Шарпило. Киев: Наук. думка, 1976. 287 с.
44. Khabibullin V. F. The helminths of the reptiles from South Urals / V. F. Khabibullin // Bull. Scandinavian Soc. for Parasitology. 2000. Vol. 10, 2. P. 116 — 117.
45. Kirin D. New records of the helminth fauna from Grass Snake, *Natrix natrix* L., 1758 and Dice Snake, *Natrix tessellata* Laurenti, 1768 (Colubridae: Reptilia) in South Bulgaria / D. Kirin // Acta zool. Bulg. 2002. V. 54, 1. P. 49 — 53.
46. Volk W. Die Kreuzotter: ein Leben in festen Bahnen? / W. Volk, B. Thiesmeier. Bielefeld: Laurenti-Verl., 2002. 160 S.

Поступила 18.10.06.

## ОСНОВНЫЕ ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ ПАРАЗИТОВ ЗМЕЙ ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА. СООБЩЕНИЕ 2. ПАРАЗИТИФОРМНЫЕ КЛЕЩИ

А. Г. Бакиев, кандидат биологических наук (Тольятти)

«Паразитиформные клещи (Parasitiformes), по взглядам некоторых ученых — это один из подотрядов в отряде клещей (Acarina), по мнению других — это самостоятельный отряд класса паукообразных (Arachnida). В пределах паразитиформных клещей имеется две крупные группы — мезостигматические клещи (Mesostigmata) и иксодидные клещи (Ixodidae, с 1 надсемейством — Ixodoidea)» [5, с. 6]. Надкогорта Mesostigmata включает ряд группировок (когорт), которые, в свою очередь, объединяют ряд семейств.

О клещах, являющихся паразитами змей в Волжском бассейне, известно мало. В доступной литературе мне удалось найти всего

одну работу, где имеются данные, относящиеся к одному из видов мезостигматических клещей. В этой работе [9] сообщается о том, что на Дамчинском участке Астраханского заповедника на трех видах змей — обыкновенном и водяном ужах, узорчатом полозе — отмечены клещи *Ophionyssus natricis* (Gervais). Интенсивность инвазии — 1 — 17 экз. Об экстенсивности заражения сообщается следующее: обыкновенный уж — 4 %, водяной уж — 20 %, узорчатый полоз — 1 из 5 экз. Найденный мною в мае 2005 г. на каспийском полозе в Богдинско-Баскунчакском заповеднике клещ определен М. К. Станюкович (личное сообщение) как самка *O. natricis*. Как известно, с кле-

© А. Г. Бакиев, 2007



щами *O. natrix* могут быть связаны анемия, сепсис, дерматиты и другие заболевания змей, вследствие укусов отмечены дерматиты и у человека [4; 6; 7; 15; 17].

К змеям фауны Волжского бассейна имеют отношение публикации с информацией сводного характера о мезостигматических клещах (Acarina, Parasitiformes, Mesostigmata) — паразитах рептилий [11; 16] и наземных позвоночных в целом [2]. Согласно этим публикациям, известны представители семи семейств мезостигматических клещей, паразитирующих как на рептилиях, так и в них (паразиты дыхательных путей змей). У змей фауна данной группы паразитов более разнообразна по сравнению с ящерицами, хотя, возможно, это связано с количеством проведенных исследований.

Наиболее многочисленны среди паразитов рептилий из мезостигматических клещей — гамазовые клещи (Gamasina). Имеются сведения о представителях пяти семейств, являющихся паразитами змей. На змеях паразитирует представитель семейства Omentolaelapidae Fain, 1961 — *Omentolaelaps mehelyae* Fain, 1961. Из семейства Laelapidae Berlese, 1892 известен только один вид, относящийся к роду *Haemolaelaps* Berlese, 1910, с обыкновенных ужей — *H. natrix* Feider et Solomon, 1960, а также клещи рода *Hemilaelaps* Ewing, 1933 (15 видов). Семейство энтониссиды Entonyssidae Ewing, 1923 объединяет 10 видов клещей, паразитирующих в легких змей. Из семейства Ixodorhynchidae Ewing, 1923 известны 25 видов, паразитирующих на змеях. Относящиеся к семейству Macroonyssidae Oudemans, 1936 представители рода *Ophionyssus* Megnin, 1884 паразитируют на обыкновенной гадюке (Schiemenz, 1985). Вид *O. natrix* (Gervais, 1844) (= *O. variabilis* Zemskaya, 1951) паразитирует, как уже говорилось, в бассейне Нижней Волги на обыкновенном и водяном ужах, узорчатом и каспийском полозе; он также обычен в зоопарках и террариумах, где отмечался на самых разных змеях — питонах, удавах, гюрзах, эфах и других.

Фауна гамазовых клещей змей России и сопредельных стран изучена крайне плохо. По имеющимся в настоящий момент сведениям, на территории бывшего Советского Союза из гамазид, паразитирующих на змеях, известны только два вида. Это, во-первых, *Ophionyssus natrix* с девяти видов змей, включая обыкновенного и водяного ужей, узорчатого и каспийского полозов [1; 3; 8; 9; 11; 16, наши данные], и, во-вторых, *Hemilaelaps radfordi* (Feider et Solomon, 1959) с обыкновенного ужа (М. К. Станюкович, личное сообщение). Кроме этого, змеи используются свободноживущими гамазовыми клещами некоторых видов для расселения, а в буртах навоза, где происходит линька обыкновенных ужей, эти клещи регулярно забираются в линные шкурки, возможно, используя детрит чешуек в качестве дополнительного питания [3].

И, наконец, об иксодоидных клещах (Ixodidae, Parasitiformes, Mesostigmata). Судя по информации, которая содержится в доступной литературе [3; 10; 12 — 14], паразитами змей бывшего СССР, представленными в офидиофауне Волжского бассейна, являются как минимум шесть видов клещей из семейства Ixodidae Murray, 1887: три вида относятся к роду *Ixodes* Latreille, 1795 подсемейства Ixodinae Murray, 1887, три вида — к роду *Haemophysalis* Koch, 1844 подсемейства Amblyomminae Banks, 1907. *Ixodes ricinus* (Linnaeus, 1758) паразитирует на обыкновенном ухе, палласовом полозе и степной гадюке, *I. apronophorus* Schulze, 1924 — на обыкновенной гадюке, *I. persulcatus* Schulze, 1930 — на обыкновенном ухе и обыкновенной гадюке; *Haemophysalis sulcata* Canestrini et Fanzago, 1877 паразитирует на обыкновенном ухе, обыкновенной медянке, узорчатом и палласовом полозах, обыкновенном щитоморднике и степной гадюке, *H. otophyla* — на обыкновенном ухе и степной гадюке, *H. inermis* Birula, 1895 — на степной гадюке.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ахмедов М. И. Герпетологическая фауна островов Апшеронского и Бакинского архипелагов Каспийского моря: автореф. дис. ... канд. биол. наук / М. И. Ахмедов. Баку [Киев], 1988. 19 с.
2. Балашов Ю. С. Паразито-хозяйственные отношения членистоногих с наземными позвоночными / Ю. С. Балашов // Тр. ЗИН АН СССР. Л.: Наука, 1982. Т. 97. 320 с.
3. Белова О. С. Встречаемость гамазовых и иксодовых клещей на рептилиях Западной Сибири / О. С. Белова, О. В. Григорьев // Герпетологические исследования в Сибири и на Дальнем Востоке. Л., 1981. С. 16 — 18.

4. **Брегетова Н. Г.** Гамазовые клещи / Н. Г. Брегетова. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. 248 с.
5. **Брегетова Н. Г.** Введение // Определитель обитающих в почве клещей Mesostigmata. Л.: Наука, 1977. С. 6 — 11.
6. **Кудрявцев С. В.** Рептилии в террариуме / С. В. Кудрявцев, С. В. Мамед [Мамет], В. Е. Фролов. М.: Хоббикнига; Сельская Новь, 1995. 253 с.
7. **Кудрявцев С. В.** Террариум и его обитатели / С. В. Кудрявцев, В. Е. Фролов, А. В. Королев. М.: Лесн. пром-сть, 1991. 350 с.
8. **Марков Г. С.** Новые данные по паразитологии змей Средней Азии и Казахстана / Г. С. Марков, О. П. Богданов // Герпетология. Ташкент: Наука, 1965. С. 79 — 90.
9. **Марков Г. С.** Простейшие и клещи-паразиты пресмыкающихся Прикаспия / Г. С. Марков, В. П. Иванов, Б. П. Крючков, Ж. Ф. Лукьянова, В. П. Никулин, В. Ф. Чернобай // Учен. зап. Волгоград. гос. пед. ин-та. Волгоград, 1964. Вып. 16. С. 90 — 98.
10. **Сердюкова Г. В.** Иксодовые клещи фауны СССР / Г. В. Сердюкова. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. 122 с.
11. **Станюкович М. К.** Клещи (Acari, Parasitiformes, Mesostigmata) — паразиты рептилий (Reptilia) / М. К. Станюкович, Л. К. Иогансен // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии: сб. науч. тр. Тольятти, 2004. Вып. 7. С. 122 — 128.
12. **Тертышников М. Ф.** Пресмыкающиеся Центрального Предкавказья / М. Ф. Тертышников. Ставрополь: Ставропольсервисшкола, 2002. 40 с.
13. **Федоров В. Г.** О кровососущих клещах на амфибиях и рептилиях в Западной Сибири // Второе акарологическое совещание: тез. докл. Киев: Наук. думка, 1970. Ч. 2. С. 185 — 186.
14. **Яковлева И. Д.** Пресмыкающиеся Киргизии / И. Д. Яковлева. Фрунзе: Илим, 1964. 272 с.
15. **Ярофке Д.** Рептилии. Болезни и лечение / Д. Ярофке, Ю. Ланде. М.: Аквариум, 1999. 324 с.
16. **Stanykovich M. K.** Observations on the gamasid mites (Parasitiformes, Gamasina, Macronyssidae) parasitizing reptiles from Russia and adjacent countries (ex-USSR) / M. K. Stanykovich, L. K. Iohansen / Progr. & Abstr.: 12<sup>th</sup> Ordinary General Meeting of Societas Herpetologica Europaea. St-Petersburg, 2003. P. 154.
17. **Wozniak E. J.** The biology, clinical significance and control of the common snake mite, *Opionyssus natricis*, in captive reptiles / E. J. Wozniak, D. F. De Nardo // J. Herpetol. Med. And Surg. 2000. Vol. 10, 3 — 4. P. 4 — 10.

*Поступила 18.10.06.*

## АНАЛИЗ ПРИЧИН И ПОСЛЕДСТВИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ ДИАРЕИ НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ

**Р. В. Борченко**, кандидат биологических наук (Саранск)

**Р. Е. Киселева**, доктор биологических наук (Саранск)

**Л. В. Кузьмичева**, доктор биологических наук (Саранск)

Одной из основных причин возникновения патологий, ведущих к снижению иммунной резистентности и развитию заболеваний молодняка при переходе к внеутробному развитию, является нарушение процесса становления и последующего согласованного взаимодействия физиологических систем, обеспечивающих поддержание адекватного метаболического статуса в организме в критические периоды его развития, к числу которых относится ранний постнатальный онтогенез.

Острые желудочно-кишечные заболевания телят распространены во многих фермерских хозяйствах Республики Мордовия и являются одной из основных причин их падежа. В период массовых зимне-весенних отелов с признаками диареи переболевают большинство новорожденных телят и, несмотря на проводимое лечение, 10 — 12 % больных животных погибают. Считается, что на заболеваемость телят влияют две основные группы этиологических факторов: антенатальные, возникающие при нарушении внутриутробного развития плода, и постнатальные, связанные с неблагоприятным воздействием на организм новорожденного [11; 20] (рис. 1).

В литературе описаны многочисленные факторы тератогенного воздействия на плод скармливания коровам-матерям плесневелых кормов, некоторых видов растений (люпина, душистого горошка и др.); инфекционных болезней (лептоспироз, вирусная диарея и др.), гиповитаминозов, нитратов и нитритов, недостатка или избытка некоторых микро- и макроэлементов [20].

В стрессовых ситуациях организм стельных животных, наряду с соматотропными и висцеромоторными защитными реакциями, включает мощную эндокринную систему, в которой при стрессе огромная роль принадлежит гормонам стероидной природы (кортизон, кортикостерон и др.), обеспечивающим мобилизацию энергетических сил организма для преодоления возникшего напряжения. Действуя через гематоплацентарную систему (при увеличении порозности плаценты), глюкокортикоиды усиливают обменные процессы плода, но подавляют развитие его надпочечников. Рождение телят с недоразвитыми надпочечниками ведет к развитию у них гипотонии и острых расстройств пищеварения.

Нарушение технологии содержания и кормления новорожденных животных создает благоприятный фон для активации условно патогенной и патогенной микрофлоры. Если на фоне предрасполагающих и способствующих факторов появляется благоприятная возможность для пассирования и накопления условно патогенных и патогенных микробов, то постепенно нарастает тяжесть заболевания и увеличивается количество больных животных.

Организм новорожденных телят (в отличие от взрослого) в силу анатомо-физиологических, биохимических и иммунологических особенностей отвечает своеобразной однотипной реакцией на разные раздражители внешней среды (в том числе и на действие микроорганизмов). На ранних стадиях онто-

© Р. В. Борченко, Р. Е. Киселева, Л. В. Кузьмичева, 2007



Рисунок 1

**Причины и следствия возникновения неспецифической диареи новорожденных телят (по собственным данным)**

генеза организм не способен реагировать типичной воспалительной реакцией в ответ на антигенное воздействие: у него низкая способность к образованию антител и низкий индекс фагоцитоза. Экспериментальные исследования подтверждают неполноценность воспалительной реакции в раннем возрасте и ее недостаточность как средства самозащиты, в связи с чем быстрее развивается интоксикация (главным образом эндогенного происхождения), типичная для периода новорожденности.

Адаптация к неблагоприятным условиям среды — важнейшее свойство организма. Она реализуется через основные регуляторные системы: нервную, эндокринную и иммунную. В ответ на воздействие различных неблагоприятных факторов среды развиваются множественные неспецифические реакции как всего организма, так и отдельных систем. Одна из наиболее изученных общих неспецифических реакций организма, определенная Г. Селье как стресс, является стереотипной эволюционно древней и генетически детерминированной адаптивной реакцией организма в ответ на воздействие необычных по

силе, качеству или продолжительности действия раздражителей, угрожающих нарушению гомеостаза [9].

Весь синдром стресса, или «общий адаптационный синдром», протекает стадийно, характеризуется определенным комплексом изменений в нейроэндокринной системе и оказывает влияние на уровень неспецифической резистентности организма, его воспалительный потенциал и обмен веществ [21].

Стресс-реакция развивается в ответ на действие разных по качеству, но сильных раздражителей и состоит из следующих стадий (рис. 2):

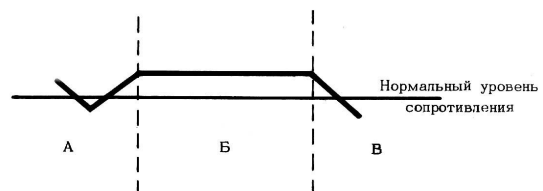


Рисунок 2

**Три стадии общего адаптационного синдрома [21]**

А — реакция тревоги; Б — стадия сопротивления; В — стадия истощения

**«Реакция тревоги»**, во время которой мобилизуются защитные силы организма. Для нее характерны активация симпатической нервной системы, выброс адреналина, увеличение частоты и силы сердечных сокращений, уменьшение кровоснабжения кожи и внутренних органов, интенсивное дыхание, гипергликемия, приостановка и расстройство пищеварения как несущественного для данного критического момента, усиленное потоотделение, увеличение мышечного тонуса, общей настороженности организма, стимуляция секреции кортикотропина в гипофизе, приводящая к повышению секреции глюкокортикоидов коры надпочечников.

В фазу тревоги происходит активация симпатоадреналовой системы, что влечет за собой снижение секреции оксидентных клеток и приводит к уменьшению концентрации либо полному отсутствию соляной кислоты в желудочном (сычужном) соке [11 — 13]. В результате нарушений желудочного пищеварения в кишечник попадает молозиво, не прошедшее «первичной обработки» сычужным соком, что создает условия для возникновения дисбактериоза в пищеварительном тракте.

Установлено, что последствия заболеваний диспепсией в средней и особенно тяжелой форме наблюдаются в течение всей жизни животного: на 15 — 18 % уменьшается молочная продуктивность, снижается оплата кормов, ухудшаются воспроизводительные способности [8]. Причиной массовых диарей у телат высокопродуктивных пород скота может являться дисфункция сычужного пищеварения — снижение секреции (обусловлено стресс-факторами) и интенсивная эвакуация непереваренного содержимого в дуоденум. Далее следует повышение миоэлектрической активности тонкого кишечника и, как следствие, диарея незаразной этиологии. Это подтверждает гипотезу интегрированного действия стресс-факторов на моторную и секреторную деятельность разных отделов пищеварительного тракта [12].

**«Стадия сопротивления, или устойчивости»**. Данная стадия наблюдается в том случае, если продолжающееся влияние стрессора соизмеримо с адаптацией. Признаки, характерные для реакции тревоги, уже исчезают, устойчивость организма к вредным воздействиям повышена. Происходит нормализация

деятельности желез внутренней секреции и тимико-лимфатической системы, а иногда даже повышение функциональной активности желез угнетенных в первую стадию реакции. Увеличивается общий объем крови, сохраняется гипергликемия и повышенный уровень ЖК («альтернативное топливо»), иммунная система и воспалительные реакции сильно подавлены.

**«Стадия истощения»** — наступает при достаточно интенсивном и длительном действии стрессора. Сильное или длительное напряжение приводит к повторному угнетению защитных сил организма. Наблюдается снижение ниже начального уровня сопротивляемости организма, гипертрофия и патология в коре надпочечников, хроническое воспаление, выпадение функций отдельных органов или систем, истощение активности системы антиоксидантной защиты, гипотония, гипогликемия, острые расстройства желудочно-кишечного тракта.

Хотя понятие стресса (общего адаптационного синдрома, по Селье) первоначально рассматривалось как комплекс физиологических или патологических реакций мобилизации на уровне целого организма, обеспечивающих поддержание его гомеостаза в меняющихся условиях окружающей среды, оно вполне применимо и к единичным клеткам, и к крупным биомолекулам [1; 3; 4; 21]. При этом реакция на действие раздражителей, к которым относятся и эндотоксины мембранотропного действия, является неспецифической. В начальный период действия неблагоприятных факторов изменения метаболизма в основном сходны с физиологическим возбуждением [4]. При усилении неблагоприятного фактора изменения обмена направлены в наиболее выгодную для данных условий сторону: часть метаболических реакций блокируется, одновременно включается ряд процессов, не функционирующих или слабо функционирующих в норме (например, аэробный гликолиз, синтез белков стресса). Этот защитный комплекс, направленный на сохранение жизненно важных центров, и есть неспецифический адаптационный синдром [2; 6; 7; 14 — 18].

Процессы структурно-функциональной перестройки биомолекул осуществляются как в условиях нормального функционирования, так и при воздействии неблагоприятных факто-

ров. В связи с этим явление адаптации рассматривается как единый процесс, осуществляющийся на всем протяжении «жизни биомолекулы».

На основании многолетних биохимических и морфологических исследований мы пришли к выводу, что наиболее общим и, вероятно, пусковым звеном в развитии эндотоксикоза при различных заболеваниях является деструкция клеточных мембран, связанная с нерегулируемым, каскадно-потенцируемым системным протеолизом, инициирующим в условиях экстремальных воздействий характерные для данных заболеваний патобиохимические закономерности [2; 6; 7; 14 — 16].

Гиперреактивность, протеолиз, активируя прооксидантную ферментную систему, обуславливают каскадное усиление перекисного окисления липидов (ПОЛ). Показано, что уровень неадекватного протеолиза, избыточной интенсивности ПОЛ и содержание молекул средней массы (МСМ) в крови связаны прямой пропорциональной зависимостью и определяют степень тяжести клинического течения заболевания [2].

Синдром эндогенной интоксикации (ЭИ), возникающий под влиянием различных альтерирующих факторов, относится к числу наиболее распространенных и наблюдается при самых разнообразных патологических состояниях. Его проявления, несмотря на различную этиологию, имеют общие патогенетические механизмы.

Анализируя собственные результаты, можно отметить, что проблема возникновения и развития эндогенной интоксикации занимает одну из ведущих позиций в структуре исследований критических состояний. Однако такие исследования крайне малочисленны, и лишь в последнее время термин «эндогенная интоксикация» начинает проникать из лабораторий в ветеринарную клинику. Неясными остаются вопросы запуска механизма эндотоксикоза и его роли в развитии стресс-реакции. Практически малоизученным остается влияние ЭИ на уровень циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК), а также на способность организма к компенсаторной детоксикации с помощью эндогенного альбумина в критической фазе заболевания.

Наиболее серьезные нарушения ЭИ наблюдаются в показателях белкового обмена, что

связано с угнетением белково-образовательной функции печени, усиленным катаболизмом белков в тканях, нарушением функций пищеварительного тракта [23; 24]. Важным звеном в патогенезе синдрома ЭИ является альбумин — белок, выполняющий пластические и транспортные функции. Снижение содержания этого белка является важнейшим прогностическим признаком интоксикации и выживаемости [2; 5]. При тяжелом эндотоксикозе в организме создаются условия для образования форм альбумина с измененными физико-химическими характеристиками, «перегруженного» лигандами, что препятствует обмену между тканями и сосудистым руслом транспорту токсинов к органам детоксикации-биотрансформации.

Впервые мы попытались создать схему нарушения связывающей способности транспортного белка — сывороточного альбумина — под влиянием продуктов эндогенной интоксикации организма телят, отягощенной неспецифической диареей.

В последние годы все большее внимание исследователей привлекают процессы свободнорадикального окисления, обеспечивающие в норме функцию обновления и структурной модификации клеточных мембран, синтеза комплекса комплементарных белков, проявление биоцидной функции активированных фагоцитов и т. д. [5; 19].

Однако избыточность этих процессов, вызываемая активными формами кислорода, может являться одним из неспецифических патогенетических звеньев развития ряда заболеваний и пограничных состояний, изменяющих структурную целостность и проницаемость клеточных мембран, вызывающих окислительную деструкцию белковых, липидных и углеводных компонентов клеток. Это приводит к нарушениям на разных структурно-функциональных уровнях [23; 24].

Важная роль в данный период принадлежит физиологической системе антиоксидантной защиты, функциональная недостаточность которой на ранней стадии адаптации новорожденного к новым условиям существования может привести к возникновению дисбаланса в течении процессов образования и утилизации активных форм кислорода и существенному нарушению адекватного протекания эволюционно детерминированных за-

щитных и приспособительных реакций, что в дальнейшем может вызвать более серьезное нарушение метаболизма [24]. Подобного рода отклонения в организме могут сопровождаться сдвигом существующего в нормальных условиях жизнедеятельности про- и антиоксидантного равновесия, которое является важнейшим механизмом окислительного гомеостаза, в сторону окислительного стресса [15].

Сдвиги в системе оксидант — антиоксидант в сторону усиления генерации кислородных метаболитов и, как следствие, развитие свободнорадикальных патологий могут возникать при недостатке в организме биологически активных веществ и микроэлементов в критические периоды развития. В этом отношении важно в начальный период развития новорожденных животных своевременно компенсировать недостаток тех или иных биологически активных веществ и микроэлементов, необходимых для полноценного функционирования антиоксидантной системы [19].

Результаты исследований показали, что при диарее у телят происходит усиление процессов свободнорадикального окисления (СРО), что дестабилизирует липиды и белки сыворотки крови: уровень СРО возрастает, антиоксидантная защита снижается ( $P < 0,05$ ). Дисбаланс в системе ПОЛ — антиоксидант усугубляется с ростом выраженности функциональных нарушений желудочно-кишечного тракта.

Протеолиз, перекисное повреждение белков и нуклеопротеидов приводит к повышению в кровяном русле биологически активных средномолекулярных пептидов.

Усиление образования липоперекисей приводит к сложным окислительным модификациям в структуре сывороточных белков (альбумина), их агрегации, фрагментации с распадом на более низкомолекулярные компоненты. Высокий уровень глюкозы, характерный для фазы тревоги, приводит к повышению в кровеносном русле гликилированных форм альбумина (фруктозамина). Окислительное повреждение и гликозилирование сывороточного альбумина приводят к снижению его функциональной нагруженности и, как следствие, к отягощению синдрома эндогенной интоксикации.

В области иммунологии одной из концептуальных проблем является изучение биохимических процессов, контролирующих состояние иммунной системы и патогенетических механизмов развития феномена иммунологической недостаточности. На сегодняшний момент известны многие этиологические факторы, лежащие в основе возникновения вторичных иммунодефицитов. В частности, иммуносупрессивный эффект наблюдается при действии кортикостероидов и прогестерона в высоких концентрациях вследствие инволюции органов тимико-лимфатической системы, при эндоинтоксикации, нефропатологии, blastomatozных поражениях, воздействии иммунотоксических лекарственных препаратов, различных иммуотропных факторов инфекционной и неинфекционной природы.

Одним из возможных механизмов, лимитирующих иммунный ответ, также может являться интенсификация процесса свободнорадикального окисления [10].

Показателями нарушения иммунного гомеостаза, а именно его гуморального звена, по праву можно считать ЦИК, содержание которых обусловлено тяжестью патологического процесса. В зависимости от стадии воспалительного процесса отмечается четкая картина подъема и спада уровней ЦИК, т. е. их взаимосвязь с клиническим течением заболевания: в первой стадии заболевания наблюдается нормальное значение ЦИК; в третьей («развернутая стадия») — подъем до максимального значения уровня ЦИК; в четвертой (выздоровление или ремиссия) — снижение до нормативных показателей. При хроническом течении или обострении заболевания после ремиссии возможно развитие пятой стадии, во время которой наблюдается стойкое повышение уровня ЦИК.

Таким образом, посредством развития окислительного стресса, накопления в кровяном русле липоперекисей, активных форм кислорода, продуктов окислительного повреждения белков и нуклеопротеидов, молекул средней массы и циркулирующих иммунных комплексов усиливается синдром эндогенной интоксикации. Развитие патологических нарушений при интоксикации будет зависеть от баланса двух противоположно направленных процессов: скорости образования и выхода в кровь эндотоксинов, с одной стороны, и элими-

нации (детоксикации) этих веществ, осуществляемой защитными системами организма — с другой. Сывороточный альбумин выступает как основной элемент элиминации низкомолекулярных токсинов из крови, так как обладает уникальной способностью к связыванию большого числа лигандов различной структуры (рис. 3).

Для нормальных взаимоотношений между матерью и плодом первостепенное значение имеет функциональное состояние гематоплацентарного барьера, обеспечивающего внутриутробное дыхание, обмен, гормональный статус и иммунную защиту плода. Интенсивность метаболизма в плаценте напрямую влияет на пластический и энергетический обмен плода, обуславливая его развитие. Активация СРО и накопление гидроперекисей в клеточной мембране изменяют физические свойства ее фосфолипидных компонентов, результатом чего является образование гидрофильных пор и увеличение ее проницаемости. Благодаря

этому процессу происходит увеличение проницаемости гистогематических барьеров организма и деление клеток. При длительной активации СРО этот же механизм приводит к снижению активности мембраносвязанных ферментов из-за повышения вязкости липидной фазы, уменьшению эластичности и механической прочности мембранного матрикса, а в дальнейшем и к его деградации. Наиболее опасны конечные продукты СРО липидов (альдегиды, кетоны), так как они инициируют процесс необратимой радикальной полимеризации клеточных биосубстратов [5].

Установлено, что проницаемость гистогематических барьеров организма меняется в зависимости от интенсивности перекисного окисления липидов, что играет немаловажную роль в процессах ауторегуляции [22].

В настоящее время для профилактики и лечения желудочно-кишечных заболеваний телят применяют достаточно эффективные лечебные схемы с использованием лекарственных средств.

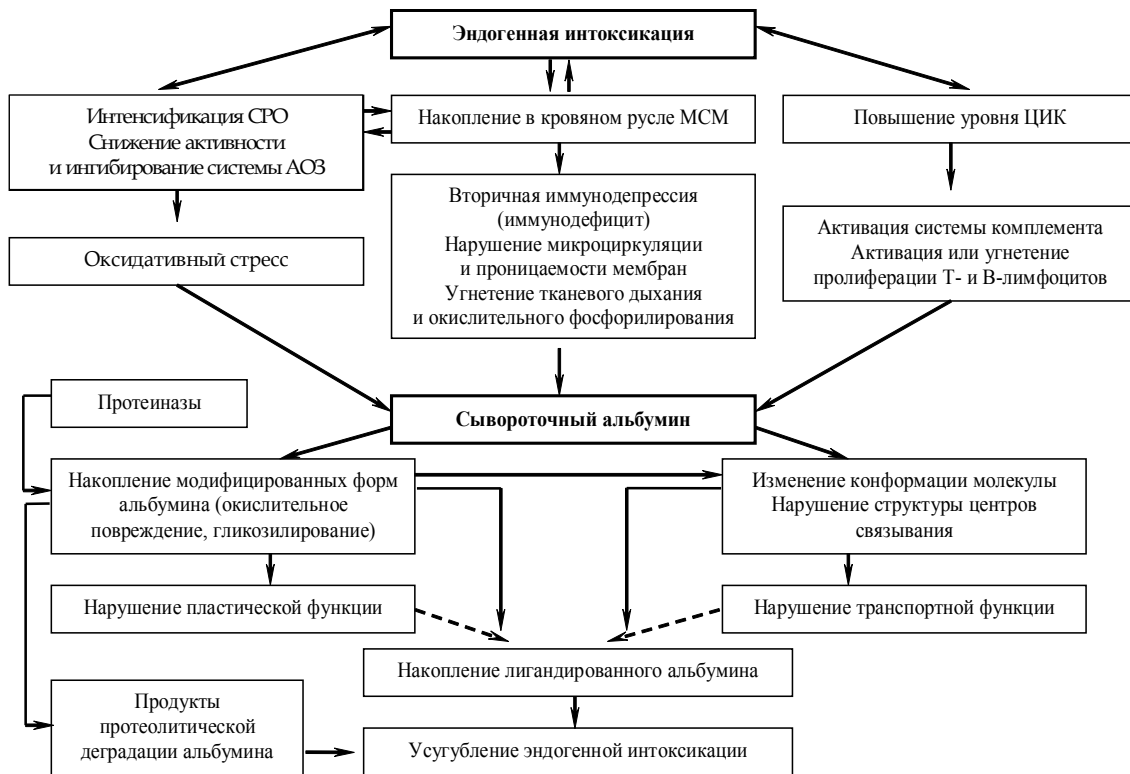


Рисунок 3  
 Патологические механизмы действия эндотоксинов  
 на молекулу сывороточного альбумина



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Александров В. Я.** Реактивность клетки и белки / В. Я. Александров. Л.: Наука, 1985. 317 с.
2. Альбумин сыворотки крови при загрязнении окружающей среды и инфекционных заболеваниях / Р. Е. Киселева, Н. В. Альба, Л. В. Кузьмичева, Д. Л. Альба // Альбумин сыворотки крови в клинической медицине. М., 1998. Кн. 2. С. 382 — 385.
3. **Барабой В. А.** Механизмы стресса и перекисное окисление липидов / В. А. Барабой // Успехи современной биологии. 1991. Т. 3, вып. 6. С. 923 — 931.
4. **Браун А. Д.** Неспецифический адаптационный синдром клеточной системы / А. Д. Браун, Т. П. Моженок. Л.: Наука, 1987. 231 с.
5. **Владимиров Ю. А.** Перекисное окисление липидов в биологических мембранах / Ю. А. Владимиров, А. И. Арчаков. М.: Наука, 1972. 252 с.
6. Влияние факторов окружающей среды на некоторые детоксикационные системы крови детей и взрослых / Р. Е. Киселева, Л. В. Кузьмичева, Н. В. Альба [и др.] // Экологические проблемы и пути их решения в зоне Среднего Поволжья: материалы Всерос. науч. конф. Саранск, 1999. С. 153 — 154.
7. Влияние факторов окружающей среды на состояние здоровья детей и подростков / Р. Е. Киселева, Н. В. Альба, Л. В. Кузьмичева [и др.] // Экологические проблемы и пути их решения в зоне Среднего Поволжья: материалы Всерос. науч. конф. Саранск, 1999. С. 154 — 155.
8. **Горбунов Н. Н.** Выращивание телят в индивидуальных домиках на открытой площадке / Н. Н. Горбунов // Молочное и мясное скотоводство. 1997. 1. С. 4 — 6.
9. **Давтян Т. К.** О взаимоотношении иммунного и адаптивного ответов / Т. К. Давтян, Л. А. Аванесян // Успехи современной биологии. 2001. Т. 121, 3. С. 275 — 286.
10. **Жаркой Б. Л.** Влияние активных форм кислорода на функциональную активность компонентов иммунной системы / Б. Л. Жаркой, М. И. Рецкий // Свободные радикалы, антиоксиданты и здоровье животных. Материалы Международной научно-практической конференции. Воронеж: ВГУ, 2004. С. 40 — 44.
11. **Жирков И. Н.** Нитроксергическая регуляция пищеварения / И. Н. Жирков // Сельскохозяйственная биология. 1999. 2. С. 25 — 37.
12. **Жирков И. Н.** Применение антибиотикоустойчивого пробиотика «РАС» для коррекции дисбактериозов у новорожденных телят / И. Н. Жирков, И. Н. Братухин // Ветеринария. 1999. 4. С. 40 — 42.
13. **Жирков И. Н.** Устранение массовых диспепсий новорожденных телят ацетатом натрия / И. Н. Жирков // Сельскохозяйственная биология. 2001. 6. С. 94 — 96.
14. Изменение иммунной системы человека при интоксикации и роль лазеротерапии в реабилитации / Р. Е. Киселева, Н. В. Альба, Д. Л. Альба, [и др.] // Материалы 4-го Международного конгресса по иммунореабилитации в медицине. Израиль, 2000. С. 125.
15. **Киселева Р. Е.** Адаптационные возможности иммунокомпетентных клеток / Р. Е. Киселева, Л. В. Кузьмичева. Саранск, 2004. 180 с.
16. **Киселева Р. Е.** Влияние эндотоксинов на иммунный статус больных бронхиальной астмой / Р. Е. Киселева, Л. В. Кузьмичева, В. И. Штырова // Астма. 2001. Т. 2, 1. С. 65.
17. **Малышев В. В.** Взаимосвязь между воспалением и стресс-реакцией / В. В. Малышев, Л. С. Васильева, В. В. Кузьменко // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 1993. 10. С. 349 — 350.
18. **Пузырев А. А.** Адаптация организма к действию экологических факторов на клеточном и субклеточном уровнях / А. А. Пузырев, В. Ф. Иванова, В. Г. Маймулов // Морфология. 1997. 112. Т. 4. С. 23 — 28.
19. **Рецкий М. И.** Перекисное окисление липидов и система антиоксидантной защиты у телят при бронхопневмонии / М. И. Рецкий // Итоги и перспективы научных исследований по проблемам патологии животных и разработке средств и методов терапии и профилактики. Воронеж, 1995. С. 161 — 162.
20. **Рецкий М. И.** Система антиоксидантной защиты у животных при стрессе и его фармакологической регуляции: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / М. И. Рецкий. Воронеж, 1997. 51 с.
21. **Селье Г.** На уровне целого организма / Г. Селье. М.: Наука, 1972. 121 с.
22. **Цыганский Р. А.** Влияние интенсивности свободнорадикальных процессов в организме беременных коров на резистентность потомства / Р. А. Цыганский // Свободные радикалы, антиоксиданты и здоровье животных. Материалы Международной научно-практической конференции. Воронеж: ВГУ, 2004. С. 290 — 295.
23. Modifications of proteins by polyunsaturated fatty acid peroxidation products / H. F. Refsgaard, L. Tsai, E. R. Stadtman // PNAS. 2000. V. 97, 2. P. 611 — 616.
24. **Stadtman R. E.** Protein oxidation / R. E. Stadtman, R. L. Levine // Ann. NY Acad. Scien. 2000. V. 899, 1. P. 191 — 208.

Поступила 18.10.06.

## ОСОБЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ ОРГАНОВ КРОВЕТВОРЕНИЯ КАСПИЙСКОЙ ВОБЛЫ

**М. П. Грушко**, кандидат биологических наук, (Астрахань)

**Н. Н. Федорова**, доктор медицинских наук, (Астрахань)

Регенерация форменных элементов крови на протяжении всей жизни обеспечивается кроветворными тканями. В процессе онтогенеза место образования форменных элементов крови несколько раз меняется и в итоге определяется филогенетическим уровнем развития организма. За счет кроветворных органов сохраняется стабильность клеточного состава крови, поддерживается численность тех или иных ее элементов [2]. Анализ литературных источников показал, что вопрос о кроветворении у рыб изучен мало. В связи с этим целью данного исследования явилось изучение морфофизиологии некоторых органов гемопоэза у каспийской воблы.

Задачами исследования явилось определение качественного и количественного состава дифференцирующихся клеток крови в головной, туловищной почках и в сердце каспийской воблы (*Rutilus rutilus caspicus* Jakovlev), идущей на нерест. Гистологические препаратыготавливались по общепринятой методике [1].

Головная почка исследованных видов рыб подразделялась на темные и светлые чередующиеся участки в соотношении 1 : 1. Темные участки состояли из интерреналовой ткани, светлые — из созревающих клеток крови. Кроме того, вдоль кровеносных капилляров были отмечены клетки хромаффинной ткани. Интерреналовая ткань была образована небольшими оксифильными клетками, которые располагались хаотично и группировались в тяжи.

Клетки хромаффинной ткани по размерам превосходили интерреналовые и располагались в виде длинных тяжей вдоль кровеносных капилляров. Хромаффинные клетки выделялись светлой окраской и имели полигональную форму, крупное ядро и зернистую цитоплазму.

Анализ участков, состоящих из дифференцирующихся клеток крови, показал, что среди ретикулярных клеток здесь пролиферируют и

дифференцируются клетки красной и белой крови, располагающиеся диффузно и небольшими группами (до 5 клеток). Было отмечено небольшое количество унипотентных клеток, удельный вес которых составлял по 1 %. Содержание клеток грануло- и агранулоцитопозитического рядов несколько превосходило содержание формирующихся клеток эритроидного ряда и составляло в среднем 58,1 и 41,9 % соответственно.

Кроме того, в пронефросе вокруг крупных сосудов были выявлены скопления макрофагов и плотные клеточные группировки, состоящие из зрелых лимфоцитов. Это, видимо, указывает на то, что в почке исследованных видов рыб осуществляются иммунные ответы, предотвращающие попадание в организм антигенов.

В туловищной почке рыб были четко различимы корковое и мозговое вещество. В корковом веществе, т. е. по периферии органа, наряду с почечными канальцами располагались и почечные тельца. В мозговом веществе располагались только почечные канальца.

Кроме того, в строме почек исследованных рыб был выявлен элемент эндокринной системы. Это округлое образование, окруженное соединительнотканной оболочкой, содержало клетки хромаффинной ткани. Его диаметр в среднем составлял 1 193 мкм. Внутри этого образования были четко различимы округлые клеточные конгломераты, состоящие из нескольких клеток, диаметр которых составлял 52,8 мкм. Центральную часть этого образования пронизывал сосуд. Анализ клеток межканальцевой ткани показал, что среди ретикулярных клеток здесь также пролиферируют и дифференцируются клетки эритроидного, грануло- и агранулоцитопозитического рядов. Формирующиеся клетки крови располагались диффузно и небольшими группами, в среднем по 5 клеток. Было выявлено сравнительно небольшое количество унипотентных клеток, удельный вес которых составлял 1,3 %. Выяв-

© М. П. Грушко, Н. Н. Федорова, 2007

лено, что процент содержания клеток грануло- и агранулоцитопозэтического ряда выше, чем клеток эритроидного, и составляет 60,7 % и 39,2 % соответственно.

Таким образом, анализ строения и функций почек воблы показал, что у рыб они являются многофункциональным органом, т. е. здесь происходит физиологическая регенерация крови, вырабатываются секреты эндокринных тканей — аналога надпочечников высших позвоночных. Кроме того, почки являются еще и органом иммунологической защиты организма.

Исследование структуры сердца карповых рыб позволяет утверждать, что кроме основной функции — центрального органа кровообращения — сердце выполняет еще и функцию кроветворения. Гистологический анализ препаратов сердца показал, что сердце рыб — мышечный орган, состоящий, за исключением луковицы аорты, из поперечно-полосатой мускулатуры. Снаружи сердце покрыто серозной оболочкой, в которой содержались многочисленные кровеносные сосуды. Внутри перикарда, на уровне нижнего края желудочка, были обнаружены относительно небольшие кроветворные очаги, различные по форме, содержащие сравнительно небольшое количество раз-

вивающихся клеток крови. Основу этих очагов составляли ретикулярные клетки, среди которых были рассредоточены кровяные.

Были отмечены клетки гранулоцитопозэтического, агранулоцитопозэтического и эритроцитопозэтического рядов. Клетки эритроцитопозэтического ряда составляли 36,36 %, а 63,64 % приходились на клетки грануло- и агранулоцитопозэтического рядов. Гранулоциты составили 45,45, а агранулоциты — 18,19 %. Унипотентных клеток отмечено не было.

Из числа агранулоцитов были выявлены лимфоциты (8,0 %) и пролимфоциты (10,2 %). Из клеток гранулоцитопозэтического ряда здесь развивались промиелоциты, метамиелоциты псевдоэозинофильные (по 18,2 %) и псевдоэозинофилы — 9,09 %.

Из клеток эритроцитопозэтического ряда встречались эритробласты (8,10 %), проэритробласты (10,08 %), оксифильные эритроциты (7,96 %) и зрелые эритроциты (10,17 %).

Таким образом выявлено, что сердце костистых рыб, в частности воблы, кроме основной своей функции — органа кровообращения — выполняет функцию кроветворения. В нем обнаружены небольшие кроветворные островки, в которых отмечены развивающиеся клетки всех типов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волкова О. В. Основы гистологии с гистологической техникой / О. В. Волкова, Ю. К. Елецкий. М.: Медицина, 1989. 234 с.
2. Основы ихтиогематологии (в сравнительном аспекте) / Л. Д. Житенева, Э. В. Макаров, О. А. Рудницкая. Ростов н/Д: Эверест, 2004. 312 с.

Поступила 18.10.06.

## ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ЦЕРАМИДОВ СЕДАЛИЩНОГО НЕРВА КРЫСЫ ПРИ ПОВРЕЖДЕНИИ

Е. В. Деринская (Саранск),  
В. В. Ревин, доктор биологических наук (Саранск)

Изучение восстановления функций поврежденных нервных проводников является актуальной проблемой, так как целый ряд патологических состояний возникают за счет

атрофии и дегенерации аксонов при травмах и ишемии нервных стволов [7]. При повреждении нерва происходят глубокие изменения в составе липидных компонентов мембран [2].

© М. П. Грушко, Н. Н. Федорова, 2007

Отдельные липидные компоненты мембран принимают непосредственное участие в развитии ряда патологических процессов на уровне мембранных образований клеток. К этой группе липидов относятся церамиды, которые являются вторичными посредниками в передаче различных внешних сигналов в клетку и участвуют в процессах регуляции пролиферации, дифференцировки и апоптоза клеток [3; 4; 5]. Было установлено, что биологические функции церамидов зависят от их химической структуры. Прежде всего биологическая активность зависит от структуры сфингоидного основания [1]. Однако церамид является N-ацилпроизводным сфингоида, т. е. в молекуле церамида имеются две углеводородные цепи — сфингоидного основания и жирной кислоты, каждая из которых вносит определенный вклад в биологический эффект.

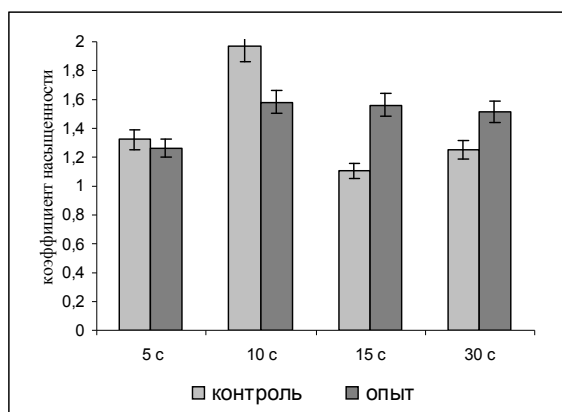
Целью данной работы было исследование изменений количества церамидов и их жирнокислотного состава в седалищных нервах крысы при травмировании.

**Методика исследования.** Эксперименты выполнены на беспородных крысах-самцах массой 200 — 250 г, содержащихся на стандартном рационе. Повреждения вызывали передавливанием седалищного нерва. Животных выводили из эксперимента на 5-е, 10-е, 15-е и 30-е сутки после повреждения. После препаровки седалищные нервы выдерживали в растворе, содержащем 0,1 мМ NaCl, 4 мМ KCl, 1 мМ CaCl<sub>2</sub>, 1 мМ MgSO<sub>4</sub>, 25 мМ NaH<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 3 мМ NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>,

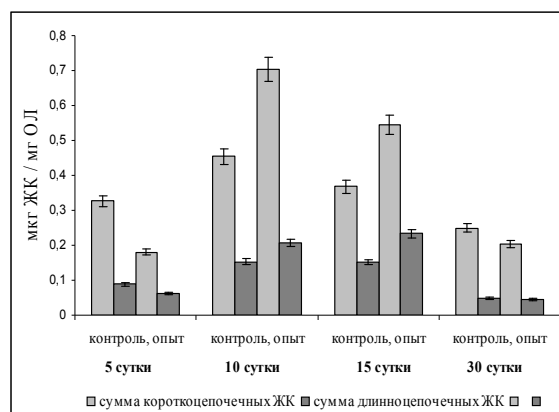
30 мМ C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>. О функциональной активности нерва судили по его способности проводить ритмическое возбуждение. Потенциал действия отводили в термостатируемой камере, раздражение осуществляли лабораторным стимулятором ЭСЛ-1 (Россия), сигнал наблюдали на экране осциллографа С1-68 (Россия).

Липиды выделяли из ткани многократной экстракцией смесью хлороформ : метанол (2 : 1, а затем 1 : 2, по объему) до их полного извлечения. Экстракты упаривали в ротормном испарителе и промывали по методу Фолча [6] для удаления полярных гликофинголипидов (в том числе ганглиозидов). Для освобождения липидного экстракта от глицеролипидов проводили метанолиз 0,2 М раствором NaOH в метаноле в течение 18 ч при температуре 20 °С, после чего реакцию смесь нейтрализовали 0,2 М HCl в метаноле и упаривали. Разделение липидных фракций осуществляли методом микротонкослойной хроматографии на силикагеле сначала в диэтиловом эфире, затем в системе хлороформ : метанол (9 : 1, по объему). Идентификацию липидов проводили с помощью свидетелей и известных из литературы величин R<sub>f</sub>. Концентрацию церамидов оценивали по количеству жирных кислот, входящих в состав. Метилирование жирных кислот проводили с помощью раствора трехфтористого бора в метаноле.

Жирно-кислотный состав церамидов анализировали на газовом хроматографе Кристалл 5000.1 (Россия) с капиллярной колонкой



*Рисунок 1*  
**Изменение коэффициента насыщенности жирных кислот седалищного нерва крысы на различные сутки после повреждения**



*Рисунок 2*  
**Изменения содержания длинноцепочечных и короткоцепочечных жирных кислот седалищного нерва крысы при повреждении**

Таблица 1  
Жирнокислотный состав церамидов, выделенных из контрольного и поврежденного нерва (% от суммы кислот)

Кислоты	5-е сутки		10-е сутки		15-е сутки		30-е сутки	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
8 : 0	1,41 ± 0,07	3,08 ± 0,15	4,62 ± 0,23	1,32 ± 0,07	0,74 ± 0,04	2,14 ± 0,11	2,60 ± 0,13	1,69 ± 0,08
10 : 0	0,28 ± 0,01	1,37 ± 0,07	0,19 ± 0,01	0,07 ± 0,01	1,16 ± 0,06	1,67 ± 0,08	2,90 ± 0,15	1,96 ± 0,10
11 : 0	0,64 ± 0,03	0,82 ± 0,04	0	0,15 ± 0,01	0,20 ± 0,01	0,74 ± 0,04	0,33 ± 0,02	0,20 ± 0,01
12 : 0	0,52 ± 0,03	0,41 ± 0,02	0,25 ± 0,01	0,33 ± 0,02	0,22 ± 0,01	0,34 ± 0,02	0,56 ± 0,03	0,34 ± 0,02
14 : 0	4,67 ± 0,23	4,72 ± 0,24	4,34 ± 0,22	2,18 ± 0,11	2,86 ± 0,14	3,85 ± 0,19	3,23 ± 0,16	4,79 ± 0,24
14 : 1	2,86 ± 0,14	3,49 ± 0,17	1,92 ± 0,10	0	0,87 ± 0,04	0,27 ± 0,01	0,67 ± 0,03	0,74 ± 0,04
15 : 0	3,14 ± 0,16	4,65 ± 0,23	3,57 ± 0,18	1,27 ± 0,06	2,18 ± 0,11	1,80 ± 0,09	1,45 ± 0,07	2,63 ± 0,13
16 : 0	26,88 ± ± 1,34	25,77 ± ± 1,29	18,52 ± ± 0,93	28,76 ± ± 1,44	26,65 ± ± 1,33	27,58 ± ± 1,38	26,98 ± ± 1,35	30,21 ± ± 1,51
16 : 1	1,85 ± 0,09	0	0	0,84 ± 0,04	1,35 ± 0,07	1,17 ± 0,06	0,67 ± 0,03	4,72 ± 0,24
17 : 1	3,54 ± 0,18	3,62 ± 0,18	1,13 ± 0,06	0,64 ± 0,03	0	0	0	0
18 : 0	16,90 ± ± 0,85	8,95 ± 0,45	29,95 ± ± 1,50	22,45 ± ± 1,12	16,86 ± ± 0,84	20,09 ± ± 1,01	15,61 ± ± 0,78	15,44 ± ± 0,77
18 : 1	9,34 ± 0,47	9,09 ± 0,46	8,87 ± 0,44	17,15 ± ± 0,86	9,57 ± 0,48	5,53 ± 0,28	22,74 ± ± 1,14	10,92 ± ± 0,55
18 : 2	4,31 ± 0,22	2,73 ± 0,14	0	1,80 ± 0,09	4,14 ± 0,21	2,17 ± 0,11	4,24 ± 0,21	4,38 ± 0,22
18 : 3	2,33 ± 0,12	5,61 ± 0,28	1,48 ± 0,07	0,37 ± 0,02	2,89 ± 0,14	1,44 ± 0,07	1,56 ± 0,08	2,90 ± 0,15
20 : 0	1,05 ± 0,05	0,96 ± 0,05	2,52 ± 0,13	1,34 ± 0,07	0,96 ± 0,05	0,78 ± 0,04	0,89 ± 0,05	1,15 ± 0,06
20 : 1	1,29 ± 0,06	1,16 ± 0,06	4,15 ± 0,21	5,43 ± 0,27	0,90 ± 0,05	0,56 ± 0,03	0,94 ± 0,05	0,88 ± 0,04
20 : 4	0,81 ± 0,04	0	0	0,84 ± 0,04	0,51 ± 0,03	1,13 ± 0,06	2,90 ± 0,15	4,05 ± 0,20
22 : 0	0,64 ± 0,03	1,03 ± 0,05	1,59 ± 0,08	1,72 ± 0,09	0,06 ± 0,01	0,81 ± 0,04	0,67 ± 0,03	0,67 ± 0,03
22 : 2	16,74 ± ± 0,84	18,52 ± ± 0,93	16,15 ± ± 0,81	11,66 ± ± 0,58	12,08 ± 0,60	6,99 ± 0,35	10,70 ± ± 0,54	11,13 ± ± 0,56
24 : 0	0,81 ± 0,04	4,03 ± 0,20	0,77 ± 0,04	1,69 ± 0,08	0	0,49 ± 0,03	0,33 ± 0,02	0,27 ± 0,01

HR-FFAP 50 m 0,32 mm 0,5 µm (США). Полученные экспериментальные данные статистически обрабатывали с использованием электронных таблиц Microsoft Excel 2000 и пакета программ STAT 2.

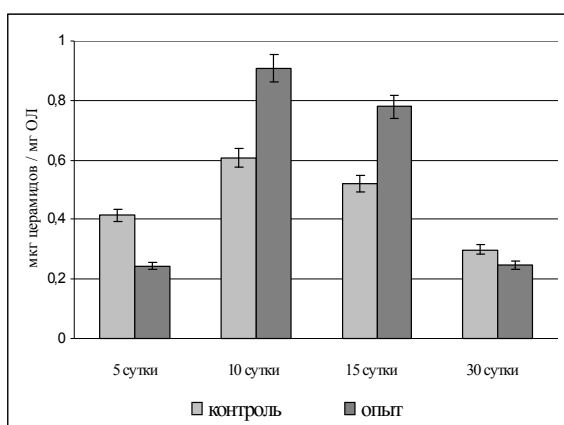


Рисунок 3  
Содержание церамидов в седалищном нерве крысы на различные сутки после повреждения

**Результаты исследования.** Повреждение нерва приводит к потере способности нерва проводить ритмическое возбуждение. В процессе дегенерации седалищного нерва выявлены изменения в жирнокислотном составе церамидов, зависящие от длительности посттравматического периода.

Анализ жирнокислотного состава церамидов показал, что в контрольном образце определяется набор из 20 кислот (табл. 1).

Жирнокислотный состав церамидов нерва после травмы изменялся. Восстановлению способности проводить ритмическое возбуждение предшествует нормализация состава церамидов нерва. Происходит уменьшение коэффициента насыщенности (рис. 1) и увеличение доли длинноцепочечных жирных кислот с максимумом их накопления на 5-е сутки (рис. 2).

С увеличением длительности послеоперационной выдержки запускаются репаративные процессы. К 15-м суткам после повреждения происходит восстановление жирнокислотного состава, соотношения насыщенных и ненасыщенных жирных кислот (рис. 1).

В процессе послеоперационной выдержки увеличивается уровень церамидов на 10-е и 15-е сутки почти на треть по сравнению с контролем, а к 30-м суткам содержание церамида уменьшается до контрольного значения (рис. 3).

Таким образом, можно заключить, что повреждение периферических нервов вызывает увеличение количества церамидов, накопление которых стимулирует внутриклеточные процессы, приводящие к дегенерации соматических нервов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Дятловицкая Э. В.** Зависимость биоэффекторных свойств сфинголипидов от строения их гидрофобного фрагмента / Э. В. Дятловицкая // Биохимия. 1998. Т. 63, вып. 1. С. 67 — 74.
2. **Ревин В. В.** Состав липидов соматических нервов крысы при действии повреждающих факторов / В. В. Ревин, М. А. Юданов, Г. В. Максимов // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2006. Т. 142, 8. С. 155 — 157.
3. **Buccoliero R.** The roles of ceramide and complex sphingolipids in neuronal cell function / R. Buccoliero, A. H. Futerman // Pharmacological Research. 2003. Vol. 47. P. 409 — 419.
4. Ceramide in Apoptosis: A Revisited Role / T. Levade, S. Malagarie-Cazenave, V. Gouazo [et al.] // Neurochemical Research. 2002. Vol. 27. P. 601 — 607.
5. **Colombaioni L.** Sphingolipid metabolites in neural signalling and function / L. Colombaioni, M. Garcia-Gil // Brain Research Reviews. 2004. Vol. 46. P. 328 — 355.
6. **Folch J.** A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues / J. Folch, M. Lees, J. H. Sloane-Stanley // J. Biol. Chem. 1957. Vol. 226. P. 497 — 509.
7. **Vance J. E.** The synthesis and transport of lipids for axonal growth and nerve regeneration / J. E. Vance, R. B. Campenot, D. E. Vance // Biochim. Biophys. Acta. 2000. Vol. 1486. P. 84 — 96.

Поступила 18.10.06.

## ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ НАД-ЗАВИСИМЫХ ФЕРМЕНТОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭНДОТОКСИНОВ

**Р. Е. Киселева**, доктор биологических наук (Саранск)

**О. С. Новожилова**, кандидат биологических наук (Саранск)

**Ю. А. Дарькина**, (Саранск)

Жизнеспособность клетки обусловлена ее метаболическими реакциями, результатом которых является образование и потребление энергии. Актуальным является поиск средств биогенного происхождения, способных восстанавливать метаболические нарушения различного генеза. С этих позиций в качестве объекта исследования используются дегидрогеназы, функция которых обеспечивает оптимальные соотношения окисленных и восстановленных форм никотинамидных коферментов, определяя направленность обменных потоков, создает предпосылки для энергетического обеспечения тканей [4]. Активности основных ферментов энергетического метаболизма, таких как лактатдегидрогеназа (ЛДГ) и сукцинатдегидрогеназа (СДГ), коррелируют между собой. Сравнительный анализ показал более глубокие изменения в уровнях фермен-

тов у больных бронхолегочными заболеваниями в период рецидива по сравнению с периодом ремиссии [2].

Повреждение тканей при инфекционных заболеваниях верхних дыхательных путей может быть обусловлено двумя основными причинами: вследствие выделения токсинов бактериями либо при накоплении эндотоксинов, к числу которых относятся молекулы средней массы (МСМ), циркулирующие иммунные комплексы (ЦИК), свободнорадикальное окисление липидов (СРО) и антиоксидантная активность (АОА). Объективным критерием состояния резистентности организма являются клинико-лабораторные анализы клеток системы крови. Среди них особый интерес представляют нейтрофилы. Они одними из первых отвечают на повреждающие факторы и антигенную агрессию [3].

© Р. Е. Киселева, О. С. Новожилова, Ю. А. Дарькина, 2007

Материалом исследования служила кровь практически здоровых людей (доноров,  $n = 50$ ), которую получали со станции переливания крови, и кровь больных бронхолегочными заболеваниями (бронхит,  $n = 18$ , пневмония,  $n = 24$ , бронхиальная астма,  $n = 8$ ) из отделения пульмонологии Городской клинической больницы 4 г. Саранска.

Нейтрофилы выделяли по методу Bignold, Ferrante (1987). Жизнеспособность выделенных клеток определяли по В. В. Меньшикову (1987). Активность ЛДГ (М. Sevela, J. Tovarek, 1959) и СДГ (В. Л. Пастушков, Ю. А. Минин, 1993) исследовали спектрофотометрическими методами. Концентрацию белка определяли по Брэдфорду (1976).

МСМ (Н. И. Габриэлян, В. И. Липатова, 1984) определяли спектрофотометрически при длине волны 280 нм для определения белков, содержащих ароматические аминокислоты, и при длине волны 254 нм для определения нуклеотидов. Количество ЦИК оценивали спектрофотометрически по методике С. К. Вельбри, А. Л. Лиллеорг, С. А. Линдстрем (1988). Для определения интенсивности СРО и АОА сыворотки крови применяли хемилюминесцентный метод (Г. Б. Афолина, В. Г. Бордонос, 1990).

Изменения активности НАДФ-зависимых дегидрогеназ объективно отражает течение воспаления у больных бронхолегочными заболеваниями. При бронхите в стадию обострения происходит увеличение активности ЛДГ на 30,9 %, при пневмонии — на 48,3 %, при бронхиальной астме — на 44,7 % и снижение активности СДГ на 32,7 %, 39,9 и 35,0 % соот-

ветственно по отношению к контролю (рис. 1), что свидетельствует о снижении активности аэробного и усилении анаэробного окисления. Повышение активности ЛДГ при недостаточном функционировании СДГ представляет собой компенсаторный механизм, благодаря которому клетки пытаются возместить уменьшение количества образующейся энергии, возникающее вследствие угнетения работы цикла трикарбоновых кислот. В условиях низкого содержания кислорода в окружающей среде происходит подавление фагоцитарной способности, одним из факторов которой является энергодефицит, вызванный торможением работы цикла Кребса. Повышение интенсивности процессов анаэробного гликолиза (об этом свидетельствует увеличение активности ЛДГ) не компенсирует недостаток энергии и не приводит к восстановлению функциональной способности клеток.

В результате воспалительных реакций в организме происходит накопление эндотоксинов, что свидетельствует о протекании патологического процесса. Для определения тяжести эндотоксикоза нами использован комплекс объективных лабораторных критериев: МСМ, ЦИК, СРО и АОА. Уровень МСМ при бронхите в стадию обострения по сравнению с контролем возрастает в 1,96 раза, при пневмонии — в 1,8 раза, при бронхиальной астме — в 2,17 раза, что отражает активность деструктивных реакций. Бронхолегочные заболевания характеризуются накоплением в крови ЦИК: при бронхите наблюдается повышение в 1,6 раза, при пневмонии — в 1,7 раза, при

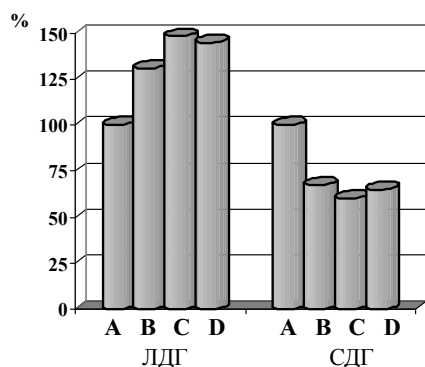


Рисунок 1

**Активность ферментов нейтрофилов крови больных бронхолегочными заболеваниями**  
 А — доноры, В — бронхит, С — пневмония, D — бронхиальная астма

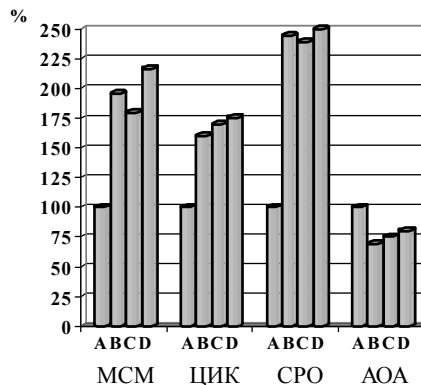


Рисунок 2

**Показатели эндотоксикоза крови больных бронхолегочными заболеваниями**  
 А — доноры, В — бронхит, С — пневмония, D — бронхиальная астма

бронхиальной астме — в 1,76 раза по отношению к контрольной группе. Это говорит об избыточности антигенов и затрудненном удалении токсических среднемолекулярных комплексов. Тяжелое течение заболеваний бронхолегочного аппарата характеризуется повышением уровня СРО в 2,45 раза при бронхите, в 2,4 раза — при пневмонии, в 3,8 раза — при бронхиальной астме и снижением АОА на

31 %, 25 и 20 % соответственно по отношению к донорам (рис. 2). Нарушение равновесия между уровнем свободнорадикального окисления и состоянием систем антиоксидантной защиты приводит к избыточному накоплению продуктов СРО. Избыточное количество липоперекисей усугубляет функциональную недостаточность клеток и тем самым способствует затяжному, осложненному течению заболеваний [1].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Киселева Р. Е.** Адаптационные возможности иммунокомпетентных клеток / Р. Е. Киселева, Л. В. Кузьмичева. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2004. 180 с.
2. Клиническая значимость изменений активности НАДФ-зависимых дегидрогеназ в лимфоцитах у больных бронхиальной астмой / Л. М. Куртасова, А. А. Савченко, Е. А. Пучко, И. А. Ольховский // Клиническая лабораторная диагностика. 2001. 8. С. 3 — 5.
3. Механизмы защиты организма от вирусных инфекций: нейтрофильные лейкоциты / Н. И. Бахов, Ю. Ф. Майчук, А.В. Корнев // Успехи современной биологии. 2000. Т. 120, 1. С. 23 — 35.
4. **Скоромный О. М.**, Активність дегідрогеназ при гострому панкреатиті та їх корекція (експериментально-клінічне дослідження) / О. М. Скоромний // Шпитальна хірургія. 2001. 1. С. 12 — 14.

*Поступила 18.10.06.*

### ИЗМЕНЕНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ФОСФОЛИПИДОВ СПИННОГО МОЗГА КРОЛИКА ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ АЛЛЕРГИЧЕСКОМ ЭНЦЕФАЛОМИЕЛИТЕ

**О. В. Козлова**, (Саранск)

**Э. С. Ревина**, кандидат биологических наук (Саранск)

Экспериментальный аллергический энцефаломиелит (ЭАЭ) представляет собой приближенную модель демиелинизирующих заболеваний человека, которые занимают важное место в патологии нервной системы [3].

Ранее в работах Н. П. Тарановой и соавторов всесторонне исследовался метаболизм липидов нервной системы при ЭАЭ [1; 2; 4]. Показано резкое угнетение всех классов липидов как в спинном, так и в головном мозге, что свидетельствует о генерализованном характере нарушений обмена липидов при аллергическом энцефаломиелите. Однако малоисследованным остается вопрос об участии отдельных фосфолипидов в процессе демиели-

низации, прежде всего жирных кислот, являющихся компонентами фосфолипидов, так как известно, что изменение соотношения насыщенных / ненасыщенных жирных кислот приводит к изменению микровязкости липидных мембран [9]. Кроме того, длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты — один из ключевых факторов развития нервной ткани, клеточной сигнализации и, вероятно, способности регенерировать в ответ на повреждение.

В связи с этим представляло интерес изучить состав жирных кислот индивидуальных фосфолипидов при экспериментальном аллергическом энцефаломиелите.

© О. В. Козлова, Э. С. Ревина, 2007



**Методы исследования.** Исследование проводили на взрослых кроликах-самцах массой 2,5 — 3 кг, у которых вызывали ЭАЭ путем однократной внутрикожной инокуляции в подушечки лап 1 мл (по 0,25 мл в каждую лапу) энцефалитогенной эмульсии, содержащей 20 мг лиофилизированного миелина спинного мозга кроликов, 0,2 мл физиологического раствора и 0,8 мл полного стимулятора Фрейнда [4].

Кроликов забивали с помощью воздушной эмболии на высоте развития заболевания (на 25 — 27-й день после инокуляции миелина) и исследовали спинной мозг животных, у которых наблюдалось тяжелое течение энцефаломиелимита, сопровождающееся глубокими парезами и параличами конечностей и сфинктеров тазовых органов.

Липиды выделяли по методу Блай-Дайера [7]. Индивидуальные фракции фосфолипидов получали методом двумерной микротонкослойной хроматографии в системах Брокхьюза [8]. Состав жирных кислот анализировали методом газожидкостной хроматографии на хроматографе Кристалл 5000.1 с капиллярной колонкой HP-FFAP 50 m 0,32 mm 0,5  $\mu$ m (США). Обсчет хроматограмм проводили методом внутренней нормализации. Полученные экспериментальные данные статистически обрабатывали с использованием электронных таблиц Microsoft Excel 2000 и пакета программ STAT 2.

**Результаты и обсуждение.** Изучение состава жирных кислот проводилось в следующих основных фракциях фосфолипидов спинного мозга кролика: сфингомиелине (СФМ); фосфатидилхолине (ФХ); фосфатидилсерине (ФС); фосфатидилинозитиде (ФИ); фосфатидилэтанолаmine (ФЭА).

При инициации ЭАЭ во всех фракциях ФЛ происходило процентное перераспределение в составе жирных кислот (табл.).

Так, в СФМ при тяжелой форме ЭАЭ в шейном и грудном отделах спинного мозга показано повышение константы насыщенности в 1,3 раза — в основном за счет увеличения доли стеариновой кислоты в 1,4 раза относительно уровня контроля и значительного снижения линоленовой кислоты.

В поясничном и крестцовом отделах спинного мозга кролика константа насыщенности снижалась в 1,7 и 1,2 раза соответственно,

что в основном происходило за счет возрастания в данных отделах доли докозодиеновой кислоты. Во всех отделах спинного мозга (кроме шейного) происходило уменьшение пальмитиновой кислоты примерно на 10 % относительно уровня контроля.

ФЭА, выделенный из различных отделов спинного мозга кролика, характеризуется высоким содержанием олеиновой кислоты по сравнению с другими фосфолипидами. Инициация ЭАЭ приводит к более значительным изменениям в процентном соотношении жирных кислот ФЭА. В шейном и грудном отделах наблюдается увеличение процентного содержания докозодиеновой кислоты, в поясничном и крестцовом отделах — пальмитиновой. Во всех отделах (кроме грудного) при тяжелой форме ЭАЭ происходит увеличение константы насыщенности, в основном за счет возрастания пальмитиновой и стеариновой кислот при одновременном снижении олеиновой и линолевой кислот.

Во фракции ФХ при тяжелой форме ЭАЭ во всех отделах спинного мозга показано значительное увеличение константы насыщенности: в шейном и крестцовом отделах — в 1,5 раза, в грудном и поясничном — в 2,4 раза относительно уровня контроля. Падение уровня полиненасыщенных жирных кислот: линолевой, линоленовой, докозодиеновой, особенно выраженное в поясничном и крестцовом отделах спинного мозга, возможно, является результатом увеличения активности фосфолипазы  $A_2$ , поскольку именно она катализирует гидролиз фосфолипидов в основном в sn-2 положении, характерном для ненасыщенных жирных кислот [10].

Изучение жирнокислотного состава ФС показало, что при тяжелой форме ЭАЭ в шейном и грудном отделах спинного мозга происходит снижение пальмитиновой кислоты; при этом в шейном отделе значительно возрастает доля ненасыщенных ЖК: олеиновой, линолевой (в 3,5 раза), эйкозодиеновой, докозодиеновой (на 14 %), за счет чего константа насыщенности снижается с 6,9 до 1,7. Однако в грудном, поясничном и крестцовом отделах наблюдается снижение ненасыщенных ЖК и повышение уровня насыщенных кислот, вследствие чего константа насыщенности возрастает.

Во фракции ФИ при тяжелой форме ЭАЭ в шейном и грудном отделах спинного мозга

Таблица  
Состав жирных кислот фосфолипидов спинного мозга кролика в норме и при ЭАЭ (% от общего содержания)  
1 — шейный, 2 — грудной, 3 — пояничный, 4 — крестцовый отделы спинного мозга кролика

	11:0	14:0	15:0	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	20:2	22:2	K <sub>α</sub>	
СФМ	Контроль	14,3±0,12	13,2±0,17	—	26,7±0,48	20±0,35	13,8±0,23	2,8±0,14	5,5±0,42	—	3,7±0,09	2,87
	опыт	1,9±0,14	5,7±0,26	—	45,6±0,96	18,3±0,65	9,2±0,32	4,7±0,42	—	—	14,7±0,31	2,50
	Контроль	12,1±0,7	3,9±0,34	—	39,6±1,56	30,3±1,4	5,6±0,5	2,4±0,17	0,7±0,16	—	5,7±0,65	6,04
	опыт	1,0±0,08	7,1±0,87	—	41,7±1,87	21,1±1,2	15,7±1,06	3,6±0,08	1,5±0,08	—	8,2±0,13	2,44
ФХ	Контроль	6,1±0,24	3,9±0,75	—	40,0±1,61	29,0±1,32	9,6±1,02	3,7±0,06	0,8±0,02	—	7,1±0,34	3,74
	опыт	8,8±1,23	4,3±0,06	—	36,8±1,03	27,1±0,32	9,3±1,12	4,3±0,06	—	—	9,4±1,03	3,34
	Контроль	9,9±1,01	4,3±0,65	—	33,3±1,69	30,2±0,36	9,4±0,047	4,1±0,07	—	—	8,9±0,12	3,46
	опыт	3,4±0,06	8,0±1,54	—	31,5±1,36	23,0±0,98	14,5±1,84	4±0,071	0,8±0,04	—	14,7±0,6	1,93
ФС	Контроль	—	6,6±0,45	—	43,0±1,95	26,4±1,03	8,3±1,01	2,7±0,06	3,8±0,42	—	8,0±0,24	3,39
	опыт	—	3,9±0,36	—	40,6±1,20	22,7±0,23	14,5±0,34	3,3±0,08	3,9±0,01	—	11,2±0,12	2,04
	Контроль	—	4,1±0,32	—	38,5±0,32	27,5±0,73	8,8±1,02	5,8±0,36	3,7±1,03	2,3±0,34	8,2±1,06	2,47
	опыт	—	3,6±0,65	—	40,3±1,65	19,2±1,42	18,8±0,45	4,1±0,34	1,4±0,97	2,1±0,65	8,9±0,58	1,83
ФФ	Контроль	—	4,7±0,32	—	48,0±1,65	31,7±0,32	5,5±0,23	4,5±0,23	1,0±0,52	—	3,4±0,31	5,94
	опыт	—	16,1±0,47	—	39,8±0,45	27,2±1,06	12,3±0,45	3±0,63	1,4±0,74	—	—	4,97
	Контроль	—	2,6±0,12	—	58,2±1,07	24,6±1,25	7,7±0,28	2,6±0,21	—	—	3,4±0,45	6,29
	опыт	—	6,1±0,96	—	42,8±0,87	21,7±0,65	18,5±1,03	2,8±0,93	—	3,4±0,94	2,8±0,86	2,58
ФЭА	Контроль	2,0±0,36	3,2±0,53	—	53,5±1,32	28,7±1,06	8,5±0,41	2,3±0,45	—	1,4±0,74	0,3±0,07	6,90
	опыт	5,1±0,45	3,5±0,45	—	31,4±0,54	34,6±0,94	13,7±0,32	3,5±0,23	—	3,0±0,23	4,9±0,56	2,90
	Контроль	7,7±0,63	8,9±0,32	—	28,7±0,36	27,0±0,42	14,7±0,73	2,4±0,12	—	3,9±0,56	6,7±0,13	2,60
	опыт	1,9±0,12	4,4±0,47	—	25,9±0,14	30,0±0,67	15,1±0,97	2,5±0,47	—	8,2±0,34	11,6±0,34	1,64
ФЭВ	Контроль	8,1±0,34	4,4±0,73	—	27,9±0,37	23,3±0,45	12,2±0,86	8,2±0,43	—	3,3±0,31	12,4±0,12	1,77
	опыт	7±1,42	2,7±0,62	—	30,3±0,46	39,9±0,75	9,4±0,45	3,0±0,38	—	1,4±0,94	6,2±0,67	3,99
	Контроль	6,6±0,78	3,3±0,89	—	38,8±0,57	34,5±0,68	6,7±1,07	3,3±0,92	—	1,2±0,75	5,5±0,31	4,98
	опыт	2±0,68	4,1±1,02	—	31,2±0,36	31,4±0,64	19,1±1,03	3,2±0,46	—	2,6±0,61	6,4±0,08	2,19
ФЭГ	Контроль	0,7±0,06	7,0±0,86	2,3±0,12	36,6±1,08	30,3±1,52	11,7±1,06	3,8±0,07	—	—	7,6±1,23	3,32
	опыт	10,0±0,03	6,4±0,63	2,0±0,30	36,4±1,23	24,2±0,47	12,5±0,84	4,1±0,3	—	—	4,3±0,07	3,77
	Контроль	10,6±0,12	9,5±0,12	1,8±0,45	18,6±0,45	28,4±0,06	16,2±0,12	6,2±0,12	—	—	8,8±0,51	2,20
	опыт	10,6±0,64	15,5±0,43	2,9±0,71	39,3±0,72	5,0±0,14	17,1±0,45	5,3±0,51	—	—	4,3±0,34	2,74
ФЭД	Контроль	9,3±0,47	6,9±0,47	2,7±0,06	29,0±1,05	32,0±0,96	10,4±0,36	3,0±0,36	—	—	6,6±0,07	3,99
	опыт	11,6±1,04	4,2±0,34	1,2±0,07	35,4±1,34	25,9±0,41	10,1±0,78	4,1±0,04	—	—	7,6±0,09	3,59
	Контроль	11,8±0,36	3,2±0,39	1,2±0,51	27,8±0,12	45,7±0,23	5,9±0,71	3,2±0,07	—	—	1,2±0,94	8,70
	опыт	10,9±1,07	12,3±0,97	0,9±0,31	30,6±0,07	26,5±1,57	7,7±0,62	2,5±0,41	—	—	8,5±0,83	4,30
ФЭЕ	Контроль	8,9±1,13	14,1±0,85	—	26,3±1,54	16,7±1,04	24,7±1,62	7,5±1,06	—	1,9±0,03	—	1,93
	опыт	3,4±0,07	3,2±0,15	—	28,0±0,36	30,4±0,36	22,5±0,47	2,9±0,14	—	2,7±0,45	6,9±1,04	1,85
	Контроль	8,3±0,6	6,9±0,47	—	33,2±0,14	2,8±0,75	36,9±0,36	3,6±0,36	—	—	3,5±0,13	1,04
	опыт	3,2±0,12	2,8±0,36	—	27,7±0,02	23,6±0,64	27,7±1,04	2,4±0,47	—	—	6,5±0,07	1,33
ФЭЖ	Контроль	3,6±0,34	10,6±0,47	—	40,3±0,36	26,9±0,34	7,8±1,21	3,9±0,11	—	—	4,1±0,42	4,37
	опыт	4,9±0,32	2,6±0,12	—	21,2±0,85	15,3±0,32	8,7±0,07	5,6±0,09	—	—	3,1±0,31	0,78
	Контроль	0,8±0,62	3,1±0,41	—	32,6±0,47	27,9±0,86	29,4±0,16	3,3±0,14	—	—	—	1,81
	опыт	0,8±0,71	2,1±0,37	—	32,4±0,69	32,9±0,42	18,1±0,45	2,2±0,23	—	3,2±0,07	3,8±0,73	2,14

кроликов константа насыщенности практически не изменяется. Однако в поясничном и крестцовом отделах происходит значительное количественное перераспределение ЖК. Константы насыщенности в этих отделах возрастают: в четыре раза в поясничном отделе и в два раза в крестцовом отделе мозга относительно уровня контроля. Суммарное количество жирных кислот значительно снижается, причем в большей степени в поясничном и крестцовом отделах (примерно в три раза) относительно уровня контроля. Полученные данные свидетельствуют о том, что у ФИ является лабильной не только полярная [5], но и жирнокислотная часть молекулы. Кроме того, имеются данные, что гидрофильная часть ФИ участвует в транспорте ионов [6]. Учитывая результаты настоящей работы, можно предпо-

лагать, что данные изменения в составе ФИ приводят к изменению состояния бислоя.

Таким образом, суммируя полученные результаты, можно отметить, что практически во всех фракциях ФЛ происходит уменьшение доли ненасыщенных жирных кислот при одновременном увеличении процентного содержания насыщенных кислот, что свидетельствует об усилении процессов перекисного окисления липидов. Это в свою очередь приводит к изменению структуры липидного бислоя. Качественные и количественные перестройки в липидной фазе, связанные с уменьшением доли ненасыщенных жирных кислот, приводят к увеличению полярности гидрофобной части бислоя, уменьшению текучести и, как следствие, к изменению транспортных свойств мембраны и активности мембраносвязанных ферментов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анализ фосфолипидов и холестерина в центральной нервной системе кроликов при экспериментальном аллергическом энцефаломиелите / А. С. Белохвостов, И. П. Кацнельсон, Н. П. Таранова // Вопросы медицинской химии. 1974. Т. 20, 2. С. 115 — 121.
2. Гликолипиды спинного мозга кроликов при экспериментальном аллергическом энцефаломиелите / Н. П. Таранова, И. П. Кацнельсон, А. С. Белохвостов // Вопросы медицинской химии. 1975. Т. 21, 4. С. 385 — 390.
3. **Заргарова Т. А.** Экспериментальный аутоиммунный энцефаломиелит — модель рассеянного склероза / Т. А. Заргарова, О. О. Фаворова // Иммунология. 1999. 2. С. 5 — 8.
4. **Таранова Н. П.** Липиды центральной нервной системы при повреждающих действиях / Н. П. Таранова. Л.: Наука, 1988. 155 с.
5. **Третьяк А. Г.** Полифосфоинозитиды и их функции в биологических мембранах / А. Г. Третьяк, И. М. Лимаренко // Успехи современной биологии. 1978. Т. 85, вып. 1. С. 18 — 32.
6. **Abdel-Latif A. A.** Metabolism of phosphoinositides / A. A. Abdel-Latif // Handbook of Neurochemistry. New-York. 1983. Vol. 3. P. 91 — 131.
7. **Bligh E.** Rapid method of total lipid extraction and purification / E. Bligh, W. Dyer // Can. J. Biochim. Physiol. 1959. Vol. 37. P. 911 — 917.
8. **Broekhuysse R. M.** Phospholipids in tissues of the eye. Isolation, characterization and quantitative analysis by two-dimensional thin-layer chromatography of diacyl and vinyl-ether phospholipids / R. M. Broekhuysse // Biochim. Biophys. Acta. 1968. Vol. 260. P. 449 — 459.
9. **Prades J.** Effects of unsaturated fatty acids and triacylglycerols on phosphatidylethanolamine membrane structure / J. Prades, S. S. Funari, P. V. Escriba, F. Barcelo // Journal of Lipid Research. 2003. Vol. 44. P. 1720 — 1727.
10. **Murakami M.** Phospholipase A<sub>2</sub> / M. Murakami, I. Kudo // J. Biochem. 2002. Vol. 131. P. 285 — 292.

*Поступила 18.10.06.*

## СВОБОДНОРАДИКАЛЬНОЕ ОКИСЛЕНИЕ МЕМБРАННЫХ ЛИПИДОВ ЛЕЙКОЦИТОВ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ ПНЕВМОНИИ

Л. В. Кузьмичева, доктор биологических наук (Саранск),  
Е. В. Романова (Саранск),  
Ю. В. Орешина (Саранск),  
В. В. Ревин, доктор биологических наук (Саранск)

Хроническая пневмония (ХП) характеризуется многообразным проявлением симптомов в зависимости от распространения по долям и сегментам, фазы течения заболевания (обострение, ремиссия), нарушения функции внешнего дыхания и наличия осложнений. Пневмонию следует считать хронической, если после двух месяцев лечения динамическое клиническое и рентгенологическое наблюдение не обнаруживает дальнейших положительных изменений, а также в случаях, когда после кажущегося выздоровления наступают повторные обострения воспаления в одной и той же части легкого [2; 6].

Распространенность пневмонии повсеместно сохраняется на высоком уровне. Так, в России среднестатистические показатели заболеваемости составляют 10 — 15 %. В последние годы в нашей стране отмечается устойчивая тенденция, демонстрирующая увеличение смертности от пневмонии [7].

Как и любой воспалительный процесс, хроническая пневмония сопровождается локальной аккумуляцией фагоцитирующих клеток (нейтрофилов и моноцитов) и активацией их кислородного метаболизма. Избыточная генерация активных форм кислорода инициирует свободнорадикальное окисление липидов (СРО) [15]. Усиление процесса СРО сопряже-

но с глубокими нарушениями структуры и функции фосфолипидного слоя мембран (повышение их проницаемости, накопление  $Ca^{2+}$  и  $Na^+$  в клетке, разобщение окислительного фосфорилирования, активация лизосомальных ферментов, разрушение SH-групп ферментов, полимеризация белков, набухание и деструкция мембран) [11; 13; 14]. В течение всего периода воспаления при ХП сохраняется усиление процессов СРО в мембранах нейтрофилов и угнетение антиоксидантной защиты. Антиоксидантная система включает ферментативные и неферментативные механизмы действия. Нами были рассмотрены лишь ферментативные механизмы действия, в частности, активность ферментов супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы [3; 5].

Цель данного исследования — определить содержание продуктов СРО мембранных липидов лейкоцитов и их антиоксидантную активность при хронической пневмонии в фазе обострения.

### Материал и методы исследования.

Материалом исследования служила кровь практически здоровых людей и больных хронической пневмонией. Кровь была получена с городской станции переливания крови и пульмонологического отделения 4-й городской клинической больницы г. Саранска. Кровь за-

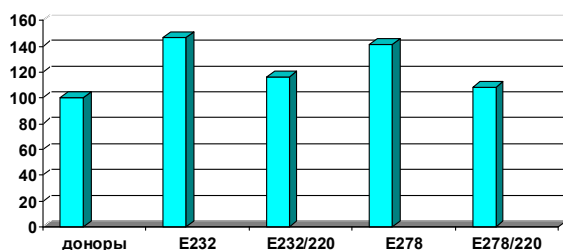


Рисунок 2

*Динамика изменения содержания продуктов СРО мембранных липидов лейкоцитов в изопропанольной фазе*

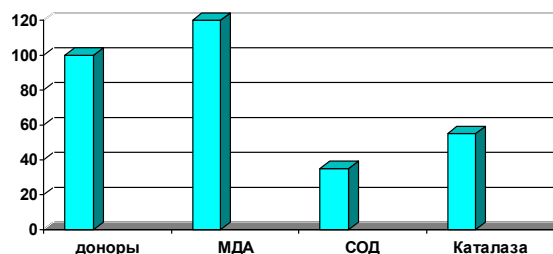


Рисунок 3

*Динамика изменения содержания МДА и активности антиоксидантов мембранных липидов лейкоцитов*

© Л. В. Кузьмичева, Е. В. Романова, Ю. В. Орешина, В. В. Ревин, 2007

бирали стерильно из локтевой вены. Отобранную кровь помещали в пробирку с консервантом (3,8 % раствор цитрата натрия). Лейкоциты выделяли из венозной крови центрифугированием (В. И. Шепотиновский З. И. Микашинович, 1979). Была обследована кровь 10 больных хронической пневмонией в возрасте от 30 до 60 лет. Контрольную группу составили практически здоровые люди (доноры) в количестве 10 человек.

Содержание продуктов СРО в лейкоцитах изучали спектрофотометрическим методом в гептановой и изопропанольной фазах липидного экстракта [16]. При длине волны (л), равной 220 нм, измеряли поглощение изолированных двойных связей, при  $\lambda = 232$  нм поглощение диеновых конъюгатов (ДК), при  $\lambda = 278$  — кетодиеновых и сопряженных триенов (КД и СТ). Так же рассчитывали содержание продуктов СРО по отношению  $E_{232/220}$  и  $E_{278/220}$ . Для изучения уровня малонового диальдегида (МДА) использовали тест с тиобарбитуровой кислотой (Л. И. Андреева, Л. А. Кожемякин, А. А. Кишкун, 1988). Активность ферментов супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы определяли по В. С. Гуревич и др. (1990) и М. А. Королук и др. (1988). Результаты обработаны методом вариационной статистики с расчетом коэффициента достоверности по Стьюденту.

**Результаты и обсуждение.** Содержание продуктов СРО в суспензии лейкоцитов у практически здоровых людей в изопропанольном экстракте составило при  $E_{232}$   $0,67 \pm 0,2$  ед / мл, при  $E_{278}$  —  $0,46 \pm 0,1$  ед / мл, в гептановой фазе липидного экстракта — при  $E_{232}$  —  $0,48 \pm 0,09$  ед / мл, при  $E_{278}$  —  $0,35 \pm 0,1$  ед / мл. Содержание МДА в суспензии лейкоцитов у

практически здоровых людей составило  $3,56 \pm 0,09$  мкМ / л. Активность ферментов лейкоцитов в крови практически здоровых людей составила: СОД —  $402,5 \pm 14,5$  мкат / л, каталазы —  $2,54 \pm 0,02$  мкат / л.

В результате исследования выявлены изменения в содержании продуктов СРО в суспензии лейкоцитов. Так, у больных хронической пневмонией в изопропанольном экстракте продукты СРО составили при  $E_{232}$   $0,98 \pm 0,1$  ед / мл, при  $E_{278}$  —  $0,65 \pm 0,1$  ед / мл, в гептановой фазе липидного экстракта — при  $E_{232}$  —  $0,61 \pm 0,07$  ед / мл, при  $E_{278}$  —  $0,52 \pm 0,2$  ед / мл.

Содержание МДА в суспензии лейкоцитов у больных хронической пневмонией составило  $4,4 \pm 0,4$  мкМ / л. Активность ферментов СОД и каталазы лейкоцитов в крови больных ХП составила  $262,9 \pm 28,1$  мкат / л и  $1,14 \pm 0,06$  мкат / л соответственно.

Анализ полученных результатов свидетельствует, что при ХП в острой фазе увеличивается содержание интермедиатов ПОЛ как в гептановой, так и в изопропанольной фазах, причем в последней гораздо значительнее: у больных ХП содержание ДК по сравнению с таковым в контрольной группе повышалось на 27,1 % в гептановой фракции и на 46,3 % — в изопропанольной. Соотношение диеновых конъюгатов и ненасыщенных липидов ( $E_{232/220}$ ) в изопропанольной фракции при ХП превышало этот показатель контрольной группы на 16 %. В гептановой фазе повышение было незначительно (рис. 1, 2).

У больных ХП уровень КД и СТ по сравнению с таковым в контрольной группе повышался на 48,6 % в гептановой фракции и на 41,3 % — в изопропанольной. Соотношение кетодиенов и сопряженных триенов с ненасыщенными липидами ( $E_{278/220}$ ) при ХП превышало контрольное значение на 14 % в гептановой фракции, на 8 % — в изопропанольной фазе (см. рис. 1, 2).

Содержание МДА в суспензии лейкоцитов у больных хронической пневмонией выше, чем у практически здоровых людей, на 24 % (рис. 3).

Повышение концентрации МДА в лейкоцитах свидетельствует об активации липидной пероксидации при воспалении [4]. Высокая активность воспаления сопровождается максимальным повышением МДА, что создает условия для повреждения клеточных структур

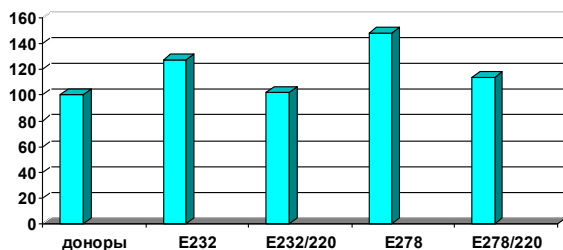


Рисунок 1

**Динамика изменения содержания продуктов СРО мембранных липидов лимфоцитов в гептановой фазе**

свободными радикалами [8].

Измеряя активность СОД и каталазы лейкоцитов в крови больных ХП, выяснили, что активность ферментов ниже, чем у практически здоровых людей соответственно на 65,3 % и 44,9 % (рис. 3).

К СОД относят семейство металлоферментов. Этот фермент катализирует реакцию взаимодействия (дисмутации) двух супероксидных радикалов с образованием перекиси водорода и молекулярного кислорода. Пероксид водорода не является радикалом. Это соединение достаточно стабильно, не имеет заряда и может путем диффузии мигрировать в клетки и ткани. Поэтому пероксид водорода осуществляет роль «дальнебойного оружия», вызывающего окислительную модификацию отдаленно расположенных ферментов и макромолекул [1; 9].

Функция каталазы — предотвращение накопления  $H_2O_2$ , образующегося при дисмутации супероксидного аниона и при аэробном окислении восстановленных флавопротеидов. Низкая активность каталазы в нейтрофилах должна приводить к повышению содержания

пероксида водорода, высокий уровень которого может инактивировать СОД, способствуя тем самым накоплению активных форм кислорода [10; 12].

#### Выводы:

1. Обострение хронической пневмонии сопровождается локальным усилением свободнорадикального окисления и увеличением продуктов ПОЛ в суспензии лейкоцитов.

2. Относительное содержание диеновых конъюгатов гидроперекисей и изолированных двойных связей липидов выше при определении в изопропанольной фазе липидного экстракта.

3. Повышение концентрации МДА в лейкоцитах свидетельствует об активации липидной пероксидации при воспалении. Высокая активность воспаления сопровождается максимальным повышением МДА, что создает условия для повреждения клеточных структур свободными радикалами.

4. У больных хронической пневмонией активность супероксиддисмутазы и каталазы в лейкоцитах снижена соответственно в 1,5 — 2 раза по отношению к контрольной группе.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Активные формы кислорода и их роль в организме / А. Н. Осипов, О. А. Азизова, Ю. А. Владимиров // Успехи биологической химии. 1990. 2. С. 43 — 47.
2. **Ананенко А. А.** Метаболизм легких при неспецифических заболеваниях органов дыхания / А. А. Ананенко, Ю. Е. Вальтищев. Л., 1979. 156 с.
3. **Величковский Б. Т.** Свободнорадикальное окисление как звено срочной и долговременной адаптации организма к факторам окружающей среды / Б. Т. Величковский // Вестник Российской академии наук. М.: Медицина, 2001. С. 45 — 52.
4. **Владимиров Ю. А.** Свободные радикалы и антиоксиданты / Ю. А. Владимиров // Вестник Российской АМН. 1998. 7. С. 43 — 54.
5. Влияние препарата супероксиддисмутазы на содержание эндогенной супероксиддисмутазы и перикисное окисление липидов / М. И. Агаджанов, М. И. Симонян, Ш. А. Казарян // Вопросы медицинской химии. 1989. 4. С. 28 — 30.
6. **Ландышев С. Ю.** Факторы риска и молекулярные клеточные механизмы затяжного течения пневмонии / С. Ю. Ландышев // Терапевтический архив. 1998. 3. С. 41 — 44.
7. **Малахова М. Я.** Метаболизм липидов при поражении легких / М. Я. Малахова // Национ. конгресс по болезням органов дыхания. СПб., 1992. 408 с.
8. **Мануилов Б. М.** Регулирующая роль легких и других органов в генерации активных форм кислорода лейкоцитами, их фагоцитарной активности и механизмы этого явления в норме и патологии: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Б. М. Мануилов. М., 1994. 95 с.
9. **Меньщикова Е. Б.** Антиоксиданты и ингибиторы радикальных окислительных процессов / Е. Б. Меньщикова, Н. К. Зенков // Успехи современной биологии. 1993. 4. С. 32 — 36.
10. Определение биохимических показателей перекисного окисления и состояния антиоксидантной системы в организме / Л. А. Романчук, Э. А. Фактор, В. И. Журавков. СПб.: Государственная академия физической культуры имени Лесгафта, 1997. 31 с.
11. Перекисное окисление и стресс / В. А. Барабой, И. И. Брехман, В. Г. Голотин, Ю. Б. Кудряшов. СПб.: Наука, 1992. 148 с.
12. **Пиунов Л. А.** Механизмы естественной детоксикации и антиоксидантной защиты / Л. А. Пиунов. Вестник АМН. 2000. С. 9 — 13.



13. Роль перекисного окисления липидов мембран (ПОЛ) и антирадикальной защиты в патогенезе бронхиальной астмы / В. Г. Амагуни, К. Г. Карагезян, М. Д. Сафарян // Терапевтический архив. 1980. 3. С. 96 — 99.
14. Состояние процессов перекисного окисления липидов при хроническом бронхите / Г. Л. Игнатова, И. А. Волчегорский, Э. Г. Волкова // Терапевтический архив. 1998. 3. С. 36 — 37.
15. Тяжелые внебольничные пневмонии / Л. Д. Сидорова, Л. Н. Можина, Т. Н. Курбетьева, Е. Г. Тихомирова // Проблемы клинической медицины. 2005. 1. С. 36 — 39.
16. **Хышиктуев Б. С.** Метод определения продуктов перекисного окисления липидов / Б. С. Хышиктуев, Н. А. Хышиктуева // Вопросы медицинской химии. 1990. 1. С. 25 — 26.

Поступила 18.10.06.

## ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАТОРОВ Ca<sup>2+</sup>-ПРОНИЦАЕМОСТИ НА H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-ИНДУЦИРОВАННЫЙ АПОПТОЗ ПЕРИТОНЕАЛЬНЫХ МАКРОФАГОВ

**В. А. Трофимов**, доктор биологических наук, (Саранск)  
**О. Н. Аксенова**, кандидат биологических наук, (Саранск)  
**А. В. Никулин** (Саранск)

Генетическая детерминированность апоптоза определяется наличием генов индукторов апоптоза, транскрипционная активность которых резко возрастает при окислительном стрессе [5]. Мощными индукторами апоптоза являются активные формы кислорода, в частности перекись водорода, продуцируемые активированными макрофагами [1]. Показано, что перекись водорода влияет на кальциевую проницаемость и способствует накоплению Ca<sup>2+</sup> в цитоплазме перитонеальных макрофагов [3]. В свою очередь запуск триггерных звеньев программы апоптоза клетки также является зависимым от кальция [2; 8]. В этой связи представляет интерес изучение роли Ca<sup>2+</sup> в реализации программы H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-индуцированного апоптоза перитонеальных макрофагов.

В данной статье представлены данные о влиянии модификаторов Ca<sup>2+</sup>-проницаемости на H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-индуцированный апоптоз перитонеальных макрофагов.

**Методика исследования.** Объектом исследования служили резидентные перитонеальные макрофаги (ПМФ) крыс линии Wistar весом 200 — 250 г, полученные по методу

Сопрад [7]. Клетки культивировали в течение 2 ч в монослое на предметных стеклах влажных камер и в эппендорфовых пробирках при температуре 37 °С. Рабочая концентрация суспензии составляла 10<sup>6</sup> кл / мл. Жизнеспособность клеток проверяли с помощью теста с трипановым синим. Эксперименты проводили при комнатной температуре (20 — 22 °С) на 1-е сутки культивирования макрофагов. В культуральную среду добавляли H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (1 мМ), модификаторы Ca<sup>2+</sup>-проницаемости: Ca<sup>2+</sup>-ионофор A23187 (0,1 и 1 мкМ); Ca<sup>2+</sup>-блокаторы: верапамил (0,05 мг / мл) и LaCl<sub>3</sub> (0,5 мМ); Ca<sup>2+</sup>-хелатор-ЭДТА (2 мМ) (все реактивы производства «Sigma»). Инкубировали в термостате при температуре 37 °С в течение 3 ч. Затем монослой клеток фиксировали и окрашивали для световой микроскопии, используя краситель Гимза («Sigma»). На экспериментальную точку анализировали 100 клеток. Выделение и электрофоретический анализ ДНК проводили по стандартной методике S. H. Kaufmann. Размер фрагментов ДНК определяли путем сравнения их подвижности с маркером (фрагменты фага λ). Количествен-

© В. А. Трофимов, О. Н. Аксенова, А. В. Никулин, 2007

ное определение ДНК проводили путем сравнения яркости полос анализируемых фрагментов и стандартного препарата ДНК. О достоверности различий между группами судили при помощи *t*-критерия Стьюдента.

**Результаты исследования.** Известно, что реализация физиологической активности перекиси водорода может осуществляться посредством ее влияния на кальциевую проницаемость [3]. Нами исследована способность перекиси водорода индуцировать апоптоз в перитонеальных макрофагах в зависимости от кальциевой составляющей.

Показано, что при действии  $H_2O_2$  в концентрации 1 мМ в кальциевой среде доля апоптозирующих перитонеальных макрофагов составила 79 %, доля клеток, погибших некрозом — 9 %, на долю нормальных клеток приходилось 12 % (рис. 1, а). У апоптозирующих клеток накапливались фрагменты (180 — 200 н. п.) ДНК (рис. 2).

Для усиления кальциевой проницаемости используют карбоксильный кальциевый ионофор  $A_{23187}$ , который в концентрации 0,5 — 2 мкМ усиливает продукцию активных форм кислорода, вызванную увеличением концентрации  $Ca^{2+}$  в клетках [6].  $Ca^{2+}$ -ионофор  $A_{23187}$  (0,1 и 1 мкМ) концентрационно зависимо усиливал проапоптотическое действие перекиси водорода (1 мМ). Но если в концентрации 0,1 мкМ  $A_{23187}$  склонял перитонеальные макрофаги к

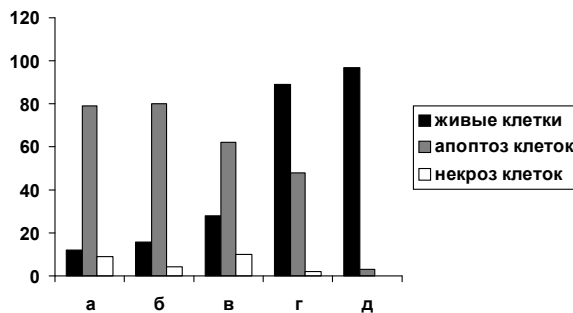


Рисунок 1

**Влияние на гибель (%) перитонеальных макрофагов:**

- а)  $H_2O_2$  (1 мМ);
- б)  $H_2O_2$  (1 мМ) + кальциевый ионофор  $A_{23187}$  (0,1 мкМ);
- в)  $H_2O_2$  (1 мМ) + кальциевый ионофор  $A_{23187}$  (1 мкМ);
- г)  $H_2O_2$  (1 мМ) + верапамил (0,05 мг / мл);
- д)  $H_2O_2$  (1 мМ) +  $LaCl_3$  (0,5 мМ).

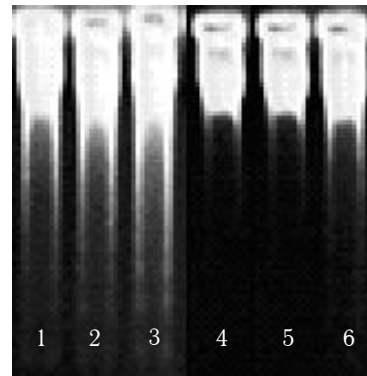


Рисунок 2

**Электрофоретическое разделение ДНК перитонеальных макрофагов**

- 1 —  $H_2O_2$  (1 мМ);
- 2 —  $H_2O_2$  (1 мМ) + кальциевый ионофор  $A_{23187}$  (0,1 мкМ);
- 3 —  $H_2O_2$  (1 мМ) + кальциевый ионофор  $A_{23187}$  (1 мкМ);
- 4 —  $H_2O_2$  (1 мМ) + ЭДТА (2 мМ);
- 5 —  $H_2O_2$  (1 мМ) +  $LaCl_3$  (0,5 мМ);
- 6 —  $H_2O_2$  (1 мМ) + верапамил (0,05 мг/мл).

апоптозу, то при его применении в концентрации 1 мкМ отмечалось накопление клеток, погибших по типу некроза (рис. 1, б, в). Это подтверждают и результаты электрофореза ДНК (рис. 2).

Для понижения концентрации кальция в макрофагах использовали ингибиторы кальциевых каналов — верапамил и  $LaCl_3$ . При действии  $H_2O_2$  (1 мМ) в присутствии верапамила (0,05 мг/мл) цитотоксический эффект  $H_2O_2$  снижался, в присутствии  $LaCl_3$  (0,5 мМ) цитотоксичность  $H_2O_2$  практически отсутствовала (рис. 1, г, д). При электрофорезе ДНК из модифицированных макрофагов нуклеосомной лестницы не наблюдалось (см. рис. 2).

Таким образом, ингибиторы кальциевых токов верапамил и  $LaCl_3$  резко уменьшают проапоптотический эффект перекиси водорода. Причем известна разная способность ингибиторов подавлять поступление кальция в клетку: верапамил снижает поглощение  $Ca^{2+}$  на 57 %, а  $LaCl_3$  — на 71 % [4], находит свое проявление и на их способности неравнозначно понижать процент апоптозирующих клеток.

При действии  $H_2O_2$  (1 мМ) в присутствии проникающего кальциевого хелатора — ЭДТА (2 мМ) предотвращается возникновение разрывов в ДНК и цитотоксический эффект перекиси водорода (см. рис. 2).



Полученные нами данные об усилении  $H_2O_2$ -индуцированного апоптоза перитонеальных макрофагов при действии  $Ca^{2+}$ -ионофора A23187, его замедлении при действии верапамила и блокаде апоптоза при действии  $LaCl_3$  и ЭДТА позволяют обнаружить важную роль ионов  $Ca^{2+}$  в апоптозе фагоцитов.

Очевидно, что и реализация программы  $H_2O_2$ -индуцированного апоптоза в перитонеаль-

ных макрофагах должна включать изменения кальциевой проницаемости. Подчеркнем, что нарушение кальциевой проницаемости является важным фактором, толкающим перитонеальные макрофаги к программируемой гибели. В качестве механизма, усиливающего проапоптотическое действие перекиси водорода, может рассматриваться ФИ-цикл, регулирующий уровень ионов кальция в цитоплазме и ядре.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Зенков Н. К.** Внутриклеточный окислительный стресс и апоптоз / Н. К. Зенков, В. А. Козлов // Успехи современной биологии. 1991. 5. С. 440 — 445.
2. Измерение внутриклеточной концентрации  $Ca^{2+}$  в макрофагах, влияние фактора активации тромбоцитов / В. Г. Пинелис, Д. В. Загулова, А. А. Галкин [и др.] // Бюлл. экспер. биол. и мед. 1991. 6. С. 579 — 582.
3. **Меньшикова Е. Б.** Окислительный стресс при воспалении / Е. Б. Меньшикова, Н. К. Зенков // Успехи современной биологии. 1999. 2. С. 1056 — 1063.
4. Модель динамики внутриклеточного  $Ca^{2+}$ , основанная на уточненной кинетике ингибирования инозитол - 1,4,5 - трифосфатчувствительного кальциевого канала / В. Г. Вересов, А. Г. Кабак, И. Д. Волотковский // Биофизика. 2002. Т. 47, вып. 1. С. 31 — 37.
5. **Пескин А. В.** Взаимодействие активного кислорода с ДНК / А. В. Пескин // Биохимия. 1997. 12. С. 1571 — 1578.
6. Усиливающее действие кальциевых ионофоров на вызываемый форболовым эфиром респираторный взрыв в перитонеальных нейтрофилах мыши / Е. Н. Дедкова, А. А. Аловская, А. Г. Габдулхакова [и др.] // Биохимия. 1999. Т. 64, вып. 7. С. 941.
7. **Conrad R. E.** Induction and collection of peritoneal exudate macrophages / R. E. Conrad // Manual of macrophages methodology. New York: Marcell Dekker, 1981. P. 5 — 11.
8. **Gamaley I. A.** Roles of reactive oxygen species signaling and regulation of cellular functions / I. A. Gamaley, I. V. Klyubin // Int. Rev. Cytol. 1999. Vol. 188. P. 203 — 255.

Поступила 18.10.06.

## РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ В ИЗУЧЕНИИ ЦИТОЭМБРИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Т. Н. Гудошникова, кандидат биологических наук (Саранск)

В. И. Кудряшова, кандидат биологических наук (Саранск)

Региональный аспект в изучении животных, растений и представителей других царств живых организмов приобретает все большую актуальность.

Это определяется тем, что важно знать о разнообразии видов, обитающих в крае, особенностях жизнедеятельности представителей видов, различных взаимоотношениях между организмами и другими биологическими системами. Именно эти признаки определяют и поддерживают устойчивость и стабильность экологических систем региона. Вместе с тем многие виды животных и растений под влиянием экологических факторов сокращают свою численность в крае или исчезают совсем. Данное явление должно вызвать тревогу и бережное отношение к природе.

Интерес вызывает изучение влияния экологических условий на эмбриогенез растений. Цитоэмбриология растений изучает процессы, происходящие в цветке, развитие и строение макроспор и микроспор, мужского и женского гаметофитов, мужских и женских половых клеток — зиготы и эндосперма. Эти процессы тесно связаны друг с другом, поскольку их развитие начинается с одной единственной клетки. Кроме того, их изучение основано на применении одинаковой микроскопической методики. Дифференциация клеток и тканей, образование специализированных органов, выполняющих специализированные функции, происходят по мере развития цветка, семени и плода. Развитие растений, характеризующееся сменой ядерных фаз, связано со сменой поколений (полового и бесполого). В настоящее время эмбриологические исследования важны для преодоления нескрещиваемости, повышения фер-

тильности гибридного потомства, оптимальных сроков опыления.

Цитоэмбриология растений имеет довольно богатую историю. Корни зарождения этой науки можно найти в глубокой древности. Вопросы размножения и пола растений интересовались со времен Аристотеля. Однако развитие эмбриологии начинается, когда техника микроскопирования значительно усовершенствовалась. Постепенно совершенствовался цитоэмбриологический метод исследования. Он помогает постичь сущность сложнейших и многообразнейших генетических процессов, связанных с размножением покрытосеменных растений, выявить зависимость их от условий внешней среды с самых ранних стадий развития. Установлено, что неблагоприятные внешние условия нарушают правильность течения эмбриональных процессов и могут приводить к понижению фертильности.

Объектами наших исследований являлись генотипически различные образцы люпина узколистного и люпина желтого. Люпин относится к семейству бобовых, и его род в настоящее время имеет свыше тысячи видовых названий. В отличие от традиционных районов возделывания люпина, в пределах Мордовии климат характеризуется непостоянством и контрастностью. Республика находится вблизи засушливого юго-востока, где нередко отмечается острый дефицит влаги. Осадки выпадают неравномерно.

Для цитоэмбриологического анализа фиксируют цветки люпина на ранних стадиях бутонизации. Для этой цели используют фиксатор Карнуа, приготовленный в соотношении: 1 часть уксусной кислоты, 3 части хлорофор-

© Т. Н. Гудошникова, В. И. Кудряшова, 2007

ма и 6 частей этилового спирта. Этот фиксатор обладает способностью проникать в ткани объекта и потому особенно удобен для фиксации объемистого эмбриологического материала (бутоны, завязи, семяпочки, части семени, пыльники). В состав большинства фиксаторов входят многие токсические вещества, которые могут повлиять на структуру объекта. Кроме того, многие из компонентов фиксирующих жидкостей могут вызвать мацерацию или излишнее уплотнение тканей. Во избежание подобных воздействий бутоны промывают спиртом. Для этого материал проводится через три смены 96 % спирта (по несколько часов в каждой) и переносится в 100 % спирт для дальнейшей проводки. Конечным этапом обработки зафиксированного материала, предназначенного для изготовления постоянных эмбриологических препаратов, является его резка на микротоме, для чего он должен быть заключен в подходящую для этого плотную среду. Наиболее распространенным и универсальным является парафин. Заключение в парафин проводится в три этапа. Помещение фиксированного материала в растворитель парафина и парафин называют проводкой. Сложность проводки состоит в том, что перемещение материала из одной среды в другую должно происходить постепенно, без резкой смены ее состава и концентрации. В противном случае может быть нарушена структура клеток и тканей фиксированного материала. При перенесении материала из одной жидкости в другую надо следить, чтобы он не находился долго на воздухе и не подсыхал, отчего может нарушиться структура. После этого фиксированный материал переносят в тигелек или фарфоровую чашку с налитым в нее чистым растворителем, затем к растворителю добавляют чистый парафин. Тигелек закрывают крышкой и помещают в термостат, установленный на 56 °С, т. е. на температуру плавления парафина. После суток пребывания материала в термостате, когда расплавившийся парафин хорошо пропитывает объект, крышки с тигельком снимают и держат материал в термостате до тех пор, пока не испарится дочиства растворитель. Обычно на это требуется 2 — 4 суток. Если удаление растворителя задерживается, можно осторожно слить парафин, в котором находится материал, и заменить его свежим. Свободный от растворителя парафин с материалом разливают в за-

ранее приготовленные небольшие плоские коробочки из пергамента или плотной бумаги, размером примерно 2 x 3 x 1 см. Материал равномерно распределяют иголкой по дну коробочки. Этикетку укладывают поверх застывшего парафина. По остывании плиточки с материалом вынимают из коробочек и в таком виде хранят до подготовки парафинированного материала для резки. Монтирование парафинированного материала для резки на микротоме производится следующим образом: отдельные пыльники или семяпочки выплавляются из парафиновой плиточки, разогретой препаровальной иглой. Вместо этого можно растопить всю плиточку и извлечь оттуда нужный материал. После этого на одной из торцовых сторон кубика, покрытой слоем расплавленного и затем застывшего парафина, сделать небольшое возвышение (бугорок). Парафин наносится каплями, падающими с умеренно нагреваемой над пламенем горелки или спиртовки парафиновой палочки. При этом надо следить, чтобы наносимый парафин хорошо слился с парафином, покрывающим кубик: в противном случае он может легко отколоться от него и отпасть при резке. После того как возвышение слегка затвердеет, в него надо вмонтировать приготовленный выплавленный материал. Для этого бутоны погружаются в парафиновый бугорок и постепенно покрывают каплями теплого парафина («закапывают»). Для успешной резки важно, чтобы материал был хорошо пропитан парафином: тогда он не будет крошиться. Имеет также значение температура воздуха, при которой происходит резка. Обычно нормальная комнатная температура бывает низка для того, чтобы парафин легко резался и срезы легко слипались, образуя ленту. Поэтому следует подогреть блок перед резкой, а также нож и блок во время резки, используя тепло близко поставленной лампы. Из различных сортов парафина следует предпочитать тот, который обладает низкой температурой плавления, особенно в случае обычных, не отличающихся особой твердостью объектов. Резка проводится на микротоме салазочного типа. С помощью микротомы делают срезы толщиной 7 — 10 мк для приготовления микропрепаратов. При нормальной резке нож должен быть поставлен перпендикулярно салазкам и направлению своего движения. Первым этапом при изготовлении микроскопического препарата является наклеива-

ние парафиновой ленты на предметные стекла. Стекла, употребляемые для этой цели, должны быть прямыми и ровными, без царапин и идеально чистыми, без малейших следов жира. Стекла для наклеивания ленты вытирают досуха с обеих сторон, наносят каплю белка на сухую поверхность и тщательно растирают ее пальцем (мизинцем), чисто вымытым и протертым спиртом. После этого наносят на середину стекла несколько капель дистиллированной воды. Затем на поверхность воды наносят парафиновую ленту. Ее надо класть нижней стороной вниз, строго соблюдая очередность срезов. Препарат с расплавленными и плотно уложенными срезами оставляют на сутки для окончательного высушивания и приклеивания срезов при комнатной температуре или лучше при 35 — 40 °С в термостате. Подготовленный описанным способом препарат для последующего окрашивания должен быть освобожден от парафина, окрашен и заключен в канадский бальзам. Всякая окраска микротомных препаратов, сделанных из парафинированного материала, начинается с освобождения их срезов от парафина и помещения в среду, одинаковую с растворителем краски — чаще всего спирт или воду. Гематоксилин Равица представляет собой водный раствор краски, протрава также представляет собой водный раствор железо-аммиачных квасцов. Удаление парафина производится погружением препаратов в его растворитель — ксилол. Для перехода к воде употребляют промежуточную среду в виде спирта. После окраски и промывки в воде срезы обычно заклеиваются канадским бальзамом. Микропрепараты подсушивают в термостате и смотрят под микроскопом. Для определения фертильности пыльцы фиксируют пыльники со зрелой пыльцой в фиксаторе Карнуа. Продолжительность фиксации колеблется от 30 мин до нескольких часов. Материал помещают и хранят в 80 % спирте. Из спирта пыльник переносят на предметное стекло, раздавливают и наносят каплю ацетокармина. Убрав лишние ткани, препарат накрывают покровным стеклом и осторожно подогревают на спиртовке. У фертильных пыльцевых зерен зернистая цитоплазма и спермии окрашены в густой карминно-красный цвет. Остальное содержимое фертильных пыльцевых зерен окрашивается в розовый цвет. Стерильные пыльцевые зерна почти не окрашиваются кармином или

окрашиваются равномерно. Их содержимое часто отходит от оболочки и находится на разных этапах гибели. Спермиев в таких пыльцевых зернах нет. Указанные различия между фертильными пыльцевыми зернами нетрудно установить, если пыльца имеет тонкую экзину. Толстая экзина маскирует содержимое пыльцы. У многих культурных видов растений спермии образуются не в пыльце, а в пыльцевых трубках во время их прорастания в столбике. В таких случаях о фертильности пыльцевых зерен приходится судить относительно окрашивания их содержимого. В обычных для данного растения внешних условиях почти вся образующаяся в пыльниках пыльца является вполне нормальной и фертильной. Морфологически она выглядит более или менее однородной, однако однородность эта может быть лишь чисто внешней. Под влиянием неблагоприятных внешних условий (плохой погоды с чрезмерными понижениями или, наоборот, повышением температуры и влажности), под влиянием искусственного воздействия различными реагентами (высокой и низкой температуры, X-лучами, наркотиками и другими химикатами) нормальное развитие и строение пыльцы могут более или менее нарушаться, что приводит к появлению стерильной пыльцы, характеризующейся деформацией и дегенерацией ядер, клеток и цитоплазмы. Стерильность в большинстве случаев связана с нарушением правильности течения мейоза при микроспорогенезе. Нарушение нормального течения мейоза выражается в образовании многоядерных археспоридных клеток из-за отсутствия цитокинеза; перемещении по цитоплазматическим каналам отдельных хромосом и целых ядер из одного микроспороцита в другой или из одной микроспоры в другую; ослаблении или отсутствии конъюгации хромосом; образовании уни-, три-, тетра-, и поливалентов наряду с бивалентами; неравномерном расхождении хромосом. При нарушенном течении мейоза нередко образуется ядро с диплоидным числом хромосом. Такие ядра возникают в результате выпадения мейоза и образования реституционных ядер. Сущность последнего явления заключается в том, что в анафазе первого деления мейоза хромосомы не расходятся к противоположным полюсам, а снова включаются в одну и ту же ядерную оболочку. При этом образуется реституционное ядро, которое обычно имеет непра-

вильную форму и диплоидное число хромосом. В случае нарушения нормального течения развития пыльца выглядит морфологически крайне неоднородной и является разнокачественной: наряду с карликовой при этом встречается гигантская пыльца и всевозможные переходы между этими крайними пределами. Процент бесплодной пыльцы по отношению к нормальной обычно различен не только у разных растений, но и в разных пыльниках одного и того же растения, причем он может достигать значительной величины. Иногда вся пыльца оказывается бесплодной. В ряде случаев дегенерирует не только вся пыльца, но и пыльники, причем на месте тычинок могут появиться листочки. В таких случаях возникает полная мужская стерильность. Нормальное течение процессов опыления и оплодотворения, так же как и процессов развития пыльцы и зародышевого мешка, может быть нарушено под влиянием различных факторов. Эти нарушения обычно выражаются в замедленном прорастании пыльцы и росте пыльцевых трубок, и даже их полной остановке, в увеличении промежутка времени между опылением и оплодотворением, частичном или полном их выпадении, в потере жизнеспособности половых клеток, что связано с возникновением частичной или полной стерильности. В сухую и жаркую погоду процессы опыления и оплодотворения протекают быстрее, чем в сырую и холодную. При особо неблагоприятных условиях (при отсутствии опылителей, при слишком крайних температурах и влажности) процессы опыления и оплодотворения могут вовсе не происходить, что повлечет за собой отсутствие образования семян. При воздействии пониженных температур на процесс оплодотворения прежде всего отмечается замедление, в некоторых случаях — остановка роста пыльцевых трубок и отсутствие оплодотворения. При нормальном развитии и строении женского гаметофита все зародышевые мешки, какого бы типа они ни были, являются вполне фертильными. Однако под влиянием различных воздействий: как естественных (неблагоприятной погоды с резким понижением или, наоборот, повышением температуры и влажности), так и искусственных (воздействием высокой и низкой температуры, различными химическими веществами, недостатком питания и т. д.), нормальный для данного вида ход образования и строения зароды-

шевого мешка может нарушаться, что приводит к появлению стерильных зародышевых мешков, причем в одних случаях это связано с нарушениями правильности течения мейоза при мегаспорогенезе, а в других не связано с ними. Нарушения нормального хода мегаспорогенеза, обусловленные воздействием вышеперечисленных факторов, заключаются в том, что в мейозе наряду с бивалентами образуются уни- и поливаленты, хромосомы неправильно отходят к полюсам, а некоторые из них остаются в цитоплазме клетки, в результате чего впоследствии образуются добавочные ядра разных размеров, иногда чрезвычайно маленькие (микронуклеусы). Микронуклеусы обнаружены как на разных фазах мегаспорогенеза, так и на разных стадиях развития зародышевого мешка при нарушениях нормального течения мейоза. Добавочные клетки мегаспор образуются крайне редко. Например, у растений, обычно имеющих четыре мегаспоры, может образоваться пять, шесть и даже восемь клеток мегаспор. В то же время может возникнуть меньшее, чем обычно, число мегаспор. Благодаря нарушению нормального течения мейоза при образовании мегаспор ядра зародышевого мешка имеют отклоняющееся от нормы число хромосом, меньшее или, наоборот, большее чем обычно для данного вида гаплоидного числа, а клетки мегаспор могут быть разной величины. Зародышевые мешки, возникающие после нарушенного течения мейоза, в дальнейшем могут уклоняться от нормального развития и строения (число ядер в них может быть больше или меньше для данного вида). Дифференциация и поляризация в них могут происходить ненормально или даже совсем отсутствовать, в результате чего яйцевой и антипоидальный аппараты у них образуются с иным, чем обычно, числом ядер и клеток. Если же ни яйцевого, ни антипоидального аппарата не образуется, все ядра в таком зародышевом мешке лежат рассеянно по всему мешку или все вместе посередине мешка, не обнаруживая тенденции к расположению по полюсам. Многие из вышеописанных аномалий в развитии и строении зародышевого мешка приводят к тому, что некоторые или все зародышевые мешки оказываются нежизнеспособными. Сначала они останавливаются в своем развитии, затем отмирают. Содержимое их при этом сжимается и разрушается. Иногда материнские клетки мегаспор дегенерируют до

мейоза. Вместе с дегенерацией материнских клеток макроспор и зародышевых мешков на разных фазах развития дегенерируют семяпочки, что приводит к возникновению пустых сморщенных семян и, следовательно, к понижению или даже полной потере фертильности растений, у которых под влиянием тех или иных причин произошли нарушения в нормальной развитии и строении зародышевого мешка. В тех случаях, когда у растения наблюдается стерильность, она затрагивает оба гаметофита — как женский, так и мужской, либо один из них. Женский гаметофит подвергается стерильности реже и в меньшей степени, чем мужской. Это объясняется тем, что женский гаметофит более, чем мужской, защищен от воздействия неблагоприятных внешних факторов, располагаясь внутри семяпочки и завязи, которые являются для него защитными органами. Развитие зародыша находится в тесной зависимости от воздействия внешних погодных и климатических условий. Различные неблагоприятные факторы нарушают нормальный ход процессов развития. При высокой или низкой температуре, недостаточном или обильном увлажнении правильность течения эмбриогенеза может быть нарушена, что приводит к частичной или полной стерильности. При неблагоприятных внешних условиях нередко случаи крайне замедленного, а иногда, наоборот, слишком ускоренного развития зародыша и дегенерации его на разных стадиях развития. В одних случаях нуцеллус разрастается, становится многослойным, оболочки клеток уплотняются. По мере развития и уплотнения оболочек клеток нуцеллус изолирует зародыш и эндосперм от притока питательных веществ из халазальной части семяпочки, и, не получая достаточного питания, зародыш и эндосперм останавливаются в развитии и постепенно отмирают. В других случаях нуцеллус не становится многослойным, оболочки его клеток не уплотняются, тем не менее зародыш и эндосперм недоразвиваются и дегенерируют на стадии небольшого числа клеток, так как из-за физиологической ослабленности не могут использовать ткань нуцеллуса в качестве питательного материала. В третьих случаях нуцеллус не разрастается, оболочки его клеток не уплотняются, а зародыш благодаря ускоренному против нормы и беспорядочному делению клеток принимает вид бесформенной гипертрофирован-

ной многоклеточной массы без признаков дифференциации на органы. Эндосперм при этом представлен небольшим числом клеток либо отсутствует.

В ходе эксперимента исследовали особенности развития и строения семяпочки и зародышевого мешка люпина желтого и люпина узколистного, что позволяет определить качество материнского растения как производителя плодов и семян. Микропрепараты изучали с помощью микроскопов Биолам — 1, МБР — 3, МБИ — 6. При анализе препаратов по сортам люпина желтого были хорошо видны семяпочки, покрытые двумя интегументами. В момент заложения семяпочки прямые (в самых мелких бутонах), по мере развития они поворачиваются и изгибаются. На возникших бугорках семяпочек начинается наружная и внутренняя их дифференциация. С ростом центральной части семяпочки, называемой нуцеллусом, начинают развиваться наружный и внутренний покровы (интегументы). Наружный интегумент мощный, особенно в микропиллярной части. Внутренний развит слабее, представлен двумя-тремя слоями клеток. Граница между интегументами малозаметна. Микропиле, по-видимому, образуется одним наружным интегументом, фуникулюс короткий, зародышевый мешок вытянут в длину, расширен в средней части и сужен к обоим концам, что указывает на его фертильность. На временных препаратах, приготовленных с применением ацетокармина, у люпина в завязи обнаружено от трех до пяти семяпочек. Семяпочки располагаются вдоль брюшного шва завязи. Наряду с крупными, встречались мелкие и недоразвитые семяпочки, в связи с чем морфологически разнородными оказались и семена. Количество семяпочек коррелирует с количеством образовавшихся семян в одном бобе. Это свидетельствует о нормальном ходе развития репродуктивных органов, так как резких отличий в количестве заложившихся семяпочек и образовавшихся семян не наблюдается, что обусловлено биологическими особенностями сортов.

При цитоэмбриологическом анализе материала по сортам люпина желтого наряду с семяпочками, развитыми без отклонений, были обнаружены семяпочки (на поздних стадиях развития) с одним интегументом. В результате недоразвития интегументов микропиллярная часть зародышевого мешка оказалась не защи-

щенной покровными тканями семяпочки. Большая часть зародышевых мешков из таких семяпочек имеет какое-либо нарушение в структуре, следовательно, семяпочка является стерильной.

При исследовании микропрепаратов по сортам люпина узколистного обнаружены ранние семяпочки (в самых мелких бутонах), представляющие собой покрытый эпидермисом бугорок из меристематических клеток — будущий нуцеллус семяпочки, или фертильный мегаспорангий. На данной стадии семяпочка прямая. Затем (на более поздних стадиях развития) у основания бугорка закладываются образованные меристематическими клетками валики — будущие покровы (интегументы), обрастающие нуцеллус. У его вершины они оставляют канал — микропиле, через который пыльцевая трубка проникает внутрь семяпочки, а в дальнейшем — в зародышевый мешок (женский гаметофит). Граница между интегументами малозаметна. Микропиле образуется наружным интегументом. При исследовании микропрепаратов по сортам люпина узколистного встречались семяпочки, не имеющие зародышевых мешков в нуцеллусе. Безусловно, их можно охарактеризовать как остановившиеся в развитии. Не вызывает сомнения и аномальность семяпочек, содержащих зародышевые мешки очень маленьких размеров. При изучении «давленных препаратов» обнаружено, что в завязи люпина желтого среднее количество заложившихся семяпочек составляет четыре и коррелирует с количеством образовавшихся семян в одном бобе. Наибольшее количество семяпочек зафиксировано у люпина узколистного — до шести. Соответственно, и семенная продуктив-

ность выше, что является важным критерием оценки адаптивности исследуемых сортов люпина.

Изучение эмбриональных структур мужской генеративной сферы испытываемых сортов люпина показало, что существенных различий в строении и развитии пыльников не наблюдалось. В зрелых пыльниках наряду с фертильной пылью содержалось некоторое количество стерильной пыли. Фертильность пыли в годы исследования составляла довольно постоянную величину. Средний показатель составил 85 %. Пыльник состоит из четырех микроспорангиев. Стенка пыльника представлена эпидермисом, двуслойным эпителием, средним слоем и тапетумом. В строении стенки существенных различий не обнаружено. Процесс микроспорогенеза у люпина происходит в пыльцевых гнездах. На более поздних стадиях развития, происходящих в пыльниках, ведущих к образованию мужского гаметофита, происходит отмирание тапетума и клеток среднего слоя. Ко времени созревания пыли стенка зрелого пыльника представлена эпидермисом и слоем эндотеция. Первое деление ядра микроспороцита приводит к образованию двух гаплоидных ядер, а второе — четырех ядер будущих микроспор. После деления микроспоры, находящейся еще в микроспорангии, идет образование мужского гаметофита, т. е. пыли. Изучение люпина показало, что пыльца имеет треугольную форму. Фертильность пыли в годы исследований составляла довольно постоянную величину. Контрастные колебания погодных условий по годам и в течение вегетационного периода не привели к полному угнетению роста и развития люпина.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гревцова Н. А. Особенности строения стенки пыльника у представителей рода *Lupinus L.* / Н. А. Гревцова, Х. Х. Джалимова // Бюл. Моск. об-ва испытателей природы отд. биол. 1992. Т. 97, вып. 1. С. 102 — 105.
2. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева. М.: МГУ, 1970. 288 с.
3. Поддубная-Арнольди В. А. Цитозембриология покрытосеменных растений / В. А. Поддубная-Арнольди. М.: Наука, 1976. 432 с.
4. Чубирко М. М. Сравнительная эмбриология семейств порядка Fabales. Морфологическая эволюция высших растений / М. М. Чубирко. М., 1987, 250 с.
5. Эмбриология растений: использование в генетике, селекции биотехнологии. М.: Агропромиздат, 1990. Т. 1. 437 с.

Поступила 18.10.06.

## ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ОБЩИХ БИОПОЛИМЕРОВ И ОКИСЛЕННОСТИ ЛИПИДОВ ФРАКЦИЙ ХРОМАТИНА ПЕЧЕНИ МЫШЕЙ, СТИМУЛИРОВАННЫХ К ПРОЛИФЕРАЦИИ ПРИ ПОМОЩИ ЧАСТИЧНОЙ ГЕПАТЭКТОМИИ

А. А. Дудко, кандидат биологических наук (Саранск),

В. А. Трофимов, доктор биологических наук (Саранск)

После стимуляции неделящихся клеток к пролиферации запускается комплекс биохимических реакций, необходимых для регулирования генной экспрессии. Активация хроматина связана с началом функционирования группы новых генов или митотического оперона и выражается в динамичной и быстро наступающей интенсификации синтеза РНК [12]. От скорости синтеза белков зависит экспрессия различных групп генов и соответственно активация, и инактивация различных компарментов хроматина в интерфазном ядре. В клеточном ядре различается до семи уровней структурной упаковки хроматина [13]. Доминирующую роль в формировании этих структур играют ядерные белки. Многие белки имеют короткий период жизни, поэтому очевидно, что формирование и поддержание определенного структурного статуса хроматина зависит от синтеза белка *de novo*. Основное внимание исследователей хроматина направлено на выяснение механизмов активации генов. Показано, что для достижения максимальной активности функционирования генома необходимо полное удаление связанных с ДНК белков [9]. В норме активация затрагивает, как правило, 5 — 10 % всего ядерного хроматина. Поэтому актуальным остается вопрос, как генетические процессы репликации и транскрипции реализуются на уровне структуры хроматина.

В настоящее время широко обсуждается вопрос об участии липидов в регуляции генетических процессов [11]. Выявлены специфические ДНК-связанные липиды и липиды, являющиеся важным компонентом хромосом, хроматина, ядерного матрикса. Отмечается, что в хроматине присутствуют как представители фосфолипидов, так и нейтральных липидов, которые, связываясь в специфических локусах, могут влиять на структуру ДНК [13].

Особое внимание липидам в функционировании ядерного генома уделяется в связи с их участием в процессах свободнорадикального окисления, в первую очередь в реакциях перекисного окисления липидов (ПОЛ). Свободные радикалы, перекиси и гидроперекиси липидов обладают мутагенной активностью, приводя к окислительной модификации ДНК [4]. Свободные радикалы вызывают несколько типов повреждений ДНК: одно- и двуниевые разрывы цепей, образование сшивок ДНК—белок, окислительные модификации оснований [11]. При этом стоит отметить, что одонитевые разрывы, возникающие на одной из цепей ДНК, являются репарируемым типом повреждений. Обычно это самый распространенный тип повреждения ДНК. Двунитевые разрывы происходят редко, обычно при большой дозе повреждающего фактора или при длительном его воздействии. Только часть этих повреждений репарируема, вследствие чего наличие этого типа повреждений ДНК в хроматине обычно коррелирует с гибелью клетки. Сшивки ДНК—белок в хроматине возникают при одновременном повреждении молекулы ДНК и белка. Повреждения такого типа частично репарируются, так как процесс репарации требует одновременного удаления участка ДНК и молекулы белка с последующей их заменой на вновь синтезированные компоненты хроматина [12; 13]. При усилении процессов ПОЛ происходит необратимое окисление SH-групп белков, что, соответственно, ведет к нарушению их функции и всего хроматина в целом. В ходе ПОЛ могут образовываться поперечные белковые сшивки и ковалентно связанные белковые полимеры [5]. Поперечно-сшивающими свойствами обладают вторичные продукты ПОЛ, в том числе и малоновый диальдегид (МДА). Способностью образовывать ковалентно связанные белковые полимеры обладают свободные радикалы липидов [6].

© А. А. Дудко, В. А. Трофимов, 2007



Изменение физико-химических свойств липидов хроматина (текучести, заряда), обусловленное усилением процессов ПОЛ изменением качественного и количественного состава липидов, может влиять на полярные и гидрофобные белок-липидные и ДНК-липидные связи, конформацию белка, доступность белка и ДНК для различных ферментов. До недавнего времени инициацию перекисного окисления липидов в результате действия разнообразных факторов констатировали только в биомембранах. При этом упускалось из виду, что хроматин содержит собственные липиды. В настоящее время установлено, что ядерный геном обладает собственной системой перекисления хроматин-связанных липидов [4; 5]. Отмечено, что по ряду характеристик (отношение к индукторам и ингибиторам, временная кинетика накопления конечных продуктов) процессы липоперекисления в хроматине существенно отличаются от таковых, происходящих в мембранах эндоплазматического ретикулума клеток печени [6].

Поэтому исследование молекулярных составляющих хроматина неделящихся клеток, стимулированных к делению, является перспективным подходом для изучения активного и репрессированного хроматина, выяснения молекулярных механизмов, регулирующих его активность.

Удобной моделью для изучения этого процесса выступает печень мышей, стимулированная к пролиферации с помощью частичной гепатэктомии.

**Методы исследования.** В опыте использовались белые беспородные мыши весом 20 — 30 г. Операцию резекции печени проводили с соблюдением правил септики и антисептики под поверхностным эфирным наркозом в среднем 15 мин. Масса удаленной части печени составляла 2/3 исходной.

**Выделение ядер** проводили из печени декапитированных животных, охлажденной в ледяном растворе 0,24 М сахарозы. Ткань тщательно измельчали и переносили в гомогенизатор Поттера — Эвельмана, затем фильтровали через четыре слоя марли. Добавляли равный объем буфера, содержащего 0,05 М трис-НСl рН = 9,0 с 0,25 М сахарозы и 0,005 М CaCl<sub>2</sub>. Применение такого буфера сводит к минимуму вероятность возникновения разрывов ДНК в процессе выделения ядер. Лизосо-

мальные протеазы ингибировали добавлением в буфер 20 мМ NH<sub>4</sub>Cl. Затем подготовленные пробы центрифугировали при 1 000 г в течение 10 мин.

Дополнительную очистку ядер проводили в этом же буфере с 0,25 % тритоном X-100. При этом удаляется часть липидов оболочки ядра и выделяются ядра, по существу свободные от загрязнения. Затем ядра осаждали центрифугированием через 1 М сахарозу при 1 000 г в течение 10 мин при 4 °С. При таких условиях выделения и очистки ядер сводится к минимуму неконтролируемая фрагментация ДНК и протеолиз белков [3].

Частоту ядерной фракции контролировали при помощи световой микроскопии.

**Фракционирование хроматина** проводили из ядер после кратковременной активации эндогенной Ca<sup>2+</sup>/Mg<sup>2+</sup>-ДНКазы. Для этого ядра помещали в 0,05 М трис-НСl буфер рН = 8,0 с 0,25 М сахарозы, 1 мМ CaCl<sub>2</sub> и 10 мМ MgCl<sub>2</sub>. Через 15 мин инкубации при 30 °С из ядер экстрагировали хроматин, применяя буфер ТМ (10 мМ Tris-НСl, рН 7,5 с 0,2 мМ MgCl<sub>2</sub>).

Экстракцию проводили при ресуспендировании при 4 °С. После осаждения ядер центрифугированием при 2 000 г в течение 20 мин при 4 °С получали первую фракцию растворимого хроматина (Хр-1). После повторной экстракции ядер в ТМ-буфере при 30 °С в течение 20 мин и осаждением при 2 000 г в течение 20 мин при 4 °С получали вторую фракцию растворимого хроматина (Хр-2) [1; 3]. Затем из ядер экстрагировали хроматин в ТМ-буфере с 2 М NaCl при 4 °С в течение 20 мин с последующим центрифугированием при 2 000 г при 4 °С в течение 20 мин и получали высокомолекулярную фракцию хроматина (Хр-В). После отмывания остатка в ТМ-буфере с 1 % Тритоном X-100 и последующим центрифугированием при 2 000 г в осадке получали конечную фракцию хроматина, связанного с ядерным матриксом (Хр-ЯМ) [1; 3].

**Количество общего белка** определяли по методу Бредфорда. Белковый состав препаратов оценивали при помощи электрофореза в присутствии ДДС-На в денатурирующих условиях по методу Леммли (Laemmli, 1970) с модификациями. Использовали прибор для вертикального электрофореза (ячейка для электрофореза Mini-PROTEAN, BIO-RAD, Швейцария). Разделение белков проводили в

мини-гелях толщиной 0,3 см. В качестве разделяющего геля использовали 15 % полиакриламидный гель, а в качестве концентрирующего — 7 % полиакриламидный гель. Электрофорез проводили в течение 10 мин при 45 В для вхождения белков в гель, а затем 1 — 1,5 ч при 130 В до начала выхода бромфенолового синего из геля.

*Количество ДНК* определяли с реактива Дише, РНК — с орциновым реактивом.

*Выделение ДНК* проводили с использованием набора реактивов D1Atom™ DNA Prep фирмы BIOcom типа ДНК-сорб-В под ламинаром для исключения перекрестного загрязнения образцов ДНК. Электрофорез ДНК проводили в агарозном геле с добавлением бромфенолового синего до конечной концентрации 0,5 мкг / мл и напряжении 5 — 10 В / см. Регистрацию ДНК проводили в проходящем УФ-свете с использованием системы видеосканирования DNA-Analiz фирмы BIOcom. Липиды из фракций хроматина извлекали методом Блайя и Дайера [2].

*Малоновый диальдегид* определяли в реакции с тиобарбитуровой кислотой. К 1 мл анализируемого образца добавляли 3 мл 1 % фосфорной кислоты, содержащей 0,5 мМ ЭДТА, и 1 мл 0,5 % раствора ТБК. После перемешивания пробы инкубировали при 100 °С в течение 45 мин. Затем к охлажденным пробам для экстракции окрашенного комплекса

приливали 4 мл *n*-бутанола, после перемешивания пробы центрифугировали в течение 15 мин при 1 500 g. В верхней бутанольной фазе измеряли оптическую плотность при 532 нм. Концентрацию ТБК-реактивных продуктов рассчитывали с учетом коэффициента молярного поглощения комплекса МДА-ТБК, равного  $1,56 \times 10^5$  моль/см (Hunter F. E. et al., 1963).

*Содержание диеновых и триеновых конъюгатов* определяли спектрофотометрическим методом, рассчитывая индексы окисленности  $A_{232}/A_{215}$  и  $A_{275}/A_{215}$ .

Полученные данные обрабатывали методом вариационной статистики с использованием критерия Стьюдента.

**Результаты и обсуждение.** Для изучения структурных компонентов, входящих в состав хроматина на разных уровнях организации, часто используют нуклеазы неспецифического действия. В настоящей работе с этой целью использовалась  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$ -зависимая ДНКаза, которая позволяет применять ограниченный гидролиз хроматина при низкой ионной силе, вызывая разрыв линкерной ДНК с интервалом ~ 200 п. н. [3]. Считается, что  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$ -зависимая нуклеаза на начальных этапах расплетает транскрипционно активный хроматин [1]. Выделение ядер в условиях, максимально сохраняющих нативность ДНК, позволило нам производить контролиру-

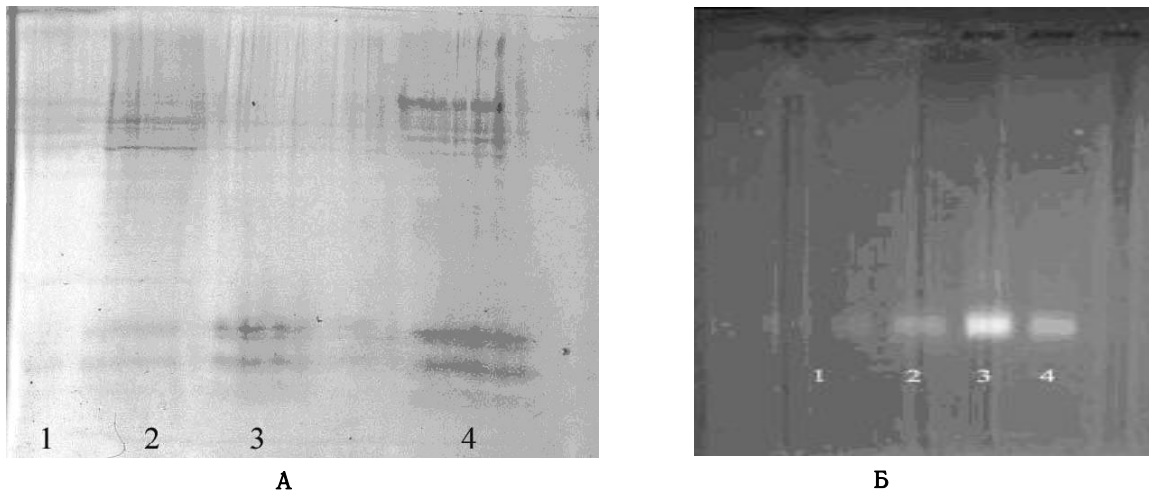


Рисунок 1

*Электрофореграмма белков (А) и электрофореграмма ДНК (Б), изолированных из хроматинов, различающихся прочностью прикрепления к ядерному матриксу:*

1) Хр-1; 2) Хр-2; 3) Хр-ВС; 4) Хр-ЯМ.

ющие разрушение хроматина эндогенной  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$ -ДНКазой *in vitro*.

Использование ТМ-буфера, обладающего высокой способностью к растворению хроматина и, по данным П. Я. Байкова [3], сохраняющего нативность нуклеосом, дает возможность фракционировать петли хроматина по принципу прочности их связывания с ядерным матриксом и выявлять активные фракции хроматина в виде относительно нативных структур. Изложенная схема фракционирования хроматина позволила получить четыре фракции растворимого хроматина: хроматин 1 (Хр-1), хроматин 2 (Хр-2), хроматин высокосольный (Хр-ВС), хроматин, прочно связанный с ядерным матриксом (Хр-ЯМ).

Анализируя данные электрофореза разделения ДНК и белка из полученных фракций хроматина, приведенных в данной работе, и анализа литературных данных, можно сказать, что в процессе выделения фракций хроматина Хр-1 и Хр-2 они сохраняют нативную нуклеосомную организацию хроматина в виде мононуклеосом и их олигомеров длиной около 20 — 40 тыс. п. н., «практически чистый нуклеогистон» [1].

Отметим, что при экстракции ядер в условиях низкой ионной силы практически все негистоновые белки уходят с матриксом и ядерными оболочками во фракцию осадка. Белки фракций хроматина Хр-1 и Хр-2 представлены всеми пятью гистонами и очень незначительным количеством негистоновых белков. Отмечено присутствие двух белков: белка «А» и «Р42,5», имеющих молекулярные массы около 25 000 и 42 500 соответственно.

Фракции хроматина Хр-1 и Хр-2 различаются не только последовательностью и условиями экстракции (4 °С и 30 °С соответственно), но и, как было установлено ранее [3], содержат разный набор негистоновых белков, включая активную РНК-полимеразу II. Возможно, фракции Хр-1 и Хр-2 представляют собой активированный домен хроматина, содержащий функционально связанные гены быстрого ответа.

Хр-ВС (высокосольный) составляет 5 — 20 % от основного хроматина, связанного со скелетными структурами ядра, и содержит в норме протоонкогены. Экстракция 2 М NaCl убирает гистоны и часть негистоновых белков, поэтому во фракции осадка остается хро-

матин, прочно связанный с ядерным матриксом (Хр-ЯМ).

Хр-ЯМ составляет 5 — 15 % от основного хроматина, и эта фракция обогащена негистоновыми белками, такими как НМГ14 и НМГ17. С этой фракцией также связаны РНК-полимераза I и II, топоизомераза II. Репликация ДНК начинается именно во фракции хроматина, прочно связанного с матриксом [11; 12; 13]. Данный хроматин локализован в примембранной зоне, и именно здесь начинается инициация транскрипции и репликации.

В работе представлены данные, характеризующие динамику изменения содержания биополимеров в ядрах клеток регенерирующей печени мышей.

В печени после частичной гепатэктомии отмечается несколько периодов, характеризующихся максимальным накоплением РНК, белков, ДНК. Так, максимальный уровень РНК приходится на 3-й час после гепатэктомии. При этом уровень РНК возвращается к контрольным показателям только к 21,5 часу после гепатэктомии (рис. 2).

В период интенсивной транскрипции, происходящей к 1 — 3-му часу регенерации, отмечены изменения в содержании общих био-

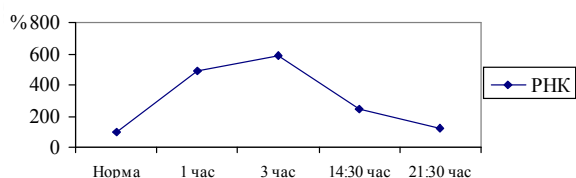


Рисунок 2  
**Динамика изменения уровня РНК в клетках печени после частичной гепатэктомии (в % от контроля)**

полимеров и окисленности липидов анализируемых фракций хроматина. В первой фракции хроматина уровень ДНК повышался к 1-му часу после гепатэктомии на 75 % по сравнению с контролем и имел максимальные значения спустя 3 ч, возрастая на 200 %.

Содержание белка в данной фракции хроматина возрастало на 400 % к 1-му часу и на 780 % к 3-му часу после гепатэктомии. К 1-му часу регенерации также происходило повышение уровня триеновых конъюгатов на 20 %, при этом к 3-му часу их уровень при-

Таблица 1  
Изменение окисленности липидов хроматина фракции Хр-1 в динамике процесса регенерации

ИОтк				
Контроль	1 ч	3 ч	14,5 ч	21,5 ч
0,113 ± 0,001	0,136 ± 0,003	0,115 ± 0,01	0,094 ± 0,004	0,075 ± 0,001
ИОдк				
0,254 ± 0,022	0,239 ± 0,007	0,214 ± 0,008	0,198 ± 0,007	0,176 ± 0,001
ТБК-активные продукты, мкМ/л				
5,3 ± 0,009	11,35 ± 0,009	5,5 ± 0,005	6,25 ± 0,006	10,12 ± 0,003

ближается к контрольным показателям. Уровень диеновых конъюгатов к 1 — 3-му часу регенерации достоверно снижался в среднем на 10 %. Количество ТБК-активных продуктов во фракции Хр-1 к 1-му часу регенерации увеличивалось по сравнению с контролем на 114 %, а к 3-му часу понижалось до контрольного уровня.

Во фракции хроматина Хр-2 к 1 — 3-му часу регенерации уровень ДНК повышался в среднем на 40 %, а количество белка возрастало соответственно на 100 и 170 % от контрольного уровня. Во фракции Хр-2 происходило резкое увеличение триеновых конъюгатов к 1-му часу регенерации более чем на 445 %, а к 3-му часу происходило относительное снижение количества триеновых конъюгатов. Количество диеновых конъюгатов к 1-му часу возрастало более чем на 335 % по сравнению с контролем. Отмечено также повышение уровня ТБК-активных продуктов в периоды активной транскрипции в среднем на 400 % по сравнению с контролем.

Во фракции хроматина Хр-ВС уровень ДНК к 1 — 3-му часу регенерации повышался в среднем на 100 % по сравнению с контро-

лем, тогда как уровень белка в эти временные периоды возрастал в среднем на 200 % по отношению к контролю (рис. 3, 4).

Количество триеновых конъюгатов во фракции Хр-ВС к 1 — 3-му часу регенерации увеличивалось в среднем на 40 % по отношению к контролю, в то время как содержание диеновых конъюгатов оказалось не подверженным значительным колебаниям.

Уровень ТБК-реактивных продуктов в данной фракции хроматина к 1-му часу превышал контрольные значения на 100 %, а к 3-му часу снижался на 19 %.

Во фракции хроматина Хр-ЯМ содержание ДНК к 1-му часу наблюдения возрастало по сравнению с контролем на 126 %, а к 3-му часу на 600 %. Уровень белка в хроматиновой фракции Хр-ЯМ был повышен на всех этапах наблюдения (рис. 4). Количество триеновых конъюгатов во фракции Хр-ЯМ к 3-му часу регенерации увеличивалось на 70 %, а уровень диеновых конъюгатов оставался близким к контрольным величинам. Уровень ТБК-реактивных продуктов в данной фракции хроматина к 1-му часу наблюдения превышал контрольные показатели на 164 %.

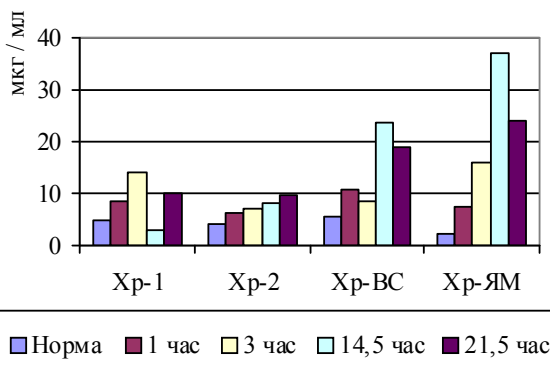


Рисунок 3

Динамика изменения уровня ДНК во фракциях хроматина после частичной гепатэктомии (мкг / мл)

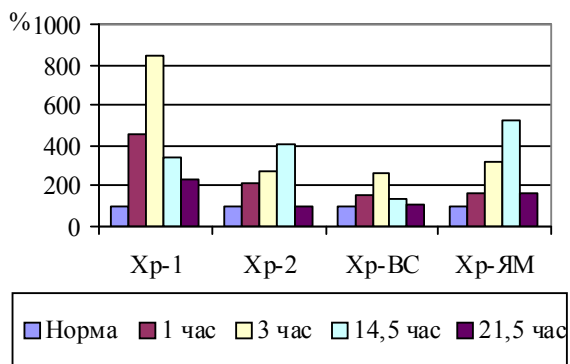


Рисунок 4

Динамика изменения уровня белка во фракциях хроматина после частичной гепатэктомии (в % от контроля)

Таблица 2  
Изменение окисленности липидов хроматина фракции Хр-2 в динамике процесса регенерации

ИОтк				
Контроль	1 ч	3 ч	14,5 ч	21,5 ч
0,089 ± 0,001	0,488 ± 0,003	0,289 ± 0,01	0,344 ± 0,004	0,095 ± 0,001
ИОдк				
0,191 ± 0,004	0,831 ± 0,016	0,468 ± 0,009	0,661 ± 0,001	0,198 ± 0,014
ТБК-активные продукты мкМ/л				
1,640 ± 0,015	11,35 ± 0,007	5,51 ± 0,006	6,25 ± 0,002	10,12 ± 0,003

В период интенсивной репликации, происходящей на 14 — 21-м часе регенерации, отмечены следующие изменения общих биополимеров и окисленности липидов фракций хроматина.

В первой фракции хроматина Хр-1 уровень ДНК повышался к 14-му часу на 100 % и спустя 21 час после гепатэктомии возрастал на 160 %. Содержание белка в данной фракции хроматина возрастало на 200 % по сравнению с контролем к 14-му часу и на 137 % — к 21-му часу после гепатэктомии. В эти периоды отмечено то, что к 14-му часу регенерации происходило понижение триеновых конъюгатов на 20 %, притом к 21 часу уровень данных метаболитов продолжал снижаться. Уровень диеновых конъюгатов на протяжении 14 — 21-го часа регенерации достоверно снижался в среднем на 20 %. Количество ТБК-активных продуктов в Хр-1 на 14-м часе регенерации увеличивалось по сравнению с контролем на 17 %, а к 21-му часу превышало контрольный уровень на 90 %.

Во фракции хроматина Хр-2 на 14 — 21-м часу регенерации уровень ДНК повышался в среднем на 100 %. Количество белка фракции Хр-2 к 14-му часу превышало контрольные показатели на 300 %, а к 21-му часу достигало контрольного уровня. Во фракции Хр-2 отмечалось резкое увеличение содержания триеновых конъюгатов к 14-му часу регенерации более чем на 286 %, а к 21-му часу

происходило относительное понижение их содержания. Количество диеновых конъюгатов на 14-м часе регенерации возрастало более чем на 246 %, а к 21-му часу снижалось до контрольного уровня. Отмечено также повышение уровня ТБК-активных продуктов в периоды активной репликации в среднем на 400 %.

Во фракции хроматина Хр-ВС уровень ДНК к 14 — 21-му часу регенерации повышался в среднем на 300 % и на 200 % к 21,5 часу соответственно, тогда как уровень белка в эти временные периоды возрастал в среднем 30 % (рис. 3; 4). Количество триеновых конъюгатов в Хр-ВС к 14-му и 21-му часу регенерации увеличивалось в среднем на 20 % по отношению к контролю, а уровень диеновых конъюгатов изменялся незначительно. Уровень ТБК-реактивных продуктов данной фракции хроматина к 1-му часу после гепатэктомии возрос на 71 % по сравнению с контролем, а к 21-му часу отмечалось его повышение в среднем на 60 %.

В хроматине Хр-ЯМ содержание ДНК к 14 — 21-му часу регенерации оказалось значительно выше контрольных значений. Уровень белка в хроматиновой фракции Хр-ЯМ резко повышался к 14-му часу регенерации, а к 21-му часу регенерации отмечалось относительное понижение его уровня (см рис. 4).

Количество триеновых конъюгатов во фракции Хр-ЯМ к 14-му и 21-му часу регенерации увеличивалось в среднем на 200 % по

Таблица 3  
Изменение окисленности липидов хроматина фракции Хр-ВС в динамике процесса регенерации

ИОтк				
Контроль	1 ч	3 ч	14,5 ч	21,5 ч
0,073 ± 0,001	0,104 ± 0,06	0,102 ± 0,013	0,091 ± 0,017	0,078 ± 0,006
ИОдк				
0,209 ± 0,005	0,202 ± 0,012	0,247 ± 0,003	0,213 ± 0,004	0,159 ± 0,016
ТБК-активные продукты мкМ / л				
3,0 ± 0,020	5,870 ± 0,001	2,460 ± 0,002	2,150 ± 0,002	4,790 ± 0,010

Таблица 4

**Изменение окисленности липидов хроматина фракции Хр-ЯМ  
в динамике процесса регенерации**

ИОтк				
Контроль	1 ч	3 ч	14,5 ч	21,5 ч
0,080 ± 0,001	0,143 ± 0,003	0,069 ± 0,011	0,294 ± 0,015	0,178 ± 0,051
ИОдж				
0,211 ± 0,009	0,239 ± 0,008	0,176 ± 0,004	0,683 ± 0,011	0,330 ± 0,015
ТБК-активные продукты, мкМ/л				
6,76 ± 0,005	17,94 ± 0,001	5,0 ± 0,003	11,84 ± 0,031	9,120 ± 0,021

отношению к контрольному уровню. Уровень диеновых конъюгатов к 14-му часу наблюдения превышал контрольные значения на 225 %, а к 21,5 часу наблюдения отмечалось его относительное понижение. Уровень ТБК-активных продуктов данной фракции хроматина к 14-му часу после гепатэктомии превышал контрольные показатели на 74 %.

Таким образом, при частичной гепатэктомии содержание ДНК, РНК и белка в разные периоды наблюдения колеблется в весьма широких пределах. Подчеркнем, что динамика изменения содержания ДНК характеризует репликативную активность хромосом, а динамика изменения содержания РНК и белка — транскрипционную активность хроматина. Генетические процессы в данной экспериментальной модели регенерирующей печени характеризуются определенной периодичностью, которая выявляется в опытах по изучению количественного состава биополимеров во фракциях хроматина, различающихся прочностью прикрепления к ядерному матриксу. Нами выявлена приоритетность в вовлечении в транскрипционный процесс фракций хроматина Хр-1

и Хр-2, в то время как фракции хроматина Хр-ВС и Хр-ЯМ первыми вовлекаются в процесс репликации. Нами также показано, что анализируемые фракции хроматина различаются по качественному и количественному составу липидов (данные не приводятся). Однако, безусловно, важно то, что липиды фракций хроматина, различающихся прочностью прикрепления к ядерному матриксу, характеризуются разной степенью окисленности. При этом наиболее высокое содержание начальных и вторичных продуктов перекисидации липидов отмечается в период активной транскрипции и репликации в соответствующих фракциях хроматина. Подчеркнем, что существует зависимость между генетической активностью хроматина и уровнем окисленности липидов. Очевидно, что последнее связано с конформационными перестройками ДНК, хроматина, входящих в их состав липидов, вследствие чего усиливаются процессы перекисидации липидов. Последнее может играть важную роль в изменении активности генетических процессов, поскольку липиды сами по себе могут влиять на конформацию ДНК.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Борисова Н. П.** Двойственный характер действия эндогенных ДНКаз на транскрипционно активный и неактивный хроматин / Н. П. Борисова // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2003. Т. 135, 3. С. 294 — 298.
2. **Кейтс М.** Техника липидологии. Выделение, анализ и идентификация липидов / М. Кейтс. М.: Мир, 1975. 322 с.
3. **Бойков П. Я.** Концентрирование протоонкогенов в ядрах гепатоцитов / П. Я. Бойков // Молекулярная биология. 1995. Т. 29, 5. С. 1137 — 1144.
4. **Левицкий Е. Л.** Коррекция поражений ядерного генома антиоксидантами в условиях токсического повреждения печени // Пробл. соврем. токсикологии. 1998. 2. С. 38 — 40.
5. **Левицкий Е. Л.** Биохимическая характеристика фракций транскрипционно активного и репрессированного хроматина печени крыс / Е. Л. Левицкий // Биополимеры и клетка. 1993. Т. 9, 6. С. 13 — 21.
6. **Левицкий Е. Л.** Свободнорадикальные повреждения ядерного генетического аппарата клетки / Е. Л. Левицкий // Укр. биохим. журн. 1994. Т. 66, 4. С. 18 — 30.

7. Справочник биохимика. М.: Мир, 1991. 543 с.
8. **Стручков В. А.** ДНК-связанные липиды: состав и возможные функции / В. А. Стручков, Н. Б. Стражевская // Биохимия. 1993. Т. 58, 8. С. 1154 — 1175.
9. **Стручков В. А.** Структурные и функциональные аспекты ядерных липидов нормальных и опухолевых клеток / В. А. Стручков // Биохимия. 2000. Т. 65, 5. С. 620 — 643.
10. Diacylglycerol kinases in nuclear lipid-dependent signal transduction pathways / A. M. Martelli, R. Bortul, G. Tabellini [et al.]. // Cell. Mol. Life. Sci. 2002. V. 59. 7. P. 1129 — 1137.
11. Lipid and DNA oxidative damage in experimentally induced hepatic porphyria in C57BL/10ScSn mice. Z / M. E. Horvath, S. P. Faux, A. Blazovics [et al.] // Gastroenterol. 2001. V. 39, 6. P. 453 — 458.
12. Nuclear lipids: New functions for old molecules Tabellini / A. M. Martelli, P. Borgatti, R. Bortul [et al.] // J. Cell Biochem. 2003. V. 88. 3. P. 455 — 461.
13. Specific natural DNA-bound lipids in post-genome era. The lipid conception of chromatin organization / V. A. Struchkov, N. B. Strazhevskaya, R. I. Zhdanov // Bioelectrochemistry. 2002. V. 56, 1. P. 195 — 198.

Поступила 18.10.06.

## РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА *APOB* В ЭКЗОНЕ 29 У ЛЮДЕЙ С СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ В РМ

**Е. А. Иванова** (Саранск),  
**В. А. Трофимов**, доктор биологических наук (Саранск),  
**М. В. Ромашкина** (Саранск)  
**О. Г. Радайкина** (Саранск)

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются одной из ведущих причин смертности в развитых странах мира. Инфаркт миокарда (ИМ) как острое проявление ишемической болезни сердца (ИБС) все чаще встречается в молодом возрасте, при этом принципиально важным фактором риска выступает артериальная гипертензия (АГ). Нарушения липидного гомеостаза, связанные с увеличенным содержанием в плазме крови холестерина, триацилглицеролов, липопротеины низкой плотности (ЛПНП), увеличивают риск развития ССЗ.

К настоящему времени известно много генетических факторов, которые могут быть ассоциированы с увеличенным риском заболеваний сердечно-сосудистой системы — это гены ренин-ангиотензиновой системы, калликреин-кининового пути, гемостаза, структуры миокарда, а именно: *LDLR*, *APOB*, *APOE*, *LPL*, *CEPT*, *SREBP*, *FII*, *FV* и многие другие. Популяционные исследования этих наследственно обусловленных факторов дали убедительные доказательства их влияния на

развитие ИМ [3]. Сведения о полиморфизме генов-кандидатов ССЗ в популяциях России ограничены результатами немногих работ, исследования ассоциаций проведены по некоторым полиморфным маркерам небольшого числа генов в отдельных популяциях [2]. Принимая во внимание высокий уровень заболеваемости сердечно-сосудистой патологией и обусловленный ею уровень смертности, нельзя не признать актуальность этих исследований и для населения нашей республики.

В настоящем исследовании проведена оценка полиморфизма (частоты генотипов, аллелей, гетерозиготность) гена *APOB* в экзоне 29 у больных ССЗ, проживающих в Республике Мордовия. Аполипопротеин В выполняет центральную роль в метаболизме и транспорте триацилглицеролов и холестерина в составе липопротеинов низкой плотности (ЛПНП), является лигандом для рецепторов липопротеинов низкой плотности (*LDLR*) [10]. Дефекты в гене *APOB* приводят к нарушению связывания ЛПНП с рецепторами, в

© Е. А. Иванова, В. А. Трофимов, М. В. Ромашкина О. Г. Радайкина, 2007

результате в сосудистом русле повышается уровень ХС-ЛПНП, что может приводить к развитию семейной гиперхолестеринемии (СГХС). Семейная гиперхолестеринемия вносит небольшую долю в смертность от атеросклеротической болезни, однако изучение именно этого заболевания дало самое яркое доказательство связи высокого уровня ХС-ЛПНП с высоким риском развития ССЗ. Обратная связь между уровнем ХС-ЛПНП при СГХС и возрастом развития ИБС дает убедительное доказательство того, что повышение уровня ЛПНП не просто ассоциировано с ИБС, а является причиной коронарного атеросклероза [6; 7].

**Материалы и методы.** Материалом для исследования послужили 40 образцов ДНК, которые были получены с использованием набора «ЮНИ-ТЕСТ-ПЦР» из цельной венозной крови человека. Выборки больных с ИБС и ЭГ (19 мужчин и 21 женщина в возрасте от 22 до 65 лет) формировались на базе Республиканского кардиологического диспансера г. Саранска. Выборка осуществлялась на основе анализа родословных. Обязательным условием было то, чтобы один (оба) из родителей пробанда страдали сердечно-сосудистой патологией. В исследование были включены больные, не родственные между собой. Кровь у больных забирали натощак из локтевой вены по 5 мл. Антикоагулянтом служил 3,8 % цитрат натрия.

Полиморфизм гена анализировали методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с последующей рестрикцией амплифицированных фрагментов [5]. Использовали специфические праймеры, синтезированные фирмой «СИНТОЛ», следующего состава:

5'>3' — последовательность

**Forvard:** CTG AGA GAA GTG TCT TCG AAG

**Revers:** CTC GAA AGG AAG TGT AAT CAC

Для рестрикции амплифицированного локуса *APOB (107730)* на фрагменты известной величины использовали фермент *EcoRI*. Электрофорез фрагментов рестрикции проводили в 1 % агарозном геле, содержащем бромистый этидий, при 100 В в течение 2 ч. Для обработки результатов анализа электрофоре-за работали с пакетом программ Gel Explorer.

**Результаты и обсуждение.** Нами проанализированы параметры полиморфизма гена *APOB* в экзоне 29, обусловленного однонуклеотидной заменой G->A (кодон 4154), которая определяется по наличию или отсутствию сайта узнавания для рестриктазы *EcoRI (EcoRI-ПДРФ)*. В результате такой мутации в молекуле белка аминокислота глутамин замещается на лизин (*Gln4154Lys*) в домене, который обеспечивает взаимодействие с рецептором липопротеинов низкой плотности [1].

ПЦР-анализ, совмещенный с рестрикцией, показал наличие на электрофореграммах фрагментов ДНК с разным молекулярным весом, соответствующим 480, 253 и 227 парам оснований (рис.). Фрагменты 227 и 253 образовались вследствие разрезания фрагмента длиной 480 п. о. рестриктазой *EcoRI*.

В нашем исследовании, по данным статистической обработки с использованием формулы Харди — Вайнберга, частоты аллелей среди больных ССЗ лиц составили 47 % для аллеля *APOB\*RI* (отсутствие сайта рестрикции) и 53 % для аллеля *APOB\*R2* (наличие сайта рестрикции). Генотипы *\*RI/\*R2*, *\*R2/\*R2*, *\*RI/\*RI* найдены с частотой 72,5 %, 27,5 и 0 % соответственно. Таким образом, в ходе исследования нами среди выборки больных не было обнаружено ни одного носителя мутантного гомозиготного генотипа *\*RI/\*RI*.

Как показал анализ ассоциации, в популяции людей, проживающих на территории Республики

Таблица

**Результаты ассоциативного исследования молекулярно-генетических основ предрасположенности к ССЗ в популяции людей, проживающих на территории РМ**

Ген	Генотип	Клинический фенотип	P, вероятность
<i>APOB</i>	<i>*RI/*R2</i>	ИБС с развитием ИМ в возрасте до 56 лет у лиц с ожирением	0,725
	<i>*R2/*R2</i>	Пониженный риск ЭГ	0,275
	<i>*RI/*RI</i>	Повышенный риск ЭГ, ИБС и ИМ	0



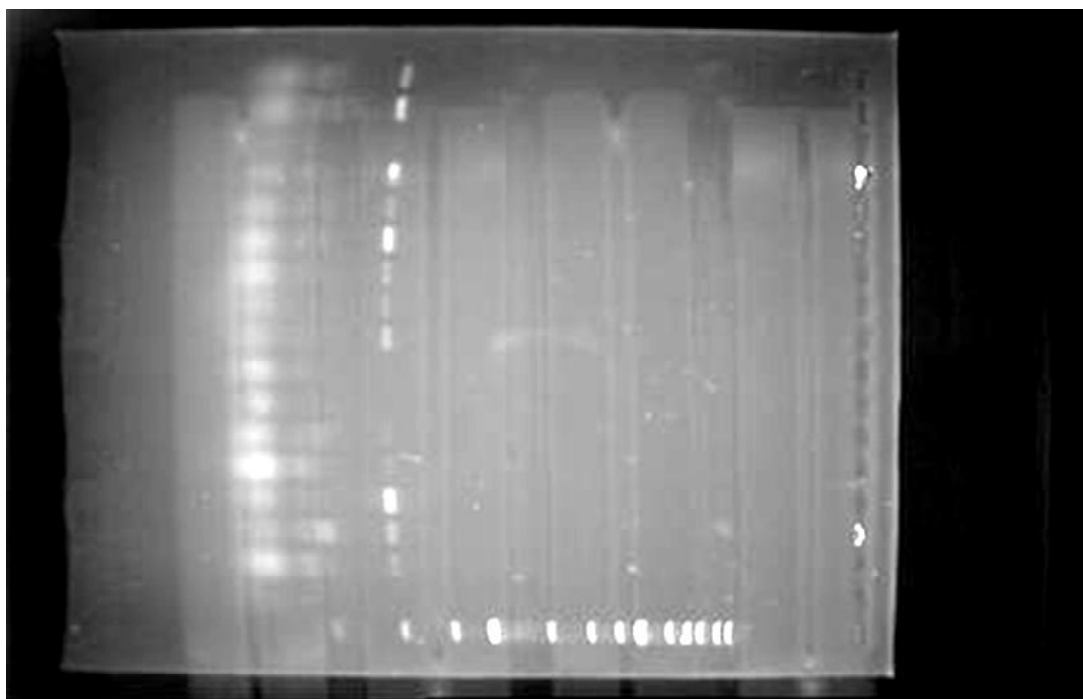


Рисунок  
 Электрофореграмма ядерной ДНК, полученной в результате ПЦР-анализа с последующей рестрикцией амплифицированных фрагментов

Мордовия — носителей генотипа  $*R1/*R2$  ( $p = 0,725$ ) повышен риск ИБС с развитием ИМ в возрасте до 56 лет при ожирении. Также в популяции — полиморфный маркер гена *APOB* ассоциирован с АГ: аллель *APOB\*RI* маркирует повышенный риск ( $p = 0,47$ ), тогда как аллель *APOB\*R2* ( $p = 0,53$ ) и генотип  $*R2/*R2$  ( $p = 0,275$ ) — пониженный риск АГ (табл.).

Таким образом, в данной работе нами впервые охарактеризован полиморфизм гена *APOB*. Наши данные в целом согласуются с данными научной литературы. Достоверное повышение частоты встречаемости аллеля *APOB\*RI* среди больных ИБС было найдено как в популяциях монголоидов (у китайцев), так и в популяциях народов европеоидного происхождения [11].

Метаанализ, включающий результаты 15 работ и оперирующий объемом выборки в 3 870 субъектов, показал, что аллель *APOB\*RI* ассоциирован с повышенным риском ИБС и ИМ. В работах разных авторов отмечены ассоциации аллеля *APOB\*RI* с ИБС, содержанием липидов в сыворотке крови, ожирением. В связи с полученными нами результатами представляет особый интерес работа, в которой *EcoRI*-полиморфизм был исследован в выборке из жителей Канады, страдающих ожирением. Согласно ее результатам, существует связь между генотипом  $*R1/*R2$ , повышением уровня холестерина плазмы крови и абдоминальным типом ожирения.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Взаимосвязь структурных вариантов гена *APOB* с ишемической болезнью сердца и уровнем липидов плазмы крови / В. А. Степанов, В. П. Пузырев, С. В. Лемза // Генетика. 1995. Т. 31, 3. С. 405 — 409.
2. Климов А. Н. Обмен липидов и липопротеидов и его нарушения / А. Н. Климов, Н. Г. Никульчева. СПб: Питер Ком, 1999. 512 с.
3. Молекулярно-генетическое исследование эссенциальной гипертензии и ишемической болезни сердца: анализ ассоциаций с полиморфными маркерами генов-кандидатов / О. Е. Мустафина, Т. Р. Насибулин, И. А. Туктарова // Медицинская генетика. 2004. Т. 3, 6. С. 269 — 274.

4. О вероятном механизме гиперхолестеринемии и клинико-прогностическом эффекте гиполипидемической терапии у больных ИБС / А. П. Васильев, Н. Н. Стрельцова, М. А. Секисова, Ю. Н. Сенаторов, И. А. Мальцева // Российский кардиологический журнал. 2004. 6 (50). С. 85 — 91.
5. Сулимова Г. Е. Анализ полиморфизма ДНК с использованием метода полимеразной цепной реакции / Г. Е. Сулимова, В. В. Зинченко. М.: Диалог, 1999. 43 с.
6. Сыркин А. Л. Инфаркт миокарда / А. Л. Сыркин. М.: Мед. агентство, 1998. 398 с.
7. Цитотоксический эффект липопротеидов низкой плотности / В. А. Нагорнев, А. Н. Восканьянц, А. Г. Виноградов [и др.] // Бюлл. эксп. биол. и мед. 2003. 1. С. 107 — 110.
8. Шевцов С. П. Отсутствие ДНК-полиморфизмов на участке гена *APOB*, кодирующем предполагаемый домен связывания с рецептором липопротеинов низкой плотности / С. П. Шевцов // Генетика. 1996. Т. 32, 2. С. 295 — 297.
9. Pogoda T. Detecton of the apoB-3500 mutation in a Russian family with coronary heard disease / T. Pogoda, V. Metelskaya // Hum. Hered. 1998. Vol. 48 (5). P. 291 — 295.
10. RFLPs of the *APOB* gene: comparative study between Greeks and Southern Italian peoples / G. De Benedictis, O. Leone, E. Falcone // Hum. Boil. 1993. Vol. 65. P. 401 — 411.
11. Rauh G. Familial defective apolipoprotein B-100 / G. Rauh, C. Celler // Clin. Investig. 1992. Vol. 70 (1). P. 77 — 84.

Поступила 18.10.06.

## СПЕКТРЫ ПИТАНИЯ ОБЫКНОВЕННОЙ ЧЕСНОЧНИЦЫ И ОСТРОМОРДОЙ ЛЯГУШКИ (ANURA) ПРИ ОБИТАНИИ В ОДНОЙ СТАЦИИ\*

С. В. Лукиянов (Саранск)

А. Б. Ручин, кандидат биологических наук (Саранск)

Концепция экологической ниши является одной из фундаментальных в экологии. Понятие это, несмотря на свою абстрактность, продолжает существовать и развиваться трудами многих отечественных ученых [8; 9; 20; 22]. Такое внимание к экологической нише обусловлено, видимо, тем, что оно способно дать представление об экологическом положении вида в экосистемах, суммируя все экологические адаптации вида к среде по всем существующим параметрам [22]. В результате этих обобщений для каждого вида организмов вырисовывается свой уникальный  $n$ -мерный экологический гиперобъем, осями которого являются  $n$ -параметры (факторы) среды [22]. Вполне естественно, что не все факторы среды влияют на организмы одинаково. Роль одних — определяющая, другие создают лишь, так называемый «экологический шум».

К числу императивных факторов для многих организмов относят обеспеченность пищей, зависящую как от потребностей (пищевых запросов) самого организма, так и от способности среды их удовлетворить. Конечно, устойчивое существование вида возможно лишь при совпадении запросов организма со способностью среды их удовлетворить. Но если на вторую организм практически никогда повлиять не может, то первые входят в состав его фундаментальной трофической ниши. Иначе говоря, фундаментальная трофическая ниша — это совокупность возможных объектов питания для вида в качественном плане (ширина спектра питания, размер добычи и т. д.) и предпочтение одних объектов другим в количественном плане. Однако для популяций, обитающих в определенной части ареала в конкретном биотопе в определенное

\* Работа выполнена при частичной поддержке ФЦНТП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям науки и техники» (проект 2006-РП-19.0/001/078).

время, реализуется лишь часть фундаментальной трофической ниши — реализованная трофическая ниша, с которой обычно и имеет дело исследователь. С другой стороны, трофическую нишу следует, видимо, рассматривать как положение вида в трофических сетях биоценоза.

В общей системе анализа экологических ниш особое место занимает изучение сходства или различия трофических ниш у видов, сосуществующих в одних экосистемах и, следовательно, использующих общие ресурсы. Эмпирических данных о величине перекрытия ниш до настоящего времени крайне мало; среди позвоночных они в основном рассчитаны для грызунов и рептилий [19; 27]. Оценка перекрытия трофических ниш амфибий, насколько нам известно, проводилась лишь в одной работе [28]. Обыкновенная чесночница (*Pelobates fuscus* Laur.) и остромордая лягушка (*Rana arvalis* Nilss.), хотя и не близкородственные виды, часто обитают совместно. В изучаемой нами экосистеме оба вида встречаются в одних биотопах, т. е. пространственные ниши двух видов перекрываются. Поэтому интересно посмотреть насколько близкими окажутся их трофические ниши.

**Материал и методы.** Материал для определения степени перекрытия трофических ниш собирали в июне 2005 г. на территории биостанции Мордовского университета (Большеберезниковский район Республики Мордовия). Для получения сравнимых результатов объем выборок составил по 30 экземпляров каждого вида со сходными размерами: остромордые лягушки —  $42 \pm 10$  мм, чесночницы —  $37,5 \pm 8,5$  мм. Отлов производили в одной станции в одно время с 22 ч 30 мин до 23 ч 30 мин.

© С. В. Лукиянов, А. Б. Ручин, 2007

Степень перекрытия трофических ниш мы оценивали, руководствуясь рекомендуемыми в литературе формулами. В частности, мы использовали показатель информационной меры сходства Снх [28]:

$$C_{ih} = -0.5 \sum \left[ (P_{ij} + P_{hj}) \cdot \left( \frac{P_{ij}}{P_{ij} + P_{hj}} \cdot \log \frac{P_{ij}}{P_{ij} + P_{hj}} + \frac{P_{hj}}{P_{ij} + P_{hj}} \cdot \log \frac{P_{hj}}{P_{ij} + P_{hj}} \right) \right],$$

где  $i$  и  $h$  — сравниваемые виды;  $P_{ij}$  и  $P_{hj}$  — частоты использования ресурса  $j$  видами  $i$  и  $h$ ; и индекс сходства Мороситы  $I'_x$  [16]:

$$I'_x = \frac{2 \cdot \sum_i p_{ij} \cdot p_{ik}}{\sum_i (p_{ij}^2 + p_{ik}^2)},$$

где  $p_{ij}$  и  $p_{hj}$  — доли  $i$ -го компонента в диетах  $j$  и  $k$  вида соответственно.

Однако оба эти показателя, рассчитываемые по всему диапазону потребляемого корма, не дают представления о количестве (в долях или процентах) кормов одной и той же систематической группы, утилизированных сосуществующими видами, и не позволяют понять, каким образом происходит трофическое разобщение (или сближение) при использовании общей кормовой базы несколькими видами. Поэтому нами был произведен расчет доли (в %) общих пищевых ресурсов, потребляемых отдельным видом амфибий  $C_i$ :

$$C_i = \frac{n_i}{\sum_{k=1}^m n_k} \cdot 100\%, \quad \sum_{k=1}^m n_k = n_1 + n_2 + \dots + n_m,$$

где  $i$  — номер исследуемого вида;  $n_i$  — число экземпляров определенного вида корма, обнаруженных в желудке  $i$ -го вида;  $m$  — число сравниваемых видов [28]. Исследование перекрытия трофических ниш проводили, объединив объекты питания в таксоны одного ранга.

Кратко проанализируем спектры питания двух видов. В спектре питания остромордой лягушки значительный процент составляли жуки (36,4 %), перепончатокрылые (13,9 %) и равнокрылые (12,8 %). Остальные группы занимали в спектре менее 10,0 %. Чесночница отличалась обилием в спектре перепончатокрылых (44,0 %), жуки играли меньшую роль (19,4 %). Доли остальных компонентов питания не превышали в спектре 6,0 %. Таким образом, наблюдались яркие отличия в спектрах питания двух видов (табл.).

В литературе есть достаточно много данных о питании видов. На территории Мордовии изучением питания амфибий, в том числе и двух интересующих нас видов, занимался В. И. Астрадамов (1973), который в качестве основных кормов для *R. arvalis* указал: жуков Coleoptera (45 %), двукрылых Diptera (19 %), личинок Lepidoptera (8 %), муравьев Formicoidea (7 %), моллюсков Mollusca (6 %), дождевых червей Lumbricidae (5 %), пауков Aranei (5 %) и др. Для *P. fuscus* им указаны: муравьи Formicoidea (28 %), двукрылые Diptera (17,5 %), моллюски Mollusca (13 %), жуки Coleoptera (7 %), пауки Aranei (6,5 %), дождевые черви Lumbricidae (4 %), перепончатокрылые Hymenoptera (4 %). Сравнивая эти данные с полученными нами, отметим их совпадение лишь по доминирующим для видов группам.

Рассматривая же сведения по питанию видов из разных географических пунктов и биотопов, мы заметили существенные колебания долей каждой из групп в спектрах питания видов. Однако нам представляется возможным, суммируя данные, выделить ряд групп, встречающихся в питании видов наиболее часто. Для спектра питания остромордой лягушки, безусловно, доминирующей группой являются жуки Coleoptera (до 72 %), среди которых преобладает семейство жужелиц Carabidae, меньше шелкунов Elateridae, хрушей Scarabaeidae, листоедов Chrysomelidae, долгоносиков Curculionidae [1 — 7; 10 — 14; 17; 18; 21; 25; 26; 28]. Кроме жуков многие авторы отмечают большое количество личинок Lepidoptera (до 18%) [5; 7; 10; 13; 23 — 25], двукрылых Diptera [2; 4; 5; 15; 17; 18] и пауков Aranei [5; 11; 14; 21]. Из остальных групп чаще других упоминаются клопы Hemiptera, перепончатокрылые Hymenoptera, равнокрылые Homoptera, брюхоногие моллюски Gastropoda, дождевые черви Lumbricidae. Нередко эти группы играют значительную роль в спектре.

Говоря о литературных данных по питанию чесночницы, можно отметить, что многие исследователи в качестве основных объектов питания выделяют жуков Coleoptera [1; 4; 7; 18; 28] муравьев Formicoidea [2] и пауков Aranei, отводя на эти группы до 90 % всего рациона [11; 21; 23]. Среди жуков наибольший процент составляют семейства жужелиц Carabidae и шелкунов Elateridae [1; 7; 11; 21; 23], из других семейств следует упомянуть мяг-

Таблица  
Спектр питания и доля использования определенного корма  $C_i$

Таксон добычи	<i>Rana arvalis</i>			<i>Pelobates fuscus</i>		
	Кол-во, экз.	Отн. кол-во, %	$C_i$ , %	Кол-во, экз.	Отн. кол-во, %	$C_i$ , %
<b>Oligochaeta</b>						
Lumbricidae	2	1,0	100	—	—	—
<b>Mollusca</b>						
Stilomatophora	8	4,1	80	2	1,3	20
<b>Arachnida</b>						
Opiliones	1	0,5	100	—	—	—
Aranei	14	7,2	77,8	4	2,5	22,2
Parasitiformes	1	0,5	16,7	5	3,1	83,3
<b>Insecta</b>						
Collembola, im.	—	—	—	3	1,9	100
Homoptera, im.	25	12,8	73,5	9	5,7	26,5
Hemiptera, im.	8	4,1	80	2	1,3	20
Coleoptera, im. + l.	71	36,4	69,6	31	19,5	30,4
Rhaphidioptera, im.	1	0,5	100	—	—	—
Hymenoptera, im. + l.	27	13,9	27,8	70	44,0	72,2
Lepidoptera, l.	8	4,1	72,7	3	1,9	27,3
Insecta, неопределенные, im. + l.	18	9,3	40,9	26	16,3	59,1
Итого:	195	100	55,1	159	100	44,9

Примечание: *im.* — имаго, *l.* — личинки

котелок Cantharidae, долгоносиков Curculionidae [1; 7; 28] и хрущей Scarabaeidae [1]. В большинстве случаев менее значимыми, чем жуки, являются гусеницы Lepidoptera [1; 4; 7], дождевые черви Oligochaeta [21; 23] и двукрылые Diptera [2]. Совсем редки в спектрах многоножки Myriapoda [7] и моллюски Gastropoda [2]. Эти данные совпадают с нашими по основным группам. Высокое количество перепончатокрылых и равнокрылых в питании остромордой лягушки является, видимо, частным случаем, и в литературе имеются сведения о подобной роли этих групп в спектре [15; 24; 18; 6]. Приоритетные объекты питания чесночницы вообще оказались сходными с таковыми, указанными в литературе.

Теперь оценим степень перекрытия тро-

фических ниш, используя специальные формулы. Рассчитав информационную меру сходства  $C_{in}$ , мы получили значение степени перекрытия, равное 72,9 %, а используя формулу индекса сходства Мориситы  $I'_r$ , — 69 %. Таким образом, трофические ниши до некоторой степени специфичны, а значительный процент перекрытия объясняется совместным обитанием и сходствами биологии и экологии видов. Используя показатель доли общих пищевых ресурсов, потребляемых отдельным видом амфибий, попробуем понять, за счет каких групп происходит разобшение ниш. Оказалось, что почти 70 % жуков Coleoptera, свыше 70 % всех двукрылых Diptera, гусениц Lepidoptera и равнокрылых Homoptera, свыше 75 % пауков Aranei, 80 % клопов Hemiptera и моллюсков

Stilommatophora, 100 % верблюдов Rhabdioroptera, сенокосцев Opiliones и дождевых червей Lumbricidae из общих пищевых ресурсов поедает остромордая лягушка. Чесночница потребляет 72 % всех перепончатокрылых Hymenoptera (главным образом муравьев Formicoidea), 83 % всех клещей Parasitiformes и 100 % ногохвосток Collembola. Очевидно, что во многом из общего спектра питания каждый вид предпочитает потреблять свои объекты. На примере чесночницы видно, что не каждый из объектов одинаково количественно важен для спектра питания вида. Основу трофической ниши формируют предпочтения среди компонентов спектра с наибольшим относительным количеством. Поэтому можно утверждать, что в основе расхождения трофических ниш лежат предпочтения остромордыми лягушками жуков Coleoptera и равнокрылых Homoptera и предпочтения чесночницей перепончатокрылых Hymenoptera.

Перекрытие трофических ниш этих двух видов уже оценивалось Г. В. Шляхтиным [28]. Его исследования, проведенные в течение ряда лет, показали, что перекрытие трофических ниш колеблется из года в год, составляя в разные годы величины от 86,5 до 90,5 %. По его мнению, это большое перекрытие объясняется конкуренцией из-за животных небольших линейных и весовых размеров, а также сходным характером и манерой охоты.

Мы также попробуем выявить некоторые причины расхождения трофических ниш двух видов. С эволюционной точки зрения, причину расхождения трофических ниш следует искать в разных историях формирования видов, которые в каждом из случаев приводят к появлению свойственных виду биологических особенностей. Эти особенности часто становятся причиной того, что разные объекты питания оказываются в разной степени доступными для вида. Некоторые из таких особенностей были выявлены нами. Одной из причин является несколько различающийся у видов характер суточной активности. Остромордая лягушка выходит на охоту в вечернее время несколько раньше чесночницы, что обуславливает поедание ею наиболее активных из доступных в это время групп. Чесноч-

ница по той же причине сталкивается с группами, активными в более темное время суток [7]. Наши наблюдения за положением пищевого комка в желудочно-кишечном тракте подтверждают эти предположения: у большинства вскрываемых остромордых лягушек пища находилась в желудке (у 29 особей, 97 %), свидетельствуя о том, что животные уже приступили к охоте, и она продолжалась уже около часа; у многих чесночниц в желудке также обнаружены объекты питания (у 22 особей, 73 %), но лишь в 30 % случаев (у 10 особей) желудок был полон ими. Чаще же основная часть пищи находилась в кишечнике (у 20 особей, 60 %), указывая на то, что вид к питанию только что приступил, а обнаруженные в кишечнике объекты, видимо — результат предыдущего приема пищи.

Другой предпосылкой расхождения трофических ниш является, видимо, различный характер двигательной активности амфибий. Остромордая лягушка как обладающая более развитыми ногами — более подвижна, что позволяет ей охотиться за летающими и быстро передвигающимися объектами. Не обладающая такими физическими возможностями чесночница предпочитает, видимо, своих жертв подкарауливать. Подтверждением этому предположению следует считать очень значительное количество муравьев в спектре питания вида, которых чесночница, видимо, поедает, расположившись возле их путей следования. Кроме того, некоторую специфику, видимо, обуславливает и способ схватывания добычи двумя видами. В силу того что язык у *R. arvalis* длиннее, устремляющееся на жертву животное выбрасывает наружу вытягивающийся липкий язык, бьющий по жертве. *P. fuscus* обладает более коротким языком, прикрепленным ко дну ротовой полости на значительном протяжении, и это, несомненно, накладывает отпечаток на ее манеру охоты [7]. Вероятнее всего, существуют и другие причины расхождения трофических ниш этих двух видов, которые нами не были выявлены.

Таким образом, трофические ниши двух видов амфибий, обитающих в одной станции, оказались специфичными. Это, видимо, в какой-то мере обусловлено различиями в суточной активности и манере охоты видов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Алейникова М. М.** К вопросу о роли амфибий в полезащитных лесных насаждениях / М. М. Алейникова, Н. М. Утробина // Зоол. журнал. 1951. Т. 30, 3. С. 391 — 397.
2. **Астрадамов В. И.** О питании амфибий Мордовии / В. И. Астрадамов // Материалы конференции молодых ученых МордГУ: мед. и естеств. науки. Саранск, 1973. С. 138 — 139.
3. **Банников А. Г.** Земноводные и пресмыкающиеся СССР / А. Г. Банников, И. С. Даревский. М.: Мысль, 1971. 304 с.
4. **Банников А. Г.** Очерки по биологии земноводных / А. Г. Банников, М. Н. Денисова. М.: Учпедгиз, 1956. 186 с.
5. **Белимов Г. Т.** К биологии остромордой лягушки, обитающей в Якутии / Г. Т. Белимов, В. Т. Седалищев // Экология. 1979. 5. С. 92 — 95.
6. **Борисовский А. Г.** Анализ избирательности питания бурых лягушек (*Rana temporaria*, *R. arvalis*) на пойменном лугу / А. Г. Борисовский // Вестн. Удмурт. ун-та. Сер. «Биологическое разнообразие Удмуртской Республики». 1999. 5. Вып. 2. С. 50 — 67.
7. **Гаранин В. И.** Земноводные и пресмыкающиеся Волжско-Камского края / В. И. Гаранин. М.: Наука, 1983. 176 с.
8. **Гиляров А. М.** Современное состояние концепции экологической ниши / А. М. Гиляров // Успехи совр. биологии. 1978. Т. 85, 3. С. 431 — 446.
9. **Гиляров А. М.** Виды сосуществуют в одной экологической нише / А. М. Гиляров // Природа. 2002. 11. С. 71 — 74.
10. **Глазов М. В.** О роли остромордых лягушек в регуляции численности беспозвоночных в биоценозе дубравы / М. В. Глазов // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1975. Т. 80, Вып. 6. С. 59 — 66.
11. **Денисова М. Н.** Отряд бесхвостые земноводные (Anura) / М. Н. Денисова // Жизнь животных. М.: Просвещение. 1969. Т. 4. Ч. 2. С. 35 — 63.
12. Земноводные и пресмыкающиеся: энциклопедия природы России / Н. Б. Ананьева, Л. Я. Боркин, И. С. Даревский, Н. Л. Орлов. М.: АМФ, 1998. 456 с.
13. **Иноземцев А. А.** Трофические связи бурых лягушек в хвойных лесах Подмосковья / А. А. Иноземцев // Зоологический журнал. 1969. Т. 48, 11. С. 1687 — 1694.
14. **Коротков Ю. М.** Некоторые данные об экологии остромордой лягушки *Rana terrestris* в Туве / Ю. М. Коротков, Е. Б. Короткова // Экология. 1975. 3. С. 102 — 103.
15. **Красавцев Б. А.** Материалы к экологии остромордой лягушки / Б. А. Красавцев // Вопр. экологии и биоценологии. 1939. 4. С. 253 — 268.
16. **Кузьмин С. Л.** Трофология хвостатых земноводных: экологические и эволюционные аспекты / С. Л. Кузьмин. М.: Наука, 1992. 167 с.
17. **Лосев А. Н.** К питанию остромордой и сибирской лягушек / А. Н. Лосев, Э. М. Картусова // Природа Томской области и ее охрана. Томск: Изд-во Томского ун-та. 1960. С. 47 — 51.
18. **Медведев С. И.** Материалы к изучению пищи амфибий Северного Донца / С. И. Медведев // Вестник зоологии. 1974. 1. С. 48 — 52.
19. О перекрывании пространственно-временных ниш в сообществе ящериц Репетекского биосферного заповедника / К. А. Роговин, Д. В. Семенов, С. Н. Галлина [и др.] // ДАН СССР. 1982. Т. 264, 4. С. 1016 — 1017.
20. **Одум Ю.** Основы экологии / Ю. Одум. М.: Мир, 1975. 40 с.
21. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР / А. Г. Банников, И. С. Даревский, В. Г. Ищенко [и др.]. М.: Просвещение. 1977. 416 с.
22. **Пианка Э.** Эволюционная экология / Э. Пианка. М.: Мир, 1981. 399 с.
23. **Пикулик М. М.** Земноводные Белоруссии / М. М. Пикулик. Минск : Наука и техника. 1985. 191 с.
24. **Радионенко О. Г.** К экологии земноводных / О. Г. Радионенко // Животный мир Белорусского Поозерья. 1972. Вып. 2. С. 44 — 45.
25. **Рыжевич К. К.** Соотношение ритмов суточной активности и пищевых спектров остромордой и травяной лягушек в луговых биотопах / К. К. Рыжевич // Вопр. герпетологии Л.: Наука, 1985. С. 183 — 184.
26. **Хазиева С. М.** Земноводные, или амфибии / С. М. Хазиева, А. М. Болотников // Животный мир Прикамья. Пермь: Пермское книжное изд-во, 1989. С. 30 — 33.
27. **Шенброт Г. И.** Разделение ресурсов между совместно обитающими видами тушканчиков (Rodentia, Dipodidae) в Каршинской степи / Г. И. Шенброт // Зоол. журнал. 1981. Т. 60. вып. 4. С. 557 — 567.
28. **Шляхтин Г. В.** Трофические ниши совместно обитающих видов бесхвостых амфибий / Г. В. Шляхтин // Экология. 1985. 6. С. 24 — 32.

Поступила 18.10.06.

## ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ НА ВИДОВОЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ МХОВ Г. ЧЕБОКСАРЫ

А. А. Корейкин (Чебоксары)

Одним из методов определения загрязнения природной среды является метод биоиндикации, основанный на изучении видового и количественного состава живых организмов, обитающих на местности и подвергающихся антропогенному воздействию. Наиболее распространены биоиндикаторами среди растений являются мхи и лишайники [1 — 6]. Летом 2006 г. студентами кружка «Эколог» проводилась работа по изучению видового и количественного состава моховидных в условиях урбанизации на улицах г. Чебоксары, на его окраинах в парках и лесах. Целью работы являлось выявление наиболее устойчивых к антропогенному загрязнению видов мхов.

В атмосферу города ежегодно выбрасывается около 75 тыс. тонн загрязняющих веществ, из них около 65 % составляют выбросы автотранспорта. В воздушный бассейн поступают как основные примеси (пыль, окись углерода, окислы азота, двуокись серы), так и специфические — фенол, формальдегид, толуол, ксилол, соединения марганца, бензапирен и т. д. По совокупности воздействия примесей город характеризуется средним по РФ уровнем загрязнения воздушного бассейна.

Наиболее загрязненными являются районы проспекта Мира, улиц Николаева, улиц Калинина, улиц Гастелло, испытывающие влияние промышленного комплекса и большого количества автотранспорта. Максимальные концентрации пыли здесь достигают 4,5 ПДК и выше, окислов азота — около 2 ПДК, фенола — более ПДК, сольвента, трикрезола — до 2 ПДК. На уровень содержания бензапирена основное влияние оказывает автотранспорт, количество которого постоянно увеличивается.

Новоюжный район является вторым по уровню загрязнения атмосферы, которое увеличивается от улицы Хузангая к ОАО «Промтрактор», агрегатному заводу, заводу «Текстильмаш». Негативное влияние на качество воздуха оказывает автотранспорт, интенсивно двигающийся по улице Ленинского комсомо-

ла, проспекту Тракторостроителей. Наиболее чистыми в этом плане являются северо-западный район и район Чапаевского поселка. СЗР расположен в наиболее возвышенной части города, где нет крупных промпредприятий. Большое количество зеленых насаждений на данной территории значительно снижает содержание вредных примесей в атмосфере, а постоянные потоки чистого воздуха со стороны зеркала Чебоксарского водохранилища и со стороны Заволжья рассеивают загрязняющие вещества. Район Чапаевского поселка имеет только один промышленный объект загрязнения атмосферы — ОАО «Имени Чапаева», выбросы которого составляют 7 % от всех загрязняющих веществ. Крупного движения автотранспорта нет, и эта часть города имеет значительные территории зеленых насаждений. Превышение ПДК по определяемым примесям отмечается крайне редко. Повышенным, но в пределах нормы может быть содержание окиси углерода и окислов азота.

Наблюдения за радиоактивностью в городе показывают, что среднее значение излучения составляет 14 — 19 мкР / ч, что в пределах естественного радиоактивного фона.

Почвы города загрязнены в основном свинцом, кадмием, медью, цинком и нефтепродуктами, максимальное содержание которых превышает нормативы (Кларки) в 3, 5, 10, 7 и 22 раза соответственно.

Максимальное число видов мха, обнаруженное в лесной зоне Новоюжного района и пос. Восточный, связано с тем, что эта его часть наиболее активно противостоит загрязнению атмосферы большими площадями и объемами листвы деревьев и травяного покрова, что снижает антропогенную нагрузку на мхи. Снижение числа видов до трех в районе Дома печати объясняется тем, что в этом месте загрязнение атмосферы от стационарных источников незначительно, территория сравнительно озеленена и основное угнетающее влияние оказывают выбросы автотранс-

© А. А. Корейкин, 2007



порта. Наличие во дворах района небольшого количества видов объяснимо тем, что эти участки озеленены незначительно и испытывают влияние выбросов крупнейших предприятий (ОАО «ЧЗПТ», «ЧАЗ», «Текстильмаш») и автотранспорта. По мере убывания встречающиеся в этом районе виды мхов можно расположить следующим образом:

- неккера;
- милия;
- бриум;
- фунария;
- политрихум;
- миуроуклада.

В СЗР встречающиеся виды по мере убывания располагаются следующим образом:

- неккера (в четырех точках исследования);

- милия (в трех точках исследования);
- миуроуклада (в двух точках исследования);
- туидаум (в одной точке исследования).

В районе залива нет предприятий, стационарных источников выбросов, и автотранспорт не оказывает существенного влияния на уровень загрязнения атмосферы. Однако вследствие того, что эта территория находится в нижней части, загрязняющие вещества стекают в нее с верхней части города, а в период неблагоприятных метеоусловий происходит их накопление, что угнетающе действует на развитие, видовой и количественный состав мхов. Здесь встречались только милия, неккера и миуроуклада.

Распространенность видов на территории города по мере убывания определилась следующим образом: неккера (65,4%), милия (61,5%), миуроуклада (42,3%), бриум (30,8%), фонтеналис (23,0%), фунария (23,0%), поля (19,0%), туидиум (19,0%), кукушкин лен (7,7%), политрихум (7,5%).

На основании проведенных исследований видовой и количественного состава мхов нами была создана следующая классификация отдельных участков города по уровню загрязнения атмосферы (рис. 1):

- I — сильно загрязненные, где не обнаружено мхов;
- II — загрязненные (1 — 2 вида);
- III — умеренно загрязненные (3 — 4 вида);
- IV — незагрязненные (5 и более видов).

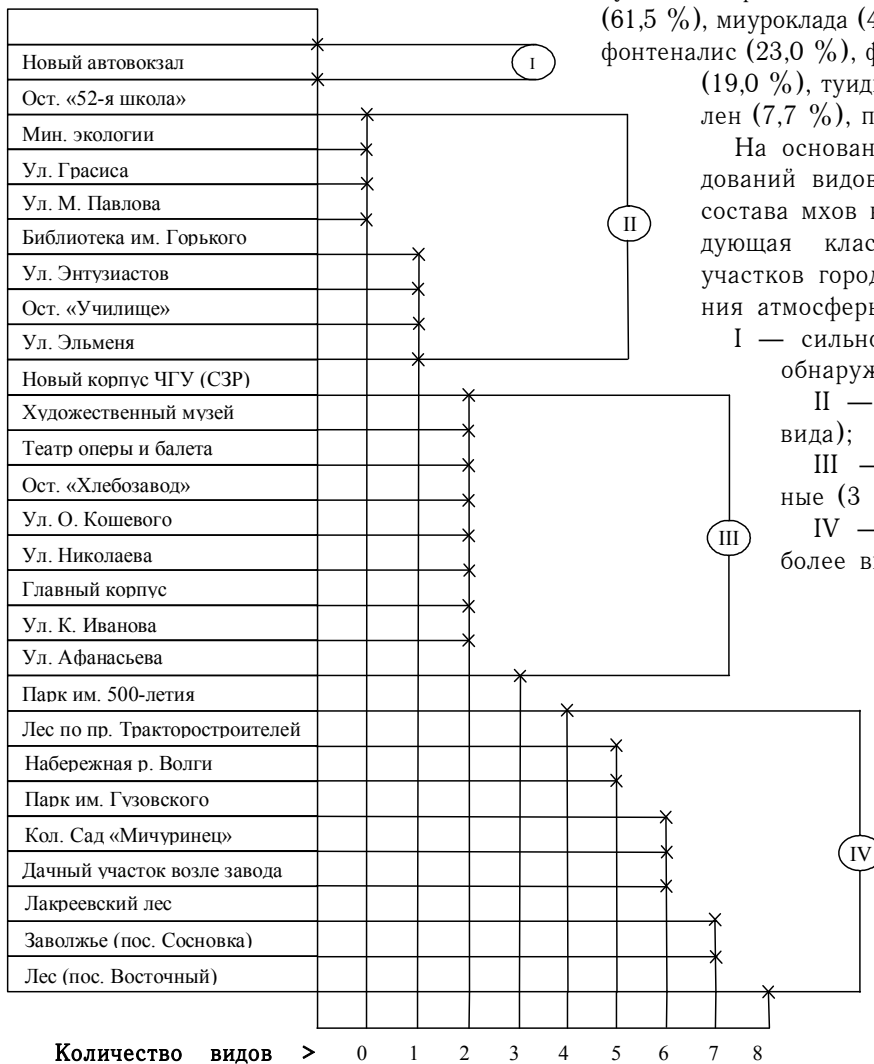


Рисунок 1  
Классификация отдельных участков города по уровню загрязнения атмосферы (пояснения в тексте)

Неккера и милия являются наиболее показательными индикаторами загрязнения окружающей среды. Их присутствие указывает на загрязненный воздух и почву. Об этом свидетельствует тот факт, что данные виды в гораздо меньших количествах распространены в «чистых» экосистемах. При изучении видового состава мхов в сельской местности (деревня Хорапыр Вурнарского района) были обнаружены четыре вида: неккера, туидиум, фонтиналис и миуроклада. Наличие неккеры объясняется загрязнением атмосферы продуктами птицеводческих и животноводческих комплексов (аммиак, сероводород, формальдегид и другие сильно пахнущие вещества).

Ко второй группе относится миуроклада. Это мох темно-зеленого цвета (в лесах встречается и светлая форма). Произрастает на деревьях. Представляет собой отдельные стебельки без чешуек. Стебли направлены в одну

сторону, как правило, вниз. Миуроклада может расти и на земле, но реже. Часто встречается с включениями других мхов (фунария, полия, бриум) или лишайника.

К третьей группе мы отнесли бриум, фонтиналис, фунарию, полию и туидиум. *Fontinalis antipyretica* внешне похож на *Neckera crispa*, но он не имеет отростков-плодиков. *Thuidium tamariscum* (туидиум тамарисковидный) — мох темно-зеленого цвета. Стебельки тонкие, длинные, с многочисленными отростками, которые переплетаются в паутину. Покрывает почву сплошным ковром, чаще встречается на затемненной, влажной почве.

К четвертой группе мы отнесли все остальные виды мхов. Сюда вошли политрихум можжевельникоподобный и политрихум обыкновенный (кукушкин лен) — типично лесные мхи, обнаруженные в лесной зоне Восточного поселка.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем. М.: Мир, 1998.
2. Биоиндикация и биомониторинг. М.: Наука, 1991.
3. Варминг Е. Распределение растений в зависимости от внешних условий / Е. Варминг. М.: Наука, 1991.
4. Виноградов Б. В. Растительные индикаторы / Б. В. Виноградов. М.: Высшая школа, 1984.
5. Горышина Т. К. Экология растений / Т. К. Горышина. М.: Высшая школа, 1990.
6. Имкун Г. М. Газоустойчивость растений / Г. М. Имкун. Киев, 1982.

Поступила 18.10.06.

## ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЯСНЫХ ЭМУЛЬСИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КУРИНОЙ КОЛБАСЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЛКОВОГО СТАБИЛИЗАТОРА «ПОЛИСАМИН-Ф»

С. Д. Евдокимов (Саранск),  
С. А. Ибрагимова (Саранск)

Современные принципы разработки мясных изделий основаны на выборе определенных видов сырья и таких их соотношений, которые бы обеспечивали достижения требуемого качества готовой продукции. При этом одновременно выбранные компоненты рецептуры должны иметь приемлемые функциональные и технологические свойства, их максимальную совместимость или взаимокompенсацию. Это должно обеспечивать в процессе переработки сырья получение стабильных мясных эмульсий [2; 6].

На мясоперерабатывающих предприятиях задачи, касающиеся повышения качества и выхода колбасных изделий, решаются не только стандартизацией основного сырья, но и применением различных компонентов, прежде всего белковых продуктов растительного и животного происхождения.

В настоящее время использование белковых препаратов в мясной промышленности позволяет заменить часть сырья, не ухудшая питательной и пищевой ценности готовых колбасных изделий. Самая значительная особенность белков — это их функциональные свойства, т. е. возможность связывания дополнительной влаги, а также создание устойчивой системы между водой и жиром, так называемая эмульгирующая способность [5].

Препарат «Полисамин-Ф» является белковым стабилизатором, допускается к использованию ГОСТом в вареных и полукопченых колбасах, сосисках, сардельках первых и вторых сортов. Его получают переработкой моло-

ка методами ультрафильтрации и электродиализа. Стабилизирующие свойства обусловлены содержанием коагулирующего вещества (лактальбумина). Препарат обладает способностью к сильному эмульгированию влаги, создавая тем самым стабильную водо-белково-жировую систему. Вследствие этого снижаются потери при термообработке, повышается выход готового продукта, улучшаются консистенция, вид на срезе, механическая прочность, эластичность, упругость, запах, вкус и товарный вид готового продукта. При этом препарат не оказывает влияния на ингредиенты, входящие в рецептуру, и не является консервантом [7].

Целью данной работы явилось исследование физико-химических свойств белкового стабилизатора «Полисамин-Ф», используемого в процессе выработки куриной колбасы «Любительская» на ГУП «Птицефабрика «Атемарская»», и его влияние на изменение свойств мясного фарша и готового продукта. В исследуемых образцах фиксировались следующие показатели: рН водной вытяжки, водо- и жиroadерживающая способность и критическая концентрация гелеобразования (ККГ) белкового препарата, а также влагосвязывающая (ВСС), влагоудерживающая способность (ВУС) мясных образцов, содержание в них влаги и массовой доли белка [1; 4].

Для изучения функционально-технологических свойств белкового препарата использовали системы «белок — вода» и «белок — жир». Для оценки ВУС и ККГ использовали

© С. Д. Евдокимов, С. А. Ибрагимова, 2007

Таблица 1  
Физико-химические показатели мясного фарша при внесении  
белкового стабилизатора «Полисамин-Ф»

Показатели	Фарш (контроль)	Соотношение препарат : вода		
		1 : 5	1 : 7	1 : 10
Содержание влаги, %	74,0 ± 1,8	77,3 ± 0,5	79,0 ± 0,5	81,1 ± 0,2
ВСС, %	24,6 ± 1,0	42,5 ± 0,3	45,3 ± 0,3	45,7 ± 0,1
ВУС, %	8,70 ± 0,4	3,90 ± 0,2	2,50 ± 0,2	2,60 ± 0,2
pH	5,90 ± 0,02	5,62 ± 0,01	5,60 ± 0,01	5,61 ± 0,01
Содержание белка, мг / мл	14,8 ± 0,7	19,4 ± 0,4	17,2 ± 0,9	16,1 ± 0,6

дистиллированную воду и 5 % раствор хлорида натрия.

При определении ВУС было установлено, что одна часть белкового препарата способна удерживать пять частей воды. При использовании раствора хлорида натрия ВУС возросла до 5,5 частей, что обусловлено влиянием нейтральных солей на гидрофильные свойства белков. При анализе жирудерживающей способности было показано, что одна часть белкового препарата удерживает две части масла. За ККГ белка мы принимали концентрацию препарата, соответствующую пробе, в которой не происходит разрушение геля под давлением свинцового шарика. По полученным данным, удержание шарика в водном растворе составляет 16 %, а в солевом — 14 %.

Изучение влияния степени гидратации белкового препарата на физико-химические свойства мясного фарша. Для этого стабилизатор вносили в виде гидролизата (соотношение препарат : вода составляло 1 : 5, 1 : 7, 1 : 10) в количестве 8 % к массе куриного фарша. Контролем служили образцы без добавления стабилизатора.

Поскольку кислотность влияет на состояние белков в мясной системе, на их способность связывать влагу, мы исследовали изменение pH в мясном фарше при внесении белкового стабилизатора (табл. 1).

Величина pH контрольного образца составила 5,9. Добавление к фаршу препарата, гидратированного в соотношении 1 : 5, снизило значение pH на 0,3 единицы. Увеличение степени гидратации белкового стабилизатора не повлияло на изменение величины pH. Это может объясняться буферной емкостью мяса, ко-

торая не допускает значительные колебания кислотности среды.

Внесение дополнительных компонентов в состав рецептуры влияет и на изменение влажности мясных эмульсий. Внесение в фарш стабилизатора со степенью гидратации 1 : 5 повысило содержание влаги на 3 %. Последующее увеличение степени гидратации до 1 : 7 и 1 : 10 привело к повышению содержания влаги на 2 % относительно предыдущего варианта. Это объясняется большим количеством воды, вносимым при растворении препарата.

Влагосвязывающая способность характеризует состояние воды в мясе. Под ВСС понимают то количество добавляемой воды, которое способно адсорбироваться компонентами мясопродуктов. При добавлении к фаршу гидратированного 1 : 5 белкового стабилизатора ВСС увеличилась на 76,8 % относительно контроля в связи с тем, что он обладает высокими гидрофильными свойствами. Во втором варианте опыта ВСС возросла еще на 2 %. Увеличение степени гидратации препарата до 1 : 10 не привело к дальнейшему повышению ВСС. Вероятно, в этом состоянии белки не могут связать большее количество воды. Таким образом, оптимальная степень гидратации препарата составила 1 : 7.

Еще одним из показателей, характеризующим состояние водного компонента мясной эмульсии, является влагоудерживающая способность. Под ВУС подразумевают то количество влаги, которое выделяется из мясопродуктов под действием центробежных сил, выраженное в процентах к массе навески.

Было отмечено снижение ВУС от 8,7 % (контроль) до 2,5 % (опытный образец со

Таблица 2  
Физико-химические показатели мяса и мясных изделий

Показатели	Мясо курицы	Фарш (контроль)	Фарш + стабилизатор	Колбаса (контроль)	Колбаса + стабилизатор
ВСС, %	13,4 ± 0,7	24,6 ± 1,0	45,3 ± 1,3	22,6 ± 0,5	36,2 ± 0,8
ВУС, %	10,4 ± 0,5	8,7 ± 0,4	2,5 ± 0,2	3,4 ± 0,2	1,8 ± 0,1
рН	6,0	5,9	5,6	6,7	6,5
Содержание белка, мг/мл	8,7 ± 0,4	14,8 ± 0,7	17,2 ± 0,9	7,2 ± 0,4	10,3 ± 0,5

степенью гидратации 1 : 7). Это объясняется состоянием белков стабилизатора, которые участвуют в удержании и связывании влаги в фарше. При гидратации 1 : 7 и 1 : 10 значения ВУС были одинаковы, что еще раз показывает нецелесообразность использования последнего варианта опыта.

Питательная ценность мясopодуKтов характеризуется наличием белков, поэтому на следующем этапе работы определяли содержание растворимых белков в щелочном экстракте мясной эмульсии биуретовым методом, рекомендуемым для мясных изделий из курицы. Добавление белкового стабилизатора к контрольному образцу повысило массовую долю белков на 31 %. Увеличение степени гидратации стабилизатора до 1 : 7 и 1 : 10 повлекло за собой снижение содержания белка на 11,3 и 17,0 % относительно предыдущего варианта соответственно. Повышение концентрации белка в опытных образцах обусловлено наличием казеина в применяемом препарате, а ее

снижение — уменьшением доли белка в общем объеме добавляемого препарата.

Анализируя полученные данные, можно отметить, что добавление белкового стабилизатора «Полисамин-Ф» к мясному куриному фаршу способствует улучшению его физико-химических показателей. Оптимальным вариантом гидратации можно считать соотношение препарат : вода 1 : 7.

**Изучение физико-химических свойств мяса и мясopодуKтов.** Исходя из полученных результатов «Полисамин-Ф» в опытные образцы вносили в количестве 8 % к массе фарша в гидратированном состоянии 1 : 7.

Анализ среды водных вытяжек опытных образцов показал, что в мясе птицы рН составил 6,0. Согласно литературным данным, рН парного мяса птицы колеблется в интервале 7,0 — 7,4 [8]. Возможно, повышение кислотности связано с процессами распада АТФ, происходящими в мясе вследствие посмертного окоченения и накопления в результате этого органи-

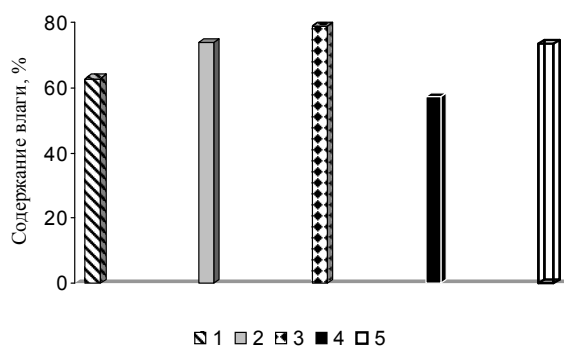


Рисунок 1

#### Изменение содержания влаги в мясных образцах

1 — мясо курицы; 2 — фарш (контроль);  
3 — фарш + стабилизатор; 4 — колбаса «Любительская» (контроль); 5 — колбаса «Любительская» + стабилизатор

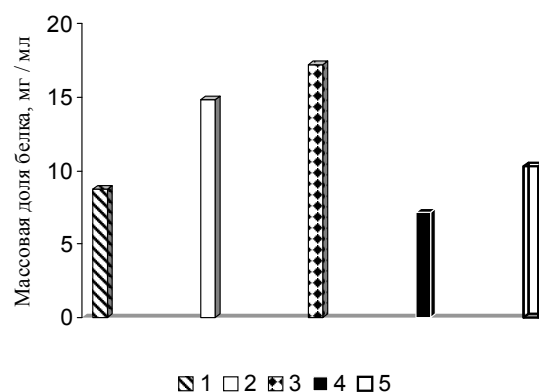


Рисунок 2

**Массовая доля белка в мясных образцах**  
1 — мясо курицы; 2 — фарш (контроль);  
3 — фарш + стабилизатор;  
4 — колбаса «Любительская» (контроль);  
5 — колбаса «Любительская» + стабилизатор

ческих кислот, которые приводят к закислению среды. В контрольном образце фарша отмечено незначительное понижение рН (табл. 2).

Внесение в фарш белкового стабилизатора привело к увеличению кислотности на 0,3 единицы. Это может быть связано с наличием в составе белкового препарата кислотных молочных белков. Повышение значения рН готовых колбасных изделий связано с добавлением фосфатов на стадии составления фарша, которые сдвигают эту величину в щелочную сторону, а добавление белкового стабилизатора обуславливает небольшой сдвиг в кислую область.

Технологические воздействия в процессе переработки оказывают влияние на содержание влаги в мясопродуктах. Общее содержание влаги в образцах мяса составило 62,9 %, что соответствует стандарту, согласно которому содержание влаги в мясе птицы механической обвалки составляет 60 — 75 % [3]. Из полученных данных видно, что в контрольном образце фарша содержание влаги увеличилось по сравнению с мясом на 11 % (рис. 1). Это связано с добавлением водо-ледяной смеси на стадии приготовления фарша. Добавление к фаршу гидратированного белкового препарата вызвало увеличение содержания влаги еще на 5 %.

Коагуляционные изменения белков в процессе термической обработки приводят к снижению их гидрофильности и отделению воды. Было установлено, что содержание влаги в контрольном образце вареной колбасы «Любительская» снизилось по сравнению с показателем фарша на 17 % и составило 57 %. Содержание влаги в опытном образце снизилось на 5,5 % и составило на 16,4 % больше, чем в контроле. Можно предположить, что меньшие потери влаги в данном варианте обусловлены наличием белкового стабилизатора, благодаря гидроскопичности которого повышается количество связанной воды.

На различных этапах технологического процесса производства колбасы «Любительская» проводилась оценка ВСС (см. табл. 2). ВСС мяса курицы составила 13,4 %. Низкое значение, вероятно, связано с длительным хранением его в холодильных камерах. В приготовленном фарше ВСС увеличилась в 1,8 раза, что было вызвано измельчением мясного сырья, вследствие чего возросли дисперсность

частиц и доля растворимого белка в дисперсной среде. Это оказывает пластифицирующее действие на мясную эмульсию и тем самым повышает ее влагосвязывающую способность. Увеличение ВСС при добавлении белкового стабилизатора в мясную эмульсию связано с биохимическими свойствами добавок, способных связывать воду и образовывать водно-белковую матрицу, в ячейках которой удерживается жир. Понижение ВСС готовых изделий связано с коагуляционными изменениями белков, соответственно, и с понижением их способности связывать добавляемую влагу. Так, в контрольном образце ВСС снизилась на 2,0 %, а в опытном — на 9,0 % относительно фарша. Благодаря гидрофильности белков, входящих в состав стабилизатора, ВСС опытного образца колбасы составила на 13,6 % больше контрольного.

На различных этапах технологического процесса наблюдалось снижение ВУС с 10,4 % в мясе до 8,7 % в контрольном образце фарша (табл. 2). Предположительно, понижение уровня отделения влаги в мясном фарше связано с нарушением структуры мышечной ткани и переходом миофибриллярных белков в растворимое состояние. В результате увеличивается ВУС системы и свободная вода переходит в связанное состояние, активно удерживаясь белками.

При добавлении стабилизатора в мясную эмульсию ВУС составила 2,5 %. Это обусловлено наличием молочных белков в составе «Полисамина-Ф», которые совместно с мышечными белками участвуют в удержании и связывании влаги в продукте. В колбасных изделиях ВУС уменьшилась по сравнению с фаршем на 5,3 % (контроль). Добавление в рецептуру молочного стабилизатора способствовало снижению ВУС до 1,8 %, что говорит о более полном связывании воды и удержании ее в продукте. Белковый стабилизатор представлен главным образом лактоальбуминами, которые характеризуются высокими функционально-технологическими свойствами.

В исследуемых образцах определяли массовую долю растворимых белков. В мясе птицы содержание белка составило 8,7 мг / мл, а в мясном фарше это значение увеличилось в 1,7 раза (рис. 2).

Повышение концентрации белков в мясной эмульсии связано с нарушением структуры ткани и их экстракцией в водную фазу. При внесе-

нии стабилизатора в контрольный образец фарша массовая доля белка увеличилась на 2,4 %. Содержание белков в образцах готового изделия, в отличие от мясной эмульсии, снизилось и составило в контрольном образце на 51,4 %, а в опытном — на 40,0 % меньше. Это связано с температурной обработкой, проводимой в ходе технологического процесса производства вареной колбасы, в результате чего часть белков де-

натурирует. Однако массовая доля белков в готовом изделии, выработанном с применением стабилизатора «Полисамин-Ф», выше, чем в исходном мясе и контрольном образце.

Таким образом, внесение в рецептуру колбас белкового стабилизатора «Полисамин-Ф» улучшает функционально-технологические свойства и питательную ценность как мясных эмульсий, так и готового изделия.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 9793-74. Мясные продукты. Методы определения содержания влаги. Введен 01.01.1975, продлен до 01.01.2004. М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1978. 56 с.
2. Гупник Б. Е. Справочник технологий колбасного производства / Б. Е. Гупник М.: Пищевая промышленность. 1993. 431 с.
3. Заяс Ю. Ф. Качество мяса и мясopодуKтов / Ю. Ф. Заяс. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 480 с.
4. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов. М.: Колос, 2004. 571 с.
5. Общая технология мяса и мясopодуKтов / И. И. Тимошук, И. А. Головашенко, С. А. Сенкимов. Киев: Урожай, 1989. 216 с.
6. Справочник по производству вареных и фаршированных колбас, сарделек, сосисок и мясных хлебов / А. Г. Забагита, И. А. Подвойская, И. И. Молочников. М.: Пищевая промышленность, 2001. 709 с.
7. Технологическая инструкция по использованию белкового стабилизатора «Полисамин-Ф». 2004. 32 с.
8. Тимошук И. И. Справочник технолога мясopерерабатывающего предприятия / И. И. Тимошук, А. Н. Ясевич. Киев: Урожай, 1986. 160 с.

Поступила 18.10.06.

## ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНОГО pH ПОСЛЕСПИРТОВОЙ БАРДЫ НА РОСТ И НАКОПЛЕНИЕ БЕЛКА ГРИБОМ *LENTINUS TIGRINUS*

А. А. Лукаткин (Саранск),  
Н. А. Атыкян, кандидат биологических наук (Саранск),  
В. В. Ревин, доктор биологических наук (Саранск)

В настоящее время практически в каждом регионе России действует биотехнологическое производство этилового спирта, причем в большинстве случаев предприятия в качестве основного субстрата используют зерносырье, что обеспечивает возможность получения экологически чистой и высококачественной продукции, отвечающей стандартам качества,

в частности, серии ISO 9000 и требованиям ВТО — спирты марки «Базис», «Люкс», «Альфа». Однако биотехнологические производства этилового спирта во многих случаях не являются экологически чистыми согласно современным требованиям [4].

Поэтому ежегодно различными перерабатывающими предприятиями вывозятся на свалку,

© А. А. Лукаткин, Н. А. Атыкян, В. В. Ревин, 2007

поля фильтрации, овраги, спускаются в пруды и реки более 2 млрд тонн так называемых отходов: послеспиртовой барды, отработанных дрожжей и т. д. Многие из них, к сожалению, до настоящего времени не находят рационального применения в промышленности [7].

В связи с этим важной задачей является проведение исследований по созданию безотходных технологий, позволяющих комплексно использовать отходы и сводить до минимума вред, наносимый окружающей природной среде [1].

В настоящее время разработаны немногочисленные технологии утилизации послеспиртовой барды с получением кормовых дрожжей, упаренной обессоленной барды на корм скоту, кормового витамина В<sub>12</sub>, глутаминовой кислоты, глутамата натрия, глутамата калия, бетаина нейтрального, глицерина. Упаренная послеспиртовая барда — исходное сырье для производства гранулированного органо-минерального удобрения. Также она используется как пластификатор бетона, разжижитель сырьевого шлама для производства цемента [6]. Одной из основных проблем использования барды на корм скоту является большое количество клетчатки, вследствие чего она плохо усваивается животными. В то же время лигнолитические грибы, в частности *Panus (Lentinus) tigrinus*, обладают мощным ферментативным (лигно- и целлюлозоразрушающим) комплексом, позволяющим одновременно утилизировать клетчатку и наращивать белковую биомассу. Комплексная переработка жидкой барды грибами-базидиомицетами позволяет создать полноценный витаминизированный белково-углеводный корм, в связи с чем важным технологическим моментом является получение максимального выхода белка и биомассы.

В своей работе мы исследовали влияние важного технологического параметра — рН —

на рост и накопление белка грибом *Panus (Lentinus) tigrinus* при жидкофазном культивировании на послеспиртовой барде.

**Методика.** Объектом исследования служил лигнолитический гриб *Panus (Lentinus) tigrinus* ВКМФ-3616D, выделенный сотрудниками кафедры из сухих плодовых тел, растущих на березовом валежнике в окрестностях г. Саранска, и послеспиртовая барда, полученная с ОАО «Мордовспирт».

Штаммы гриба поддерживали на косяках с сусло-агаром. Для приготовления инокулята грибов штаммы выращивали в течение семи суток на жидкой среде Чапека — Докса с добавлением 1,5 % лигносульфата.

Выращивание инокулята вели в колбах объемом 500 мл, куда наливали 100 мл среды, в перемешиваемых условиях на качалках при 160 об / мин при 26 °С. Засев проводили кусочком агара, заросшего культурой гриба (приблизительно 1 x 1 см).

Инокулят вносили по 5 мл на 100 мл питательной среды. Выращивание культуры гриба проводили на послеспиртовой барде с различными значениями рН в перемешиваемых условиях на качалке (200 об / мин) при 26 °С в течение 12 суток.

Измерения проводили на 3-и, 6-е, 9-е и 12-е сутки роста гриба. Внеклеточный белок в культуральной жидкости определяли по методу Бредфорда, используя в качестве стандарта бычий сывороточный альбумин [2]. Биомассу определяли по сухому весу. Высушивание проводили при 105 °С до постоянного веса.

Все опыты повторяли трижды. Статистическую обработку проводили по данным всех опытов по стандартным методикам с использованием программы BIostat.

**Результаты.** Исследования по влиянию начального рН нативной барды на рост и накопление белка грибом *Panus (Lentinus) tigrinus* выявили следующие закономерности (табл. 1).

Таблица 1  
Влияние рН послеспиртовой барды на рост гриба *Panus (Lentinus) tigrinus* ВКМФ-3616D

Варианты	Биомасса, г / л			
	3	6	9	12
рН 4,0	30,54 ± 2,65	41,99 ± 3,71	25,66 ± 0,20	21,15 ± 2,12
рН 5,0	28,29 ± 0,98	26,65 ± 2,31	15,80 ± 1,30	11,93 ± 1,19
рН 6,0	26,17 ± 2,02	19,44 ± 1,54	18,08 ± 1,68	7,55 ± 0,76
рН 7,0	22,02 ± 1,30	22,60 ± 1,34	21,58 ± 1,68	9,97 ± 0,98



Как видно из табл. 1, при всех вариантах нашего исследования обнаружена сходная картина изменения биомассы. Так, во всех вариантах наблюдалось резкое увеличение количества биомассы уже к 3-м суткам культивирования (трофофаза развития грибов), что связано с началом интенсивного поглощения питательных веществ грибом из барды и, как следствие, с переходом к логарифмическому росту биомассы. При этом максимальное накопление биомассы к 3-м суткам наблюдалось при pH 4,0 — 6,0 (в среднем 28 г/л). Дальнейшее культивирование до 6-х суток привело практически во всех вариантах к стационарному состоянию биомассы (идиофаза развития гриба). Только в варианте с pH 4,0 происходит дальнейшее увеличение выхода биомассы до 42 г/л (почти в 1,5 раза).

Как известно из литературных данных максимальную продуктивность по биомассе культивируемые в искусственных условиях микроорганизмы дают при своих оптимальных значениях pH, отклонение от которых в любую сторону ведет к снижению скорости роста. Негативные последствия изменения pH обусловлены прямым и косвенным дей-

ствием ионов водорода на клетку. Прямое действие направлено непосредственно на клеточные структуры, косвенное — на компоненты внешней среды, а через них — на клетку. Изменение pH во внешней среде может снизить каталитическую активность экзоферментов, осуществляющих гидролитическое расщепление макромолекул питательных веществ. Концентрация протонов во внешней среде влияет на величину электрического заряда поверхности клетки и электрического потенциала мембраны. Поскольку плазмалемма трудно проницаема для гидроксильных ионов и протонов, внеклеточная и внутриклеточная концентрация последних не уравниваются между собой, благодаря чему создается трансмембранный градиент ионов водорода, который совместно с электрическим потенциалом мембраны управляет мембранными реакциями [4 — 8].

Культивирование до 12-х суток роста приводило уже к резкому (в 2 — 3 раза) снижению биомассы, что связано с началом лизиса биомассы после 6-х суток роста.

Параллельно с изменением биомассы мы определяли внеклеточный белок (табл. 2).

Таблица 2  
Влияние pH послеспиртовой барды на накопление белка грибом *Panus (Lentinus) tigrinus* ВКМФ-3616D

Варианты	Внеклеточный белок, г / л			
	3	6	9	12
pH 4,0	0,183 ± 0,016	0,199 ± 0,018	0,671 ± 0,057	0,650 ± 0,060
pH 5,0	0,195 ± 0,012	0,303 ± 0,030	0,233 ± 0,021	1,727 ± 0,163
pH 6,0	0,261 ± 0,021	0,410 ± 0,041	0,469 ± 0,043	1,548 ± 0,144
pH 7,0	0,148 ± 0,012	0,809 ± 0,080	0,604 ± 0,058	1,797 ± 0,169

Анализ полученных данных показывает, что максимальное количество внеклеточного белка образуется на 12-е сутки при начальном pH 5,0 — 7,0. Общая динамика образования грибом внеклеточного белка идет по одинаковой схеме: небольшое количество в начале культивирования и увеличение белка к 12-м суткам роста.

Сопоставление динамики накопления биомассы и белка позволяет сделать предположение, что резкое увеличение количества внеклеточного белка связано не с синтезом, а скорее с распадом клеток биомассы, так как в этих же вариантах к 12-м суткам количество

биомассы снижается в 2 — 2,5 раза, вероятно, за счет автолиза, что и объясняет довольно высокий выход белка. Также это связано с тем, что в исходной барде содержится протеин (в зависимости от вида сырья разное его количество); при определении внеклеточного белка, образуемого грибом, определялся и белок, содержащийся в исходной барде.

Таким образом, оптимальным вариантом, приводящим к максимальному накоплению биомассы к 6-м суткам роста, является вариант с начальным pH 4,0. А оптимальным вариантом, стимулирующим максимальное накопление белка, являются варианты с pH 5,0 — 7,0.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Антипов С. Т.** Послеспиртовая зерновая барда: технология переработки / С. Т. Антипов, А. В. Журавлев // Производство спирта и ликероводочных изделий. 2005. 4. С. 9 — 11.
2. **Белова Н. В.** Коллекция культур бизидиомицетов на рубеже веков / Н. В. Белова, Н. В. Псурцева // Биотехнология. 1999. 3. С. 39 — 42.
3. Влияние полимерных субстратов на биосинтез ферментов лигнолитического комплекса грибом *Panus tigrinus* / Д. А. Кадималиев, В. В. Ревин, Н. А. Атыкян // Вестник ОГУ. 2003. Т. 22, 4. С. 93 — 98.
5. Особенности ферментов лигнолитического комплекса гриба *Panus tigrinus* штамм ВКМ F — 3616 D / Д. А. Кадималиев, В. В. Ревин, Н. А. Атыкян // 1-й съезд микологов России: тез. докл. Москва, 11 — 14 апреля 2002 г. М.: Нац.акад микологии, 2002. С. 298.
4. **Кухаренко А. А.** Экологические и экономические аспекты использования отходов спиртового производства / А. А. Кухаренко, М. Н. Дадашев // Производство спирта и ликероводочных изделий. 2004. 2. С. 23 — 25.
6. Повышение эффективности производства пищевого этанола за счет комплексного использования сырья и отходов / С. Н. Сорокодумов, А. А. Кухаренко, А. Ю. Винаров // Пищевая промышленность. 2005. 4. С. 60 — 61.
7. Технология спирта / В. Л. Яровенко, В. А. Маринченко, В. А. Смирнов // М.: Колос, 1999. 464 с.
8. **Bradford M. M.** A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principal of protein-bye binding / M. M. Bradford // Anal. Biochem. 1976. Vol. 72. P. 248 — 254.

Поступила 18.10.06.

## МУТАНТЫ АСПЕРГИЛЛОВ С ПОВЫШЕННОЙ АМИЛОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ

**В. В. Шутова**, кандидат биологических наук (Саранск),  
**Л. А. Кудашкина** (Саранск),  
**В. В. Ревин**, доктор биологических наук (Саранск),

По последним прогнозам, микробиологическая промышленность в ближайшие 10 лет будет развиваться темпами, превышающими развитие других областей биотехнологии. Современные и будущие успехи микробиологической технологии зависят от нашей способности создавать микроорганизмы с нужными свойствами [2].

Амилолитические ферменты синтезируются многими микроорганизмами: бактериями, дрожжами, грибами и актиномицетами. Наиболее часто в качестве продуцентов амилолитических ферментов используются плесневые

грибы. Способность синтезировать амилазы широко распространена среди плесневых грибов рода *Aspergillus*, видов *niger*, *oryzae*, *usamii*, *awamori*, *batatae*. Аспергиллы синтезируют одновременно комплекс ферментов, но некоторые из них, особенно мутантные штаммы, продуцируют в значительных количествах лишь один фермент. Отбор микроорганизмов-продуцентов проводится, главным образом, по высокой активности  $\beta$ -амилазы, глюкоамилазы и олиго-1,6-глюкозидазы (декстриназы) [10]. В зависимости от вида и штамма гриба, а также от условий культивирования сочетание этих

© В. В. Шутова, Л. А. Кудашкина, В. В. Ревин, 2007

ферментов может быть различным. Применяя разнообразные способы воздействия на микроорганизмы, можно получить штаммы плесневых грибов, отвечающих определенным требованиям [7].

Во многих отраслях пищевой промышленности необходимо проводить гидролиз крахмала. На практике его осуществляют в две стадии: на первой проводят обработку  $\beta$ -амилазой (стадия разжижения крахмала), затем клейстеризованную и разжиженную суспензию при температуре не выше  $60^\circ\text{C}$  и pH 5,0 — 5,5 обрабатывают глюкоамилазой (стадия осахаривания крахмала). В результате совместного действия ферментов степень гидролиза крахмала достигает 98 — 99 % [1]. Так как в настоящее время растет потребность многих отраслей промышленности в ферментных амилолитических препаратах, проводятся работы по изучению продуцентов амилолитических ферментов, по их культивированию в различных условиях и, конечно же, по получению высокоактивных штаммов. Производство ферментов из штаммов, полученных в ходе мутационных и селекционных программ, является экономически выгодным уже на протяжении многих лет.

Данная работа посвящена получению высокопродуктивных мутантов *Asp. awamori* и *Asp. niger*, синтезирующих  $\beta$ -амилазу и глюкоамилазу, и изучению физиологических и биохимических особенностей мутантных штаммов.

В качестве объекта исследования использовали культуру грибов *Aspergillus niger*, предоставленную сотрудниками кафедры микологии и альгологии МГУ им. М. В. Ломоносова, и *Aspergillus awamori*.

Споровый посевной материал грибов *Asp. niger* и *Asp. awamori* выращивали при температуре  $25^\circ\text{C}$  в пробирках со скошенным агаром на среде Чапека с крахмалом следующего состава, г / л: крахмал — 20,  $\text{NaNO}_3$  — 30,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  — 1,  $\text{MgSO}_4$  — 0,5,  $\text{KCl}$  — 0,5,  $\text{FeSO}_4$  — 0,01, агар-агар — 18.

**Получение мутантов.** Споры грибов *Asp. niger* и *Asp. awamori* суспендировали в чашках Петри в 10 мл дистиллированной воды; 5 мл полученной суспензии помещали в стерильные чашки Петри и подвергали УФ-облучению в течение 30 (97,6 Дж / м), 25 (81,3 Дж / м) и 20 (65,1 Дж / м) мин. Затем контрольные и облученные споры в

разведениях  $10^{-7}$ ,  $10^{-8}$ ,  $10^{-9}$  по 0,5 мл высевали на чашки Петри с агаризованной средой, содержащей 1 и 5 % крахмала, инкубировали при  $35^\circ\text{C}$  до появления колоний, после чего подсчитывали процент выживаемости. Каждую выжившую колонию стерильной петлей переносили на обогащенную агаризованную среду Чапека с крахмалом и инкубировали при  $35^\circ\text{C}$  до появления колоний.

Исходные и мутантные штаммы грибов *Asp. awamori* и *Asp. niger* культивировали глубинным способом на качалке при 200 об / мин,  $25$  —  $26^\circ\text{C}$  в течение семи суток в конических колбах Эрленмейера объемом 500 мл со 100 мл питательной среды Чапека того же состава. Засев осуществляли суспензией спор.

Амилолитическую активность определяли спектрофотометрически с использованием йод-крахмального метода, основанного на гидролизе крахмала ферментами амилолитического комплекса до декстринов различной массы. За единицу амилолитической способности (АС) принимали количество фермента, которое способно катализировать гидролиз 1 г растворимого крахмала до продуктов, не дающих окраски с йодом за 1 ч при температуре  $30^\circ\text{C}$  [5].

Метод определения глюкоамилазной активности основан на количественном определении глюкозы, образующейся при гидролизе крахмала. За единицу глюкоамилазной способности (ГлС) принимали количество фермента, которое гидролизует растворимый крахмал при  $30^\circ\text{C}$  и pH 4,7 и в течение 1 мин освобождает 1 ммоль глюкозы. Количество образующейся глюкозы измеряли глюкозооксидазно-пероксидазным методом [5]. Определение белка проводили по методу Бредфорд [6].

**Получение мутантов *Asp. awamori* и *Asp. niger*.** Природные штаммы *Asp. niger* и *Asp. awamori* были первоначально отобраны в результате скрининга в качестве продуцентов амилолитических ферментов. Для дальнейшего повышения продукции этих ферментов был использован УФ-мутагенез с последующей селекцией высокопродуктивных клонов. Ультрафиолет вызывает как «точковые» мутации, так и хромосомные aberrации. В результате мутагенеза и селекции были отобраны следующие варианты: у *Asp. awamori* — 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7; у *Asp. niger* — 1, 2, 3, 4.

На первом этапе грибы облучали ультрафиолетом определенное время, потом вели поверхностное культивирование вариантов (и исходных, и облученных). В результате УФ-облучения в течение 30 мин у *Asp. awamori* выжило 8 — 28 % спор, получены мутантные варианты 1 — 3. При облучении УФ в течение 25 мин у этого же гриба выжило 72 — 95 % спор, в результате были получены мутантные варианты 4 — 7.

При облучении *Asp. niger* УФ в течение 20 мин выжило 80 — 95 % спор, получены мутантные варианты 1 — 4.

Мутантные варианты *Asp. awamori* и *Asp. niger* от исходной культуры отличались образованием более обильной биомассы, морфологическими признаками (размером колоний), интенсивностью спороношения и образованием пигмента, окраской колоний при выращивании на агаризованных средах.

Важно отметить, что при пересеве мутантных вариантов на селективные среды наблюдалось выщепление лишь около 10 % нетипичных колоний, что свидетельствует о морфологической стабильности.

**Изучение культурально-морфологических свойств.** У полученных мутантных колоний грибов *Aspergillus* были описаны культуральные свойства. Визуально наблюдали за морфологическими особенностями грибов рода *Aspergillus* при росте на твердой агаризованной среде (поверхностное культивирование) и на жидкой питательной среде (глубинное культивирование).

Грибы *Asp. niger* и *Asp. awamori* имели септированный, разветвленный, бесцветный многоядерный мицелий. Конидии у них одноклеточные, шаровидные [3]. На рис. 1 изображена микрофотография конидий мутантного

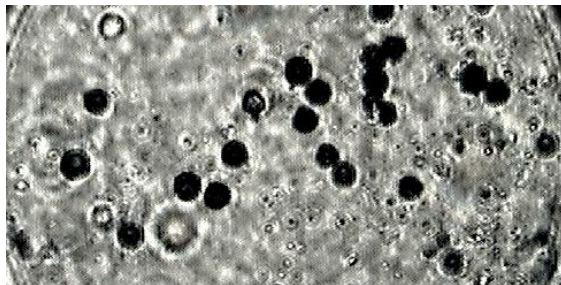


Рисунок 1  
Конидии мутантного варианта 1 гриба *Asp. awamori*

варианта *Asp. awamori* 1 (окрашивание метиленовым синим). Форма конидий округлая с заметными небольшими зубчиками. У исходного штамма *Asp. awamori* конидии более светлые, меньшего размера (рис. 2).

У штаммов *Asp. niger* конидии также имели шаровидную форму; зубчики меньше, чем у гриба *Asp. awamori*.

Макроколонии гриба *Asp. niger* на плотных питательных средах (на агаризованной среде Чапека — Докса) по форме в основном круглые, крупные по размеру, мицелий более плотный и густой, чем у *Asp. awamori*. По направлению к краю мицелий колонии паутинистый. У исходных и мутантных вариантов в процессе длительного роста (около 10 дней) на среде того же состава наблюдалось пигментообразование. *Asp. niger* выделял в среду пигмент зеленого цвета, по краям среда была окрашена в бордовый цвет. У мутантных вариантов происходило более раннее спороношение — через двое суток, а у исходного штамма — лишь через трое суток. Спорношение у *Asp. niger* черное, образующееся в радиусе 3 — 5 см.

Колонии гриба *Asp. awamori*, и исходного, и мутантных штаммов различного размера, темно-коричневые, почти черные. Споры и конидии плесневых грибов содержат пигменты, что и придает зрелым культурам характерную окраску [4]. Край колонии лишен зрелого спорношения. Конидиальные головки довольно крупные в центре и более мелкие по направлению к краю. Конидии созревали у мутантных вариантов через двое суток и легко отделялись от мицелия. Гриб *Asp. awamori* образовывал пигмент бордового цвета у всех вариантов и при длительном росте вызывал растрескивание среды.

**Глубинное культивирование грибов.**

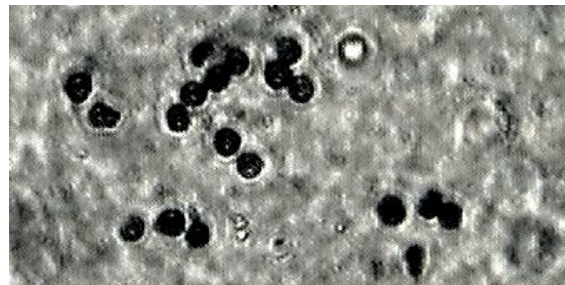


Рисунок 2  
Конидии исходного штамма *Asp. awamori*

Сравнение исходных и мутантных штаммов *Asp. awamori* и *Asp. niger* проводили также при культивировании в качалочных колбах на среде Чапека — Докса с крахмалом. При глубинном культивировании микроорганизмы развиваются во всем объеме жидкой питательной среды. В глубинной культуре протекают два неразрывно связанных процесса — синтез биомассы и синтез ферментов. Для исследования продуктивности мутантных вариантов по сравнению с исходными штаммами грибов была измерена их амилалитическая активность.

Содержание внеклеточного белка косвенно характеризует показатель биомассы микроорганизма. У исходного штамма гриба *Asp. awamori* содержание белка медленно повышалось до 6-х суток — до 0,59 мг / мл, затем практически не менялось (рис. 3). У всех мутантных вариантов при культивировании концентрация внеклеточного белка была ниже, чем у исходного штамма. Штаммы-продуценты могут накапливать кроме «полезных» и «вредные» мутации. Вредные мутации часто проявляются в снижении скорости роста, возникновении дополнительных требований к скорости роста [2]. Самая высокая концентрация была на 5-е сутки у мутантного варианта 1, а низкая — у 4-го, причем в течение всего времени культивирования она находилась почти на одном уровне.

Содержание белка у исходного штамма *Asp. niger* было практически на одном уровне на протя-

жении всего времени культивирования (рис. 4). У мутантных вариантов 1, 2 и 4 происходило плавное увеличение количества белка. У исходного штамма *Asp. awamori* образовалось столько же внеклеточного белка, что и у исходного штамма.

Определение АС основано на гидролизе крахмала ферментами амилалитического комплекса до декстринов различной массы, т. е. АС — это способность ферментов амилалитического комплекса осуществлять гидролиз крахмала до декстринов. Максимальная АС наблюдалась у мутантного варианта 1, и на 5-е сутки она была равна 936,7 ед / л, затем происходило ее снижение (рис. 5). На 5-е сутки у мутантного варианта 1 АС была на 32,1 % больше по сравнению с контролем. Минимальные значения АС оказались у мутантного варианта 4 (происходило плавное увеличение АС в течение всего времени культивирования).

У исходного штамма *Asp. niger* на 5-е сутки проявился пик АС, который равен 635 ед / л (рис. 6). Самое высокое значение АС было у мутантного варианта 4, и оно составляло на 5-е сутки 914 ед / л, что больше, чем у контроля, на 40 %. Минимальными значениями АС среди мутантов обладал вариант 2, его АС тем не менее была больше, чем у контроля, на 16,4 %.

АС исходного штамма гриба *Asp. awamori* была больше, чем у исходного штамма гриба *Asp. niger*, на 15 %.

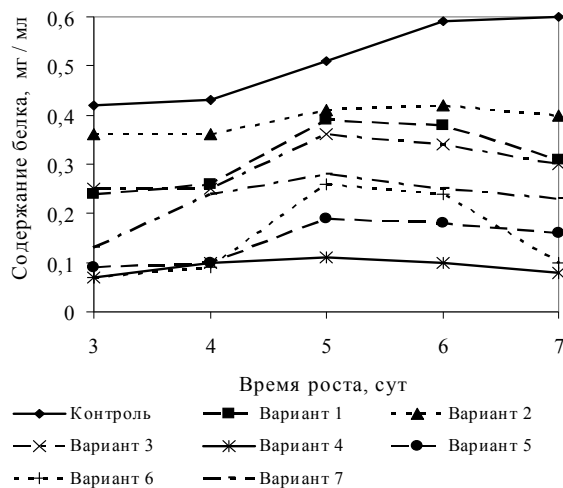


Рисунок 3  
Содержание белка исходного и мутантных вариантов *Asp. awamori*

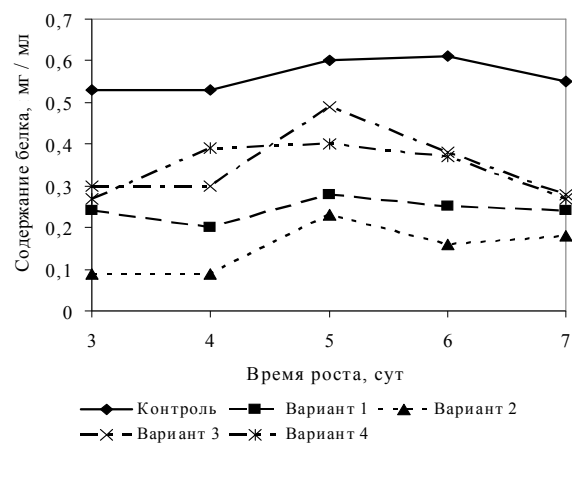


Рисунок 4  
Содержание белка исходного и мутантных вариантов *Asp. niger*

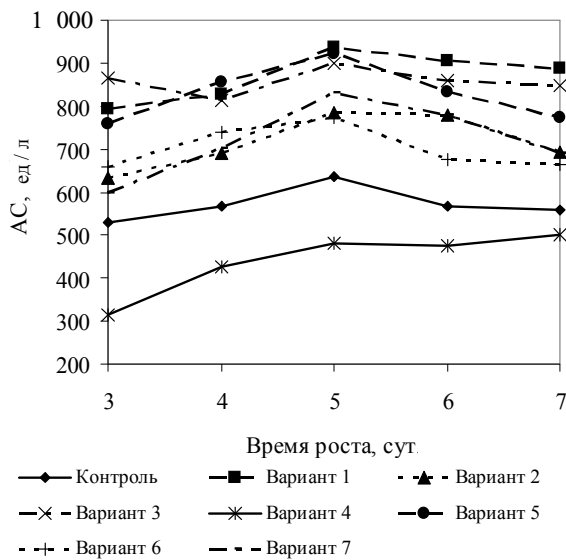


Рисунок 5  
AC исходного и мутантных вариантов *Asp. awamori*

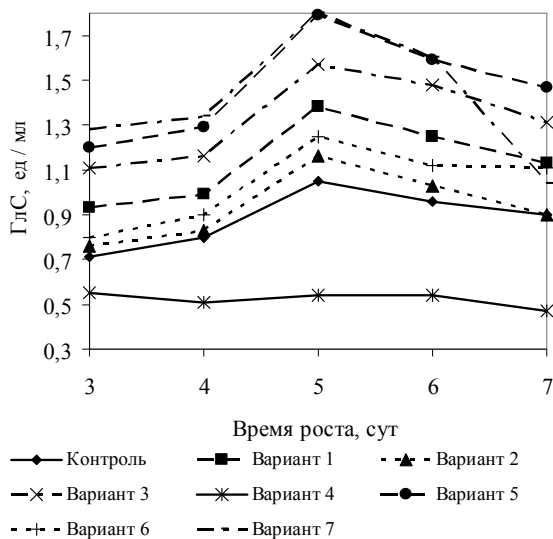


Рисунок 7  
ГлС исходного и мутантных вариантов *Asp. awamori*

Глюкоамилаза (β-1,4-глюкан-глюканогидролаза, К.Ф. 3.2.1.3) представляет собой экзодеполимеразу, последовательно отщепляющую глюкозные остатки от нередуцирующего конца полисахаридных молекул крахмала или мальтоолигосахаридов, превращая их в глюкозу. Кроме β-1,4-глюкозидных связей глюкоамилаза гидролизует β-1,6-глюкозидные связи. Глюкоамилазы относятся к промышленно важным ферментам,

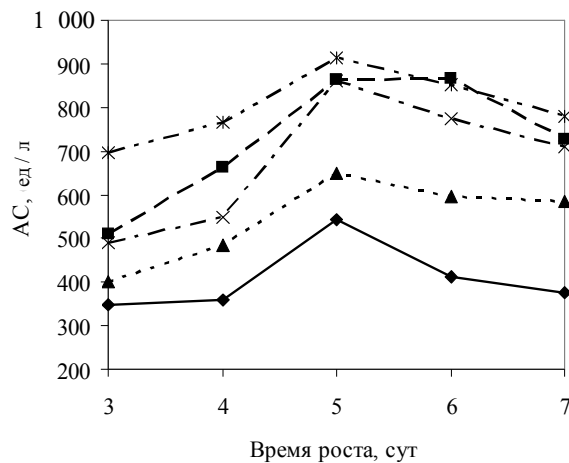


Рисунок 6  
AC исходного и мутантных вариантов *Asp. niger*

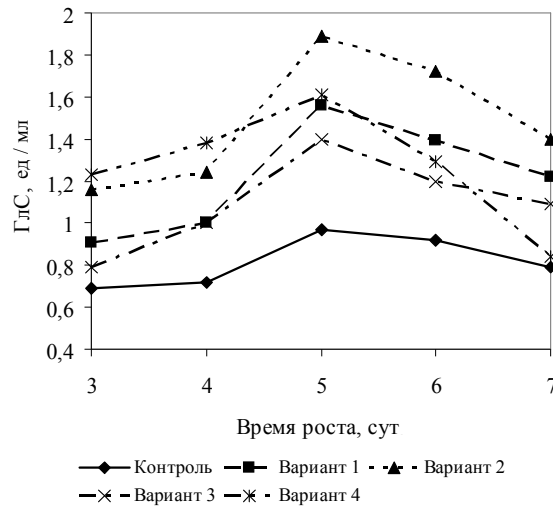


Рисунок 8  
ГлС исходного и мутантных вариантов *Asp. niger*

поэтому большое значение имеет их получение [8; 9]. Существенными недостатками известных производственных способов получения глюкоамилазы является низкий уровень продуктивности штамма по синтезу этого фермента, а также высокая стоимость культивирования из-за применения высококонцентрированных питательных сред и длительности процесса [7].

У всех мутантных вариантов *Asp. awamori* ГлС возрастала до 5-х суток и затем снижалась (рис. 7). Максимальным значением ГлС обладал мутантный вариант 7: на 58 % больше контроля; самой низкой ГлС обладал мутантный вариант 4: ниже контрольного значения.

Наибольшей ГлС среди штаммов *Asp. niger* обладал мутантный вариант 2: выделялось самое большое количество глюкоамилазы, и ГлС на 5-е сутки была равна 18,9 ед / мл, что на 49 % больше, чем у контроля (рис. 8). У всех мутантных вариантов пик ГлС приходился на 5-е сутки культивирования. Исходный штамм по ГлС находился на самом низком уровне.

Итак, задача по получению мутантов с повышенным синтезом амилолитических ферментов была успешно выполнена.

**Выводы.** Были получены мутанты грибов *Asp. awamori* (7 мутантных вариантов) и *Asp. niger* (4 мутантных варианта) путем облучения исходных штаммов ультрафиолетом. Они отличались от исходных штаммов образованием более обильной биомассы, размером колоний, интенсивностью спороношения, интенсивностью об-

разования пигмента и окраской колоний при выращивании на агаризованных средах.

При культивировании мутантов *Asp. awamori* на среде Чапека — Докса с крахмалом наибольшее количество внеклеточного белка и амилолитическую активность показал мутантный вариант 1, амилолитическая способность была на 32 % выше, чем у исходного штамма. Глюкоамилазная способность была выше у мутантного варианта 7 (на 58 % больше, чем у исходного штамма).

При культивировании мутантов *Asp. niger* на среде Чапека — Докса с крахмалом наибольшее количество внеклеточного белка образовывал мутантный вариант 3, наивысшая амилолитическая способность была у мутантного варианта 4 (на 40 % больше, чем у исходного штамма). Глюкоамилазная способность у мутантного варианта 2 на 49 % выше по сравнению с исходным штаммом.

Использование новых штаммов позволит значительно удешевить процесс производства ферментных препаратов, получаемых на их основе, и увеличить эффективность использования в различных областях биотехнологии [1].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Высокоактивный штамм гриба *Asp. awamori* — продуцент глюкоамилазы / А. П. Сеницын, О. Н. Окунев, Н. В. Цурикова [и др.]. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://av16833.comtr.ru/default.html>.
2. Дебабов В. Г. Селекция микроорганизмов на заре XXI века / В. Г. Дебабов // Биотехнология. 2005. Вып. 5. С. 7 — 21.
3. Методы выделения, изучения и культивирования микроорганизмов / Т. И. Громовых, В. А. Тюльпанова, В. М. Гукасян [и др.]. Красноярск: СибГТУ, 2002. 152 с.
4. Морозова Е. В. Особенности экзогенного покоя конидий *Asp. niger* / Е. В. Морозова // Микробиология. 2001. Вып. 5. С. 611 — 619.
5. Определение активности ферментов: справочник / Г. В. Польшалина, В. С. Чередниченко, П. В. Римаева. М.: Дели Принт, 2003. 375 с.
6. Справочник биохимика / Р. Досон, Д. Элиот, У. Элиот, К. Джонс [пер. с англ.]. М.: Мир, 1991. 543 с.
7. Яровенко В. Л. Производство и применение глубоинной культуры плесневых грибов в спиртовой промышленности / В. Л. Яровенко, Б. А. Устинников. М.: Пищевая промышленность, 1969. 262 с.
8. Bioenergetic consequences of glucoamilase production in carbonlimited chemostat cultures of *Asp. Niger* / M. Metwully, M. el Sayed, M. Osman [et al.] // Biotechnol. and Bioeng. 1991. Vol. 59, 1. P. 35 — 43.
9. Molecular basis of glucoamylase overproduction by a mutagenised industrial strain of *Aspergillus niger* / D. A. Mackenzie, B. J. Jeenes, X. Gou [et al.] // Enzyme Microb. Technol. 2000. Vol. 26, 1. P. 193 — 200.
10. Production of alpha-amylase with *Asp. oryzae* on spent brewing grain by solid substrate fermentation / V. Bogar, G. Szakaes, P. Tengerdy [et al.] // Biotechnol. and Bioeng. 1999. Vol. 65, 6. P. 638 — 648.

Поступила 18.10.06.

### АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ ДУШИН (к 100-летию со дня рождения)

Л. Д. Альба, кандидат биологических наук (Саранск),  
В. К. Левин (Саранск)

Есть люди, личность которых существенно влияет на ход истории. Современную историю биологического факультета очень трудно представить без Александра Ивановича Душина (25.05.1907 — 5.10.1983). Александр Иванович пришел на биологический факультет через шесть лет после того, как Мордовский государственный педагогический институт им. А. И. Полежаева стал Мордовским государственным университетом. Это было время становления университета. Сейчас редкий институт не присвоил себе звание университета или академии. Становление нашего университета в 1950 — 1960-е гг. шло по-другому. Сменилось не только название вуза, но и его сущность; возникали новые факультеты и кафедры, на старые кафедры и факультеты пришли новые люди, в бывший пединститут пришла ее величество Наука. На наш взгляд, в науке и кроется то главное, которое делает просто высшее учебное заведение Университетом. И совершенно необязательным для ученого является наличие ученой степени или научного звания. Александр Иванович пришел на кафедру зоологии в возрасте 57 лет, не имея ни степени, ни звания. Но он был Ученым, именно с большой буквы. Так сложилась его судьба, что в 1937 г., будучи старшим ассистентом кафедры зоологии Горьковского государственного университета, он был арестован и приговорен к десяти годам лагерей и пяти годам ссылки. Он строил Норильск и организовывал экспедиции для разведки промысловых ихтиологических ресурсов, чтобы было чем кормить армию заключенных строителей. Он замерзал, голодал, болел цингой, по-



терял зубы и волосы, его лицо покрылось морщинами, но мысль оставалась ясной, и, как оказалось потом, даже через двадцать шесть лет после вынужденного прощания с университетскими стенами он не утратил университетского духа. Именно Александр Иванович был одним из людей, принесших дух университетской науки к нам на факультет.

Родился Александр Иванович Душин 7 июня по старому стилю в 1907 г. в семье ссыльного революционера в сельце Алешково Костромской области. «Костромские леса. Розовошекие мачтовые сосны, светлые березы и зеленые осины по беломошным болотам. Говорливая речка Малиновка с гольцами в студеной воде. Четырнадцать изб по муравчатому косогору. Там детство. Оттуда любовь к природе», — писал о себе Александр Иванович. В 1918 г. он с мамой приехал в Нижний Новгород. Закончил школу и был командирован в вуз — Нижегородский университет, где учился у известных зоологов Сергея Сер-

© Л. Д. Альба, В. К. Левин, 2007



геевича Станчинского, Евгения Михайловича Воронцова, Ивана Григорьевича Пузанова и других. Александр Иванович — делегат Пятого съезда зоологов, анатомов и гистологов в Киеве, организатор и участник нескольких зоологических экспедиций по таежному Заволжью (Ветлуга, Керженец) и по Суре. Как отмечалось выше, по ложному доносу был арестован и десять лет провел в соловецких и норильских лагерях. После отбытия срока заключения на пять лет был сослан в город Камень-на-Оби. Затем приехал в город Белинский Пензенской области, где работал в районной больнице до 1963 г.

Итак, в 1963 г. на должность старшего преподавателя кафедры зоологии был избран заведующий бактериологической лабораторией Белинской районной больницы Пензенской области Александр Иванович Душин. К этому времени средний возраст преподавателей на кафедре превышал 50 лет. Нам, молодым лаборантам, казалось, что приход еще одного пятидесятилетнего «старика» не добавит потенциала. Как же мы ошибались. Обаятельный, с юмором человек, талантливый рассказчик, легко сходящийся с людьми, он быстро вошел в коллектив факультета. Энергии Александра Ивановича мог бы позавидовать любой из нас.

Первое, что он предложил — сделать из склада старой, списанной мебели лабораторию большого практикума и фотолабораторию. Мы с энтузиазмом восприняли эту идею, и через неделю старый склад превратился в 436-ю аудиторию, на дверях которой красовалась надпись «Большой практикум». О новости прослышал ректор, пришел посмотреть. Ему очень понравилось. По-видимому, именно тогда и произошла первая неформальная встреча Григория Яковлевича Меркушкина с Александром Ивановичем Душиным. Они, люди одного поколения, поняли друг друга, и Григорий Яковлевич с тех пор поддерживал все инициативы Александра Ивановича. Первой стала идея организации зоологической экспедиции по Мокше, главной водной артерии Мордовии, до той поры совершенно не исследованной. Не было ни гидрологических, ни флористических, ни каких либо других описаний этой реки и ее долины, своеобразная *Terra incognita* среди хорошо исследованной Восточно-Европейской равнины. В июне

1964 г. от устья Иссы отправились две моторные лодки, в которых находились 12 человек: трое сотрудников, Александр Иванович Душин, старший преподаватель П. А. Добросмыслов, старший лаборант Л. Д. Альба, студенты-старшекурсники А. Макаров, В. Астрадамов, Т. Грунюшкина, Л. Егунова, студенты младших курсов Г. Ярмухамедов, С. Приказчикова, В. Склярова, Э. Захарова и сын Александра Ивановича — одиннадцатиклассник Володя Душин. Потом последовали экспедиции по Мокше 1965, 1967 гг., по Суре 1968, 1969, 1970 гг., по Суре и Ветлуге 1971, 1973 гг., в которых принимали участие А. М. Лукина (Бузакова), В. С. Вечканов, А. Г. Каменев, В. К. Левин, В. Г. Седов, В. М. Смирнов и многие другие.

Результатом этих экспедиций явилась защита А. И. Душиным в 1970 г. кандидатской диссертации, посвященной изучению ихтиофауны малых рек, и выход монографий «Рыбы Мордовии», «Рыбы Суры» в соавторстве с А. М. Бузаковой и А. Г. Каменевым, «Фауна р. Суры», которые до сих пор не утратили значимости и являются настольными книгами многих поколений зоологов. Под руководством Александра Ивановича сформировалась научная школа, его непосредственными учениками являются ныне профессора В. И. Астрадамов, А. Г. Каменев, А. В. Каверин, доценты В. С. Вечканов, Л. Д. Альба, А. С. Лапшин и многие другие ученые и педагоги.

Перу Александра Ивановича принадлежат десятки работ, посвященных фауне долин малых рек. Необходимо сказать, что проблема антропогенного воздействия на малые реки Европейской части России не теряет своей остроты и сейчас, а впервые о ней заговорил, и не только в научных статьях, но и в большом количестве публикаций в средствах массовой информации именно Александр Иванович. И первые телевизионные передачи о природе Мордовии происходили с его участием. Как настоящий ученый, Александр Иванович не замыкался в узких пределах какой-либо одной науки. Ему принадлежат работы по паразитологии, гидробиологии, териологии, орнитологии. Пытаясь выяснить причину своеобразия ихтиофауны Суры, Александр Иванович заинтересовался происхождением реки и высказал поистине революционную идею о том, что, по-видимому, «Пра-Сура, направлявшаяся по оси Сурского прогиба... и имевшая на-

правление течения к югу», текла по той же долине, что сейчас Волга. Это предположение в дальнейшем нашло подтверждение в работах отечественных и зарубежных геологов и палеогеографов.

Отдельно необходимо сказать и о роли Александра Ивановича Душина как выдающегося педагога, великолепного лектора. Он обычно сопровождал лекции большим количеством живых примеров, собственным наблюдением, что делало их незаурядным явлением в жизни не только химико-биологического факультета, но и всего университета. За знаниями к нему приходили студенты строительного и светотехнического, исторического и географического факультетов. Он читал и на сельскохозяйственном факультете.

Александр Иванович впервые разработал и прочитал курс охраны природы, разработал курс большого практикума по зоологии позвоночных, который ведется на кафедре зоологии до сих пор. Он читал курсы зоологии позвоночных, зоогеографии, общей экологии и экологии животных, ихтиологии. Под его руководством были выполнены десятки высококлассных курсовых и дипломных работ. Его учениками и воспитанниками являются практически все ведущие зоологи Мордовии.

Александр Иванович был членом Союза журналистов Мордовии. Его увлекательные книги «По лесам и речным перекатам» (1974), «На “Диорите” в Карское море» (1980), «Петя Поткин и другие» (1981) проникнуты любовью к природе, воспитывают бережное отношение к ней.

Александр Иванович Душин внес существенный вклад и в практическую ихтиологию. По его рекомендации организовывалась работа Левжинского и Медаевского рыбных хозяйств, Ежовского рыбного питомника. В эти рыбхозы пришли на руководящие должности выпускники кафедры зоологии В. Кузнецов, В. Мокринский, В. Кадоркин, В. Плакидкин и другие. На прилавки магазинов Мордовии стала регулярно поступать свежая рыба.

Огромная эрудиция, активная жизненная позиция помогали ему в общественной работе — он много лет был председателем научно-технического совета при Правительстве Мордовии.

Особенно ярко организаторские способно-

сти Александра Ивановича проявились в создании биологической станции Мордовского университета, отметившей свое сорокалетие в 2006 г. До этого времени учебно-полевая практика студентов биологического отделения не имела своей постоянной базы. Со времен пединститута эта практика проходила либо в окрестностях Саранска, либо в Ковылкине, где студенты во время практики жили в школе и совершали экскурсии в ближайшие окрестности. Естественно, у них не было возможности реально изучать биологическое разнообразие природы Мордовии. С приходом на кафедру зоологии Александра Ивановича обычными стали выездные длительные практики, когда студенты полтора месяца работали в самых малоизмененных и наиболее богатых видами природных сообществах: Ковылкинском, Ельниковском, Теньгушевском районах.

В 1966 г. впервые мы приехали на практику на восток Мордовии, в Симкинское лесничество Большеберезниковского района. Уже самые первые впечатления послужили поводом для того, что бы Александр Иванович сказал почти как Петр о Петербурге: «Здесь будет биостанция». О биостанции Александр Иванович говорил нам со дня прихода на кафедру. Он много рассказывал о замечательной биостанции Горьковского университета на Пустыньских озерах. Это находило горячий отклик, так как у одного из авторов были собственные воспоминания и о биостанции Днепропетровского университета на реке Самаре, левом притоке Днепра. И здесь Александра Ивановича интуиция не подвела. Место под биостанцию было выбрано, без преувеличения, уникальное.

Здесь на очень небольшой территории, всего в 11 тысяч гектаров, зарегистрировано более 90 процентов всей флоры Мордовии и более 80 процентов фауны позвоночных животных. Вряд ли где-нибудь еще в Европейской части России зарегистрировано столь высокое биологическое разнообразие на столь небольшой территории. Кроме этого, сложились и чрезвычайно удачные бытовые условия: на кордон, куда мы приехали впервые, можно было добраться в любую погоду и любую распутицу — дороги оставались проезжими. И, наверное, самое главное: на кордоне жили замечательные люди — Ульяна Павловна и Ни-

колай Дмитриевич Астайкины, которые в течение 40 лет были хранителями биостанции и совсем недавно от нас ушли... Вечная им память!

Уже с осени 1967 г. молодые сотрудники биостанции и студенты начали строить здесь первый, «душинский» домик под руководством, при личном непосредственном участии и, что немаловажно, во многом за счет личных сбережений Александра Ивановича. Шли годы, биостанция росла и развивалась. Сейчас это достаточно большое хозяйство, центр мониторинговых экологических исследований, центр Сим-

кинского природного парка устойчивого развития. На ней работали и работают сейчас многие замечательные люди. Но мы всегда будем помнить основателя биостанции, замечательного ученого и популяризатора науки, защитника природы, великолепного педагога и человека — доцента Александра Ивановича Душина.

Авторы статьи, все ученики и воспитанники Александра Ивановича ходатайствуют перед компетентными органами о присвоении в 2007 г. его имени биостанции Мордовского государственного университета.

## ЕКАТЕРИНА ВАСИЛЬЕВНА САПОЖНИКОВА (к 100-летию со дня рождения)

Н. В. Альба, кандидат биологических наук (Саранск)

В 1964 г. на заседании кафедры органической химии Мордовского государственного университета заведующий, кандидат химических наук Владимир Григорьевич Костенко, представил нового сотрудника — доктора биологических наук профессора Екатерину Васильевну Сапожникову. Ей предложили читать студентам-биологам 2-го курса общую биохимию и физиологию растений с перспективой в ближайшем будущем создания новой кафедры.

Е. В. Сапожникова родилась 2 декабря 1907 г. в семье видного ученого-ботаника, ректора Томского университета профессора Василия Васильевича Сапожникова. Глава семьи был известным ученым, типичным русским интеллигентом, исповедовал прогрессивные взгляды, был любимцем студентов. К моменту рождения Екатерины Васильевны он был женат второй раз. В семье было шестеро детей: двое взрослых от первого брака и четверо младших. Екатерина Васильевна была самой младшей. Все дети Василия Васильевича впоследствии стали видными учеными-химиками и биологами. Детство, проведенное в доме отца, оставило неизгладимый след в жизни Екатерины Васильевны, сформировало ее как человека. Любовь к природе, науке, глу-



бокая порядочность, преданность делу — все из детства.

В 1924 г. Екатерина Васильевна поступила на биологическое отделение физико-математического факультета Томского университета. Закончив два курса, в 1926 г. она перевелась на третий курс биологического факультета Ленинградского университета по специальности «Физиология растений». В тот период в ЛГУ работала плеяда виднейших биологов: академики В. А. Фаворский, С. П. Костычев, В. Л. Комаров — президент АН СССР,

© Н. В. Альба, 2007

преподававшие ботанику и географию, физиологию и биохимию растений, и многие другие известные ученые, знания которых впитывала Екатерина Васильевна. Еще не окончив университет, в 1929 г. она поступила на работу лаборантом в Институт биологии ВАСХНИЛ, где продолжала работать и после окончания университета в 1930 г., но уже младшим научным сотрудником биохимической лаборатории Всесоюзного института растениеводства (ВИР) ВАСХНИЛ. Ее первая научная работа, выполненная под руководством академика Н. Н. Иванова, называлась «Выделение лимонной кислоты из дикого граната», затем последовали труды по биохимии пшеницы, органическим кислотам плодово-ягодных культур, биохимии чая. До 1935 г. молодой ученый опубликовала пять научных статей в центральной печати, проявив незаурядные способности к научной деятельности. В том же году семья Екатерины Васильевны переехала в Азербайджан, где она работала в отделении ВИР ВАСХНИЛ, изучая биохимию органических кислот плодово-ягодных культур. Это послужило основным материалом для защиты кандидатской диссертации в 1938 г. В этот период приходилось много и плодотворно работать, осваивать новые научные направления: исследовать биохимию граната, разрабатывать технологию производства лимонной кислоты и т. д. Молодая мама уже растила и воспитывала двоих детей, нуждавшихся в любви, заботе и внимании. Семья, дети, работа требовали напряжения сил, но Екатерина Васильевна успешно справлялась со всеми делами. В 1940 г. ее избрали ученым секретарем Азербайджанского отделения ВИР.

1941 год... Война. Невероятно трудно молодой женщине одной справляться с семейными заботами (в семье уже трое детей) и ответственной работой, тревогой за близких на фронте и за будущее страны и семьи. Оставляя самого маленького на попечение подросших старших детей, Екатерина Васильевна ни на один день не оставляла научную работу. С 1941 по 1946 г. она работала в Центральной лаборатории Министерства пищевой промышленности Азербайджана, исследуя диастазную активность муки различных сортов зерновых. В 1946 г. перешла на работу в Институт многолетних насаждений на должность заведующей отделом плодовых и ягодных культур, что

определило ее дальнейшую научную судьбу. В этой лаборатории она открыла для себя и своих учеников «непаханное поле пектинов». 18 лет жизни отдала Екатерина Васильевна биохимии и физиологии пектинов, став одним из ведущих ученых нашей страны в этой области. В 1963 г. она защитила докторскую диссертацию по теме «Пектиновые вещества плодово-ягодных культур».

В 1964 г. семья Екатерины Васильевны переехала в Саранск по приглашению ректора Мордовского государственного университета Г. Я. Меркушкина для организации на химико-биологическом факультете новой кафедры, открывшейся в мае 1965 г. Это была кафедра биохимии и физиологии растений.

Несмотря на достаточно зрелый возраст, Екатерина Васильевна была полна идей, новых научных планов, молодого задора и уверенности в своих силах и возможности создать работоспособный молодой коллектив. Основу кафедры составляли два преподавателя, перешедшие с кафедры органической химии — Л. С. Дорофеева и Г. С. Барнашова, младший научный сотрудник В. П. Тищенко, лаборанты Г. Н. Савченко, Р. Кирлянова, М. В. Чернавина, аспиранты Л. Н. Матвеева, Н. В. Альба (очное отделение). Затем и Л. С. Дорофеева, и Г. С. Барнашова поступили на заочное отделение аспирантуры. Екатерина Васильевна сумела заинтересовать сотрудников новой темой по исследованию биохимии полисахаридов и особенно пектиновых веществ. Широкие научные связи с ведущими центрами нашей страны позволили сотрудникам кафедры и аспирантам пройти стажировку в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова на кафедре биохимии и молекулярной биологии, в филиале МГУ (Пушино-на-Оке), в Институте биохимии им. А. Н. Баха АН СССР, во многих научных биохимических лабораториях Киева, Кишинева, Минска, Ленинграда, Нижнего Новгорода, в других научных центрах страны. На вновь организованной кафедре биохимии и физиологии нашего университета благодаря личностным качествам руководителя сложилась благоприятная творческая обстановка: всем, от лаборанта до профессора, не говоря уже об аспирантах, было интересно работать, не считаясь со временем и трудностями нашей жизни. К этому времени у многих из

нас были дети и не было жилья. Только три человека на кафедре имели квартиры, все остальные жили в крошечных комнатухах общежитий, иногда по две семьи в одной комнате. Екатерина Васильевна вселяла в нас веру в то, что такие условия временны и у нас все впереди, учила нас примером своей жизни. Многие студенты хотели так же, как и Екатерина Васильевна, заниматься наукой и иметь не менее троих детей. Хороший пример всегда заразителен.

Е. В. Сапожникова была очень требовательным руководителем и воспитателем. Она учила нас не только постановке эксперимента, но и умению оценивать, проверять полученные результаты, сомневаться, искать доказательства и не торопиться опубликовать «сырой» непроверенный экспериментальный материал. Она учила нас проводить лабораторные и семинарские занятия со студентами, разрабатывать и читать лекции, обсуждала вместе с нами методологию преподавания. Не всегда это обсуждение было «благостным», случались и «несправедливые» с нашей точки зрения замечания и поправки, но мы всегда помнили ее слова: «Можно сделать дело быстро, но плохо. И тогда все забудут, что вы сделали быстро, но долго будут помнить, что вы сделали его плохо». Екатерина Васильевна была предельно честна, порядочна, трудолюбива и ответственна. Она любила музыку и театр и стремилась привить эту любовь сотрудникам.

Е. В. Сапожникова считала своим долгом пропагандировать и внедрять научные разработки кафедры в народное хозяйство Республики Мордовия. Кафедра заключала научно-исследовательские и хозяйственные договоры с совхозами «Красное сельцо» и «Арх.-Голицынский», «Имени XXV съезда КПСС», с Мордовской республиканской сельскохозяйственной опытной станцией, где исследовались процессы ускорения созревания плодов и овощей, разрабатывалась технология повышения качества свежих плодов и продуктов их переработки, с Ромодановским сахарным и спиртовыми заводами, с пригородными овощеводческими тепличными хозяйствами. В планах этих работ на первом месте стояли пектины. За время работы Екатерины Васильевны в должности заведующего кафедрой, а впоследствии и научного консультанта большая груп-

па ее учеников защитила кандидатские диссертации, что было своеобразным научным «прорывом» на биологическом факультете. В этот период Екатерина Васильевна неоднократно выезжала вместе с учениками с докладами на съезды и конференции, организовала научно-практическую конференцию по полисахаридам и пектинам на кафедре биохимии и физиологии Мордовского государственного университета, опубликовала две монографии по пектиновым веществам плодовых культур, около 100 статей в центральной печати и в тематических межвузовских сборниках научно-исследовательских работ. Результаты научной работы докладывались на II и IV Всесоюзных биохимических съездах, на Международном биохимическом конгрессе в Москве, на всесоюзных, республиканских конференциях и Огаревских чтениях. Екатерина Васильевна наладила хорошие научные контакты с медицинским, химическим, светотехническим факультетами Мордовского университета, организовала совместные исследовательские работы, вела обширную общественную работу.

Проблема внедрения научных результатов кафедры биохимии считалась первостепенной задачей всего коллектива кафедры. Получив из Всесоюзного научно-исследовательского института химических средств защиты растений препараты гидрела и дигидрела (стимуляторы роста и созревания плодов и овощей), кафедра биохимии проводила многолетнее испытание их влияния на ускорение созревания томата в условиях защищенного и открытого грунта и повышение урожайности тепличных огурцов. Технология применения этих стимуляторов, определение оптимальной дозы и сроков обработки растений позволили сотрудникам кафедры решить проблему почти круглогодичного обеспечения населения Саранска свежими овощами. Применение гидрела в открытом грунте решило проблему «вечнозеленых помидоров» в зоне неустойчивого земледелия. Сотрудниками кафедры разработаны и внедрены в производство рекомендации по применению этих стимуляторов в открытом и защищенном грунте. Научные достижения защищены патентами и рационализаторскими предложениями. Результаты работы кафедры биохимии и физиологии демонстрировались на выставках достижений народного хозяйства Мордовии, на выставке ин-

новационных технологий и оборудования, организованной при Совете Министров СССР в Москве.

К сожалению, после ухода Екатерины Васильевны на пенсию на некоторое время были приостановлены работы по биохимии пектиновых веществ. Однако в 2001 — 2002 гг. Министерство сельского хозяйства и продовольствия при Правительстве РМ заключило с кафедрой биохимии грант «Получение пектина из отходов плодоперерабатывающей промышленности», основная цель которого — разработка технологии получения высоко этерифицированного пектина из яблочных выжимок для кондитерской промышленности. Мы не только решили эту задачу, но и разработали условия выделения пектина из других пищевых отходов (жома сахарной свеклы и корзинок подсолнечника), не уступающие по технологическим свойствам аналогам зарубежного производства. Работа имеет важное значение в плане обеспечения кондитерской, хлебопекарной, молочной промышленности высококачественным пектином, полученным из отходов местной пищевой промышленности. Себестоимость такого пектина гораздо ниже того, который в настоящее время закупается за рубежом. Однако внедрение этих технологий является для кафедры биохимии про-

блемой из-за незаинтересованности пищевых предприятий в переработке вторичного сырья.

Многие ее ученики стали докторами и кандидатами биологических и медицинских наук, работают на кафедрах биологического и медицинского факультетов, Аграрного института, Института физики и химии, в Мордовском педагогическом институте, в Саранском кооперативном институте. Ученики Е. В. Сапожниковой успешно трудятся учителями в школе, а многие из них имеют звание заслуженного работника образования РМ и Российской Федерации. Выпускник кафедры биохимии, ученик Екатерины Васильевны А. М. Русанов — член-корреспондент РАЕН и почетный член многих зарубежных академий.

Правительство РМ высоко оценило вклад доктора биологических наук профессора Е. В. Сапожниковой, присвоив ей звание «Заслуженный деятель науки Республики Мордовия», наградив медалью «Ветеран труда» и почетными грамотами. Умерла Екатерина Васильевна 14 апреля 1989 г.

Лучшим памятником этой выдающейся женщине, ученому, педагогу являются существование и достижения созданной ею кафедры биохимии в Мордовском университете, успехи коллег и учеников, стремление молодого поколения следовать традициям, заложенным ею.

## О РАБОТЕ IX СЪЕЗДА ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА РАН

**Е. А. Лобачев** (Саранск)

В прошедшем 2006 г. 18 сентября состоялся 9-й съезд Гидробиологического общества Российской академии наук. Работа съезда проходила в стенах Волжского университета им. В. Н. Татищева в г. Тольятти и длилась четыре дня. На церемонии открытия гостей и участников приветствовали Г. С. Розенберг, член-корреспондент РАН, директор Института экологии Волжского бассейна РАН и академик А. Ф. Алимов, председатель Гидробиологического общества. После серии пленарных докладов, которые из-за солидного количе-

ства — более десяти — заняли весь первый день работы съезда, организаторы мероприятия пригласили всех участников на праздничный концерт, который проходил в Большом зале Тольяттинской филармонии.

В последующие дни работа съезда была организована в секционном порядке. Все доклады были распределены по тематическим секциям, которые работали параллельно. Названия секций говорили об актуальности проблем, которым были посвящены доклады участников: «Структурно-функциональная организация по-

© Е. А. Лобачев, 2007

пуляций, сообществ и экосистем», «Биологические ресурсы гидросферы и их рациональное использование», «Экология рыб», «Симбиотические и паразитарные взаимоотношения в водных экосистемах», «Критерии и оценка качества вод и антропогенной нагрузки. Водная токсикология», «Базы данных и моделирование водных экосистем», «Проблемы видов "вселенцев"» и их роль», «Биоресурсы Волжского бассейна. Экология водных организмов». Несмотря на то, что не все смогли принять очное участие в работе конференции, число докладов было настолько велико, что многие тематические секции делились на подсекции по отдельным направлениям. Помимо секционных докладов была проведена постерная сессия стендовых докладов, разнообразие которых по темам и проблематике было ничуть не меньше, чем устных. По завершении работы в секциях проводилось обсуждение докладов, по ходу которого возникали дискуссии, по интересности не уступающие самим докладам. Очень трудно отметить наиболее интересные доклады как из-за их большого количества и разнообразия, так и по причине достаточно высокого уровня докладчиков. Почти с равным успехом выступали и именитые академики, и молодые, начинающие научные сотрудники. Довольно сложно также отметить и самый успешный в научном отношении географический регион России: в работе съезда участвовали ученые из самых разных уголков нашего государства. Интересно отметить, что уровень докладов был одинаково высоким и у представителей классических научных школ крупных научных центров, и у ученых из отдаленных регионов. Следует сказать, что работа съезда не ограничилась выступлением российских ученых. Были участники из Азербайджана, Белоруссии, Казахстана, Ирана, Литвы, Нидерландов, Польши, США, Украины. Прозвучали доклады по темам международного сотрудничества в области изучения, охраны и рационального использования водных организмов. После подведения итогов работы секций все участники вновь собрались

вместе за круглым столом, где заслушали доклады, посвященные памяти выдающихся организаторов и деятелей науки, много лет работавших на поприще гидробиологии. Работа съезда закончилась после завершающей серии пленарных докладов и отчетно-выборной сессии ревизионной комиссии. Несмотря на то, что все докладчики представляли работы на высоком профессиональном уровне, следует все же отметить особенно понравившиеся участникам съезда и вызвавшие большой интерес, а часто — серьезные научные дискуссии. В первый же день работы съезда на пленарной сессии членом-корреспондентом Российской академии наук Ю. Ю. Дгебуадзе был сделан доклад, посвященный проблемам и последствиям инвазий чужеродных видов «вселенцев». Эта тема очень актуальна в нынешнее время, поэтому доклад вызвал особый интерес участников конференции и докладчику было задано много разнообразных вопросов. Одним из «горячих» стал вопрос обсуждения проблемы «цветения» водоемов. По этой тематике был сделан целый ряд докладов, причем участниками из разных регионов: доктором биологических наук М. И. Гладышевым (г. Красноярск), Д. Б. Косолаповым и А. И. Копыловым (г. Борок), В. И. Колмаковым (г. Красноярск) и другими. На этой же секции, посвященной проблемам структурно-функциональной организации сообществ и экосистем, особый интерес слушателей вызвал доклад доктора биологических наук В. В. Богатова (г. Владивосток) о современных методах оценки дрефта речного бентоса. Вопросы, заданные докладчику, переросли в обсуждение, продолжившееся даже после заседания секции. Неподдельный интерес слушателей и очень большое количество вопросов вызвал доклад группы авторов из Нижнего Новгорода — Д. Б. Гелашвили, Д. И. Иудина и Г. С. Розенберга, посвященный мультифрактальной теории описания видовой структуры гидробиоценозов.

После закрытия работы 9-го съезда организаторами были предложены интересные экскурсии по достопримечательным местам г. Тольятти и Самарской области.